



T.C.
ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOORDİNASYON BİRİMİ

**GECEKONDU ALANLARI İÇİN ÖNERİLEN KENTSEL DÖNÜŞÜM
UYGULAMALARININ KENTSEL İSİ ADALARI ÜZERİNE ETKİLERİ**

Proje No: GAP-201-2018-2832

Proje Türü: BAP Dekanlık Projesi

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü:

Öğr. Gör. Dr. Ayşem Berrin Çakmaklı
Mimarlık Fakültesi / Mimarlık Bölümü

Araştırmacılar:

Doç. Dr. Funda Baş Bütüner
Esra Deniz
Ahmet Can Karakadılar (Bursiyer)
Mimarlık Fakültesi / Mimarlık Bölümü

Mayıs 2021

ANKARA

ÖNSÖZ

GAP-201-2018-2832 No'lu “*Gecekondu Alanları için Önerilen Kentsel Dönüşüm Uygulamalarının Kentsel Isı Adaları Üzerine Etkileri*” isimli proje 18.05.2018 tarihinde başlayıp 18.05.2021 tarihinde tamamlanmış ve ODTÜ Bilimsel Araştırma Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir.

Yürütücülüğünü Dr. Ayşem Berrin Çakmaklı'nın yaptığı bu proje 1942 yılından günümüze kadar yapılaşmış alanların artması sonucu oluşan arazi kullanımlarındaki ve arazi örtüsündeki değişimlere, üretilen konut alanları üzerinden odaklanmıştır. Bu değişimlere bağlı olarak ortaya çıkan yüzey sıcaklığı açısından farklılıklar ve kentteki ısı adalarının bu yıllar arasındaki değişiminin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Örneklem alanı olarak, son yıllarda ülkemizde oldukça yaygın olarak uygulanan kentsel gelişim ve dönüşüm projelerinin tipik bir örneği olan Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesi seçilmiştir. Araştırma, Ankara kentinde kentsel ısı adası etkisini, kentsel dönüşüm kapsamında geliştirilen konut alanları üzerinden tespit etmeyi ve etkinin hafifletilmesine yönelik oluşturulabilecek mimari, peyzaj ve açık alan stratejilerine altık oluşturmayı amaçlamaktadır. Araştırma konusunun gerektirdiği disiplinlerarası çalışma ortamı düşünülerek projede peyzaj mimarı ve kentsel tasarımcı Doç. Dr. Funda Baş Bütüner ve modelleme uzmanları Esra Deniz ve Ahmet Can Karakadılar araştırmacı olarak görev almıştır.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	1
ABSTRACT	1
1.0 GİRİŞ	2
1.1 Amaç ve Gerekçe	2
1.2 Proje Bütçesi	4
1.3 Proje Ekibi	5
2.0 PROJE TANIMI VE İLGİLİ LİTERATÜR TARAMASI	6
3.0 METHOD VE VERİLER	13
3.1 Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesi'nin 1957, 1991 ve 2021 Yıllarına Ait İklim Özelliklerinin Hesaplanması	16
3.2 Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesi'yle Benzer Tipolojideki Kentsel Gelişim ve Dönüşüm Projelerinin (Ankara, Erzurum ve Uşak) İklim Verisinin Hesaplanması	22
4.0 BULGULAR VE TARTIŞMA	24
5.0 SONUÇ	27
6.0 REFERANSLAR	28

TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1. Dünyanın Ortalama Yüzey Sıcaklığının son 130 Yıldaki Değişimi	7
Şekil 2. Kentsel Isı Adası Profili	8
Şekil 3. Çeşitli Kentsel Yüzeylerin Farklı Albedo Miktarları	9
Şekil 4. Yerel İklim Bölgeleri Sınıflandırma Şeması	12
Şekil 5. 1957 yılı 1/25.000 Ankara haritası- Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesi	13
Şekil 6. 1982 yılı 1/25.000 Ankara haritası- Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesi	14
Şekil 7. 1994 yılı 1/25.000 Ankara haritası- Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesi	14
Şekil 8. 2013 yılı 1/25.000 Ankara haritası- Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesi	15
Şekil 9. 2021 yılı- Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesi'nin google-earth imajı	15
Şekil 10. Modelin Rhino ve Grasshopper ara yüzü ekran görüntüsü	16
Şekil 11. Alanın Rhino ve ENVIMET modelleri: A) 1957, B) 1991, C) 2021	17
Şekil 12. ENVIMET ara yüzü ekran görüntüsü	18
Şekil 13. UTCI değeri bazlı termal konfor aralıkları	19
Şekil 14. Tarih ve saat bazlı harita karşılaştırması	19
Şekil 15. Alanların saat bazlı ortalama sıcaklık değerleri	20
Şekil 16. Alanlardaki minimum ve maksimum sıcaklık aralıkları	21
Şekil 17. Erzurum Palandöken Malmeydanı Kentsel Dönüşüm ve Gelişim Projesi 1.Etap.	23
Şekil 18. Uşak Tabakhane Kentsel Yenileme Alanı	23
Şekil 19. 1957, 1982 ve 2021 yıllarındaki yapılaşmanın yarattığı KIA/UHI karşılaştırması	24
Tablo 1. Ankara Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesinin Ankara İlinin İklim Verisine göre Farklılaşması	25
Tablo 2. Erzurum Palandöken Malmeydanı Kentsel Dönüşüm ve Gelişim Bölgesinin Erzurum İlinin İklim Verisine göre Farklılaşması	25
Tablo 3. Uşak Tabakhane Kentsel Yenileme Bölgesinin Uşak İlinin İklim Verisine göre Farklılaşması	26

ÖZET

Büyük kentlerde yaşayan nüfusun hızla artması sonucu hızlı ve yanlış yapılaşma ve bu plansız yapılaşmanın getirdiği düzensiz ulaşım hatları gibi çeşitli sebeplerle yeşil alanların azalması, beton ve asfaltla kaplanmış yüzeylerin, yapısal alanların artması yerel ve bölgesel ölçekte iklim değişimine neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, Türkiye için günümüzde çok yaygın olan kentsel dönüşüm stratejileri, kentsel ısı adaları ile ilgili konulara yoğunlaşmamakta ve uygulanan stratejiler sonucu kent kullanıcılarının konfor alanlarının azalmasına sebep olmaktadır. Halbuki bina stokunun enerji verimliliğini artırmak, açık alan kullanımlarını planlamak çevresel ve ekonomik faydalar elde etme açısından önemli fırsatlar sağlamaktadır. Bu proje ile 1942-2021 yılları arasında yapılaşmış alanların artması sonucu oluşan alan kullanımlarındaki ve arazi örtüsündeki değişimlere bağlı olarak ortaya çıkan yüzey sıcaklığı açısından farklılıklar ve kentteki ısı adalarının bu yıllar arasındaki değişiminin Ankara Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesi üzerinde tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu tespitler doğrultusunda Ankara’da kentsel ısı adası etkisi oluşumunun engellenmesi ve azaltılabilmesi için alınabilecek önlemlerin ortaya konulması mümkün olabilecektir.

ABSTRACT

As a result of the rapid increase in the population of big cities, the decrease in green areas due to various reasons such as rapid and wrong construction and the irregular transportation lines brought about by this unplanned construction, the increase in concrete and asphalt-covered surfaces and structural areas cause climate change on a local and regional scale. In addition, urban transformation strategies, which are very common in Turkey today, do not focus on issues related to urban heat islands, and as a result of the strategies applied, they cause a decrease in the thermal comfort of urban occupants. However, increasing the energy efficiency of the building stock and planning the use of open spaces provide important opportunities in terms of obtaining environmental and economic benefits. With this project, differences in surface temperature resulting from the changes in land use and land cover as a result of the increase in built up areas between 1942-2021 and the change of heat islands in the city between these years were determined on Ankara Yeni Mamak Urban Transformation Zone, which was chosen as the sampling area. In this study, it is aimed to prevent the formation of urban heat island effect in the city and to reveal the measures that can be taken to reduce the effect.

1.0 GİRİŞ

1.1 Amaç ve Gerekçe

Büyük kentlerde yaşayan nüfusun hızla artması sonucu hızlı ve yanlış yapılaşma, yeşil alanların azalması, geçirimsiz yüzeylerin ve yapısal alanların artması yerel ve bölgesel ölçekte iklim değişimine neden olmaktadır. İnsan faaliyetleri nedeniyle çevresindeki kırsal alanlardan önemli ölçüde daha sıcak olan metropol alanlar bu iklim değişikliğine sebep olmakta ve Kentsel Isı Adası (KIA) olarak tanımlanmaktadır. İlk defa 1810’larda Luke Howard tarafından kullanılan bu tanıma [1] göre metropolitan alanlarla çevresindeki daha az yoğun bölgeler arasındaki sıcaklık farkı 5° C’ye kadar çıkabilir. Kentsel ısı adası olarak tanımlanan bölgelerde sıcaklık farkı geceleri gün içinde olduğundan daha fazladır ve bu farklar en çok rüzgâr zayıf olduğunda hissedilir. [2]

Belirli koşullar nedeniyle, insan tarafından kullanılan enerji atık ısı şeklinde dağılır. Bu ve güneş radyasyonundan gelen ısı, yoğun olarak oluşturulmuş kentsel alanların sıcaklığının yükselmesine neden olan kentsel yapılar tarafından yakalanabilir. Doğrudan iklim değişikliği ve küresel ısınma ile ilgili olan KIA’lar yalnızca kentsel bölgelerin sakinlerini değil, aynı zamanda kentlerin yakın çevresindeki ekosistemleri de olumsuz yönde etkilemektedir. Bunun bir sonucu olarak, planlamadan mimari detaylara kadar çeşitli ölçeklerde stratejiler gerektiren çok disiplinli çalışmalar ön plana çıkmaktadır. Bundan dolayıdır ki; kentsel ısı adalarının yarattığı olumsuzlukların giderilmesinde ön plana çıkan konulardan biri de peyzaj ağırlıklı stratejilerdir. Güncel çevre bilimi çalışmalarına göre, dünyada “doğal” olarak değerlendirilebilecek az sayıda alan bulunmaktadır. Dünya yüzeyinin yaklaşık yarıya yakını direkt ya da dolaylı olarak insanların müdahalesine uğramış alanlardır. [3][4][5][6][7][8][9][10] Kent içindeki ve çevresindeki doğal peyzajın geçirimsiz yüzeylerle yer değiştirmesi, kentleşme ve sanayileşme ısı ve su döngüsünü etkilemekte ve kent iklimi kırsal alandan farklılaşmaktadır. Kentleşmenin yarattığı olumsuz koşulların iyileştirilmesinde, özellikle 1990’lı yıllardan itibaren “Peyzaj Şehirciliği (Landscape Urbanism)”, “Yeşil Altyapı (Green Infrastructure)” ya da “Altyapısal Peyzaj (Landscape Infrastructure)” olarak adlandırılan ve kent mekânının gelişiminde/dönüşümünde peyzajı esas alan yaklaşımlar oldukça belirleyici olmuştur. [11][12] Farklı dünya kentleri için geliştirilen kentsel strateji ve uygulamalarda, kentlerde hâkim olan gri altyapının yerine kentle yeşilli bütünleştiren, çoklu ölçeklerde ve süreklilik içinde çalışan yeşil altyapının gerekliliği açıkça ortaya konmaktadır. Bu yaklaşım çerçevesinde, kentlerdeki yeşil alanların sayısal olarak yeterliliği geçerliliğini

yitirmektedir. Berlin ve Londra gibi yeşil alanların sayısal olarak oldukça fazla olduğu kentler de bile önümüzdeki 20 yılı hedefleyen uzun erimli yeşil altyapı stratejileri geliştirilmektedir. Yeşil altyapı kavramı kentlerdeki mevcut açık alanların değerlendirilmesinin çok daha ötesinde, mimariden ulaşım altyapılarına kadar her ölçekte alınacak kararları ve yapılacak uygulamaları etkilemektedir. Bu yaklaşımla, kentlerde geçirgen yüzeylerin arttırılması hedeflenmekte ve kentsel iklimin yönetilmesinde etkin müdahalelerin geliştirilmesi mümkün olmaktadır. [6] Yeşil altyapının gerekli kıldığı süreklilik ve bütünleşikliğin sağlanmasında, yeni konut alanları ve ulaşım altyapıları kritik rol üstlenmektedir. Her iki alanda da yapılan yatırımların kentlerde kapladığı alan ve kentlerin gelişimindeki belirleyiciliği düşünüldüğünde, kentsel iklim stratejilerindeki etkin rolleri açıkça ortaya çıkar.

Bu tartışma çerçevesinde Ankara, ilk planlandığı dönemde sahip olduğu yeşil altyapı; sonrasında 1950’li yıllardan itibaren yaşadığı kentleşmeyle yok olmaya başlayan yeşil alanlar ve 1990 sonrasında deneyimlediği kentsel dönüşüm projeleriyle üstünde düşünülmesi, tartışılması ve geleceğe dair yeşil altyapı ve kentsel iklim stratejilerinin geliştirilmesi gereken çarpıcı bir kenttir. Önerilen bu projenin amacı da Ankara’daki “kentsel dönüşüm” uygulamalarını kentsel ısı adası bağlamında tartışmaya açarak, sözü edilen yeşil altyapı stratejilerinin geliştirilmesine veri olabilecek bir çalışma gerçekleştirmektir. Projede, 1940’lardan günümüze kadar yapılaşmış alanların artması sonucu oluşan alan kullanımlarındaki ve arazi örtüsündeki değişimlere bağlı olarak ortaya çıkan yüzey sıcaklığı açısından farklılıklar ve kentteki ısı adalarının bu yıllar arasındaki değişiminin örneklem alanı olarak seçilen Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesi üzerinde tespit edilmiştir. Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm alanı, konut alanı olmanın ötesinde komşu olduğu ulaşım altyapısı (Sincan-Kayaş Banliyö Hattı) ve akarsuyla (Hatip Çayı) mevcut durumda değerlendirilmeyen, ancak kentsel ısı adası çalışmalarında oldukça kritik öneme sahip unsurları içermektedir. Böylece, Ankara kentinde kentsel ısı adası etkisi oluşumunun engellenmesi ve etkinin azaltılabilmesi için geliştirilebilecek yeşil altyapı stratejilerine altlık olacak veri seti oluşturulabilecektir.

Araştırmanın gerekçeleri kısaca birkaç başlıkta toplanabilir;

- Kentsel dönüşüm projelerinin, kentin planlanmasında ve gelişiminde önemi çok büyüktür. Bu projelerin yeşil altyapı ve kentsel iklim üzerindeki etkileri düşünüldüğünde mekânsal yapı ve kalitelerini sorgulayan bir çalışmanın yapılması ve özellikle Ankara için bu yönde bir araştırma geliştirilmesi oldukça önemlidir.

- Proje, geçmişten günümüze uygulanan dönüşümü seçilen örneklem üzerinden değerlendirerek bu dönüşümü kentsel ısı adalarına olan etkisi üzerinden sorgulayacaktır.
- Proje kentsel dönüşüm stratejilerine uygun, çevreyi ve insan sağlığını tehdit etmeyen bir modeli araştırıp örneklem sayılarının arttırılması ile yeşil altyapı stratejilerinin geliştirildiği sürdürülebilir bir kent anlayışının benimsenmesini sağlayacak bir altlık oluşturacaktır.

1.2. Proje Bütçesi

Bu proje için planlanan harcama kalemleri ekte gibidir fakat planlanan harcamalar proje yürütücüsünün ve araştırmacısının doktora sonrası çalışmaları için yurtdışında bulunmalarından ve küresel salgın sebebi ile değişikliğe uğramış ve planlandığı gibi gerçekleştirilememiştir.

SARF MALZEMELERİ

Sarf Malzeme Türü	Toplam Fiyat
Arazi Dijital Stereo Hava Fotoğrafları, Haritaları ve ilgili Belgelerin Alımı	1.000 TL
Sarf Malzemeleri Toplam	1.000 TL

Bu harcama kalemi gerçekleştirilmiştir.

HİZMET ALIMLARI

Hizmet Türü	Fiyatı	Toplam Fiyat
Arazi Çalışması – Güncel veri elde etmek için Drone ile hava fotoğrafı çekimi	5.000 TL + KDV	6.000 TL
Hava fotoğraflarından harita ve vektörel veri üretimi	5.500 TL + KDV	6.500 TL
Hizmet Alımları Toplam		12.500 TL

Pandemiden ve proje ekibinin uzun süreli yurtdışında görevli olarak bulunmasından dolayı hizmet alımı firmalar aracılığı ile gerçekleşememiş, onun yerine bursiyer desteğine başvurulmuş ve harcama kalemi bursiyer desteği olarak değiştirilmiştir. Drone ile güncel veri elde etme kısmı gerçekleşememiş, onun yerine var olan Google Earth haritaları kullanılarak modeller yapılmıştır. Bu kalemden 4286.20 TL’lik harcama gerçekleştirilebilmiştir.

YOLLUKLAR

Konferans ve Sempozyum	Fiyatı	Toplam Fiyat
Konferans Katılım Ücreti	500 TL	500 TL
Yolluklar Toplam		500 TL

Projenin ilk döneminde aşağıda belirtilen konferansa katılım sağlanmıştır. Seyahat desteği satın alma süreci başlatılmış, ancak bütçenin kapanmasından dolayı tamamlanamamış ve harcama gerçekleştirilememiştir. “Impacts of Recently Developed Squatter Settlements Transformation Projects on Urban Heat Islands: A Comparative Study in the City of Ankara” başlıklı bildiri (Ayşem Berrin Çakmaklı, Funda Baş Bütünler) BEYOND ALL LIMITS 2018: International Congress on Sustainability in Architecture, Planning, and Design konferansına tam metin sözlü sunum bildiri olarak kabul edilmiştir. İlgili bildiri, 5 sayfa olarak bildiri kitabında da yer almıştır. 17-19 Ekim tarihlerinde gerçekleşen konferansa proje yürütücüsü Ayşem Berrin Çakmaklı katılmış ve ilgili bildiriyi ekip adına sunmuştur. Fakat bildiri metninde proje isminin sadece sunumda geçmesi, metin içinde yer almamasından dolayı bildiri projeden çıkan yayın olarak kaydedilememiştir.

1.3. Proje Ekibi

Yürütücü: Dr. Ayşem Berrin Çakmaklı

Araştırmacı: Doç. Dr. Funda Baş Bütünler

Araştırmacı: Esra Deniz (Bursiyer olarak katılımı istenmiş ama bürokratik prosedürlerden dolayı bursiyer olarak desteği alınamamıştır.)

Araştırmacı: Ahmet Can Karakadılar (Bursiyer olarak görev almıştır.)

2.0 PROJE TANIMI, İLGİLİ LİTERATÜR TARAMASI

İklim Değişikliği, dünya toplulukları üzerindeki potansiyel etkisi, sıcaklık artışları, öngörülemeyen yağış şekilleri ve artan aşırı hava olaylarının yaygınlığı nedeniyle 21. yüzyılın şiddeti giderek artan önemli küresel sorunlarından biridir [13]. Ekolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel döngüleri doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen bu değişiklik tüm insan faaliyetlerini ve çevre-toplum dengesini olumsuz yönde etkilemektedir. Sanayileşme, ulaşım, yoğun yapılı çevre gibi pek çok doğal ve antropojenik faktörün etkileşimi, makro veya mezo ölçekte çeşitli iklim faktörlerini; yüksek ısı dalgaları ve güneş ışımaları, rüzgâr hızı ve yönü, biyolojik habitatlar, su kaynakları ve toprak özellikleri; etkilemektedir. Bu etkiler, kentleşmedeki mevcut ve öngörülen artışlar ve kırsal alanlardan kentsel alanlara rastlanan göç kalıpları ile daha da artmaktadır. 1960 yılında dünya toplam nüfusunun %34'ünü oluşturan kentli nüfus oranı, 2014 yılında %54 oranına ulaşmış ve özellikle gelişmekte olan ülkelerde artarak devam etmektedir. Artan bu oran, ekonomik, sosyal ve çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir. Kentlerdeki insan aktivitelerinin artması, kent dokusunun morfolojik yapısının değişmesi ve yeşil/geçirgen yüzeylerin azalıp yapılaşmış çevrenin artması, daha çok binalarda kullanılan ısı tutucu malzemelerin artması, enerji kullanımından açığa çıkan ısı kentlerde sıklıkla görülen olumsuz mikroklimatik koşulları hazırlamakta ve önemli bir çevresel sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. [14][15] Bu göç paternleri, dünyadaki kentsel alan nüfusunda yaklaşık % 48'lik bir büyüme ile sonuçlanmakta ve 2030 yılına kadar nüfusun beş milyarı bulmasının beklenmesine sebep olmaktadır [16]. Tüm bu faktörler nedeniyle, çevresel etkileri daha az olan veya hiç olmayan daha sürdürülebilir topluluklar yaratmak ve mevcut toplulukların sürdürülebilirliğini artırmak, tüm dünya ülkeleri için kritik bir gündem maddesi olarak ortaya çıkmıştır [17].

Artan kentleşme, kentsel alanlar ile kırsal alanlar arasındaki sıcaklık farkıyla bağlantılı olarak değerlendirilmelidir. Kentsel Isı Adası (KIA/UHI) olarak bilinen bu olgu, ilk olarak 1833'te Londra'nın şehir ve kırsal bölgeler arasındaki sıcaklık farkını analiz ederek İngiltere'de iklimin etkisini araştıran Luke Howard tarafından gözlemlenmiş ve belgelenmiştir [18]. Şehirleşmenin artışına bağlı olarak ortaya çıkan bu sorun, sıcaklık yapısında değişikliğe, kent hava kalitesinin düşmesine, rüzgâr hızlarında azalmaya, gelişen sıcaklık gradyanına bağlı olarak binaların soğutulması için enerji tüketimlerinin artmasına, hava kirliliğine, rüzgâr, nem ve yağış

rejimlerinde değişmelere neden olmaktadır. Şehir geometrisi ve morfolojisindeki değişikliklerin yanı sıra şehir merkezlerinde yoğun şekilde bulunan araç trafiği ve sanayileşme de karbondioksit salınımları sebebiyle sıcaklığın yükselmesine yol açmaktadır. [19]

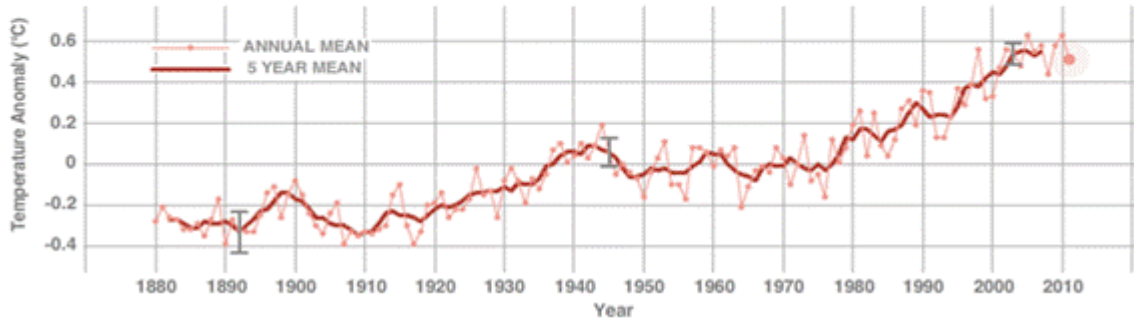
ABD Çevre Koruma Dairesi'ne (USA-EPA) göre, nüfusu bir milyon veya daha fazla olan şehirler için yıllık ortalama hava sıcaklığı, yakın çevresinden 1 ila 3° C daha fazla olabilir hatta açık ve rüzgârsız gecelerde bu sıcaklık farkı yapıların ve kent mobilyalarının gün boyu absorbe ettikleri güneş enerjisini yavaş bir şekilde atmosfere yayması ve coğrafi koşullar nedeniyle 12° C kadar artabilir [20]. Bu da çatılar, yollar, kaldırımlar gibi insan yapımı özellikle yatay yüzeyler tarafından güneş radyasyonunun emilmesi nedeniyle şehirlerin geceleri kırsal alanlardan çok daha sıcak olabileceği anlamına gelir. KIA/UHI sadece kentsel bölgelerin sakinlerini değil, aynı zamanda bu kentsel alanlardan uzakta bulunan ekosistemleri ve altyapılarını da olumsuz etkilemektedir [21].

KÜRESEL YÜZEY SICAKLIĞI

Data updated 1.20.12

Küresel Kara-Okyanus Sıcaklık İndeksi

Data source: NASA's Goddard Institute for Space Studies (GISS) This trend agrees with other global temperature records provided by the U.S. National Climatic Data Center, the Japanese Meteorological Agency and the Met Office Hadley Centre / Climatic Research Unit in the U.K. Credit: NASA/GISS

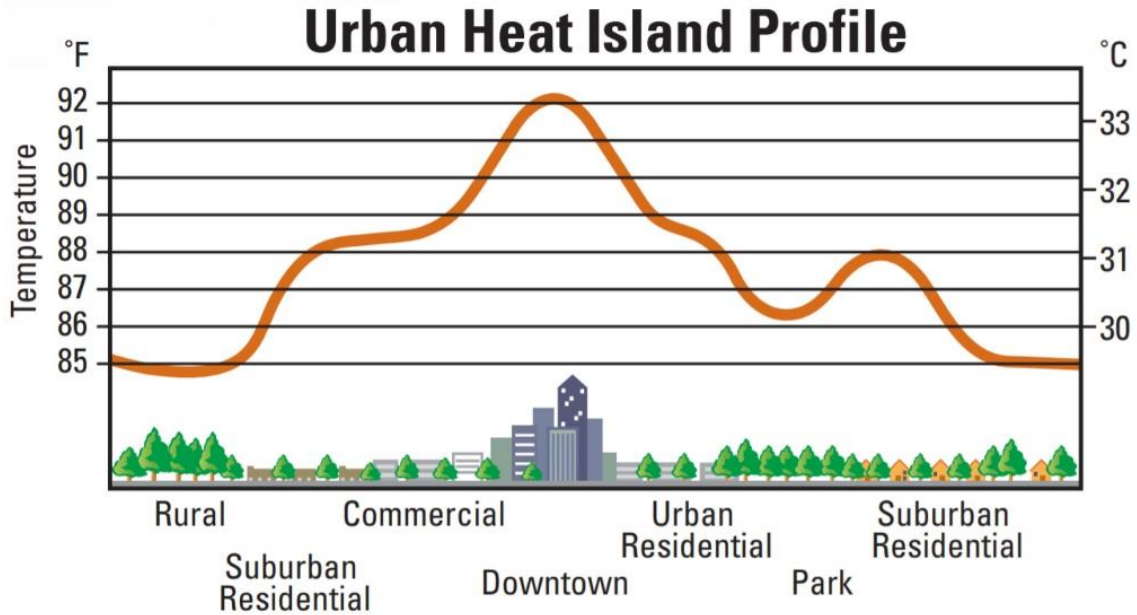


Şekil 1. Dünyanın Ortalama Yüzey Sıcaklığının son 130 Yıldaki Değişimi [22]

KIA/UHI olgusunun büyüklüğü, insanların termal rahatsızlığına, sıcak çarpması ve kardiyovasküler problemler gibi potansiyel ciddi sağlık etkilerine yol açarak ölüm oranının artmasına neden olabilir [23][24]. Son çalışmalara göre, ABD'de 1975-2010 yılları arasındaki hava felaketlerine bağlı ölümlerin sayısı yılda ortalama 1300 ölümdür ve hava kaynaklı bu ölümlerin yıllık ortalamasının 2100 yılına kadar 20.000 veya daha fazla olması beklenmektedir [25]. Bu artış kentsel alanlarda öngörülen kentsel ısı adası etkisi ile doğrudan bağlantılıdır. Tüm bu potansiyel etkiler, gelecek kuşaklar için gerekli önlemleri almamızı ve kentsel ısı adası etkilerini azaltma/hafifletme stratejilerini benimsememizi gerektirmektedir.

Bu önlemlerin ve stratejilerin birçoğu, aşırı ısıнын etkilerini kontrol etme ve hafifletme, akıllı kalkınma ve serin şehir senaryoları üretmek kentsel ısı salınımını ve maruziyetini azaltma yaklaşımlarını tanımlayan “kentsel ısı yönetimi” başlığı altında gruplandırılmıştır [26].

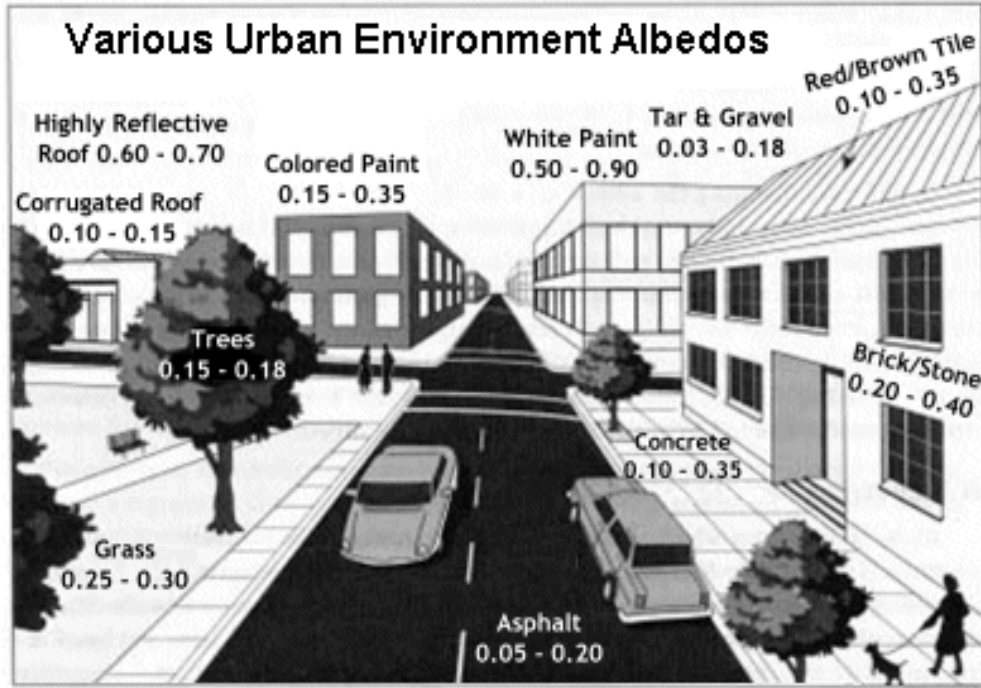
Kır ve kent alanlarının zemin özelliklerindeki değişim önemli ısı farklılıklarına neden olmaktadır. EPA’nın kentsel ısı adalarının oluşumunu azaltma stratejilerini aktardığı raporunda Şekil 2’de gösterilen farklı bölgelere göre oluşan sıcaklık değişimleri bu stratejilerin belirlenmesinde altlık oluşturmıştır. [27] Gelen enerjinin yerden yansıması da kır ve şehir alanlarında aynı değildir. Çünkü kırsal alanlarda geri yansıyan enerji hiçbir fiziksel engelle maruz kalmadan yansırken kentsel alanlarda yüksek binalar arasında önemli oranda tutulmakta ve geri yayılımında önemli zamansal gecikmeler olmaktadır. Kentsel alanlarda binaların oluşturduğu engelleri tanımlamak ve bunların enerji bilançosu üzerindeki etkilerini hesaplayabilmek için şehir kanyonu (urban canyon), gök görüş oranı (sky view factor) ve yükseklik – genişlik oranı (height – weight (H-W) ratio) gibi kavramlar geliştirilmiştir. [28]



Şekil 2. Kentsel Isı Adası Profili [27]

Kentsel Serin Adalar (KSA/UCI), kentsel ısı adalarının tersidir. KSA/UCI, bölgesel peyzaj altyapısı nedeniyle belirli enerji ve ardından sıcaklık düşüşü meydana geldiğinde olur. Bu olguyu etkileyen parametreler arasında arazi kullanım karmaşıklığı ve toprak mineral bileşimi ile termal ataleti etkileyen iklimsel faktörler bulunmaktadır [29][30]. Atmosfere giren radyasyonun %7’si atmosferde dağılır, %24’ü bulutlardan uzaya yansıtılır, %4’ü yerden uzaya

yansır; “albedo” olarak adlandırılan bu kısım malzemelerin yüzeyine gelen ışığı geri yansıtma kapasitesidir ve bir cismin albedosu “0 ile 1” arasında değer almaktadır. Bir cismin albedosu 0 veya 1 değeri almaz çünkü pratikte hiçbir cismin ışığı soğurması veya yansıtması kusursuz değildir [28]. Toprağın zemin rengi, mineralizasyonu ve özgül ısıları da yüzeylerin albedosunu etkiler. Örneğin nemli toprağın özgül ısı kapasitesi asfalt ve betondan yaklaşık %50 daha fazla iken kurak bölgelerdeki çıplak ve kuru tarımsal yüzeyler, kentsel yeşil alanlardan daha düşük albedoya sahiptir (Şekil 3) [31].



Şekil 3. Çeşitli Kentsel Yüzeylerin Farklı Albedo Miktarları [31]

Kentsel dokuyu oluşturan yapı çevre, konut, sanayi, ticari arsalar, caddeler ve açık alanlar gibi farklı arazi kullanım yüzdeleri kentsel ısı adası oluşmasına sebep olan ana faktörlerden biridir. Bu faktörler iki ana kategori altında sınıflandırılabilir:

- 1) yeşil alanlar, su kütleleri ve yapı çevrenin ve kentsel yapıların geçirimsizliği tarafından belirlenen yeryüzü yüzeylerinin karmaşık özelliklerini içeren mekânsal faktörler ve
- 2) yıllık, mevsimsel, günlük ve gece hava ve yüzey sıcaklıklarını içeren ısısal faktörler [32].

Bu iki kategorinin altında yer alan kentsel ısı adası etkisinin oluşmasına ve artmasına sebep olan faktörler aşağıda sıralanmıştır [33][34]:

- Kanyon ışınlam geometrisi ve kentsel yapısı (yüksek katlı binaların inşası ile sokak genişlikleri, bina yükseklikleri gibi kent geometrisini etkileyen unsurların değiştirilmesi, uzun dalga radyasyon kaybı, binalar ve ufuk çizgisi arasındaki değişim nedeniyle ışıyan enerjinin

bina yüzeylerinde hapsedilerek kısa dalga radyasyonunun çoklu yansımaları ile sistemin etkili albedosunun azalması)

- Kırsal ve yapılaşmış alan oranlarının değiştirilmesi ve kentsel yoğunlaşma, inşa oranı.
- Sıcaklık artışına, nem seviyelerinin düşmesine ve rüzgâr hızı ve frekanslarında düşüşe neden olan sokaklardaki ısı türbülansının azalması.
- Kentsel doku ve yapı malzemelerinin termal özellikler (ısı kapasitesi ve termal iletkenlik gibi) ve ışıma özellikleri (yansıtma, albedo ve emisyon) gibi termodinamik özellikleri.
- Bina türleri (ticari, konut vb. gibi), açık alanlar (otoparklar vb.) ve ulaşım dahil kentsel arazi kullanımı.
- Kirlenmiş ve daha sıcak kentsel atmosferden gelen uzun dalga radyasyonunda artışa neden olan kentsel sera etkisi.
- Kentsel alanlarda, bitki örtüsünün, yeşil bantların azalması ve su geçirimsiz materyallerin yaygınlığından kaynaklanan buharlaşan yüzeylerin azalması. (Bu da evapotranspirasyon eksikliğine yol açar ve dolayısıyla hissedilir ısıyı artırır. Duyulur ısı için bu artan enerji, gizli ısı enerjisini azaltır ve daha düşük bağıl nemle sonuçlanır.)
- Su kütlelerinin varlığı.
- Yüksek oranda hava kirliliğine neden olan yerel ve kentsel alanlarda elektrik enerjisi üretimi dahil olmak üzere fosil yakıtların yanmasından açığa çıkan antropojenik ısı. (Bu antropojenik ısı kaynakları, kentsel yerlerde çok daha yüksek yoğunluklarda bulunur ve kentsel metabolizmayı tanımlar.)

Kamu politikası, planlama ve kentsel tasarım yoluyla kontrol edilebilen faktörler, KIA/UHI azaltma stratejileri geliştirmek için en fazla potansiyeli sunmaktadır. Örneğin, kanyonun ışımsal geometri faktörü, binaların katı kütlesi ve yöneliminin yanı sıra binaların ve sokakların en-boy oranı yoluyla gökyüzü görünümü faktörünü etkileyen kentsel yapılardan etkilenir. 'Kent kanyonu' terimi, yoğun bina bloklarını, özellikle de gökdelenleri kesen ve doğal bir kanyonu andıran sokakları karakterize eder [35]. Kentsel geometrinin farklı konfigürasyonları, sıcaklığın, gölge modellerinin, rüzgârın hızının ve yönünün, farklı yüzeyler tarafından alınan kısa dalga radyasyon miktarının ve daha sonra uzun dalgalardan yayılan ısı miktarının artmasını veya azalmasını etkileyebilir [36]. Bu nedenle, H / W oranıyla tanımlanan kentsel geometri, KIA/UHI'nin yoğunluğu üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. (H = Binanın yüksekliği, W = Bir caddeye göre iz genişliği). Bunun yanı sıra binaların yapısal sistemleri ve çevreleriyle ilişkileri de önemli bir parametre olarak değerlendirilmektedir [37].

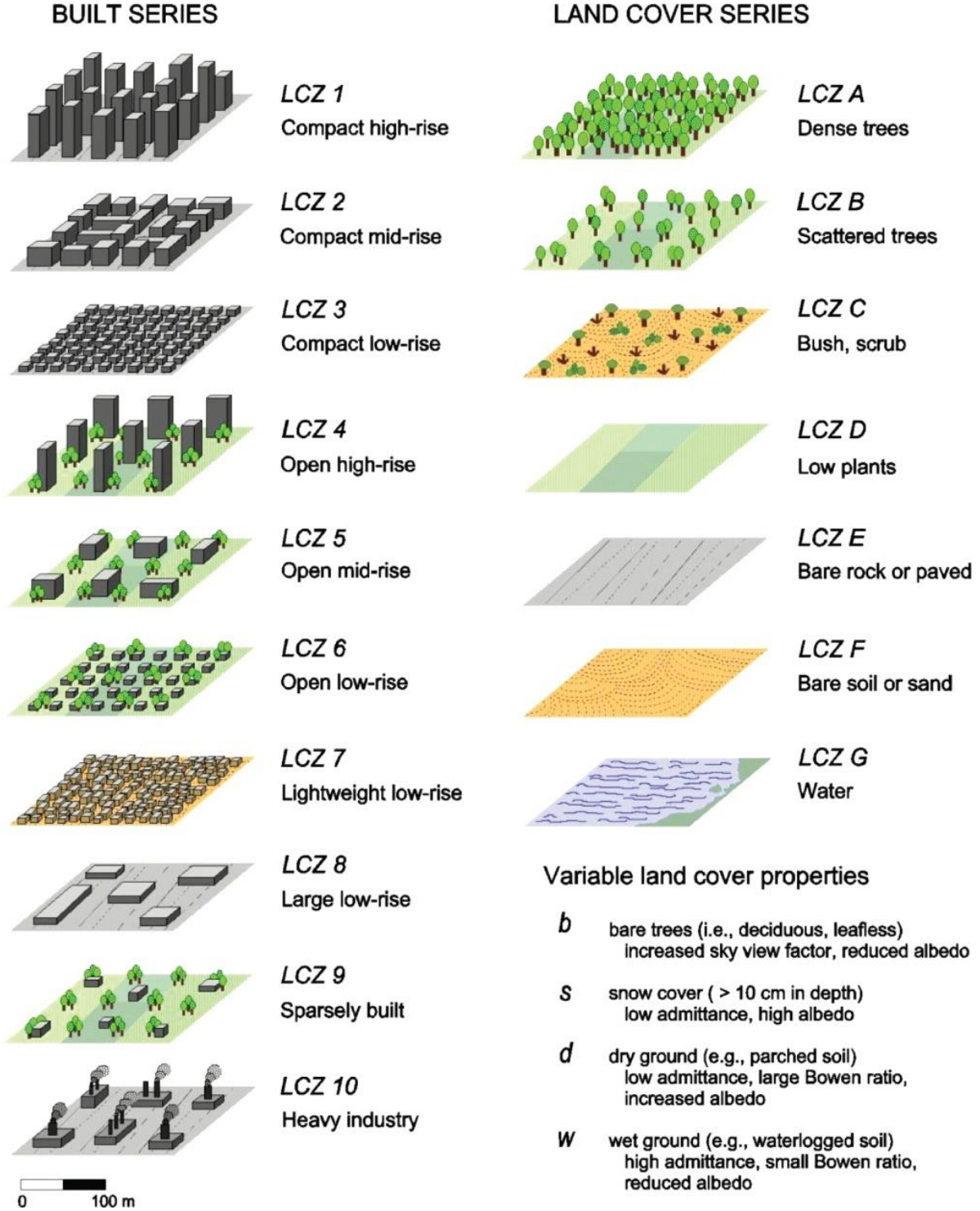
Kontrol edilebilir bir başka faktör de kentsel yüzey kaplamalarıdır. Renkleri, dokuları, özgül ısıları, kütleleri, ısıl iletkenlikleri, absorptivite ve emisivite de dahil olmak üzere bu kaplamaların özellikleri bölgenin radyasyon değişimini ve dolayısıyla KIA/UHI'nin yoğunluğunu etkiler. Yeşil alanlar, kentsel alanlarda yansıtıcı olmayan, suya dayanıklı geçirimsiz yüzeylerle değiştirildiğinde ve kentsel kanyonlarda hava sirkülasyonu engellendiğinde, yayılan kızılötesi radyasyon atmosfere kaçamaz, böylece KIA/UHI yaratır ve bu kentsel alanların kullanıcıları istenmeyen ve zararlı termal etkilere maruz kalır. Ayrıca, bu değişikliğin bir sonucu olarak, kentsel alanların soğutma süreci geceleri kırsal alanlara göre daha yavaş hale gelir ve geçirimsiz yüzeylere sahip kentsel alanlarda daha yüksek gece hava sıcaklıklarına neden olur [38]. Tersine, binaların ve yolların arazi örtüsü yeşil alanlarla değiştirildiğinde, atmosferin termal, ısıtım, nem ve buharlaşma (bitkiler tarafından su alımı ve kaybı) özellikleri, bu yeşil alanların tipolojisi ve özellikleri nedeniyle değişmekte ve sonuçta KIA/UHI'de azalmaya sebep olmaktadır. Ek olarak, kentsel alanlarda çok daha yüksek konsantrasyonlarda bulunan atmosferik kirleticiler, kentsel havanın kimyasal bileşimini etkiler, klima ve soğutma sistemlerinden, endüstriyel süreçlerden ve ulaşım sistemlerinden gelen atık ısı kentsel ısınmanın artmasına sebep olur [24].

Kentsel ısı adalarını azaltmak amacı ile önerilen beş ana strateji göze çarpmaktadır:

- 1) ağaç ve vejetatif örtüyü arttırmak,
- 2) yeşil çatılar kurmak,
- 3) esas olarak yansıtıcı çatılar kurmak,
- 4) serin döşemeler kullanmak (yansıtıcı veya geçirgen)
- 5) akıllı büyüme uygulamalarını kullanmak [20].

Kentsel ve kırsal alanların doğru sınıflandırılması, KIA/UHI çalışmalarının temel taşlarından biridir. Bölgelerin (bina veya şehir ölçeği) tipik bir iklimsel analiz modelini oluşturmak için, fiziksel ve sosyo-ekonomik faktörler belirlenir, ancak bina ve arazi kullanım birimlerinin şekli ve düzeni son derece karmaşık ve istisnaidir. Kent dokusunu oluşturan parametreler standart değildir ve fiziksel yapısı, yüzey özellikleri ve iklimi nedeniyle değişebilir. Literatürde belirtildiği gibi, ilk çalışmalar şehirleri inşa formuna, fiziki coğrafyaya ve iklim özelliklerine göre tanımlamıştır [39]. Çevresel boyut ele alınınca bitki örtüsü ve bina özellikleri bir sonraki aşama olarak da kentsel geometri, sokak konfigürasyonu ve inşaat malzemeleri de bu sınıflandırmaya dahil edilmiştir. Oke, kentsel iklim bölgelerinin tüm homojen meteorolojik araçlarını içeren "basit ve genel" bir sınıflandırma geliştirmiştir. Oke'nin sınıflandırması, 17 standart sınıfı içeren bir bölgeleme sistemidir: On Yerleşik Seri ve yedi Arazi Örtüsü Serisi.

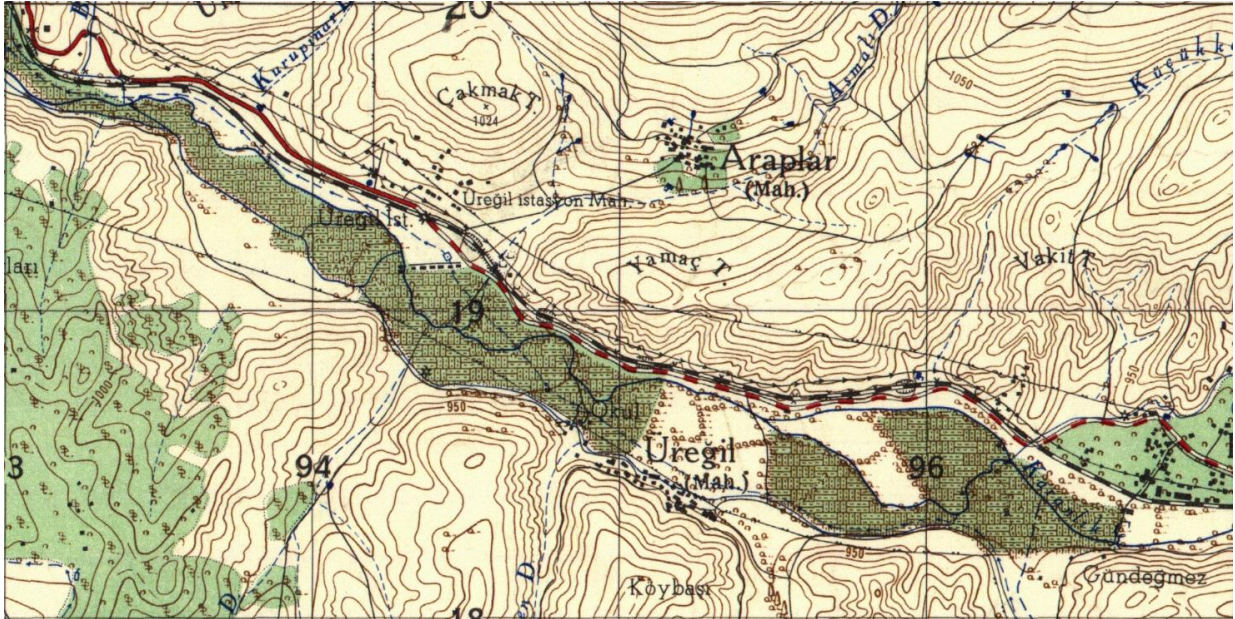
Bu sınıflandırma, kentsel yapıların fiziksel özelliklerine (binalar / cadde / yeşil alan geometrisi), arazi örtüsüne (yüzeyin geçirgenlik oranı), kentsel dokuya (termal özellikleri inşaat / çevresel malzemeler) ve kent metabolizmasına (antropojenik ısı dalgalanması) dayanır. [40] [41].



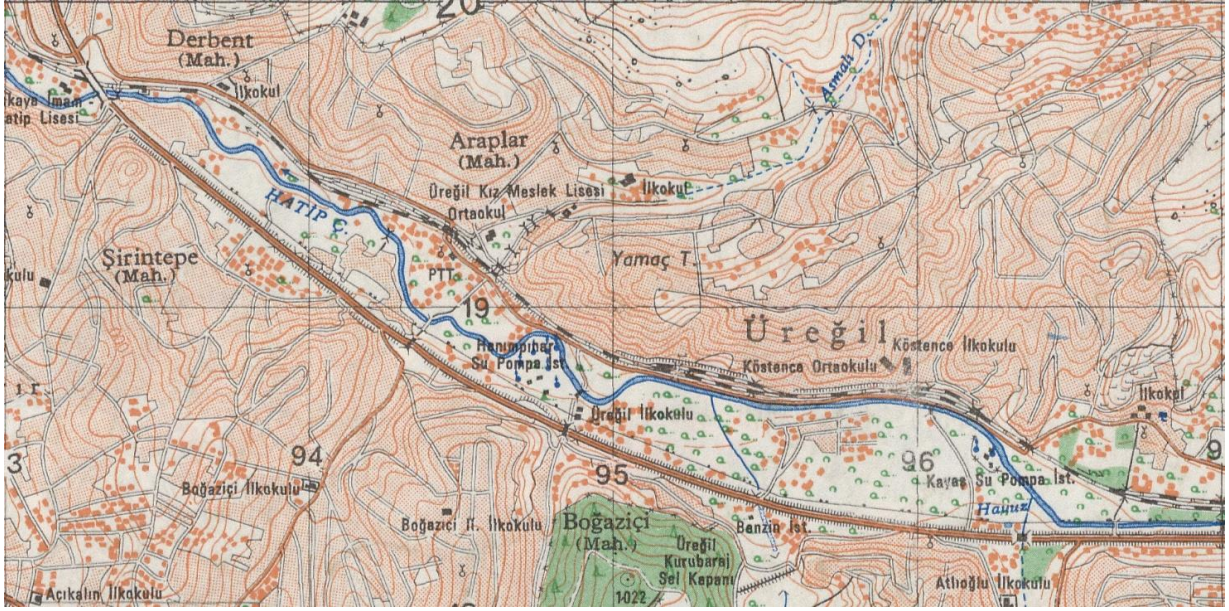
Şekil 4. Yerel İklim Bölgeleri Sınıflandırma Şeması [40].

3.0 METHOD ve VERİLER

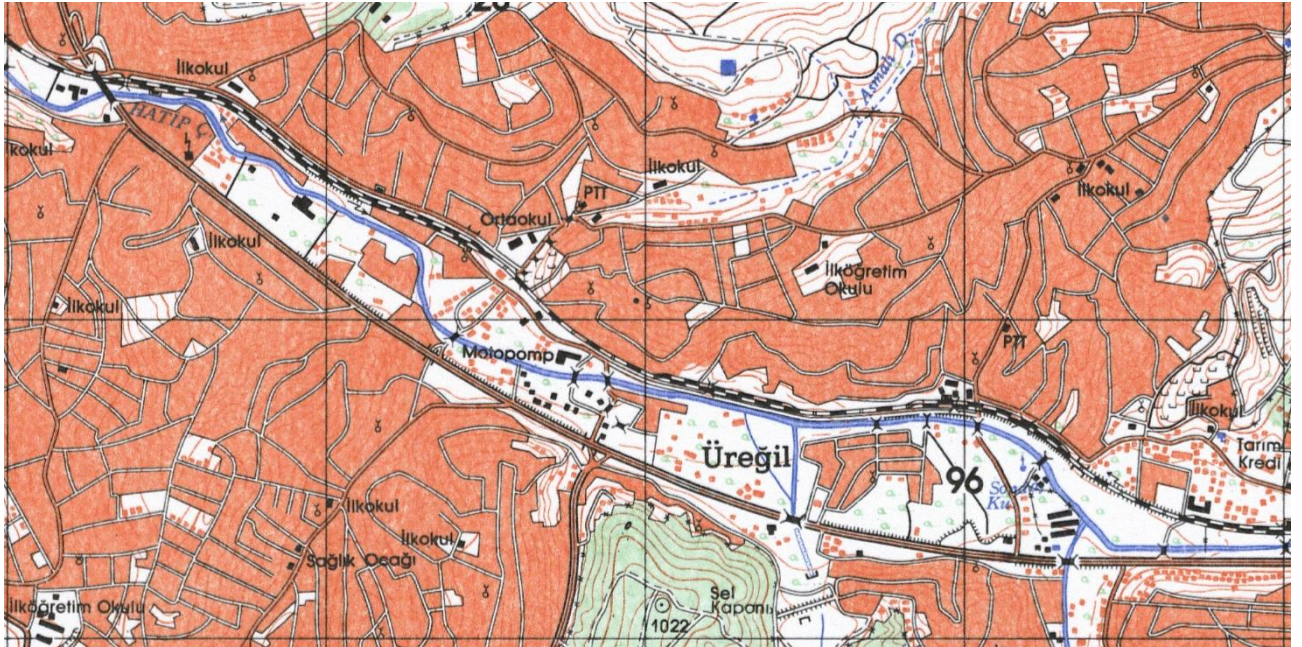
Düzenlenen iklim senaryolarına göre sıcaklıkların ülkemizin batı bölümünde 6°C, Türkiye genelinde 2 ila 3°C artacağı öngörülmektedir [22]. Ankara ili için 1950'lerden günümüze gelen değişiklikleri özellikle Yeni Mamak Bölgesi için aşağıda yer alan haritalarda ve grafiklerde görmekteyiz (Şekil 5-6-7-8-9). Yapılaşmanın etkisiyle bölgedeki dokunun önemli ölçüde değişikliğe uğradığı ve bu değişikliğin nasıl sonuçlar doğurduğunun ölçülebilmesi ve analiz edilmesi bu proje kapsamında elde edilmesi amaçlanan sonuçlardandır. Bu çalışmada yerel bölge sınıflandırma şeması ve yüzey malzeme verileri dikkate alınmış ve modeller yapılmış ve değişikliklerin yarattığı sonuçlar değerlendirilmiştir.



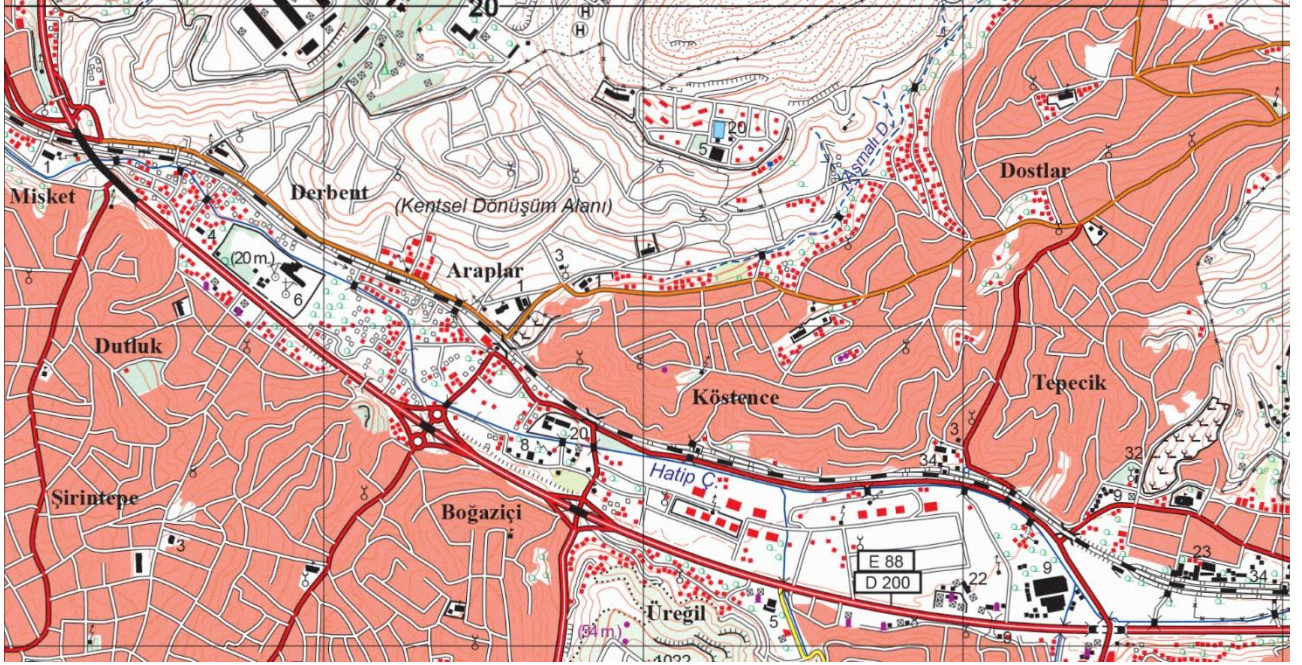
Şekil 5. 1957 yılı 1/25.000 Ankara haritası– Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesi



Şekil 6. 1982 yılı 1/25.000 Ankara haritası- Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesi



Şekil 7. 1994 yılı 1/25.000 Ankara haritası- Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesi



Şekil 8. 2013 yılı 1/25.000 Ankara haritası- Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesi



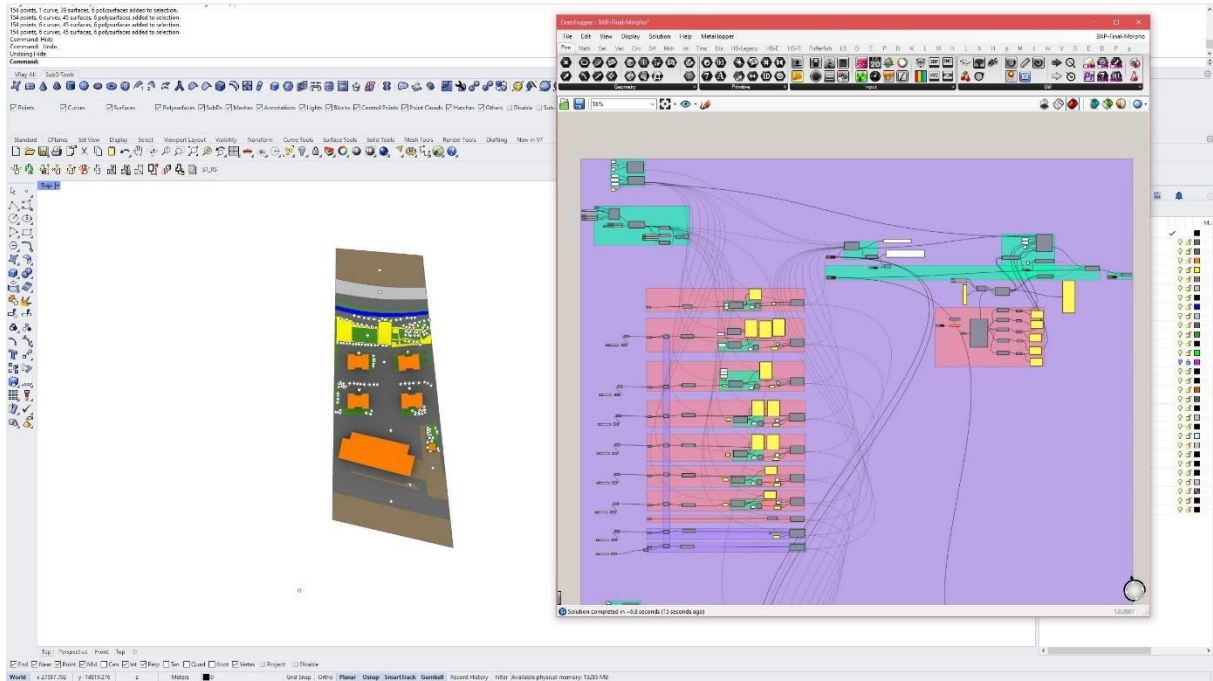
Şekil 9. 2021 yılı Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesi'nin google-earth imajı

Proje sürecinde Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesinin kentsel ısı adasına dair tartışmalara farklı ölçeklerde katkı koyabilecek potansiyele sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda araştırma iki farklı yöntem üzerinden yürütülmüştür. Birinci yöntem Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesi'nin konumlandığı alanın 1957, 1991 ve 2021 yılları esas alınarak geliştirilen modeller üzerinden UTCI hesaplamaları ve farklı zaman dilimlerindeki iklim özelliklerinin hesaplanmasıdır. İkinci yöntem, Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesi'nin

sahip olduğu mimari ve açık mekân dokusunun, ülkemizde farklı iklim bölgelerindeki kentsel dönüşüm uygulamalarıyla benzer bir konut çevresi sunmasına dair eleştirel bakışa dayanmaktadır. Bu yöntemde, Ankara, Erzurum ve Uşak illerinde uygulanan ve benzer yapıları çevreye sahip dört kentsel gelişim ve dönüşüm projesi üzerinden iklim verileri hesaplanmıştır. Alanın modellenmesi yapılırken 3 boyutlu modelleme aracı olan Rhinoceros 3D programı [42] kullanılmıştır. Program ilk yöntemde kullanılan ENVIMET programına [43] ve ikinci yöntemde kullanılan “Dragonfly” eklentisine veri aktarımı yapabilen Grasshopper ara yüzü yüzünden tercih edilmiştir. Alanlar yapılaşma, yeşil doku, ağaç noktaları, yüzey tipleri ve nehir dokusu baz alınarak modellenmiş ve modellenen bu alanlar Dragonfly ve ENVIMET ara yüzüne Grasshopper eklentisi sayesinde tanıtılmıştır. Her iki yönteme ait detaylı modelleme, hesaplama ve bulgular aşağıda yer almaktadır:

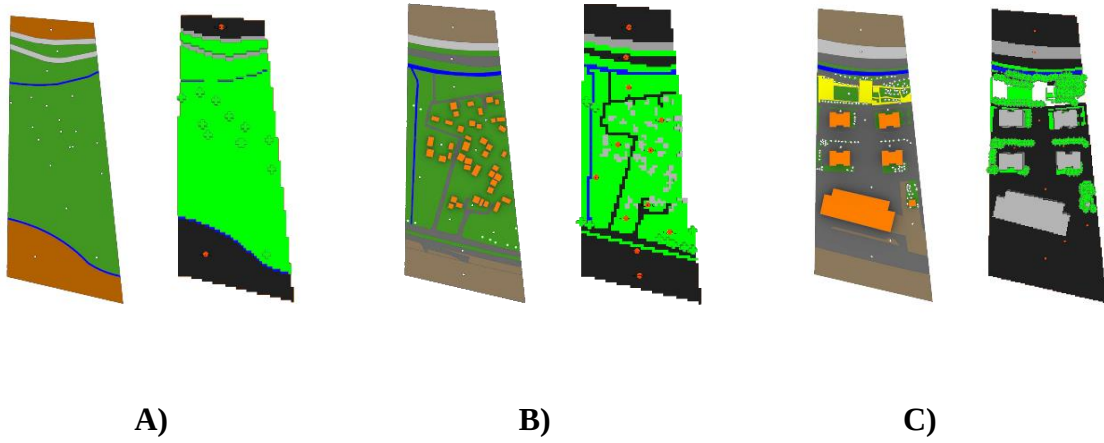
3.1 Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesi’nin 1957, 1991 ve 2021 Yıllarına Ait İklim Özelliklerinin Hesaplanması

Farklı yılları esas alarak yapılan hesaplama, Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesi’nde mimari, peyzaj ve açık mekân eleman ve tipleri açısından çeşitlilik içeren 40 m x 170 m’lik bir alan üzerinden geliştirilmiştir. Belirlenen alan, 1957, 1991 ve 2021 yıllarına ait hava fotoğrafları ve haritalar esas alınarak yüzey tipi, peyzaj ve yapı dokusuna göre modellenmiş ve ENVIMET programı ile farklı zaman dilimlerindeki klima özellikleri hesaplanmıştır.



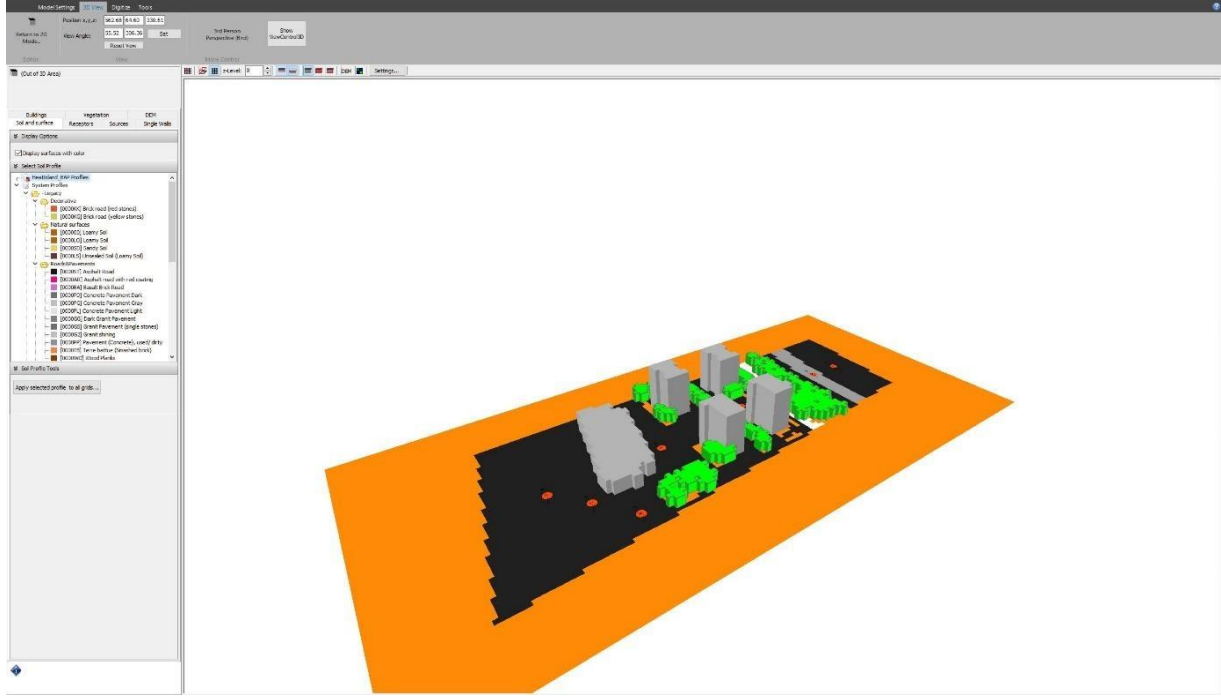
Şekil 10. Modelin Rhino ve Grasshopper arayüzü ekran görüntüsü

Alandaki özellikler ENVIMET programında bulunan belirli tiplere indirgenmiş ve hesaplamalar bu programın materyal özelliklerine göre gerçekleştirmiştir. Bu materyal ve özellikler başlıca şu şekilde sıralanabilir: yeşil doku, yeşil ve karışık alt katmanlı doku (green+mixed substrate), 50cm orta yoğunluklu çim dokusu, su, granit taş döşeme, kumlu toprak, yuvarlak kanopili, orta boy gövdeli ve seyrek dokulu 15 metre boyunda ağaç (tüm ağaçlar aynıdır), asfalt yol, hafif beton döşeme.



Şekil 11. Alanın Rhino ve ENVIMET modelleri: A) 1957, B) 1991, C) 2021

Materyallerin atandığı modeller sonrasında bütüncül ve çok yönlü mikroklima hesaplamaları yapan ENVIMET programına aktarılmıştır. Bu program güncel araştırma projelerinde birçok girdiyi hesaplamaya dahil edebildiği ve daha doğru sonuçlar verdiği için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, bu bütüncül hesaplama yöntemi hesaplama süresini fazlasıyla arttırdığından dolayı uygun zaman dilimleri içerisinde tüm proje bölgesini hesaplamak ve hesaplama çözünürlüğünü çok fazla düşürmek mümkün olamamıştır. Bu sebeple yüzey ve mekânsal çeşitliliğin en fazla olduğu 40 x 170 metrelik bir alan seçilip hesaplamalar burada gerçekleştirilmiştir. Seçilen bu alan 1957 yılında mesire alanı olarak Oke'nin 17 standart sınıfı içeren bölgeleme sistemine göre LCZ B ve LCZ C grubuna – dağınık, bodur ağaçlar ve çalılar bölgesi- girmektedir. 1991 yılında ise düzensiz yapılaşma başlamış olup LCZ 6 – açık mekânı ve yeşili olan az katlı dağınık konut bölgesi olarak görülmektedir. En son imajda ise 2021 durumu modellenmiş ve kentsel dönüşüm stratejilerinde tercih edilen çok katlı yoğun nokta bloklardan oluşan LCZ 1 modelinin uygulandığı görülmüştür.



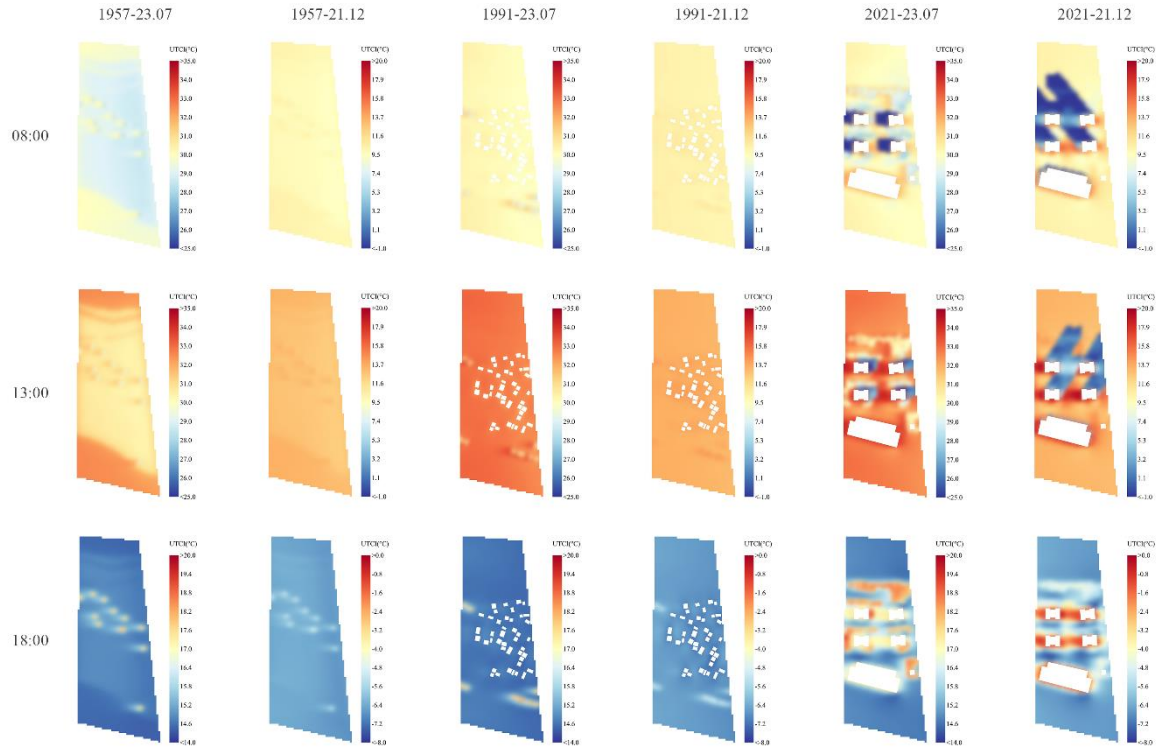
Şekil 12. ENVIMET ara yüzü ekran görüntüsü

Isı adalarının sıcaklık artışına, yapı adalarının rüzgâra ve akarsuyun (alandaki Hatip Çayı) bağlı neme etki edeceği düşünülerek, bu girdilerin etkisinin en iyi farkedileceği bir küresel sıcaklık indeksi (Universal Thermal Climate Index, UTCI) tanımlaması kullanılmıştır [44]. Bu indeks atmosfer sıcaklığı, rüzgâr hızı, bağlı nem ve ortalama radyan sıcaklığını hesaplamaya dahil ederek, ilgili bölgenin mikroklima sıcaklığını vermektedir. Bu değerler ENVIMET hesaplamalarından elde edildikten sonra Grasshopper eklentisinde Ladybug aracı sayesinde UTCI hesaplamaları yapılmıştır. Değerler hesaplanırken baz veri olarak kullanılan atmosfer verisi ise EnergyPlus' ın dağıttığı Ankara 171280 (IWEK) epw dosyası üzerinden alınmıştır. Böylece tüm yıllar için aynı atmosferik baz veriler kullanılmış, ancak yıllar içinde değişen yüzeyler ve yapı çevre için içine katılarak hesaplama yapılmıştır.

Hesaplama sürelerinin kısalığı adına hesaplamalar 23 Temmuz ve 21 Aralık tarihleri için sabah 7:00 ile akşam 21:00 saatleri arasında yapılmıştır. Saat başı yapılan hesaplamaların ardından farklı tarihler arasında karşılaştırmalı bir değerlendirme yapılmıştır. Küresel sıcaklık indeksi değerlerinin yorumları konfor sıcaklığı üzerinden de değerlendirilmiştir [45].

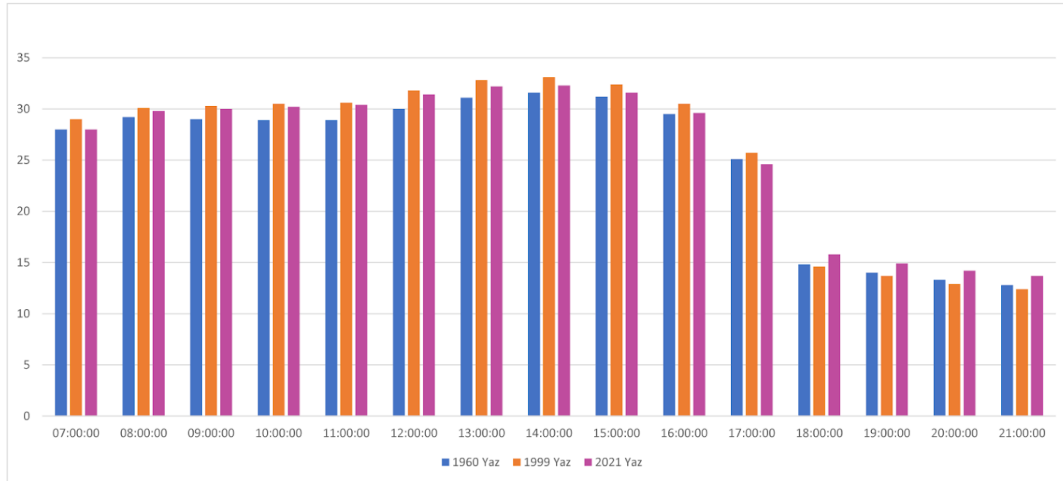
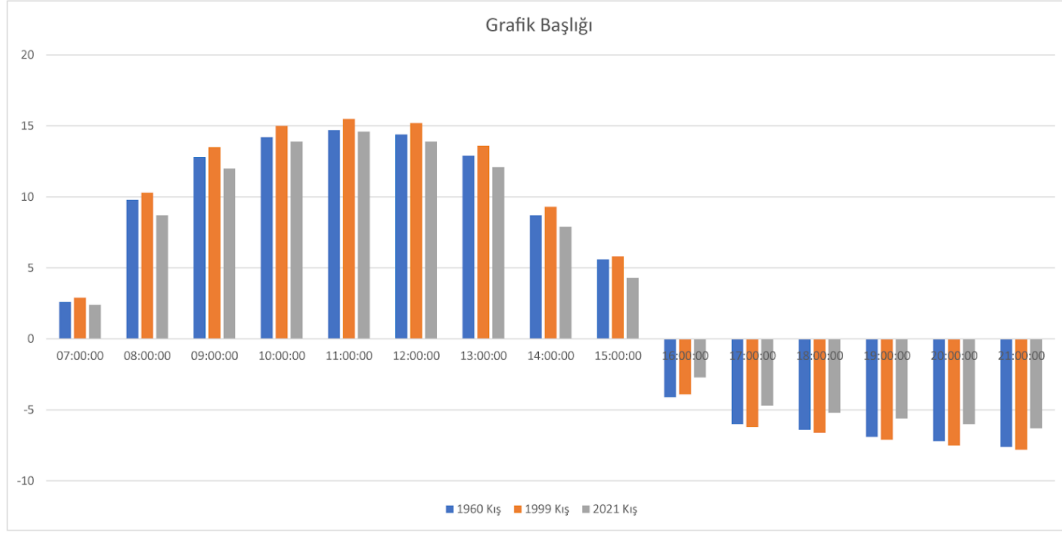
UTCI range (°C)	Stress Category	
Above +46	4	Extreme heat stress
+38 to +46	3	Very strong heat stress
+32 to +38	2	Strong heat stress
+26 to +32	1	Moderate heat stress
+9 to +26	0	No thermal stress *
+9 to 0	-1	Slight cold stress
0 to -13	-2	Moderate cold stress
-13 to -27	-3	Strong cold stress
-27 to -40	-4	Very strong cold stress
Below -40	-5	Extreme cold stress

Şekil 13. UTCI değeri bazlı termal konfor aralıkları [44]



Şekil 14. Tarih ve saat bazlı harita karşılaştırması

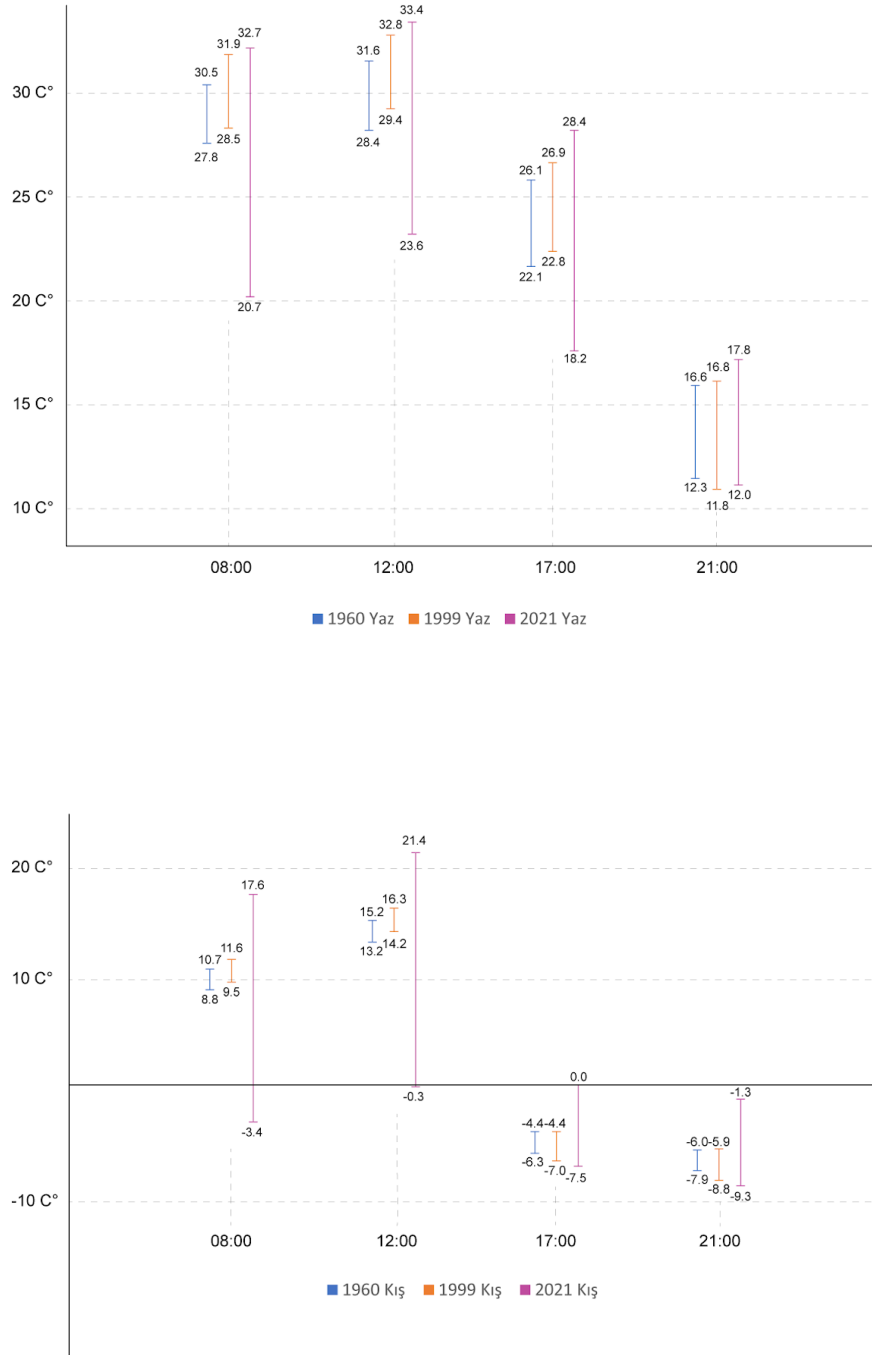
Saat ve tarih bazlı hesaplamalardan çıkan haritalamaların gösterdiği en net bilgi, özellikle günümüzde, mikro ölçekte ekstrem sıcaklık noktaları oluşması ve önceki yıllarda (1957 ve 1991) konforlu sayılabilecek alanların zaman içerisinde konforsuz hale gelmesi olarak değerlendirilmiştir. Bunun dışında zaman içerisinde ortalama ve noktasal sıcaklıkların arttığı da haritalardan okunmaktadır.



Şekil 15. Alanların saat bazlı ortalama sıcaklık değerleri

Şekil 15’de görüldüğü üzere yıllar içerisinde ortalama sıcaklıklıklarda belirgin bir artış bulunmaktadır. Bunun yanısıra, günümüzde 1991 yılına göre ortalama sıcaklıkların düştüğü

gözlemlerse de bunun en büyük sebebi alan içerisinde ekstrem sıcaklık noktaları olduğundan dolayı ortalamaların aşağı çekilmesidir. Şekil 16'de görüldüğü gibi maksimum ve minimum sıcaklık aralığı yıllar içerisinde gittikçe artmış, günümüzde ise özellikle minimum sıcaklıklarda büyük değişme olmuştur.



Şekil 16. Alanlardaki minimum ve maksimum sıcaklık aralıkları

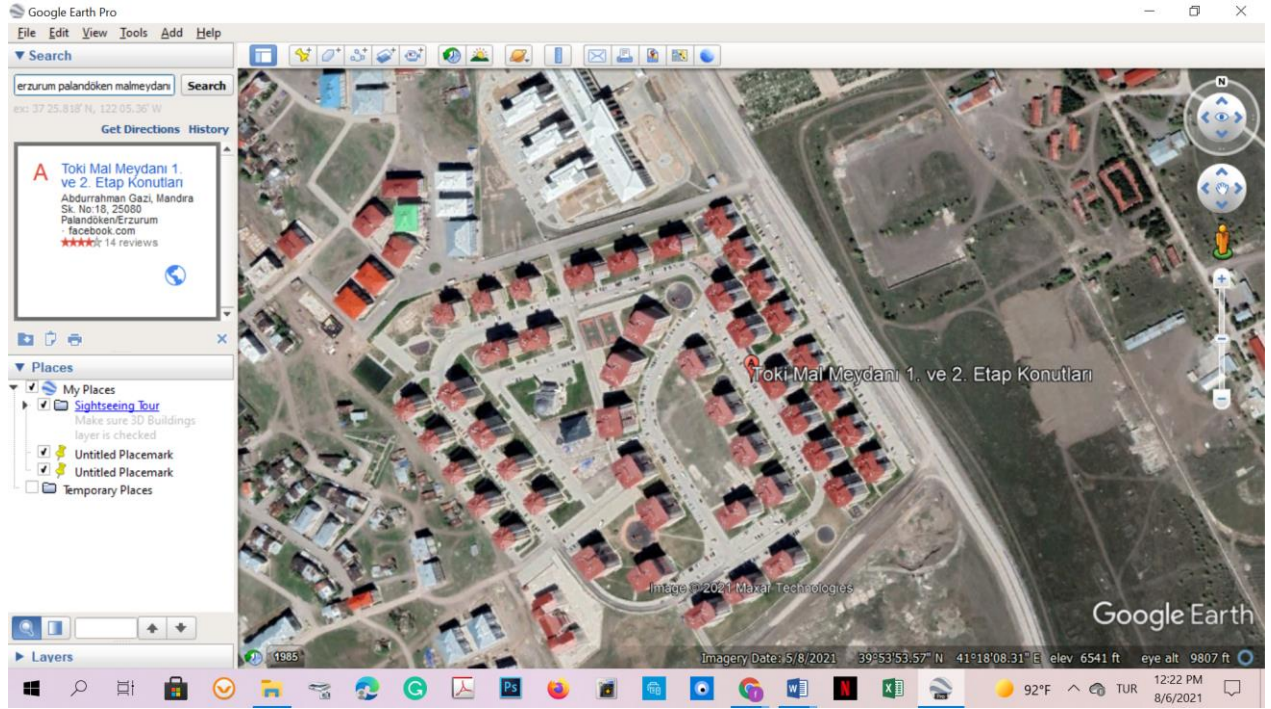
3.2 Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesi'yle Benzer Tipolojideki Kentsel Gelişim ve Dönüşüm Projelerinin (Ankara, Erzurum ve Uşak) İklim Verisinin Hesaplanması

Bu yöntemle, Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesi'nin sahip olduğu mimari ve açık mekân dokusunun, ülkemizde farklı iklim bölgelerindeki kentsel dönüşüm uygulamalarıyla benzer bir konut çevresi sunmasına dair bir araştırma yapılması hedeflenmiştir. Benzer yapılı çevre dokusunun farklı iklim bölgelerindeki iklim verilerinin hesaplanması amaçlanmıştır.

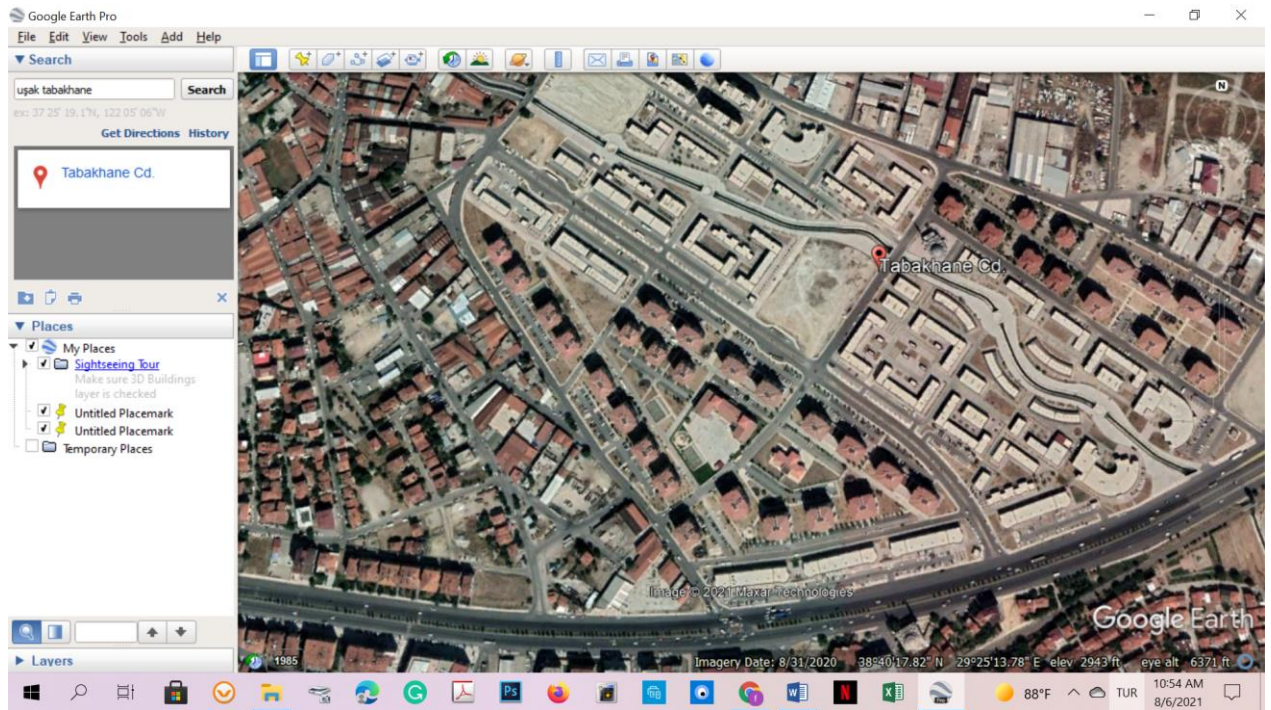
Bu aşamada “Dragonfly” eklentisi kullanılmıştır. “Dragonfly”, kentsel ısı adası, gelecekteki iklim değişikliği ve topografik varyasyon gibi yerel iklim faktörlerinin etkisi gibi büyük ölçekli iklim olaylarının modellenmesini ve tahmin edilmesini sağlayan bir programdır. Bu program modellemeyi gerçekleştirirken “Urban Weather Generator (UWG)” ve “CitySim” gibi kentsel termodinamik motorlarını ve “National Climatic Data Center”ın (NCDC) halka açık saatlik hava durumu veri tabanı ve termal uydu görüntü veri setlerini (LANDSAT gibi) kullanmaktadır. Bu veri setlerine dayanarak, büyük ölçekli iklim değişkenlerini esas alarak modellenen alanların analiz edilmesi mümkün olur. Bu analizler sırasında Standart EnergyPlus formatında kaydedilen hava durumu veri dosyası kullanılır. Bu dosya ABD Enerji Bakanlığı (DoE) tarafından geliştirilen EnergyPlus enerji kullanım simülasyonlarını çalıştırmak için kullanılan hava durumu verilerini içermektedir.

Bu projede Dragonfly programı UWG motoru ile çalıştırılmış ve kentsel modelleme arayüzü aracılığıyla çalışan bir parametrik simülasyon modülü ile analizler gerçekleştirilmiştir. Urban Weather Generator (UWG) modeli [46], şehir geometrisi ve arazi kullanımı için iklime özel tavsiyeler sağlamak için kullanılan bir tasarım aracıdır. UWG, mahalle ölçeğindeki enerji dengelerine dayalı olarak yakındaki bir hava istasyonunda yapılan ölçümlerden yerel saatlik kentsel gölgelik hava sıcaklığı ve nem profillerini tahmin ederek bölgeye has biçimlendirilmiş sıcaklık çıktıları oluşturmuştur ve yerel kentsel ısı adası etkisini incelemek için kullanılmıştır.

Bu modül Ankara ili Yeni Mamak bölgesi kentsel dönüşüm alanının yanısıra yine TOKİ çatısı altında gerçekleştirilen, uygulama planı ve bölgesi analiz edilen bölgeye çok benzer 2 farklı kentsel dönüşüm bölgesi için de uygulanmıştır ve sonuçlar analiz edilmiştir: Erzurum Palandöken Malmeydanı Kentsel Dönüşüm ve Gelişim Projesi 1.Etap ve Uşak Tabakhane Kentsel Yenileme Alanı



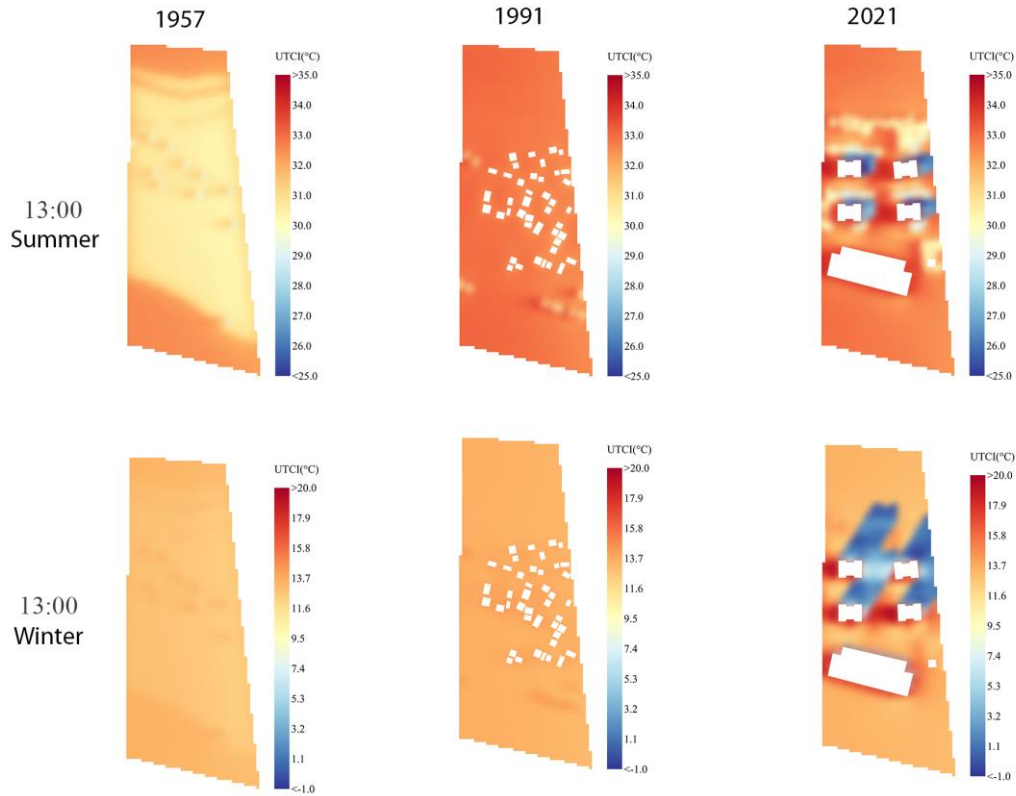
Şekil 17. Erzurum Palandöken Malmeydanı Kentsel Dönüşüm ve Gelişim Projesi 1.Etap.



Şekil 18. Uşak Tabakhane Kentsel Yenileme Alanı

4.0. BULGULAR ve TARTIŞMA

Özellikle 1990 sonrası, ülkemizde gecekondü alanlarının dönüŖümüne yönelik geliŖtirilen kentsel geliŖim ve dönüŖüm projeleri, geliŖmiŖ bir mimari ve peyzaj altyapısı sunma hedefiyle oldukça yaygın olarak uygulanmaktadır. Ancak, çok boyutlu etkileriyle ele alınması gereken dönüŖüm sürecinin bir diğeri önemli konusu da üretilen yapılı çevrenin kentsel ısı adası etkisinin değeriendirilmesidir. Kentsel dönüŖüm sürecinde değışen yapılı çevrenin planlanması ve tasarımında kentsel ısı adası etkisinin hafifletilmesine yönelik stratejilerin geliŖtirilmesi, sürdürülebilir kentsel geliŖim için önemli bir fırsat olacaktır. Bu noktada bu proje, iki farklı yöntem üzerinden geliŖtirdiğı araştırma sürecinde elde edilen veriler üzerinden konuyu çoklu boyutuyla tartışmaya açmaktadır. Yeni Mamak Kentsel DönüŖüm Bölgesinin 1957, 1991 ve 2021 yılları arasındaki değışen iklim verilerini değeriendirmiş ve 2021 yılındaki dokunun yarattığı ekstrem sıcaklıkların açık alan konfor zonu açısından sorunlu bir çevre yarattığı sonucuna varmıştır. Bu sorunlu durumun, peyzaj ve açık mekân tasarım stratejileriyle hafifletilmesi mümkündür. Mevcut araştırma bulgularından yola çıkarak yeni bir araştırma sürecinin başlatılarak, tasarım ve planlama stratejilerinin geliŖtirilmesi amaçlanmaktadır.



Şekil 19. 1957, 1982 ve 2021 yıllarındaki yapılaşmanın yarattığı KIA/UHI karşılaştırması

Öte yandan, projede kullanılan diğer yöntem ile, kentsel dönüşüm süreci ve kentsel ısı adası konusunun ülkemiz genelindeki etkisini göz önüne alarak, farklı iklim bölgelerinde olan benzer mimari ve açık mekân dokusuna sahip üç kentsel gelişim ve dönüşüm projesi üzerinden iklim verisi hesaplamaları yapılmıştır.

Tablo 1. Ankara Yeni Mamak Kentsel Dönüşüm Bölgesinin Ankara İlının İklim Verisine göre Farklılaşması

	ANKARA EPW	ANKARA UHI Shifted EPW	
	Aylık Ortalama Sıcaklık - °C	Aylık Ortalama Sıcaklık - °C	Farklar
January	-2.39	-0.64	1.75
February	0.55	1.72	1.17
March	2.59	3.90	1.31
April	8.93	10.45	1.53
May	13.67	15.79	2.12
June	16.99	19.35	2.36
July	21.53	22.15	0.62
August	21.12	22.13	1.01
September	17.07	18.91	1.85
October	10.30	11.98	1.68
November	3.80	4.87	1.08
December	0.82	1.88	1.06

Ortalama= 1,46

Tablo 2. Erzurum Palandöken Malmeydanı Kentsel Dönüşüm ve Gelişim Bölgesinin Erzurum İlının İklim Verisine göre Farklılaşması

	Erzurum EPW	Erzurum UHI Shifted EPW	
	Aylık Ortalama Sıcaklık - °C	Aylık Ortalama Sıcaklık - °C	Farklar
January	-6.10	-4.47	1.63
February	-5.32	-3.30	2.01
March	0.19	1.91	1.71
April	5.98	7.83	1.85
May	10.73	12.68	1.95
June	16.92	19.53	2.61
July	19.77	23.10	3.33
August	21.76	24.80	3.04
September	15.47	18.82	3.34
October	10.18	12.98	2.80
November	2.75	5.00	2.24
December	-5.01	-3.45	1.56

Ortalama= 2,33

Tablo 3. Uşak Tabakhane Kentsel Yenileme Bölgesinin Uşak İlının İklim Verisine göre Farklılaşması

	Uşak EPW	Uşak UHI Shifted EPW	
	Aylık Ortalama Sıcaklık - °C	Aylık Ortalama Sıcaklık - °C	Farklar
January	1.97	3.55	1.58
February	2.80	4.33	1.53
March	6.31	8.05	1.74
April	11.11	12.60	1.49
May	15.40	17.12	1.72
June	19.53	21.52	1.99
July	23.03	25.24	2.21
August	23.72	25.51	1.79
September	19.04	21.91	2.87
October	13.61	15.67	2.05
November	8.15	9.63	1.48
December	4.21	5.51	1.30

Ortalama= 1,81

Bu hesaplamalar sonucunda her bölgenin şehir ortalamasına göre kaymaları incelendiğinde, yıllık ortalama en fazla sıcaklık farklılığının 2.33°C ile Erzurum dönüşüm bölgesinde olduğu ve en az farkın da 1.46°C ile Ankara dönüşüm bölgesinde olduğu görülmektedir. Genel şehir ortalamasına göre bu şekilde sıcaklık kaymaları yaratan bölgelerin varlığı kent çevresinin ekolojisini bozmakta ve kentlinin termal konfor şartlarını olumsuz etkilemektedir. Kentsel dönüşüm ve gelişim projeleri kapsamında, farklı iklim bölgelerinde benzer mimari ve açık mekân tipolojilerinin uygulanmasının yerel iklim verilerinde aynı etkiyi yaratmaması; bu uygulamaların planlama stratejisi olarak benimsenmemesi gerekliliğini göstermektedir. Araştırmanın, kentsel dönüşüm kapsamında geliştirilen konut alanları üzerinden iklim verilerine dair yaptığı tespitler, kentsel ısı adası etkisinin hafifletilmesine yönelik geliştirilebilecek mimari, peyzaj ve açık alan tasarım ve planlama stratejilerine altlık oluşturacaktır.

5.0 SONUÇ

Dünya genelinde yapılan bilimsel çalışmalara rağmen, ülkemiz kentlerinde uygulanan ve uygulanmasına devam edilen kentsel yenileme ve dönüşüm projelerinde, uluslararası örnekler ve deneyimler göz ardı edilmektedir. Gelişimleri ve dönüşümleri hızla devam eden kentlerimizde, iklim ve kent formu ilişkileri analiz edilmeden geliştirilen benzer tip plan ve uygulamalar sorunlu kentsel çevreler yaratmaktadır. Kentin ekolojik yapısını ve kentlinin konfor şartlarını etkileyen bu uygulamalar, kentlerin mekânsal, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliğini de olumsuz etkilemektedir. Bu noktada bu projede elde edilen iklim verileri ve değişiklikleri doğrultusunda ülkemizde geliştirilen kentsel dönüşüm ve gelişim projelerine eleştirel yaklaşılmıştır. Araştırma, iklim bölgeleri ve yerel mikro klima özellikleri dikkate alınarak kentlere özgü planlama ve tasarım stratejilerinin gerekliliğini ortaya koymuştur.

Dolayısıyla bu proje kapsamında elde edilen verilerin planlama ve tasarım stratejileri geliştirmeye yönelik yeni araştırmalara bilgi ve veri altlığı sağlayacağı öngörülmektedir. Proje kapsamında kullanılan yöntemler ve elde edilen veriler farklı alanlardan uluslararası bilimsel makalelerin geliştirilmesini mümkün kılmaktadır. Proje ekibi bu yöndeki çalışmalarını sürdürmekte ve proje sonuçlarını yayın(lar)a dönüştürmeyi amaçlamaktadır.

6.0 REFERANSLAR

1. Landsberg, H.E. (1981) *The Urban Climate*, Academic Press, 275 s, New York.
2. World Health Organization (WHO), “Urban Bioclimatology”, *Heat-Waves: Risks and Responses*, Health and Global Environmental Change Series, No. 2, WHO Regional Office for Europe, Denmark, 2004.
3. Milliga, B. (2010) *Corporate Ecologies*, Journal of Landscape Architecture, vol. 5, issue 1, 6-23
4. Allen, S. (1999) ‘*Infrastructural Urbanism*’, in Allen, S. (ed.) *Points and Lines: Diagrams and Projects for The City* (Princeton Architectural Press, New York) 40-89.
5. Bélanger, P. (2012) “*Landscape Infrastructure: Urbanism Beyond Engineering*” in S. N. Pollais, D. Schodek, A. Georgoulas and S.J. Ramos (Ed.) *Infrastructure Sustainability and Design* (Routledge, London) 276-315.
6. Shannon, K., Smets, K. (2010) *The Landscape of Contemporary Infrastructure*, NAÏ Publishers, Rotterdam
7. Waldheim, C. (2011) ‘*Reading the Recent Work of SWA*’ in C. Waldheim, Y. Hung, J. Czerniak, A. Geuze, A. Robinson, M. Skjonsberg (Eds.) *Landscape Infrastructure: Case Studies by SWA* (Birkhauser Basel) 8-13.
8. Waldheim, C. (2002) “*Landscape Urbanism: A Genealogy*” *Praxis Journal* no. 4, 10-17.
9. Wall, A. (1999) ‘*Programming the Urban Surface*’ in J. Corner (Ed.) *Recovering Landscape* (Princeton Architectural Press, New York) 232-249.
10. Ahern, J., 2007. *Green infrastructure for cities: The spatial dimension*. In: V. Novotny and P. Brown, eds. *Cities of the future: Towards integrated sustainable water and landscape management*. London: IWA Publishing.
11. Allen, W.L., 2012. *Environmental Reviews and Case Studies: Advancing Green Infrastructure at All Scales: From Landscape to Site*. *Environmental Practice*, 14 (01), 17–25
12. Benedict, M. and McMahon, E., 2006. *Green infrastructure: Linking landscapes and infrastructures*. Washington, London: Island Press.
13. World Health Organization (n.d.). Climate change and health, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>; 2018 [accessed 17 May 2020]
14. Nakata C., Souza L., (2013). *Verification of the Influence of Urban Geometry on the Nocturnal Heat Island Intensity*, *Journal of Urban and Environmental Engineering*, 7(2), 286-292.
15. EC2 (Toronto). *Urban Heat Island Mitigation Strategy Toolkit*, <https://www.cip-icu.ca/Files/Resources/STUDIO2-RYERSON-UHI-TOOLKIT-FINAL-REPORT.aspx>; 2020 [accessed 17 May 2020].
16. World Urbanization Prospectus. Department of Economic and Social Affairs United Nations, <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf> 2018 [accessed 17 May 2020].
17. Kumar P., Morawska L., Martani C., Biskos G., Neophytou M., Di Sabatino S., Bell M., Norford L., Britter R. The rise of low-cost sensing for managing air pollution in cities. *Environment International* 2015; 75:199–205

18. Stewart I.D. A systematic review and scientific critique of methodology in modern urban heat island literature, *International Journal of Climatology* 2011; 31(2): 200-17
19. Landsberg, H.E. (1981) *The Urban Climate*, Academic Press, 275 s, New York.
20. United States Environmental Protection Agency. Heat Island Effect, <https://www.epa.gov/heat-islands>; 2016/2017 [accessed 17 May 2020].
21. Rasul A., Balzter H., Smith C., Remedios J., Adamu B., Sabrino J. A., Srivanit M., Weng Q. A Review on Remote Sensing of Urban Heat and Cool Islands. *Land* 2017; 6(2): 38-48
22. <https://www.iklim.istanbul/wp-content/uploads/iklimsenaryolari.pdf>
23. Bobb J. F., Peng R. D., Bell M. L., Dominici F. Heat-Related Mortality and Adaptation to Heat in the United States. *Environmental Health Perspectives* 2014; 122 (8): 811–16.
24. Intergovernmental Panel on Climate Change. AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014, <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/> ; 2014 [accessed 17 May 2020]
25. U.S. Global Change Research Program. The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment, https://19january2017snapshot.epa.gov/climate-impacts/climate-impacts-human-health_.html ; 2017 [accessed 17 May 2020]
26. Stone B. J., Lanza K., Mallen E., Vargo J., Russell A. Urban Heat Management in Louisville, Kentucky: A Framework for Climate Adaptation Planning. *Journal of Planning Education and Research*; 2019: 1–13
27. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-06/documents/hiribrochure.pdf>
28. Mansouria Q., Belarbib R., Bourbia F., (2017) *Albedo effect of external surfaces on the energy loads and thermal comfort in buildings*, *Energy Procedia* 139 (2017) 571–577
29. Errel E., Pearlmutter D., Williamson T. *Urban Microclimate: Designing the spaces between buildings*. 1st edition. New York: Routledge; 2012.
30. Mendonca F. Urban heat and urban cool islands: Influences of vegetation and soil surface in some cities, southern Brazil. *The Seventh International Conference on Urban Climate*, 29 June - 3 July 2009: Yokohama, Japan.
31. http://www.ghcc.msfc.nasa.gov/urban/urban_heat_island.html
32. Deilami K., Kamruzzaman M., Liua Y. Urban heat island effect: A systematic review of spatio-temporal factors, data, methods, and mitigation measures. *International Journal Applied Earth Observation Geoinformation* 2018; 67: 30-42
33. Mirzaei, P.A., Haghighat, F. Approaches to study urban heat island – abilities and limitations. *Building and Environment* 2010; 45(10): 2192–2201.
34. Wang Y., Akbari H. Analysis of urban heat island phenomenon and mitigation solutions evaluation for Montreal. *Sustainable Cities and Society*, 2016; 26: 438-446
35. Johansson, E. Influence of urban geometry on outdoor thermal comfort in a hot dry climate: A study in Fez, Morocco. *Building and Environment* 2006; 41(10): 1326–1338
36. Andreou, E. Thermal comfort in outdoor spaces and urban canyon microclimate. *Renewable Energy* 2013; 55: 182–8.
37. Nakata-Osaki C., Souza L., Rodrigues S. A GIS Extension Model to Calculate Urban Heat Island Intensity Based on Urban Geometry. *The 14th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management* 2015; July 7-10, 2015, MIT, USA: 346-362
38. Karatasou S., Santamouris M., Geros, V. Urban Building Climatology. In: Santamouris M., (Ed.). *Environmental Design of Urban Buildings: An Integrated Approach*, London: Earthscan; 2006, p. 95–119.

39. Chandler T. J. World Meteorological Organization, Technical note no:149: Urban climatology and its relevance to urban design, https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=877; 1976. [accessed 17 May 2020].
40. Stewart I.D., Oke T.R. Local climate zones for urban temperature studies, *The Bulletin of the American Meteorological Society* 2012; 93(12): 1879-1900
41. Oke T. R. Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Sites, <https://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/IOM-81/IOM-81-UrbanMetObs.pdf>; 2006. [accessed 17 May 2020]
42. <https://www.rhino3d.com/>
43. <https://www.envi-met.com/>
44. Błażejczyk, K., Broede, P., Fiala, D., Havenith, G., Holmér, I., Jendritzky, G., ... Kunert, A. Principles of the New Universal Thermal Climate Index (UTCI) and its Application to Bioclimatic Research in European Scale. *Miscellanea Geographica*, 14(1), 91–102. <https://doi.org/10.2478/MGRSD-2010-0009>
45. A. M. Abdel-Ghany, I. M. Al-Helal, M. R. Shady, "Human Thermal Comfort and Heat Stress in an Outdoor Urban Arid Environment: A Case Study", *Advances in Meteorology*, vol. 2013, Article ID 693541, 7 pages, 2013.
46. Bueno, B., Norford, L., Hidalgo, J., & Pigeon, G. (2012a). The urban weather generator. *Journal of Building Performance Simulation*, 6(4), 269–81.