



## ZİNCİRLEME AFETLER ÇAĞINDA KENTSEL MEKÂNI YENİDEN DÜŞÜNMEK

21. yüzyılda hissedilir bir düzeye ulaşan iklim değişikliği ve artan sıcaklıklar dünya ve insanlık için ciddi bir tehdit haline gelmektedir. 3 Temmuz 2023'te 17.01 derece ile insanlık tarihinde yaşanan en yüksek küresel ortalama sıcaklıklar kaydedilmiştir. Dünya Meteoroloji Örgütü'ne göre 2023-2027 yılları arasında bir yılın, en sıcak yıl olan 2016'dan daha sıcak olmasına neredeyse kesin gözüyle bakılmaktadır. Sıcakların yanı sıra ani seller de kentler için tehdit unsuru oluşturmaktadır. Son 10 yılda Ankara ve İstanbul'da 2 katına çıkan su geçirmeyen mekânsal yüzey suyun toprakla buluşmasını engellenmektedir. Bu durum, bu sene yaşadığımız sel felaketlerinin nedenine işaret etmektedir. Ankara'da hissedilen yüksek sıcaklıklar ve sel baskınları, birbirlerini tetikleyen birleşik afetler zinciri oluşturmaktadır. Gıda güvenliği, kuraklık, sel felaketleri ve insan sağlığını etkileyen sıcaklar aslında birbirine bağlı olan birleşik afetler çağının birer sonucu olarak görülmektedir. Bu durum, tarımsal üretimi ve buna bağlı olarak fiyatlar ile ekonomiyi olumsuz yönde etkilemektedir. Paris Anlaşması ile katılımcı ülkelerin, dünya sıcaklığını 2°C'nin altında tutmak için taahhütte bulunduğunu bilmekteyiz. Kentsel mekânda bu hedefe ulaşmak nasıl mümkün olabilir? Kentsel mekânları kullanarak hissedilen sıcaklıkları düşürmek mümkün mü? Bu politika notunda, 2023 yılında hem yüksek sıcaklıklarla başa çıkmaya çalışan hem de sel ve taşkın gibi afetlere maruz kalan Ankara için Rhinoceros 3D uygulamasına bağlı Grasshopper eklentisi ile parametrik modelleme yapılması amaçlanmaktadır. Çalışma sonucunda, kentsel kamusal mekânlarda bulunan doğal etmenlerin ısı kaybına yol açtığı, Ankara özelinde gözlemlenmiştir.

<sup>1</sup> <https://www.tepav.org.tr/tr/ekibimiz/s/1461/Sercan+Sevgili>

Bu çalışmada ifade edilen bulgular, yorumlar, sonuçlar, öneriler ve görüşler tamamen yazarına aittir. TEPAV'ın resmi görüşü değildir. © TEPAV, aksi belirtilmedikçe her hakkı saklıdır.

## Zincirleme Afetler Çağı

İnsan faaliyetleri, fosil yakıt tüketiminin artması, yeşil alanların tahrip edilmesi, atmosferdeki karbondioksit ve sera gazlarının yoğunluğunun artmasına neden olmaktadır. Atmosferdeki sera gazları ekolojik döngüye, doğal çevreye, ekonomik sektöre ve insan sağlığına zarar vermektedir. Kentlerde sanayileşme ve hızlı kentleşme, sera gazı emisyonlarına neden olmakta ve yaşadığımız gezegenin iklimini olumsuz yönde değiştirmektedir. Bu etki birbirinden tetiklenen zincirleme afetler zincirlerinin oluşmasına katkıda bulunmaktadır. Zincirleme veya birleşik hava ve iklim olayları (coumpounding events or disasters), toplumsal veya çevresel riske katkıda bulunan birden fazla iklim etkeninin ve/veya tehlikenin kombinasyonları olarak tanımlanmaktadır. Zincirleme afet sıklığının son yıllarda arttığı düşünülmektedir. Birbiriyle bağlantısı olan ısı adası, ısı stresi, aşırı yağış, yağışa bağlı heyelan, taşkın ve sellerin oluşması, kuraklık ve hatta kuraklığa bağlı olarak kıtlık olarak ortaya çıkmaktadır (Zscheischler, J. ve diğerleri, 2020). Aşırı sıcaklık artışları da sadece hava sıcaklıklarının yükselmesi olarak düşünülmemektedir. Aşırı sıcaklardaki değişimleri incelemeye yönelik geleneksel yaklaşım, hava sıcaklıklarına dayanmaktadır. Bununla birlikte, García-García, A. ve diğerlerine göre (2023) birçok biyojeokimyasal sürecin, yani organik materyalin ayrışması ve CO2 salımının, toprak sıcaklığı tarafından tetiklendiği ve hava sıcaklığı değişimi gibi fenomenlerin etkisinin belirsizliğini koruduğu belirtilmektedir. Aynı çalışma, Orta Doğu ve Batı Avrupa'da toprak aşırı sıcaklarının yoğunlaştığını ve havadan kaynaklı aşırı sıcaklarından daha hızlı sıklaştığını göstermektedir. Zincirleme meydana gelen aşırı sıcaklık ve kuraklıklar sıklıkla insan ve doğal sistemlere zarar vermekte ve genellikle sıcak hava dalgaları ve kuraklıklardan kaynaklanan etkilerden daha yoğun hissedilmektedir (Bevacqua ve diğerleri, 2022).

Diğer bir yandan iklim değişikliği, sel, kuraklık veya kıtlık gibi afetlerin yaşanma yoğunluğunu ve sıklığını arttırmıştır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine göre, son dönemlerde yaşanan sıcaklık artışları, toprak ısısının yükselmesi ve sellerin oluşması gibi afetlerin artışına neden olmaktadır<sup>2</sup>. Küresel iklim değişikliğine de bağlı zincirleme afetlerin yükselmesi orman yangınları gibi afetleri ortaya çıkma riskini arttırmakta (Riberio, A.,2022) ve tarlada yetişen gıdanın güvenliğini tehlikeye atmaktadır (Fu, J ve diğerleri, 2023).

Peki, günümüz kapsamı kıtlığa kadar ulaşan bu zincirleme afetlere dayanıklı altyapıya sahip midir? Kent bilimciler bu konuya oldukça şüpheyle yaklaşmaktadır. Geçmiş deneyimler, dünyada ve Türkiye'de yaşanan zincirleme afet olayları, günümüz kentlerinde var olan altyapının yetersiz olduğunu göstermektedir. Kentlerde var olan yetersiz altyapının afet sonrası ortaya çıkan tabloya katkıda bulunduğu gözlemlenmektedir.

## Kentsel Isı Adası ve Yeşil Altyapının Önemi

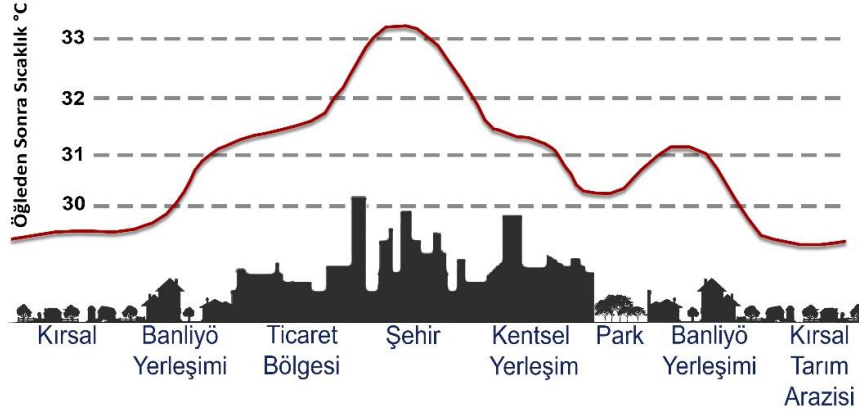
Kentsel ısı adası (KIA) terimi, şehirlerin, özellikle yaz aylarında, çevrelerindeki kırsal alanlardan çok daha fazla ısınma eğiliminde olduğu gerçeğini ifade eder. Bu sıcaklık farkı, şehirlerin gölgesiz yolları ve binaları gün içinde ısı kazanıp bu ısıyı çevredeki havaya yaydığına ortaya çıkar. Sonuç olarak oldukça gelişmiş kentsel alanlar, çevredeki bitki örtüsü alanlarından 4 ila 6°C daha sıcak olan öğleden sonra sıcaklıkları yaşayabilir. Kentsel Isı Adası (KIA) etkisi, kent sakinleri için en zararlı çevresel tehlikelerden biridir. İklim değişikliğinin KIA etkisinin yoğunluğunu artırması bekleniyor. Bu bağlamda, kentsel yeşil altyapının uygulanması,

<sup>2</sup> MGM, 2021 Yılı Meteorolojik Afetler Değerlendirmesi

dayanıklı bir kentsel ortamı teşvik ederek ve iklim değişikliğine uyum ve hafifletmeye katkıda bulunarak KIA yoğunluğunu kısmen azaltabilir (Marando ve diğerleri, 2022).

Bu zincirin en çok hissedildiği alanlardan biri kentler olmaktadır. Gerek uzun vadede gerek kısa vadede alınan her planlama kararı, iklim değişikliği sürecini etkilemektedir. Kentlerde havanın sıcaklığının bu kadar hissedilmesinin sebebi de bundan kaynaklıdır. Kentlerin çevresindeki kırsal alanlara göre daha fazla ısınmasına "Kentsel Isı Adası" adı verilmektedir.<sup>3</sup>

### Görsel 1. Kentsel Isı Adası Şematik Grafik Gösterimi, Tepav Görselleştirmesi



Kentsel ısı adası etkisi, gün içerisinde beton yapıların, asfaltın veya cam yüzeylerin ısıyı hem yansıtarak hem de tutarak kent içerisinde sıcaklıkların daha fazla hissedilmesine neden olmaktadır. (Mathew vd., 2016) Ama tehlikeli olan kısım güneş battıktan sonra kent yüzeyi tarafından tutulan ısının gece salınımı ile başlamaktadır.

### Görsel 2. Güneş Işınlарının Kentsel Mekân İçerisinde Dolaşımı, Tepav Görselleştirmesi



Mekânın bu etkiyi yaratması pek çok parametreye bağlı olarak gelişmektedir. Kentte bulunan yeşil alan varlığı, trafik yoğunluğu, yapıların yüksekliği ve kentsel malzemelerin güneş tutma özellikleri ısı adasını etkileyen en önemli parametrelerdir. Yeşil alanlar hem yarattıkları gölge

<sup>3</sup> Diren Üstün, D. H. , Kaplan, E. & Ünal, Y. (2022). İstanbul'da Şehir Isı Adası ve Kentsel Gelişim Senaryolarına Bağlı Değişimi. Çevre İklim ve Sürdürülebilirlik, 23 (1) , 55-68 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/pub/itucis/issue/68628/1084267>

itibariyle hem de buharlaşma yolu ile kent içerisindeki sıcaklık derecesinin düşmesine olanak sağlar (Mathew vd., 2016). Isı adasını yapı ölçeğinde etkileyen faktörlerden biri kentsel kanyondur. Kentsel kanyonlar, iki yüksek bina arasındaki dar sokaklardır (Sakar vd., 2018). Bu boşluklardan geçen dikey rüzgârın sirkülasyonunun, bu rüzgârın kentsel kanyon içerisindeki havayı temizlemesi ve soğutması mümkün değildir. İçerideki hava tahliye edilmediğinden binalar ısınır ve bu bölgede sıcaklık yükselir. Kentsel ısı adasına etki eden bir diğer faktör ise kaplama malzemelerinin albedo değerleridir. Albedo değeri, malzemenin ısı tutma ve yansıtma özelliğini gösteren nicel bir değerdir (Erell vd., 2011). Albedo değeri ne kadar düşükse malzemenin ısı tutma kapasitesi o kadar yüksektir. Albedo değeri ve buna bağlı kentsel ısı adası etkisi altındaki binadan kaldırım taşlarına kadar her cephe yüzeyinde çok önemlidir. Bunlara ek olarak kentteki trafik yoğunluğu da ısı adasını etkileyen bir parametredir. Karbonun ısı tutma özelliği fazla olduğundan taşıtların karbon salımı havanın daha fazla ısınmasına neden olmaktadır. (ibid., 2016). Bir diğer çalışmada Vuckovic ve diğerleri (2019), kentsel yoğunluk artışının kentsel ısı adasına olumlu katkıda bulunabileceğini Viyana örneğinden göstermektedir. Bu çalışmada Viyana'nın en yoğun konut dokusunun bulunduğu bölgesinde Rhino uygulamasına eklenti olarak çalışan Grasshopper ile parametrik modelleme çalışması yapılmaktadır. Çalışma sonucunda gölge alan kentsel kanyonların sıcaklıkların daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Görsel 3'te görüldüğü üzere, Avustralya Melbourne şehrinde Ocak 2017 sıcak hava dalgasında New South Wales Üniversitesi tarafından yeşil donatıların sıcaklık azaltmadaki etkinliğini göstermek amacıyla çekilen termal kamera görüntüsünde yeşil donatılara yakın bölgelerle bu donatıların bulunmadığı mekânlar arasında yaklaşık 20°C sıcaklık değişiminin olduğu gözlemlenmiştir<sup>4</sup>.

### Görsel 3. Melbourne Şehri Termal Kamera Görüntüsü, New South Wales Üniversitesi



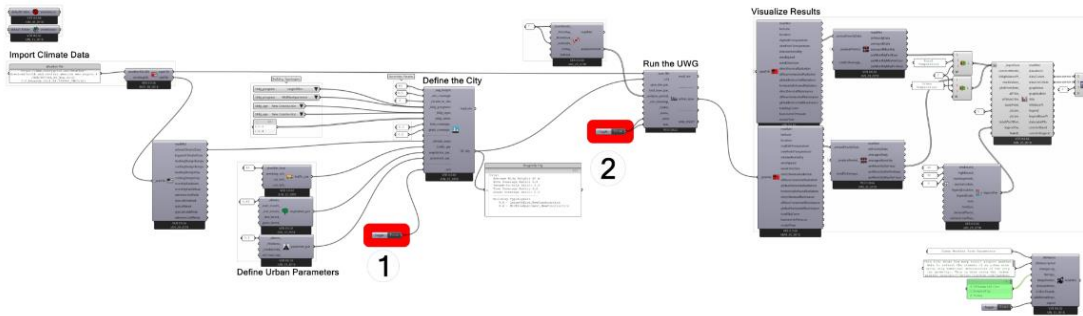
<sup>4</sup> The Guardian, <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2017/feb/21/urban-heat-islands-cooling-things-down-with-trees-green-roads-and-fewer-cars> 08.08.2023 tarihinde erişildi

Isı adası ayrıca gün batımından sonra yapılı çevrenin ısısının değişmesine ve kent içinde mikroiklimlerin oluşmasına neden olmaktadır. Bu mikroiklimler ani meteorolojik olaylara sebep olabilir<sup>5</sup>. Bu ani olaylar da beraberinde bir diğer afeti getirebilir. Isı adasından ötürü güneş battıktan sonra ısınan havanın yükselmesi ve ani bir yağışa dönüşmesi Türkiye'nin son yıllarda yaşadığı sel felaketlerinin en büyük nedenlerinden biri olmaktadır. Ayrıca kentlerde oluşan mikroiklimler kilometrelerce uzaktaki kentleri bile etkileyebilecek çapta riskler içermektedir. Bu ani yağışlar ve ani sıcaklık artışları tarımsal üretimleri de etkilemektedir. 2023 yılında Çin'in tahıl üretimi 5 yılın ardından ilk kez düşmektedir. Hindistan'da ani yağışlar sebze üretimlerini etkilerken okyanusların ısınması balık stoklarına ciddi zararlar vermektedir<sup>6</sup>. Dünya'nın her yerinde yaşanan bu olaylar kuraklık, sel ve buna bağlı gıda güvenliği ile ekonomik boyutta zararları da beraberinde getirmektedir. Karbon emisyonlarının azaltılması, temiz enerji kaynaklarının kullanılmasının yanı sıra, kentsel mekânların tekrar düşünülmesi gerekmektedir.

## Metodoloji

Rhino 3D Grasshopper eklentisi, kentsel ısı adasına neden olan parametreler olan yeşil alan varlığı, trafik yoğunluğu, yapıların en boy oranlarını ve çatı ve cephe malzemelerini dikkate alan 3 boyutlu bir modelleme programıdır. Ayrıca bu uygulama farklı bölgelerin iklim verilerinin entegre edildiği bir arayüze sahip olduğundan güneş ışınlarının açısı ve hâkim rüzgar yönleri gibi iklim değişkenlerini de hesaba katmaktadır. Bu model sonucunda ise kır ve kent arasında kaç derece sıcaklık farkı oluştuğunun bir çıktısı alınabilmektedir. Bu metot kent içerisinde yapılacak olan bir projenin öncesinde ne kadar ısı adası üretebileceğine dair bir bilgi vererek tasarımın yönlendirilmesini sağlayabilmektedir.

## Görsel 4. Model Örnek Şema Bağlantılar<sup>7</sup>

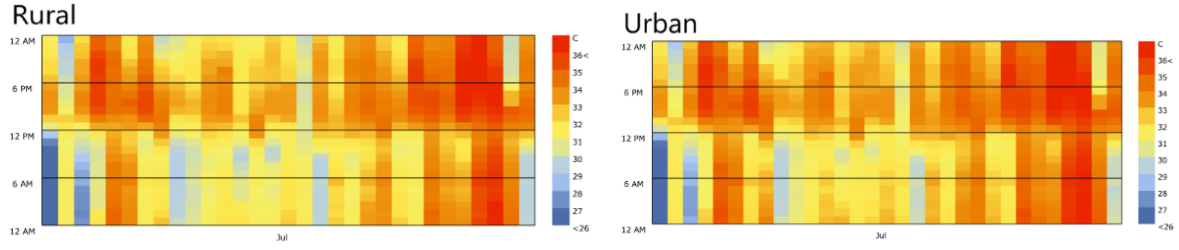


<sup>5</sup> Kousis, I., Pigliatile, I. & Pisello, A. Intra-urban microclimate investigation in urban heat island through a novel mobile monitoring system. Sci Rep 11, 9732 (2021).

<sup>6</sup> Gazete Oksijen <https://gazeteoksijen.com/financial-times/asiri-sicaklar-bildigimiz-ekonomiyi-dagitacak-184695-08.08.2023> tarihinde erişildi

<sup>7</sup>

[http://hydrashare.github.io/hydra/viewer?owner=chrismackey&fork=hydra\\_2&id=Urban\\_Weather\\_From\\_Parameters&slide=0&scale=1&offset=0,0](http://hydrashare.github.io/hydra/viewer?owner=chrismackey&fork=hydra_2&id=Urban_Weather_From_Parameters&slide=0&scale=1&offset=0,0) 08.08.2023 tarihinde ziyaret edildi

**Görsel 5. Model Örnek Çıktısı<sup>8</sup>**

Modellemede kullanılan Grasshopper eklentisi farklı analiz şemalarından oluşmaktadır. Program içerisinde analiz için kullanılacak şemalar bir araya getirilerek bütünsel bir çerçeve sunabilmektedir. Öncelikle yerel iklim verilerini analiz ederek kente etkisinin ne olacağına yönelik bir girdi ile analiz süreci başlamaktadır. Sonrasında analiz edilecek tasarımın modeli çerçeveye eklenerek tasarımdaki binaların yaşı, kullanım türü buna bağlı ortalama karbon salımlarını hesaba ekler. Ardından tasarım alanı içerisindeki trafik yoğunluğu, kullanılan ağaçların türü, yol ve bina malzemelerinin ısı tutma kapasitelerine yönelik değerler girilir. Son olarak ise iklim verisinde hangi ay veya günler için analiz yapılacağına bilgisi modele girilir. İklim verisinin süre parametresi, güneş açısı ve rüzgâr bilgilerinin zamana bağlı işlenmesi sayesinde analiz sonucunun doğruluğu artırılır.

Kentsel mekânın etkisini ölçmek amacıyla emsal değerleri aynı olacak şekilde blok tipi, kapalı avlu, bitişik nizam, açık avlu, ayırık nizam ve müstakil tipi yapılar modellenerek analize eklenmiştir. Bu sayede mekânın tasarımının ısı adasına olan etkisinin gözlemlenmesi amaçlanmıştır. Buna ek olarak bazı yapı tiplerinde yeşil alanların varlığının ısı adasını ne derece minimize ettiğini görmek amacıyla etrafına yeşil alan eklenerek ayrıca analiz sonuçları alınmıştır.

**Bulgular**

Kentlerde dikey mimarinin getirdiği ekonomik fayda ve kentlerin dikey yönde büyümesi arazi kullanımını ve yapıyı çevrenin sürekli değişimine neden olmaktadır. Dikey mimari ile birlikte kentlerde asfalt kaplı geniş caddeler oluşmaktadır. Bu caddelerin ısıyı fazla tutması, yüksek binaların ısıyı daha fazla tutmasına ve cam yüzeylerinin ısıyı daha fazla yansıtarak yeryüzünün daha fazla ısınmasına neden olmaktadır. Ayrıca dikey rüzgârların yüksek yapılaşmadan ötürü kent içerisinde yeterli sirkülasyonu sağlayamaması kentin içerisindeki sıcak havanın yeterince tahliye edilememesine sebep olmaktadır. Kent içerisinde kullanılan yapı tipolojisi ve yeşil alanların varlığı, ısı adası etkisini yaratan en önemli unsurlardan görülmektedir. Tablo 1’de yer alan ısı adası model sonucu elde edilen verilere göre, yüksek yapılar kentsel ısı adasının en yüksek seviyesini üretmektedir ve bu tür yapılar kırsal alana göre 2 °C daha fazla ısınmaktadır. En az ısı adası oluşturan tipoloji ise müstakil, 2 katlı ve yeşil alan oranı %40’a yakın olan yapı tasarımıdır. Bu tasarım kırsal alana göre 1°C daha fazla ısınmaktadır. Ancak, tasarımın emsali değiştirilerek yeşil alan oranı artırılır ve yapı duvarları ile çatıları yeşil çatı ve yeşil cephe uygulamalarına uygun hale getirilirse kırsal alanla arasındaki sıcaklık farkının 0,3°C seviyesine

8

[http://hydrashare.github.io/hydra/viewer?owner=chrismackey&fork=hydra\\_2&id=Urban\\_Weather\\_Generator\\_Workflow&slide=0&scale=1&offset=0,0](http://hydrashare.github.io/hydra/viewer?owner=chrismackey&fork=hydra_2&id=Urban_Weather_Generator_Workflow&slide=0&scale=1&offset=0,0) 08.08.2023 tarihinde ziyaret edildi

kadar azaltılabileceği belirlenmiştir. Modelleme sonuçlarına göre kapalı ve açık avlu tipolojisine sahip yapı tasarımları incelenmiştir ve açık avlu tasarımında alanın kapalı avlu tasarımına göre ortalama 0,3°C daha az ısındığı gözlemlenmiştir. Bu fark, çoğunlukla tipolojinin yüksekliği ile ilişkili olsa da çevresindeki yeşil alan yoğunluğu da etkili olmuştur. Aynı emsal ve tipoloji türüne sahip kapalı avlu yapı tasarımında, avludaki yeşil alan yoğunluğunun tasarımın ısınma oranını etkilediği modelleme sonucunda belirlenmiştir. Bu kapsamda, avluda yeşil alan yoğunluğu fazla olan yapı tasarımının ortalama 0,3 °C daha az ısındığı tespit edilmiştir.

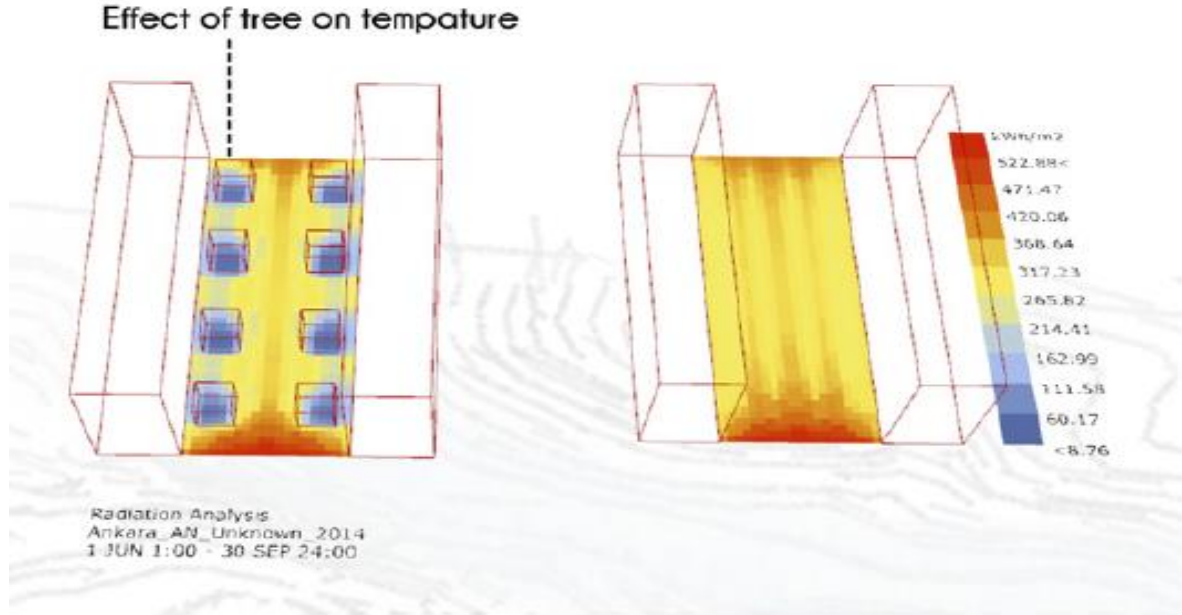
**Tablo 1. Model Sonucu Yapı Tiplerinin Oluşturdukları Sıcaklık Değerleri (°C), Tepav Hesaplamaları**

Yapı Tipolojisi	Yeşil Alan Varlığı	Kentsel ve Kırsal Alan Arasındaki Sıcaklık Farkı	
		Temmuz	Ağustos
Blok Tipi 13 Katlı	*	2,00	2,00
Kapalı Avlu 5 Katlı	Yok	1,50	1,51
	Var	1,30	1,30
Bitişik Nizam 5 Katlı	*	1,40	1,45
Açık Avlu 5 Katlı	Yok	1,31	1,38
	Var	1,00	1,00
Ayrık Nizam 5 Katlı	*	1,20	1,20
Müstakil 2 Katlı	Yok	1,00	1,00
	Var	0,70	0,80

\*Emsal değerlerinin aynı tutulması için bu yapı tiplerinde yeşil alan için yeterince alan bulunmamaktadır

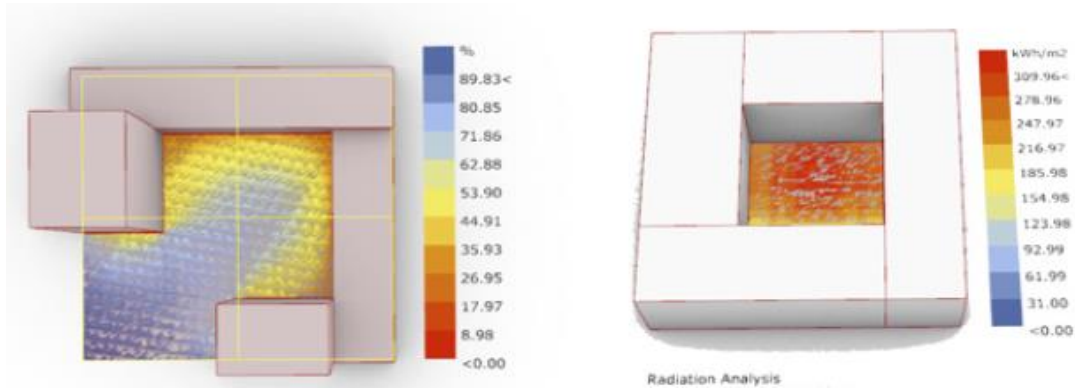
Ağaçlar, şehirlerdeki iklim değişikliği ve kentsel ısı adası etkisini azaltmak için önemli bir role sahiptir. Bu ağaçlar, gölgeleme ve buharlaşma yoluyla çevrelerine serinlik sağlayarak şehir merkezlerindeki sıcaklık değerlerini düşürürler. Ağaçların fotosentez süreci, karbon emilimini artırarak hava kalitesini iyileştirir ve zararlı hava kirleticilerini filtreleyerek hava kirliliğini azaltır. Hava kirliliğinin azalması ısı tutan karbonu atmosferde azalttığından doğal bir soğutma sağlar. Şekilde görüldüğü gibi sokaklarda kullanılan ağaçların, güneş radyasyon seviyesini 300 kWh/m<sup>2</sup> den 60.17 kWh/m<sup>2</sup>'lere kadar düşürdüğü gözlemlenmiştir.

### Görsel 6. Ağaçların Sıcaklık Üzerindeki Etkileri, Tepav Görselleştirmesi



Açık alanlar, kentsel alanlarda iklim değişikliği ve kentsel ısı adası etkisine karşı doğal bir kalkan görevi görür. Bu alanlar, şehir merkezlerindeki yoğun yapılaşma ve betonlaşmaya karşı doğal boşluklar oluşturarak hava akışının serbestçe gerçekleşmesini sağlar. Böylece, açık alanlar hava hareketini kolaylaştırarak şehir içindeki sıcaklık farklarını dengelemeye yardımcı olur ve kentsel ısı adasının etkisini azaltır. Açık alanlar, gölgeleme etkileriyle de şehir merkezlerindeki sıcaklıkları düşürür ve serinlemeye katkı sağlar. Açık alanlar hava akışı ile sağlanan soğumayı yaklaşık %80 oranında artırırlar.

### Görsel 7. Kentsel Formların Güneş Radyasyonu Üzerindeki Etkisi, Tepav Görselleştirmesi

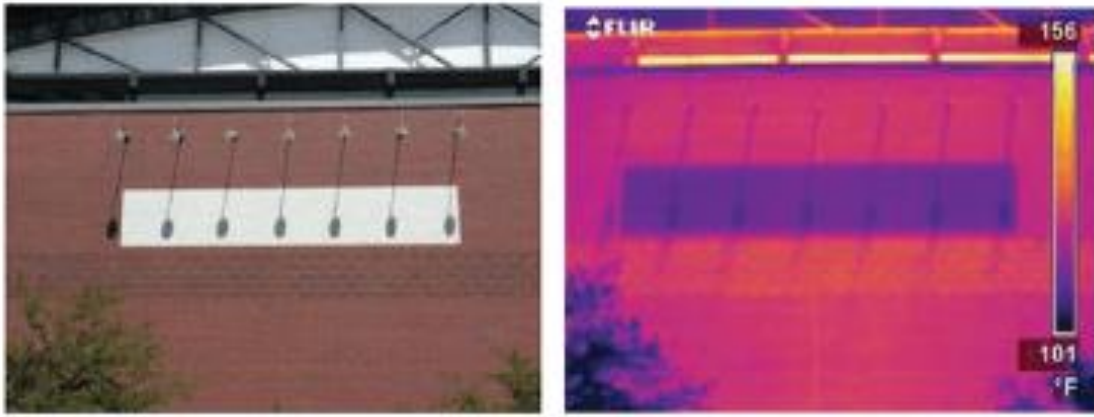


Kentlerin gelişmesi sonucunda arazi kullanımındaki değişiklikler yeni kentsel yüzeylerin oluşmasına neden olmuştur. Kentsel yüzey malzemelerinin, özgül ısıları ve renkleri kentsel ısınma ve soğumada etkili olan unsurlardır. Yüzeyin rengi, gelen güneş ışınlarını yansıtma ve soğurma özelliğini belirleyebilmektedir. Kentsel alanlarda yapılarda kullanılan malzemeler ya da kentsel yüzeyleri kaplayan malzemelerin termal özellikleri, kırsal alanlarda doğal olarak bulunan malzemelerden çok farklıdır. Örneğin nemli toprağın özgül ısı kapasitesi asfalt ve



betondan yaklaşık %50 daha fazladır<sup>9</sup>. Cisimlerin özgül ısıları da sıcaklık dağılışını etkilemektedir. Birim zamanda, birim hacimde, özgül ısıları farklı cisimlere, aynı enerji verildiğinde, özgül ısı düşük olan maddenin sıcaklığı daha fazla artar. Aynı şekilde ısı kaybetme döneminde de özgül ısı düşük olan maddeler daha fazla ısı kaybederek çabuk soğur. Bu özelliğe bağlı olarak yeryüzünde yan yana iki yüzeyin farklı sıcaklık şartlarına sahip olduğu görülebilir. Kırsal alanlarda, toprak, taş yüzeylerin düşük özgül ısıya sahip olmaları nedeniyle hızlı ısınma ve soğuma görülmektedir. Kentlerde ise asfalt, tuğla, beton gibi malzemelerin yüksek özgül ısıya sahip olması nedeniyle bu alanlarda sıcaklık yavaş artar ve yavaş düşer<sup>10</sup>. Şekilde bina cephesinde tuğla duvarın bir kısmına beyaz şerit uygulanarak termal ölçümle yüzeyin sıcaklık etkisi gösterilmiştir. Tuğla duvardaki beyaz şeritler yaklaşık 3-5°C (5 -10°F) sıcaklığı düşürmekte olup diğer tuğla duvara göre daha soğuk olmaktadır<sup>11</sup>.

### Görsel 8. Yüzey Albedo Sıcaklık Etkisi



### Sonuç ve Tartışmalar

Ankara'nın 2003 ve 2022 yıllarına ait sıcaklık ve yağış grafiklerine bakıldığında sıcaklık ve yağış anomalisi arasında bir ilişki görülmektedir. Sıcaklık değerlerinin 2022 yılında aylara daha uzun süre yayıldığı fark edilmektedir. Buna bağlı olarak 2022 yılı için Ankara'da yaz aylarında ani yağışların arttığı görülmektedir. Isı adasına bağlı yaşanan kuraklık ve bu kuraklık sonucu toprağın suyu kabul etmemesi ve altyapısal sıkıntılardan ötürü çok sayıda ani yağış sonucunda taşkınlar meydana gelmektedir.

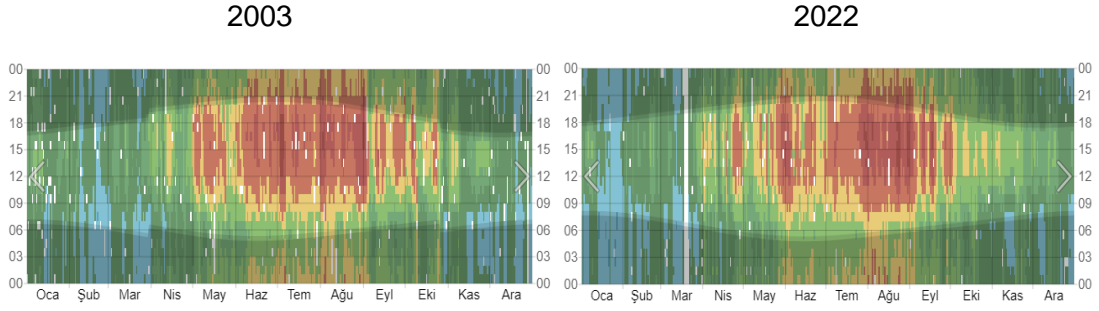
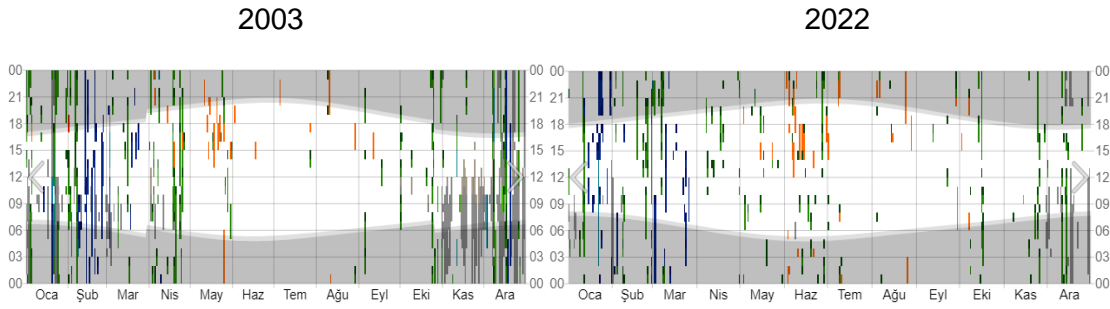
<sup>9</sup> Yüksel, Ü. (2005). Ankara Kentinde Kentsel Isı Adası Etkisinin Yaz Aylarında Uzaktan Algılama ve Meteorolojik Gözlemlere Dayalı

Olarak Saptanması ve Değerlendirilmesi Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi. Ankara. Ankara Üniversitesi FBE

<sup>10</sup> Soğuk Pigmentler., (2013). Industrial Paint & Surface. <http://www.ippcm.com/Haber/Soguk-Pigmentler.html>

08.08.2023 tarihinde erişildi

<sup>11</sup> EPA, (2009). Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies. Cool Roofs.

**Görsel 9. Ankara 2003-2022 Saatlik Sıcaklık<sup>12</sup>****Görsel 10 Ankara 2003-2022 Gözlemlenen Yağış Durumu<sup>13</sup>**

Özellikle dikey mimarinin yoğun olduğu bölgelerde bu ani yağışların daha fazla olduğu ve bu çevrede kentsel ısı adasından ötürü oluşan mikro iklimlerin ne derece tehdit oluşturduğu anlaşılmaktadır. Ankara'nın Söğütözü bölgesinde yükselen iş merkezlerinin yarattığı ısı adası etkisi ve buna bağlı gelişen yoğun trafik bu bölgede mikroiklimlerin oluşmasına neden olmaktadır. Bu ısı adası etkisi, ısınan havanın yükselmesine ve ani şekilde yağışa dönüşmesine neden olmaktadır. Ankara'nın en işlek çevreyollarından biri olan Eskişehir Yolu ve Söğütözü çevresi bu ani yağışlardan etkilenmektedir. Görsel 11'de Söğütözü bölgesinde 2023 yılında yaşanan ani yağış ve buna bağlı sel baskını görülmektedir. Baskın hem trafiği etkilemiş hem de toplu taşıma araçlarının kullanılmasını engellemiştir. Yağmur suyunu emecek toprağın kentsel araziyle kaplanmış olması sebebiyle ani yağışlar hem günlük yaşantıyı sekteye uğratmakta hem de ekonomik zararlar vermektedir. Parsel bazında yapılan değişiklikler ile yükselen bu bölge, yaşanabilir ve sürdürülebilir olma konusunda sorunlar yaşamaktadır.

<sup>12</sup> <https://tr.weatherspark.com/h/y/97345/2003/2003-y%C4%B1%C4%B1-i%C3%A7in-Ankara-T%C3%BCrkiye-Tarihi-Hava-Durumu#Figures-ObservedWeather> 08.08.2023 tarihinde ziyaret edildi

<sup>13</sup> <https://tr.weatherspark.com/h/y/97345/2003/2003-y%C4%B1%C4%B1-i%C3%A7in-Ankara-T%C3%BCrkiye-Tarihi-Hava-Durumu#Figures-ObservedWeather> 08.08.2023 tarihinde ziyaret edildi

### Görsel 11. Söğütözü Yapıları Genel Görüntüsü ve Söğütözü Sel Baskını



Planlamada, kent ölçeğinde ciddi ancak fark edilmesi zor olan kentsel ısı adası etkisini en aza indirebilmek için bazı önemli parametreler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu bağlamda, yapılar mümkün olduğunca iklim özelliklerine uygun kat yükseklikleri ve yeterli açık alanlara sahip şekilde tasarlanmalıdır. Özellikle yoğun nüfusa sahip kentlerde, yapıların iklim özelliklerinin hesaplanması ve uygun tasarımın uygulanması önemlidir. Ancak, bu planlarda sadece ekonomik rantın ön planda tutulması yerine, kentin geleceği ve yaşanabilirliği gözetilmelidir. Daha yaşanabilir bir kent için uygun tasarım ve çevreye duyarlı yaklaşımlar, kentsel ısı adasının etkisini azaltmak için önemli bir adım olacaktır. Başlıca adımlar şu şekilde sıralanabilir:

**1.İklimle Uyumlu Yapı Tasarımı:** Kent planlamasında, iklim koşullarına uygun binaların tasarımı ve konumlandırılması büyük önem taşır. Binaların doğru yönlendirilmesi ve güneş ışınlarından maksimum yarar sağlamak için gerekli önlemler alınmalıdır. Çatılarda güneş enerjisi panellerinin kullanımı gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu da düşünülmelidir.

**2.Yeşil Alanların Korunması ve Artırılması:** Kentlerdeki yeşil alanların korunması ve artırılması, kentsel ısı adası etkisini azaltmanın etkili bir yoludur. Parklar, bahçeler, ağaçlık alanlar ve su gövdeleri gibi doğal öğeler, yüzey sıcaklıklarını düşürerek serinleme sağlar. Bu yeşil alanlar, aynı zamanda karbondioksit emisyonlarını da dengeleyerek hava kalitesini artırır.

**3.Açık ve Rüzgâr Geçişine Açık Alanlar:** Yapıların çevresinde yeterli açık alan bırakılması, rüzgâr hareketini kolaylaştırarak sıcak havanın dağılmasını sağlar. Açık alanların yerleşim planlarında ve sokak tasarımlarında düşünülmesi, sıcak havanın birikimini engeller.

**4.Kat Yüksekliklerinin Belirlenmesi:** Yüksek yapı yoğunluğu, güneş ışınlarının yüzeylerde daha fazla emilmesine ve sıcak havanın birikimine neden olabilir. Bu nedenle, kent planlamasında kat yüksekliği sınırlamaları belirlemek ve yapıların gölgelenme etkilerini dikkate almak önemlidir.

**5.Sürdürülebilir Malzeme Kullanımı:** Yapılarda sürdürülebilir malzemelerin kullanılması, enerji tüketiminin azaltılmasına ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerin minimize edilmesine

yardımcı olur. Yalıtımlı ve enerji verimli binalar, kentsel ısı adasının etkisini azaltmada önemli bir rol oynar.

**6.Toplu Taşıma ve Bisiklet Yolları:** Kent içi ulaşımı düzenlemek, trafik yoğunluğunu azaltarak hava kirliliğini ve ısınmayı minimize edebilir. Toplu taşıma ağlarının genişletilmesi ve bisiklet yollarının oluşturulması, özellikle kısa mesafeli ulaşımında tercih edilen seçenekler olabilir.

**7.Katılımcı Planlama Yaklaşımı:** Kent sakinlerinin ve yerel paydaşların görüşleri dikkate alınarak yapılacak planlamalar, kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasında daha etkili olabilir. Halkın katılımıyla oluşturulan planlar, yerel ihtiyaçları ve çevresel hedefleri dengelemeyi amaçlar.

Sürdürülebilirlik odaklı çözüm önerileri ve çevre dostu tasarım yaklaşımlarıyla yapılan kent planları, kentsel ısı adasını minimize ederek iklim değişikliğiyle mücadelede etkili bir rol oynayabilir. Sonuç olarak, kentlerin geleceği ve insan sağlığı göz önünde bulundurularak yapılan bilinçli ve sürdürülebilir planlama kararları, kentsel ısı adası etkisini en aza indirme konusunda önemli bir adım olacaktır. Bu şekilde, küresel ısınmanın getirdiği olumsuz etkilerle daha etkin bir şekilde mücadele edilebilir ve daha yaşanabilir bir çevre oluşturulabilir. Tüm bu parametreler düşünüldüğünde kentsel ısı adasının kent ölçeğinde ciddi ancak bir o kadar da zor fark edilen bir sorun olduğu görülmektedir. Bu parametreleri en aza indirebilmek amacıyla, kentteki yapıları alanlarının potansiyeli ve bu doğrultuda doğru çözüm önerileriyle küresel ısınmanın getirdiği olumsuz koşulların önüne geçilebileceği söylenebilir. Bununla birlikte, yapı çevresinde yer alan arazi kullanımlarının kentsel ısı adası etkisini azaltmaya yönelik yapılar ve çevre bütünü olarak yaklaşımın yeniden gözden geçirilmesi de gerekmektedir.

**Kaynakça**

Bevacqua, E., Zappa, G., Lehner, F., Zscheischler, J. (2022): Precipitation trends determine future occurrences of compound hot–dry events Nat. Clim. Chang. 12 (4), 350 – 355

Erell, E., Pearlmutter, D., & Williamson, T. (2011). City weathers: Meteorology and urban design 1950-2020. University of Manchester, Manchester Architecture Research Centre. <https://doi.org/10.15320/ICONARP.2019.84>

Makvandi, M., Li, W., Ou, X., Chai, H., Khodabakhshi, Z., Fu, J., Yuan, P. F., & Horimbere, E. de. (2023). Urban heat mitigation towards climate change adaptation: An eco-sustainable design strategy to improve environmental performance under rapid urbanization. Atmosphere, 14(4), 638. <https://doi.org/10.3390/atmos14040638>

Marando, F., Heris, M. P., Zulian, G., Udías, A., Mentaschi, L., Chrysoulakis, N., Parastatidis, D., & Maes, J. (2022). Urban heat island mitigation by Green Infrastructure in European functional urban areas. Sustainable Cities and Society, 77, 103564. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103564>

Mathew, A., S. Khandelwal, S., Kaul, N., 2016. Spatial and Temporal Variations of Urban Heat Island Effect and the Effect of Percentage Impervious Surface Area and Elevation on Land Surface Temperature: Study of Chandigarh City, India. Sustainable Cities and Society, 26, 264-277.

Poplawski Ribeiro, M., Melina, G., Belianska, A., Bohme, N., Cai, K., Diallo, Y., Jain, S., & Zerbo, S. (2022). Climate change and select financial instruments:an overview of opportunities and challenges for Sub-Saharan Africa. Staff Climate Notes, 2022(009), 1. <https://doi.org/10.5089/9798400225208.066>

Sakar, B., Çalışkan, O. (2019). Design for Mitigating Urban Heat Island: Proposal of a Parametric Model. ICONARP International Journal of Architecture and Planning, 7, 158–181.

Valverde, M., Madrid, R., García, A. L., del Amor Saavedra, F. M., & Sánchez, L. F. R. (2013). Use of almond shell and almond hull as substrates for sweet pepper cultivation. Effects on fruit yield and mineral content. Spanish Journal of Agricultural Research, 11(1), 164-172.

Vuckovic, M., Tötzer, T., Stollnberger, R., & Loibl, W. (2020). Urban transformation and Heat Island: Potential of urban design alternatives to mitigate the effects of urban overheating in Austrian cities. Journal of Urban Environment, 03–14. <https://doi.org/10.34154/2020-jue-0101-03-14/auraass>

Yüksel, Ü., Yılmaz, O., (2008). Ankara Kentinde Kentsel Isı Adası Etkisinin Yaz Aylarında Uzaktan Algılama ve Meteorolojik Gözlemlere Dayalı Olarak Saptanması ve Değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Derneği, Vol 23, No 4, 937-952

Zscheischler, J., Martius, O., Westra, S., Bevacqua, E., Raymond, C., Horton, R. M., van den Hurk, B., AghaKouchak, A., Jézéquel, A., Mahecha, M. D., Maraun, D., Ramos, A. M., Ridder, N. N., Thiery, W., & Vignotto, E. (2020). A typology of compound weather and climate events. Nature Reviews Earth & Environment, 1(7), 333–347. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0060-z>