

InSPIRES

KADIKÖY BELEDİYESİ

**İKLİM UYUM SÜRECİNDE TOPLUMSAL DİRENCİN
ARTTIRILMASI PROJESİ**

ÖLÇÜM VERİLERİNE İLK BAKIŞ

Hazırlayan: Yük. Müh. Deniz H. DİREN-ÜSTÜN

İçindekiler

Şehir Isı Adası Etkisi.....	3
Ölçüm Cihazlarının Yerleştirilmesi.....	3
Ölçüm Verilerinden ŞIA Etkisi Analizi.....	5
Sonuçlar.....	6
Kaynaklar	8

Şehir Isı Adası Etkisi

Şehirleşmenin yoğun olduğu bölgelerde hava sıcaklıklarının kırsal alanlara göre daha yüksek olması durumu şehir ısı adası (ŞIA) olarak adlandırılır (Oke, 1987). Azalan bitki örtüsü ve yoğun yapılaşma, şehirlerin termal ısı kapasitesini etkilediğinden, kırsal alanlara göre şehir yüzeylerinde daha fazla ısı yayılır bu sebeple şehir ısı adaları ortaya çıkmaktadır. Şehir ve kırsal alanlardaki sıcaklık farkını tanımlayan ŞIA, yıl boyunca gece ve gündüz ortaya çıkabilmektedir. Şehir ısı adasının şiddeti mevsimsel olarak değişir ve İstanbul'da en şiddetli yaz mevsimindedir. (Ünal vd. 2020, Ünal vd, 2018).

2018 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Meteoroloji Mühendisliği çatısı altında tamamlanan Avrupa Birliği projesi kapsamında İstanbul üzerinde gözlenen ŞIA ve sıcak hava dalgası yoğunlukları ortaya konmuştur. Araştırmada altı farklı bölgede (Göztepe, Kartal, Sarıyer, Florya ve Şile) yer alan Meteoroloji Genel Müdürlüğü ölçüm istasyonlarının 1960-2015 yılları arasındaki maksimum ve minimum sıcaklık verileri kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre yarı kırsal istasyon olarak tanımlanan Şile'nin diğer istasyonlardan sıcaklık farklarına bakıldığında, en yüksek değerlerin şehirleşmenin çok yoğun olduğu Göztepe ve Kartal istasyonlarında görüldüğü ve maksimum 3.01°C'ye ulaştığı tespit edilmiştir. (Ünal vd. 2020, Ünal vd, 2018). Bu değerler aynı nüfus ve büyüklüğe sahip diğer metropollerden daha düşüktür. İstanbul Boğazı ve hakim rüzgar yönünün kuzey doğulu olması ve şehirleşmenin yoğunlukla boğaz etrafında yer alması şehir ısı adasının şiddetini azaltmaktadır.

Şehir ısı adaları yer yüzeyinde ve atmosferde meydana gelir. Sıcak güneşli bir yaz gününde, güneş radyasyonu çatılar, kaldırımlar yol ve asfalt alanları tarafından emilir ve yüzeyin üzerinde bulunan havadan daha sıcak olmasına neden olur. Kırsal alan yüzeyleri ise hava sıcaklıklarına yakın değerde kalır. Şehirlerde yüzey ısı adası etkisi gece ve gündüz vardır ve güneş radyasyonu etkisi ile gün boyu kuvvetlenme eğilimindedir. Atmosferik şehir ısı adası ise, güneşin batışından sonra şehir yüzeylerinden yayınlanan uzun dalga boylu radyasyon nedeniyle daha fazla etkili olur. Bir milyon ve daha fazla insanın yaşadığı bir şehirde yıllık ortalama hava sıcaklığı kırsala göre 1-3°C daha sıcaktır. Açık ve sakin bir gecede sıcaklık farkı 12°C ye kadar çıkabilmektedir (EPA, 2003).

Ölçüm Cihazlarının Yerleştirilmesi

Kadıköy ilçesi incelendiğinde İstanbul'un geneline benzer şekilde yoğun yapılaşma dikkat çekmektedir. En kalabalık mahalle Göztepe'yken en az nüfusa sahip mahalle Koşuyolu'dur. Proje kapsamında temin edilen 20 adet sıcaklık, nem ve hava kalitesi ölçüm cihazı, ilçenin uygun mahallelerine dağıtılarak, gönüllü vatandaşların balkonlarına yerleştirilmiştir. Bu sayede vatandaşın katılımı ve bilim ile teması sağlanarak, hayata geçirilecek olan Çevre İzleme Sistemi (ÇİS) için de veri toplanmaya başlanmıştır.

Ölçüm cihazlarının yerleştirileceği noktaların farklı arazi kullanım alanlarını temsil etmesi şehir ısı adası şiddetinin yersel dağılımının tespiti açısından oldukça önemlidir. Literatüre bakıldığında yapılacak ölçümlerde farklı bina ve sokak yapılarının, yolların, yeşil alanların ve deniz etkisinin önemi vurgulanmıştır. Bu sebeple her mahalle tek tek incelenerek en doğru noktalar seçilmiştir. Şehir ısı adasının ilçe sakinleri üzerindeki etkilerinin ortaya konabilmesi için birbirinden mümkün olduğunca farklılık gösteren arazi kullanım alanlarına cihazlar yerleştirilmiştir. Stewart ve Oke (2012) tarafından yayınlanan yerel iklim alanları çalışmasından da yararlanarak ilçenin mahalle bazında LCZ (Local Climate Zone) sınıfları bulunmuş ve sıcaklık karakteristikleri ortaya konmuştur. Tablo 1’de ölçüm cihazlarının yerleştirildiği noktalar için belirlenen arazi kullanım özellikleri ve takribi LCZ sınıfları verilmiştir.

Tablo 1. Ölçüm cihazlarının yerleştirildiği noktaların arazi kullanım özellikleri

Cihaz kodu	Mahalle	Arazi kullanım sınıfı
5ddd	19 Mayıs	LCZ5 orta-geniş sokak, orta yükseklikte binalar, geçirimsiz yüzeyler, ağaçlar
5aeb	Acıbadem	LCZ2 dar sokak, bitişik nizam orta yüksek binalar, ağaç yok, geçirimsiz yüzeyler
7704	Bostancı	LCZ4 çok geniş sokak, yüksek binalar, geçirimsiz yüzeyler, az sayıda ağaç
3b0a	Caddebostan	LCZ1 çok dar sokak, orta/yüksek binalar, geçirimsiz yüzeyler, az sayıda ağaç
1505	Caddebostan	LCZ4 orta geniş sokak, geçirimsiz yüzeyler, yüksek binalar az sayıda ağaç
3153	Caferağa	LCZ2 çok dar sokak, bitişik nizam orta yüksek binalar, geçirimsiz yüzeyler
6f8a	Dumlupınar	LCZ2 dar sokak, orta yüksek binalar, geçirimsiz yüzeyler
545c	Eğitim	LCZ5 orta-geniş sokak, orta yükseklikte binalar, az sayıda ağaç
4b10	Erenköy	LCZ5 orta-geniş sokak, orta yükseklikte binalar, az sayıda ağaç
5123	Fenerbahçe	LCZ6 deniz etkisi doğrudan gözlenebilir, etraf açık ve yeşil alan
43f9	Göztepe	LCZ5B az-orta katlı binalar, Özgürlük Parkı içinde
6e91	Göztepe	LCZ4-LCZ5 geniş sokak trafik emisyonları gözlenebilir
0b57	Koşuyolu	LCZ6 dar sokak, 1-3 katlı binalar, geçirimsiz yüzeyler, ağaçlar
0186	Kozyatağı	LCZ1 dar sokak, yüksek katlı binalar, az sayıda ağaç
3779	Merdivenköy	LCZ2 orta genişlikte sokak, orta katlı binalar, az sayıda ağaç
65bf	Merdivenköy	LCZ4 geniş sokak, yüksek/orta binalar, geçirimsiz yüzeyler ve yeşil alan
1eff	Rasimpaşa	LCZ2 çok dar sokak, bitişik nizam orta yüksek binalar, ağaç yok
284b	Suadiye	LCZ4 geniş sokak, yüksek-orta yüksek binalar, az sayıda ağaç
575d	Zühtüpaşa	LCZ5 geniş sokak, az katlı binalar, yoğun geçirimsiz yüzey, az sayıda ağaç
4cb5	Zühtüpaşa	LCZ2 çok dar sokak, orta yüksek binalar, az sayıda ağaç
Göztepe	Göztepe	LCZ2 dar sokak orta katlı binalar az sayıda ağaç
Acıbadem	Acıbadem	LCZ5E geniş geçirimsiz yüzeyler, az sayıda ağaç, orta yükseklikte binalar

Ölçüm noktaları seçilirken takribi yerel iklim alanları (Local Climate Zone) belirlenerek alınacak ölçümlerin arazi kullanımından ne derece etkileneceği tespit edilmek istenmiştir. Kadıköy ilçesi en genelde üç ana arazi kullanım yapısına ayrılabilir. Bunlar yüksek katlı binaların ve geçirimsiz yüzeylerin hakim olduğu LCZ1 sınıfı, yüksek ve orta yükseklikte binaların az sayıda ağaçla birlikte bulunduğu orta geniş/dar sokaklı LCZ2-LCZ4-LCZ5 sınıfları ve az katlı binaların ağaçlarla beraber bulunduğu dar sokaklı LCZ6 sınıfı olarak adlandırılabilirler. Yerel iklim alanları (LCZ)

kategorileri; bina malzeme özellikleri, emisivite, albedo ve ısı kapasitesi gibi çok daha ayrıntılı bilgiler içerse de ilçenin genel arazi kullanım profilini çıkarabilmek adına bilimsel bir dayanak olarak kullanılmıştır. Ölçüm cihazları Kadıköy İlçesi sınırları içerisinde yer alan yerel iklim sınıflarının her birini temsil edecek şekilde dağıtılmıştır. Tablo 1, her bir ölçüm cihazının yerleştirildiği mahalle ve karşı gelen yerel iklim sınıfıyla bu sınıfın genel özelliklerini göstermektedir.

Ölçüm Verilerinden ŞIA Etkisi Analizi

24 Aralık 2020-13 Ocak 2021 tarihleri arasında yapılan sıcaklık ölçümleri değerlendirilmiştir. Saatlik sıcaklık değerlerine bakıldığında bina dış cephelerine yerleştirilen sensörlerin, genel olarak bina yüzeyi tarafından yayılan ısı enerjisinden etkilendiği görülmektedir. Meteorolojik sıcaklık ölçümleri etrafı açık ölçüm parklarında, doğrudan güneş radyasyonu alması engellenen sensörlerle, 2 metre yükseklikte monte edildikleri bir direktten yapılmaktadır.

Tablo 2. Ölçüm verilerinin istatistiksel bilgileri

	Ortalama	Standart Sapma	Maksimum Değer	Minimum Değer
0b57	18.37	4.19	33.60	11.67
1eff	15.33	2.63	21.62	8.33
3b0a	17.68	3.51	33.40	10.00
4b10	16.24	2.13	22.39	10.27
4cb5	17.17	3.19	29.23	10.81
5aeb	18.96	4.10	40.51	11.91
5ddd	14.86	2.93	22.17	8.71
6e91	20.04	2.66	28.48	14.26
6f8a	17.80	3.16	26.02	12.08
43f9	15.50	2.47	21.65	9.46
65bf	17.08	2.44	21.45	9.89
0186	17.45	2.55	42.89	11.94
284b	15.77	2.79	21.55	8.34
545c	16.84	2.67	23.81	9.62
575d	17.48	4.30	31.68	10.86
1505	18.44	2.28	29.49	13.47
3153	16.99	2.16	20.69	10.23
3779	17.33	3.58	30.30	9.44
5123	15.99	2.48	25.76	9.22
7704	18.18	3.17	27.04	11.92
Acibadem	13.47	3.05	20.03	6.45
Goztepe	13.16	3.13	24.35	6.25

Bu çalışmada yer alan sensörler ise konut binalarında, bina yüzeyi ile doğrudan temas halinde, kimi cihazlar doğrudan güneş radyasyonuna maruz kalarak ölçüm almaktadırlar. Bu sebeple sıcaklık değerlerinin ölçülen hava sıcaklığından yüksek olması gayet normaldir. Açık havada direk üzerine

monte edilerek ölçüm alan Göztepe ve Acıbadem isimli sensörler bu sebeple en düşük sıcaklık değerlerini ölçmektedirler. Tablo 2’de tüm cihazların 24 Aralık 2020-13 Ocak 2021 tarihleri arasında toplanan verilerinin istatistiksel bilgileri mevcuttur.

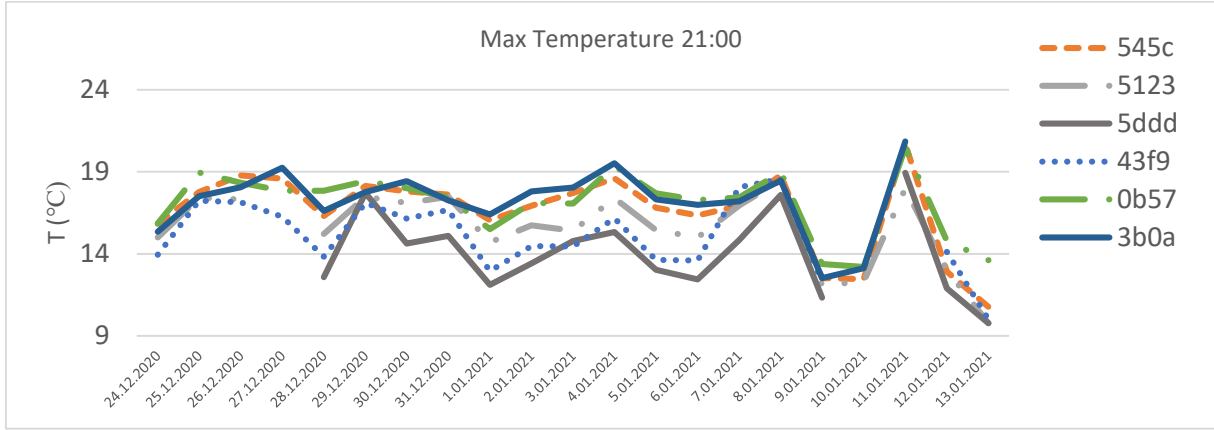
Farklı sokak yapıları incelendiğinde aşağıda listelenen ölçüm noktaları farklı arazi kullanım özelliklerine sahip oldukları için dikkat çekmektedir.

- 545c (orta yükseklikte binalar, dar sokak, az sayıda ağaç)
- 5123 (az katlı binalar, ağaçlar, deniz ve geçirimsiz yüzeyler)
- 5ddd (az katlı binalar, geniş sokak ve ağaçlar)
- 43f9 (Özgürlük Parkı içinde, az katlı bina ve yeşil alan)
- 0b57 (az katlı binalar, geniş sokak, az sayıda ağaç)
- 3b0a (yüksek binalar, çok dar sokak, az sayıda ağaç)

Sonuçlar

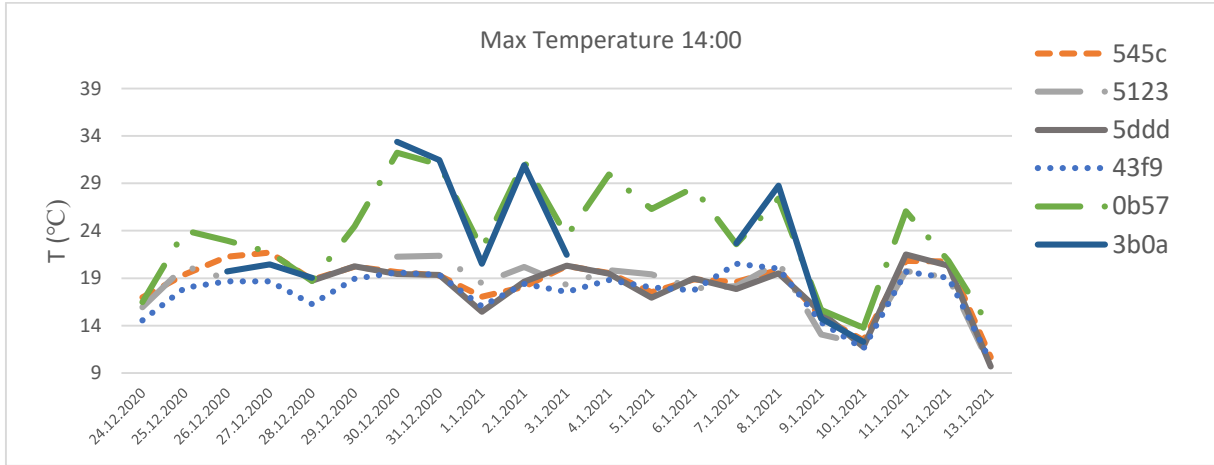
Ölçüm noktalarının 21 günlük verileri incelenerek sıcaklık farkları ortaya konmuştur. Şehir ısı adası etkisi, en belirgin olarak gün batımından sonraki birkaç saat içinde gözlemlendiğinden yerel saatle 21:00’da alınan maksimum sıcaklık ölçümleri karşılaştırılmıştır. Şekil 1’den görülebileceği üzere 5ddd ve 43f9 sensörleri minimum sıcaklık değerlerine sahipken 0b57 ve 3b0a sensörleri yaklaşık 4°C daha yüksek değerler ölçmüştür. Bu durum yeşil alan varlığının termal konfor üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır. Özellikle 43f9 isimli sensör park kenarında az katlı bir binada ölçüm aldığından elde edilen verilerle hesaplanacak olan şehir ısı adası indisi için kullanıma uygundur.

Şehir ısı adası indisi hesaplanırken; kırsal istasyon maksimum sıcaklık değerlerinin, şehir istasyonu maksimum sıcaklık değerinden farkı kullanılmaktadır. Ancak Kadıköy ilçesi özelinde kırsal bir nokta bulunmadığı için bu yaklaşım park kenarında bulunan sensörün maksimum sıcaklık değerlerinin, ortalama şehir alanı içinde bulunan sensörden farkı olacak şekilde güncellenmiştir. Böylece nispeten yeşil bir alanda ölçülen sıcaklıklar ile şehir alanı içinde ölçülen sıcaklıklar arasındaki fark ortaya konabilecektir.



Şekil 1. 21:00'da ölçülen maksimum sıcaklık değerleri.

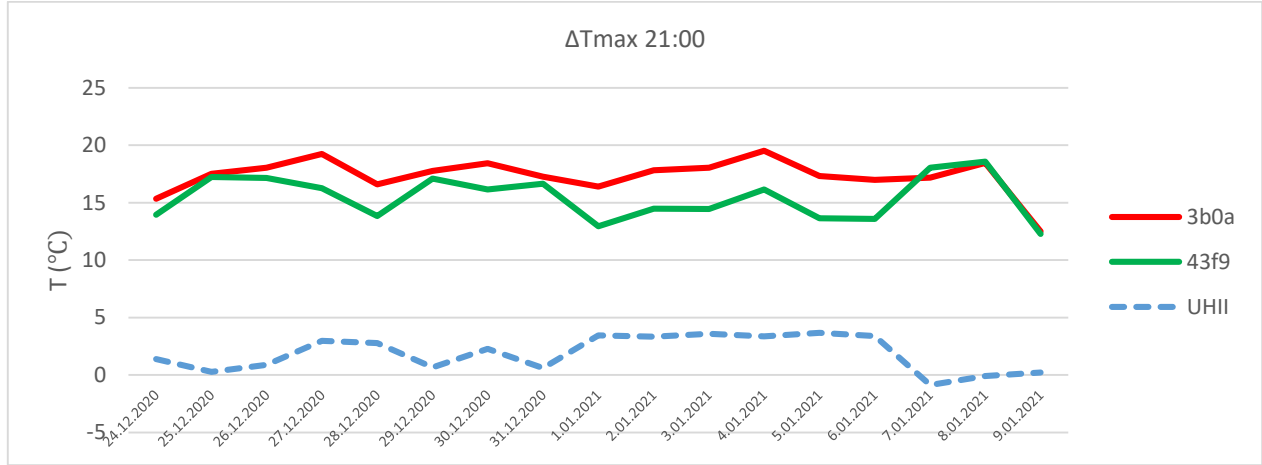
Aynı ölçüm noktalarının günün en sıcak saati olarak kabul edebileceğimiz 14:00 için de maksimum sıcaklık değerleri karşılaştırılmıştır.



Şekil 2. 14:00'da ölçülen maksimum sıcaklık değerleri.

Şekil 2'de görüldüğü üzere 3b0a ve 0b57 isimli cihazlar diğerlerine göre daha sıcak değerler ölçmüşlerdir. Günün en sıcak saatinde alınan maksimum sıcaklık değerleri arasında dramatik farklar olması, bazı sensörlerin doğrudan güneş radyasyonuna maruz kaldığı sonucunu düşündürmektedir. Öte yandan Aralık 2020 boyunca devam eden mevsim normalleri üzerindeki sıcaklık değerleri, dış ortamda ölçüm alan Acıbadem ve Göztepe isimli cihazlara da yansımıştır. Bu cihazlarda da sıcaklıklar maksimum 23°C mertebesine ulaşmıştır.

Şehir ısı adası indisi tespiti için 43f9 sensörünün yanı sıra 3b0a sensörü seçilmiştir. Her iki cihazın da bina yüzeylerinde ölçüm alıyor olması ve birbirlerinden farklı arazi kullanım alanlarında bulunmaları bu seçimin ana sebebidir. Kadıköy ilçesi için farklı şehirleşme yapılarında özdeş cihazlarla ölçülen sıcaklıklardan hesaplanan şehir ısı adası indisi değerleri Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. 3b0a ve 43f9 sensörleri maksimum sıcaklık farkları ve ŞIA indisi

İki istasyon arasındaki maksimum sıcaklık farkı 3.6°C olarak hesaplanmıştır. ŞIA etkisi özellikle yaz aylarında belirgin olsa da 24 Aralık-9 Ocak tarihleri arasında değerlendirilen ölçümlerde Kadıköy ilçesi için takribi bir şehir ısı adası indisi belirlenmiştir.

Kaynaklar

EPA, (2003). Cooling Summertime Temperatures / Strategies to reduce heat islands. US. Environmental Protection Agency, Publication Number: 430-F-03-014.

Oke, T. R., (1987). Boundary layer climates (Cilt 5). Psychology Press.

Stewart, I. D. & Oke, T., (2012). Local climate zones for urban temperature studies, BAMS, vol. 94 no. 12, 1879-1900.

Ünal, Y., İncecik, S., Topçu, S., Menteş, S., Güney, C., Doğru, A. O., Yürük, C., Diren, D., Bilgen, S. & Temizöz, P., (2015). Farklı nüfus, şehir yapısı, arazi kullanımı sınıflaması ve iklim karakteristiklerine sahip 3 şehrin (Kahire, Nairobi ve İstanbul) lokal iklim değişimi ve bu şehirlerdeki lokal iklim değişimine karşı farklı adaptasyon stratejilerinin karşılaştırılması, TÜBİTAK 114Y047 ikinci ara raporu.

Ünal, Y., İncecik, S., Topçu, S., Menteş, S., Güney, C., Doğru, A. O., Yürük, C., Diren, D., Bilgen, S. & Temizöz, P., (2018). Farklı nüfus, şehir yapısı, arazi kullanımı sınıflaması ve iklim karakteristiklerine sahip 3 şehrin (Kahire, Nairobi ve İstanbul) lokal iklim değişimi ve bu şehirlerdeki lokal iklim değişimine karşı farklı adaptasyon stratejilerinin karşılaştırılması, TÜBİTAK 114Y047 proje final raporu.

Ünal, Y., Sonuc, C.Y., İncecik, S., Topcu, S., Üstün, D.D., Temizöz, P. (2020). Investigating urban heat island intensity in İstanbul, Theo. and Appl. Climatology, Theoretical and Applied Climatology, 139:175–190, doi.org/10.1007/s00704-019-02953-2.