

Adana İçin Hissedilen Sıcaklığın Aylık ve Saatlik Değişiminin İncelenmesi

Şaban ÜNAL^{1*}, Mehmet BİLGİLİ²

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 8000, Osmaniye

²Çukurova Üniversitesi, Ceyhan Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 01950, Ceyhan-Adana

¹<https://orcid.org/0000-0002-4276-2412>

²<https://orcid.org/0000-0002-5339-6120>

*Sorumlu yazar: saban.unal@osmaniye.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 29.10.2021

Kabul tarihi: 13.02.2022

Online Yayınlanma: 18.07.2022

Anahtar Kelimeler:

Hissedilen sıcaklık

Meteorolojik veriler

Adana

ÖZ

Hissedilen sıcaklık daha çok yaz aylarında gündeme gelen bir kavramdır. Termometre ile ölçülen hava sıcaklığından farklı olarak, insan vücudunun hissettiği ya da algıladığı sıcaklık olarak tanımlanabilir. Ölçülebilen meteorolojik verilerle birlikte insanların cinsiyet, giysi, metabolizma ve psikolojik durumları gibi parametreler de hissedilen sıcaklık kavramına dahil edilmiştir. Bu nedenle hissedilen sıcaklık kişiden kişiye farklılık gösterebilir. Hissedilen sıcaklık subjektif bir kavram olmakla birlikte birçok bilimsel çalışmaya konu olmuştur. Fiziksel olarak ölçülemeyen parametreler, kişiler üzerinde yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ile hissedilen sıcaklık kavramına dahil edilmişlerdir. Bu çalışmada ise, meteoroloji istasyonlarında ölçümü gerçekleştirilen parametrelere dayalı olan hissedilen sıcaklık hesaplama yöntemlerinden biri kullanılmıştır. Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan sıcaklık, bağıl nem, atmosferik basınç ve rüzgâr hızı verileri kullanılarak, Adana için hissedilen sıcaklık değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, Adana'da dış ortam iklim koşullarının yılın %63,2'sinde normal sıcaklık aralığında, buna karşılık %18,7 oranında sıcak ve %18,1 oranında da çok sıcak olduğu söylenebilir.

Investigation of Monthly and Hourly Variation of the Real Feel Temperature for Adana

Research Article

Article History:

Received: 29.10.2021

Accepted: 13.02.2022

Published online: 18.07.2022

Keywords:

Real feel temperature

Meteorological data

Adana

ABSTRACT

The real feel temperature is a concept that comes to the fore in the summer season. It can be defined as the temperature that the human body feels or perceives, different from the air temperature measured with a thermometer. Along with the measurable meteorological data, parameters such as people's gender, clothing, metabolism and psychological conditions are also included in the concept of real feel temperature. Therefore, the real feel temperature may differ from person to person. Although the real feel temperature is a subjective concept, it has been the subject of many scientific studies. Parameters that cannot be measured physically are included in the concept of real feel temperature by evaluating the results obtained from experimental studies on individuals. One of the real feel temperature calculation methods based on the parameters measured at meteorology stations was used in this study. By using the temperature, relative humidity, atmospheric pressure and wind speed data obtained from the Turkish State Meteorological Service, the real feel temperature values for Adana city were calculated. According to the results obtained, it can be said that the outdoor climate conditions in Adana are in the normal temperature range in 63.2% of the year, on the other hand, it is hot at a rate of 18.7% and very hot at a rate of 18.1%.

To Cite: Ünal Ş., Bilgili M. Adana İçin Hissedilen Sıcaklığın Aylık ve Saatlik Değişiminin İncelenmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2022; 5(2): 580-599.

1. Giriş

Hissedilen sıcaklık, termometre ile ölçülen hava sıcaklığından farklı olarak, insan vücudunun hissettiği ya da algıladığı sıcaklıktır (Garzón-Villalba ve ark., 2019). Bu sıcaklık, havanın kuru termometre sıcaklığı, bağıl nemi, rüzgâr hızı, ışınım gibi meteorolojik faktörlerin yanı sıra, insanların giysi, vücut yapısı ve kişisel durumlarından da etkilendiği için sübjektif bir kavramdır (Yodpibul ve ark., 2021). Dolayısı ile sıcaklığı algılama ve hissetme kişiden kişiye değişiklik gösterebilir (MGM, 2021). Hissedilen sıcaklık literatürde, “heat index”, “heat stress”, “thermal stress”, “humiture”, “apparent temperature”, “real feel temperature” “felt air temperature”, veya “feels like” gibi farklı terimlerle tanımlanabilmektedir.

Kuru termometre sıcaklığı, bağıl nem ve rüzgâr hızı hissedilen sıcaklık değerinin belirlenmesinde diğer parametrelere göre çok daha önemlidirler. Sıcak havalarda, hava sıcaklığını daha da sıcak hissetmemize neden olan faktörler, yapılan etkinliklerin seviyesi, giysilerin ısı direnci, ortalama yaygın sıcaklık, hava hızı ve havadaki nemin su buharı basıncıdır. Özellikle kış aylarında hava sıcaklığının sıfırın altına düştüğü durumlarda kuvvetli rüzgâr ile birlikte hissedilen sıcaklık, ölçülen sıcaklıktan daha düşük olmaktadır. Bu durum hava sıcaklığının olduğundan daha soğuk hissedilmesine yol açmaktadır. Herkesin sıcaklığı farklı hissediyor olması bu kavramın bilimsel olarak ele alınmasına ve çeşitli alanlarda kullanılmasına engel değildir. Bu bilgi özellikle insan sağlığı açısından önemlidir. Yüksek değerlerdeki hissedilen sıcaklıkların, insanların fiziksel aktiviteye katılımının önündeki engellerden biri olduğu birçok çalışma ile ortaya konmuştur (Wang ve ark., 2020; Farahani ve ark., 2021; Kotharkar ve ark., 2021). Hissedilen sıcaklık, insan fizyoloji ve psikolojisi ile de ilgili olduğundan, kişiye ve kişinin o anki psikolojik durumuna göre farklılık gösterebilir. Dolayısı ile yapılan çalışmalarda, hissedilen sıcaklık ile ilgili kıstaslar uç değerlere göre değil ortalama değerlere göre belirlenmiştir (MGM, 2021).

Hissedilen sıcaklık kavramının temeli Steadman’ın 1979’da yapmış olduğu çalışmaya dayanmaktadır (Fan ve ark., 2020). Buna göre hissedilen sıcaklık, insanın kütlesi ve boyu, giyimi, fiziksel aktivite miktarı, bireysel ısı toleransı, güneş ışığı ve ultraviyole radyasyona maruz kalma ve rüzgâr hızı gibi birçok parametreyi içermektedir (Steadman, 1979a, 1979b). Isı indeksi veya hissedilen sıcaklık ilk olarak 1978’de George Winterling tarafından ‘humiture’ tanımlaması yapılarak geliştirildi ve bir yıl sonra ABD Ulusal Hava Servisi tarafından kabul edildi. George Winterling tarafından yapılan çalışmanın verileri, Robert G. Steadman tarafından yürütülen çalışmalardan alınmıştır (Zune ve ark., 2020).

Osczevski ve Bluestein tarafından yapılan çalışmada hissedilen sıcaklık, havanın kuru termometre sıcaklığı ve rüzgâr hızına bağlı ampirik bir eşitlik ile hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar tablo halinde sunulmuştur. Önerilen ampirik eşitlikten elde edilen sonuçlar kış mevsimindeki hissedilen sıcaklık değerleri için kullanılabilir (Osczevski ve Bluestein, 2005). Hissedilen sıcaklık değerinin hesaplanması için sunulan modellerde genel olarak, en küçük kareler yöntemi kullanılarak elde edilen, iki parametreye bağlı polinom şeklinde denklemler kullanılmaktadır. Söz konusu denklemlerde çok

sayıda katsayı ortaya çıkmaktadır. Bunun yerine daha basit ampirik bir model (Schoen, 2005) tarafından önerilmiştir. Bu modelin belirli sıcaklık aralıklarında çok daha uygun sonuçlar verdiği, sadece üç adet katsayıya bağlı olduğundan kullanımının da çok daha kolay olduğu vurgulanmıştır.

Hissedilen sıcaklık parametresini dikkate alarak soğutma yükünü belirlemek için yapılan çalışmada, özellikle sıcaklığın 27 °C'den yüksek olduğu durumlarda bunun etkin bir şekilde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Chu ve ark., 2011). Jaswal ve ark. tarafından yapılan çalışmada, Hindistan'da hissedilen sıcaklığa bağlı sağlık problemlerindeki artış incelenmiştir. İklim değişikliği sonucu artan sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin hissedilen sıcaklıkta da artışa neden olduğu vurgulanmıştır. Bunun sonucu olarak Hindistan'ın alt bölgelerinde, sıcaklık ve nemin yüksek olduğu yaz aylarında sağlık problemlerinde artış olduğu sonucuna varılmıştır (Jaswal ve ark., 2017).

Hissedilen sıcaklık veya termal stres indekslerinin çoğu Kuzey Amerika veya Avrupa ülkelerinde geliştirilmiştir. Bu indekslerin gelişmekte olan ülkeler gibi farklı iklimlere sahip ülkelerde kullanılması durumunda bazı kısıtlarla karşılaşılabilir. Bu nedenle Golbabaie ve ark. tarafından yapılan çalışmada, İran ve buna benzer iklim koşullarına sahip diğer bölgelerde de kullanılacak yeni bir termal stres indeksi önerilmiştir. Önerilen modelde, termal stres kuru termometre sıcaklığı, bağıl nem, hava hızı, su buharı kısmi basıncı ve entalpi parametrelerine bağlı olarak hesaplanabilmektedir (Golbabaie ve ark., 2019).

Değişen iklim koşullarında, konutlardaki aşırı ısınmanın sonucu olarak, gerekli konfor beklentilerini karşılamak için bina termal performansının iyileştirilmesine yönelik olarak yapılan bir çalışmada, ölçülen kuru termometre sıcaklığı yanında hissedilen sıcaklığa göre de bir modelleme yapılmıştır (Zune ve ark., 2020). Ghalhari ve ark. tarafından yapılan çalışmada ise, kurak ve ılık bir iklimde, termal stres indekslerinin aylık değişimi incelenmiştir. Çalışmada üç ayrı termal stres indeksi kullanılmış ve bunlardan elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Termal stres indekslerinin hesaplanmasında, meteoroloji istasyonlarında saatlik olarak ölçülen hava sıcaklığı ve bağıl nem olmak üzere iki önemli parametre kullanılmıştır. Çalışmanın yapıldığı bölgede, dış ortamda çalışanların ilkbahar ve yaz aylarında, özellikle Temmuz ayında, yüksek ve çok yüksek termal strese maruz kaldıkları ve bunun da ısıya bağlı hastalıklara yol açabileceği belirtilmektedir (Ghalhari ve ark., 2020). Akşit ve Duman tarafından yapılan bir başka çalışmada ise, Gökpınar baraj gölü yapımı öncesi ve sonrası meteorolojik veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve gölün hissedilen sıcaklığa olan etkisi analiz edilmiştir. Hesaplamalarda barajın faaliyete geçtiği tarihten önceki (1980-2002) ve sonraki (2002-2017) yıllara ait iki ayrı veri seti kullanılmıştır. Hissedilen sıcaklık kuru termometre sıcaklığı ve bağıl nem parametrelerine bağlı olarak hesaplanmıştır (Akşit ve Duman, 2020). Elde edilen verilere göre, hissedilen sıcaklıktaki artışın Gökpınar baraj gölünden kaynaklanmadığı, küresel ısınmanın bir sonucu olduğu sonucuna varılmıştır.

Hissedilen sıcaklık değeri, yaygın olarak kuru termometre sıcaklığı ve bağıl neme göre belirlenmektedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından da hissedilen sıcaklık değerleri Tablo 1'de görüldüğü gibi kuru termometre ve bağıl nem parametrelerine bağlı olarak verilmiştir (MGM, 2021).

Bu tabloda sıcaklığın 25 °C'nin altında olduğu durumlarda hissedilen sıcaklık değeri hesaplanamamaktadır.

Tablo 1. Meteoroloji Genel Müdürlüğü hissedilen sıcaklık tablosu

Bağıl Nem	Kuru Termometre Sıcaklığı																									
	25 °C	26 °C	27 °C	28 °C	29 °C	30 °C	31 °C	32 °C	33 °C	34 °C	35 °C	36 °C	37 °C	38 °C	39 °C	40 °C	41 °C	42 °C	43 °C	44 °C	45 °C	46 °C	47 °C	48 °C	49 °C	50 °C
5%	25 °C	25 °C	26 °C	26 °C	27 °C	28 °C	29 °C	30 °C	31 °C	31 °C	32 °C	33 °C	34 °C	35 °C	35 °C	36 °C	37 °C	38 °C	39 °C	40 °C	41 °C	41 °C	42 °C	43 °C	44 °C	45 °C
10%	25 °C	25 °C	26 °C	26 °C	27 °C	28 °C	29 °C	30 °C	31 °C	31 °C	32 °C	33 °C	34 °C	35 °C	36 °C	37 °C	38 °C	39 °C	40 °C	42 °C	43 °C	43 °C	45 °C	46 °C	47 °C	48 °C
15%	25 °C	25 °C	26 °C	26 °C	27 °C	28 °C	29 °C	30 °C	31 °C	32 °C	33 °C	34 °C	35 °C	36 °C	37 °C	38 °C	39 °C	41 °C	42 °C	44 °C	45 °C	46 °C	48 °C	49 °C	51 °C	53 °C
20%	25 °C	26 °C	26 °C	27 °C	27 °C	28 °C	29 °C	30 °C	31 °C	32 °C	33 °C	34 °C	36 °C	37 °C	38 °C	39 °C	41 °C	43 °C	44 °C	46 °C	48 °C	49 °C	51 °C	53 °C	55 °C	58 °C
25%	25 °C	26 °C	26 °C	27 °C	28 °C	28 °C	29 °C	31 °C	32 °C	32 °C	34 °C	35 °C	37 °C	38 °C	39 °C	41 °C	43 °C	45 °C	47 °C	49 °C	52 °C	53 °C	55 °C	58 °C	61 °C	66 °C
30%	26 °C	26 °C	27 °C	27 °C	28 °C	29 °C	30 °C	31 °C	32 °C	33 °C	35 °C	36 °C	38 °C	40 °C	41 °C	43 °C	45 °C	48 °C	50 °C	52 °C	56 °C	57 °C	60 °C	63 °C	66 °C	69 °C
35%	26 °C	26 °C	27 °C	27 °C	28 °C	29 °C	30 °C	32 °C	33 °C	34 °C	36 °C	38 °C	40 °C	42 °C	43 °C	46 °C	48 °C	51 °C	54 °C	57 °C	62 °C	62 °C	65 °C	68 °C	72 °C	76 °C
40%	26 °C	26 °C	27 °C	28 °C	28 °C	30 °C	31 °C	33 °C	34 °C	35 °C	37 °C	39 °C	42 °C	44 °C	46 °C	48 °C	51 °C	54 °C	58 °C	61 °C	63 °C	67 °C	70 °C	75 °C	79 °C	83 °C
45%	26 °C	26 °C	27 °C	28 °C	29 °C	30 °C	32 °C	34 °C	36 °C	37 °C	39 °C	41 °C	44 °C	47 °C	48 °C	51 °C	55 °C	58 °C	62 °C	66 °C	70 °C	72 °C	76 °C	81 °C	86 °C	91 °C
50%	26 °C	27 °C	28 °C	29 °C	30 °C	31 °C	33 °C	35 °C	37 °C	38 °C	41 °C	43 °C	46 °C	50 °C	51 °C	55 °C	59 °C	62 °C	67 °C	71 °C	76 °C	78 °C	83 °C	88 °C	94 °C	99 °C
55%	26 °C	27 °C	28 °C	29 °C	30 °C	32 °C	35 °C	38 °C	41 °C	45 °C	46 °C	50 °C	53 °C	55 °C	59 °C	63 °C	67 °C	72 °C	77 °C	82 °C	85 °C	90 °C	96 °C			
60%	26 °C	27 °C	28 °C	30 °C	31 °C	33 °C	35 °C	38 °C	40 °C	42 °C	45 °C	48 °C	52 °C	56 °C	58 °C	63 °C	67 °C	72 °C	77 °C	83 °C	88 °C	91 °C	98 °C			
65%	27 °C	27 °C	29 °C	30 °C	32 °C	34 °C	36 °C	39 °C	42 °C	44 °C	48 °C	51 °C	56 °C	60 °C	62 °C	67 °C	72 °C	78 °C	83 °C	89 °C	96 °C	99 °C				
70%	27 °C	27 °C	28 °C	29 °C	30 °C	32 °C	35 °C	38 °C	41 °C	45 °C	46 °C	50 °C	55 °C	59 °C	64 °C	67 °C	72 °C	78 °C	83 °C	90 °C	96 °C					
75%	27 °C	28 °C	30 °C	32 °C	33 °C	36 °C	40 °C	43 °C	47 °C	49 °C	53 °C	58 °C	63 °C	68 °C	71 °C	77 °C	83 °C	90 °C	97 °C							
80%	27 °C	28 °C	30 °C	32 °C	34 °C	38 °C	41 °C	45 °C	49 °C	52 °C	57 °C	62 °C	67 °C	73 °C	76 °C	83 °C	89 °C	96 °C								
85%	27 °C	28 °C	31 °C	32 °C	34 °C	36 °C	39 °C	43 °C	47 °C	52 °C	55 °C	60 °C	66 °C	72 °C	78 °C	81 °C	88 °C	96 °C								
90%	27 °C	28 °C	31 °C	33 °C	37 °C	41 °C	45 °C	50 °C	55 °C	58 °C	64 °C	70 °C	76 °C	83 °C	87 °C	95 °C										
95%	27 °C	29 °C	32 °C	34 °C	38 °C	42 °C	47 °C	53 °C	58 °C	61 °C	68 °C	74 °C	81 °C	89 °C	93 °C											

-1~26 °C Soğuk-Serin
27~32 °C Sıcak
33~41 °C Çok sıcak
42~54 °C Tehlikeli sıcak
>55 °C Tehlikeli sıcak

Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) tarafından yayınlanan hissedilen sıcaklık değerleri Tablo 2'de verilmiş olup, burada da hissedilen sıcaklık değeri yine kuru termometre sıcaklığı ve bağıl neme göre belirlenmektedir (Zune ve ark., 2020).

Tablo 2. NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) hissedilen sıcaklık tablosu

Bağıl Nem	Kuru Termometre Sıcaklığı															
	80 °F	82 °F	84 °F	86 °F	88 °F	90 °F	92 °F	94 °F	96 °F	98 °F	100 °F	102 °F	104 °F	106 °F	108 °F	110 °F
40%	80 °F	81 °F	83 °F	85 °F	88 °F	91 °F	94 °F	97 °F	101 °F	105 °F	109 °F	114 °F	119 °F	124 °F	130 °F	136 °F
45%	80 °F	82 °F	84 °F	87 °F	89 °F	93 °F	96 °F	100 °F	104 °F	109 °F	114 °F	119 °F	124 °F	130 °F	137 °F	
50%	81 °F	83 °F	85 °F	88 °F	91 °F	95 °F	99 °F	103 °F	108 °F	113 °F	118 °F	124 °F	131 °F	137 °F		
55%	81 °F	84 °F	86 °F	89 °F	93 °F	97 °F	101 °F	106 °F	112 °F	117 °F	124 °F	130 °F	137 °F			
60%	82 °F	84 °F	88 °F	91 °F	95 °F	100 °F	105 °F	110 °F	116 °F	123 °F	129 °F	137 °F				
65%	82 °F	85 °F	89 °F	93 °F	98 °F	103 °F	108 °F	114 °F	121 °F	128 °F	136 °F					
70%	83 °F	86 °F	90 °F	95 °F	100 °F	105 °F	112 °F	119 °F	126 °F	134 °F						
75%	84 °F	88 °F	92 °F	97 °F	103 °F	109 °F	116 °F	124 °F	132 °F							
80%	84 °F	89 °F	94 °F	100 °F	106 °F	113 °F	121 °F	129 °F								
85%	85 °F	90 °F	96 °F	102 °F	110 °F	117 °F	126 °F	135 °F								
90%	86 °F	91 °F	98 °F	105 °F	113 °F	122 °F	131 °F									
95%	86 °F	93 °F	100 °F	108 °F	117 °F	127 °F										
100%	87 °F	95 °F	103 °F	112 °F	121 °F	132 °F										

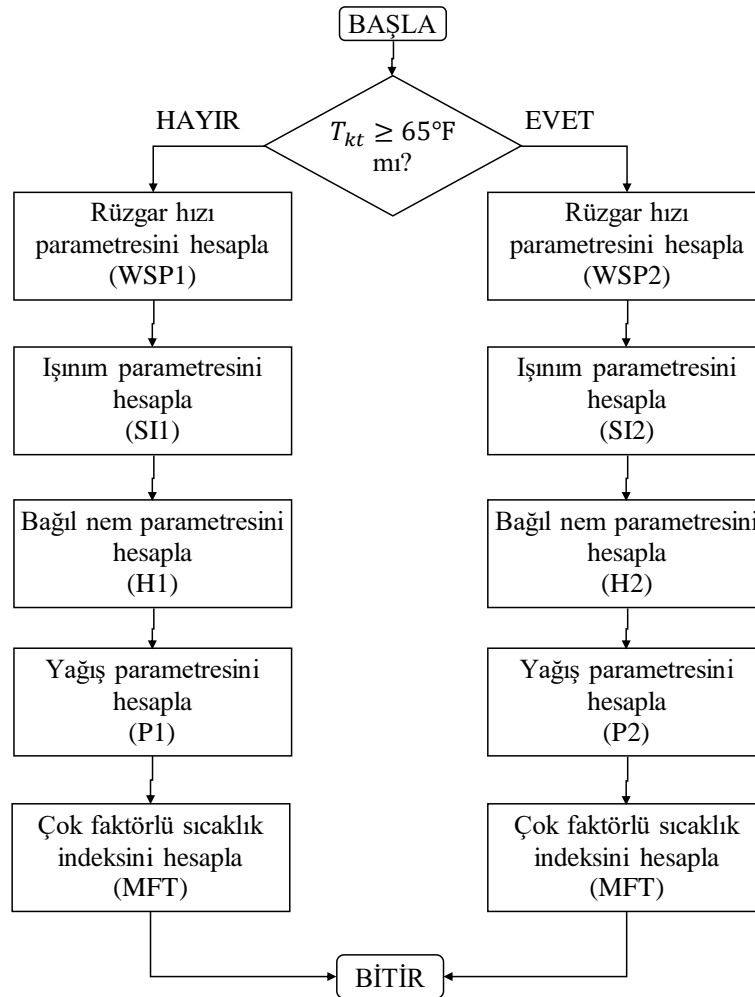
26-32 °C Dikkat
32-41 °C Aşırı dikkat
41-54 °C Tehlikeli
>54 °C Aşırı tehlikeli

Tablo 1 ve Tablo 2'de verilen hissedilen sıcaklık değerleri arasında küçük farklılıklar olabilmektedir. Tablolarda sunulan değerler ampirik eşitliklerden elde edilmekte, dolayısı ile farklı çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilebilmektedir.

Hissedilen sıcaklık ile ilgili olarak bugüne kadar sınırlı sayıda hesaplama yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin çoğu sıcaklığın belirli bir değerden yüksek olduğu, bağıl nemin etkisinin daha fazla görüldüğü yani genel olarak yaz mevsiminde geçerlidir. Bu çalışmada hissedilen sıcaklık değeri, özel bir kuruluşun (AccuWeather) patentli bir ürünü olan hesaplama yöntemine göre belirlenmiştir. AccuWeather şirketinin hesaplama yöntemi ile yaz ve kış mevsimleri de dahil olmak üzere, yılın tüm zamanında hissedilen sıcaklık değeri hesaplanabilmektedir. Çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan veriler kullanılarak, Adana merkez için hissedilen sıcaklık değerinin aylık ve saatlik değişimi incelenmiştir.

2. Matematiksel Model

AccuWeather tarafından geliştirilen hissedilen sıcaklık hesaplamasının yönteminin detayları US007251579B2 numaralı “Çok Faktörlü Sıcaklık İndeksini Hesaplamak İçin Yöntem, Sistem ve Yazılım” başlıklı patent dokümanında açıklanmıştır (Myers ve ark., 2007). Çalışmada hissedilen sıcaklık, MFT (“Multi Factor Temperature”, “Çok Parametrelili Sıcaklık”) olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmada hissedilen sıcaklık değeri T_{his} şeklinde ifade edilmiştir.



Şekil 1. Çok parametrelili hissedilen sıcaklık hesaplama yöntemi

AccuWeather şirketinin hissedilen sıcaklık hesaplama yöntemi Şekil 1’de görüldüğü gibidir. Buna göre hissedilen sıcaklık hesabında kuru termometre sıcaklığı yanında, havanın bağıl nemi, rüzgâr hızı, ışınlım, atmosferik basınç, havanın bulutluluk oranı, yağış durumu gibi birçok parametre dikkate alınmaktadır. Gerektiğinde ise sadece sıcaklık ve bağıl neme göre de hissedilen sıcaklığın hesaplanabileceği vurgulanmaktadır. AccuWeather tarafından sunulan yöntemle göre, kuru termometre sıcaklığının 65°F’tan (18,3°C) küçük olması durumunda, çok parametrelili hissedilen sıcaklık değeri Eş. (1)’den hesaplanır (Myers ve ark., 2007).

$$T_{his} = T_{kt} - WSP_1 + SI_1 + H_1 - P_1 \quad (1)$$

Rüzgâr hızı parametresi WSP_1 Eş. (2) kullanılarak hesaplanır (Myers ve ark., 2007).

$$WSP_1 = \sqrt{W} \left[\left(\sqrt{P_{atm}/10} \right) / 10 \right] \quad (2)$$

Burada W rüzgâr hızını (mil/h), P_{atm} ise atmosferik basıncı (mbar) ifade etmektedir. Eş. (1)’deki SI_1 , hJ/m^2 cinsinden ölçülen ışınlım değerini ifade etmektedir. Hissedilen sıcaklık hesabındaki bir diğer parametre ise H_1 olup, Eş. (3)’te görüldüğü gibi havanın çığ noktası sıcaklığı ve rüzgâr hızı değerlerine göre belirlenmektedir (Myers ve ark., 2007).

$$H_1 = (D_A - 55 - \sqrt{W})^2 / 30 \quad (3)$$

Burada D_A , çığ noktası sıcaklığı (D , °F) ve rüzgâr hızına (W , mil/h) bağlı olarak hesaplanan bir parametredir. D_A parametresi aşağıda Eş. (4)’te belirtildiği gibi hesaplanır (Myers ve ark., 2007).

$$\begin{aligned} D_A &= D, \text{ eğer } D \geq 55 + \sqrt{W} \text{ ise} \\ D_A &= 55 + \sqrt{W}, \text{ eğer } D < 55 + \sqrt{W} \text{ ise} \end{aligned} \quad (4)$$

Son olarak, Eş. (1)’e göre hesaplanan hissedilen sıcaklık değeri için gerekli olan P_1 , yağış durumu parametresi ise, aşağıda verilen Tablo 3’teki duruma göre belirlenir.

Tablo 3. Yağış durumu parametresi (Myers ve ark., 2007)

Yağış Durumu	P_1		
	Şiddetli	Orta	Hafif
Yağmurlu	5	4	3
Sağanak yağmurlu	4	4	2
Karlı	4	3	2
Dolu	4	3	2
Sağanak karlı	4	3	1
Hafif yağmurlu	4	2	1
Sisli	2	2	2

Kuru termometre sıcaklığının 65°F (18,3°C) değerine eşit veya büyük olması durumunda ise, çok parametrelili hissedilen sıcaklık değeri Eş. (5)'ten hesaplanır (Myers ve ark., 2007).

$$T_{his} = 80 - WSP_2 + SI_2 + H_2 - P_2 \quad (5)$$

Rüzgâr hızı parametresi WSP_2 , Eş. (6) kullanılarak hesaplanır (Myers ve ark., 2007).

$$WSP_2 = (80 - T_{kt})(0,566 + 0,25\sqrt{W_A} - 0,166W_A) \left(\sqrt{P_{atm}/10}/10 \right) \quad (6)$$

Burada rüzgâr hızına bağlı olan W_A parametresi Eş. (7)'de belirtildiği gibi hesaplanır. Rüzgâr hızı W yine (mil/h) cinsinden, atmosferik basınç değeri P_{atm} de (mbar) cinsindedir (Myers ve ark., 2007).

$$W_A = W/2 + 2; \text{ eğer } W < 4 \text{ ise}$$

$$W_A = 56; \text{ eğer } W > 56 \text{ ise} \quad (7)$$

$$W_A = W; \text{ eğer } 4 \leq W \leq 56 \text{ ise}$$

Eş. (5)'teki ışınlım parametresi SI_2 değeri de, daha önceki SI_1 parametresi gibi yine hJ/m^2 cinsin yerine konmalıdır. Hava sıcaklığının 65°F'ta eşit veya daha yüksek olması durumunda, Eş. (5)'teki H_2 bağıl nem parametresi de, daha önce açıklanan H_1 parametresi gibi Eş. (3) ve Eş. (4) kullanılarak hesaplanır. P_2 , yağış durumu parametresi de yine Tablo 3'te belirtilen yağış durumları dikkate alınarak belirlenir.

Bu çalışmada havanın kuru termometre sıcaklığı, bağıl nemi, rüzgâr hızı ve atmosferik basınç parametreleri dikkate alınarak hissedilen sıcaklık değeri hesaplanmıştır. Hesaplamalarda ışınlım ve havanın yağış durumu ile ilgili parametreler dikkate alınmamıştır. Eş. (1) ve Eş. (5)'ten hesaplanan hissedilen sıcaklık değeri (°F) cinsinden olup, elde edilen sonuçlar (°C) birimine dönüştürülerek verilmiştir.

Bağıl nem parametreleri H_1 ve H_2 'nin hesaplanmasında kullanılan çığ noktası sıcaklığı, havanın içindeki su buharı kısmi basıncının, aynı sıcaklıktaki su buharı doyma basıncına eşit olduğu, yani bağıl nemin %100 olduğu noktadaki sıcaklık olarak tanımlanır. Havanın çığ noktası sıcaklığını hesaplamak için öncelikle, havanın içindeki su buharının çığ noktasındaki doyma basıncının belirlenmesi gerekir. Bunun için aşağıdaki Eş. (8) kullanılabilir.

$$P_{\text{çn}} = \frac{w \cdot P_{atm}}{0,622 + w} \quad (8)$$

Eş. (8)'deki ω değeri, havanın özgül nem miktarını göstermektedir. Havanın özgül nem miktarı Eş. (9)'dan hesaplanabilir.

$$\omega = 0,622 \frac{\varphi \cdot P_d}{P_{atm} - \varphi \cdot P_d} \quad (9)$$

Burada φ havanın ölçülen bağıl nem değerini, P_d ise su buharının T_{kt} sıcaklığındaki doyma basıncını göstermektedir. P_{atm} yerel atmosferik basıncı ifade etmektedir. Havanın sıcaklığı bilindiğinde, bu sıcaklıktaki su buharının doyma basıncı Eş. (10)'da görülen ampirik denklem yardımı ile hesaplanabilir (Yılmaz ve Ünal, 1994).

$$P_d^* = P_1^* + P_2^* - \frac{1}{P_3^* + P_4^*} \quad (10)$$

Eş. (10)'daki P_d^* , P_1^* , P_2^* , P_3^* ve P_4^* boyutsuz büyüklükler olup, aşağıda verilen Eş. (11~15) kullanılarak hesaplanır.

$$P_d^* = P_d / P_{kr} \quad (11)$$

$$P_1^* = 533,83 \cdot e^{5,897 / (0,07086 - T_d^*)} \quad (12)$$

$$P_2^* = 107 \cdot 10^6 \cdot e^{-21,18 / T_d^*} \quad (13)$$

$$P_3^* = 10^{19} \cdot e^{-11,8 / T_d^*} \quad (14)$$

$$P_4^* = 3 \cdot 10^{-4} \cdot e^{8,56 / T_d^*} \quad (15)$$

Yukarıdaki eşitliklerde görülen boyutsuz sıcaklık Eş. (16)'da görüldüğü gibi tanımlanmıştır.

$$T_d^* = \frac{T_{kt} + 273}{T_{kr} + 273} \quad (16)$$

Su buharı için kritik sıcaklık $T_{kr} = 374,15$ °C ve kritik basınç $P_{kr} = 22,12$ MPa olarak alınabilir. Eş. (9)'dan havanın özgül nem oranı belirlendikten sonra, çığ noktası sıcaklığını belirlemek için gerekli olan, havanın içindeki su buharının çığ noktasında kısmi basıncının belirlenmesi gerekir. Bunun için Eş. (9)'da bağıl nem değeri %100 olarak alındığında, çığ noktasındaki doyma basıncı için Eş. (17) elde edilir.

$$P_{d\zeta n} = \frac{\omega \cdot P_{atm}}{0,622 + \omega} \quad (17)$$

Elde edilen çığ noktası doyma basıncı, Eş. (10)'un doyma sıcaklığına göre düzenlenmesi elde edilen aşağıdaki Eş. (18)'de yerine konması durumunda, çığ noktası sıcaklığı iteratif olarak hesaplanabilir (Yılmaz ve Ünal, 1994).

$$T_{\zeta n}^* = 0,07086 - \frac{5,897}{\ln \left[\left(P_{d\zeta n}^* - P_{2\zeta n}^* + \frac{1}{P_{3\zeta n}^* + P_{4\zeta n}^*} \right) / 533,83 \right]} \quad (18)$$

Buna göre, çığ noktası sıcaklığı için aşağıdaki Eş. (19) kullanılabilir.

$$T_{\zeta n}^* = \frac{D + 273}{T_{kr} + 273} \quad (19)$$

Bu çalışma Adana ili için yapılmıştır. Adana, tipik Akdeniz iklimine sahip bir ilimizdir. Kışları ılık ve yağışlı, yazları ise sıcak ve kuraktır. Bu çalışmada kullanılan 2015-2019 yılları arasındaki, toplam 5 yıllık saatlik veriler (kuru termometre sıcaklığı, bağıl nem, rüzgâr hızı, atmosferik basınç) Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınmış olup, verilerin alındığı istasyona ait temel bilgiler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Meteorolojik verilerin alındığı istasyon bilgileri

İstasyon Kodu	İstasyon Adı	İl	İlçe	Enlem	Boylam	Rakım
17351	Adana Bölge	Adana	Yüreğir	37,0041	35,3443	23

3. Bulgular ve Tartışma

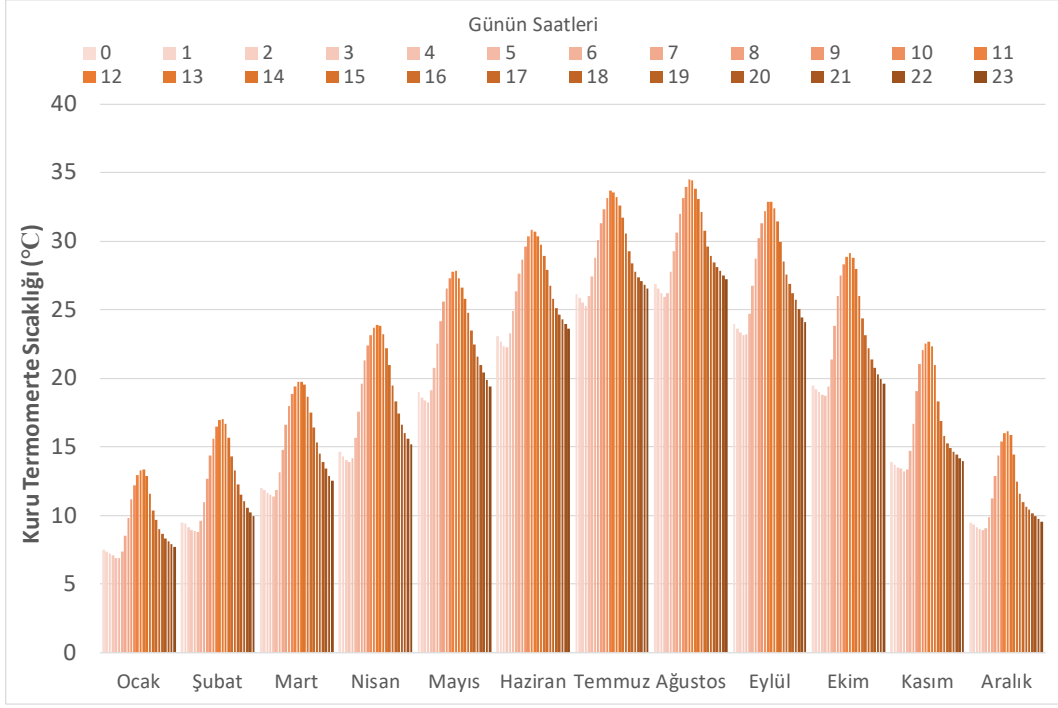
Ölçülen kuru termometre sıcaklığı, insanların kendilerini ne derece konforlu hissettiklerini belirleyen parametrelerden sadece bir tanesidir. Sıcaklık aynı zamanda, hava koşullarını bildirmek için kullanılan en popüler hava durumu göstergesidir, ancak bir kişinin gerçekten kendini ne kadar rahat hissettiğinin yeterli bir göstergesi değildir. Ölçülen sıcaklık yanında diğer hava koşulları da insanların hissettiği konfor seviyesini önemli ölçüde etkiler. Mevcut hissedilen sıcaklık indeksleri, sadece sıcaklığa veya sıcaklığın yanında bağıl neme dayalı indekslerdir. Bunlar normal giyimli bir kişinin kendini ne kadar sıcak veya soğuk hissettiğini doğru bir şekilde ölçmekte yetersiz kalmaktadır. Bir kişinin gerçekten hissettiği konfor seviyesi, örneğin rüzgâr, nem, güneş yoğunluğu, bulutluluk, yağış, atmosferik basınç ve yükseklik gibi diğer birçok hava koşulunun bir bileşimidir (Myers ve ark., 2004).

Bu çalışmada, AccuWeather tarafından geliştirilen hissedilen sıcaklık hesaplama yöntemi kullanılmıştır. Yöntem “Çok Faktörlü Sıcaklık” olarak anılmaktadır. AccuWeather tarafından sunulan

hesaplama yöntemi kullanılarak, Adana için hissedilen sıcaklık değerlerinin hesaplanmasında, Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan, 2015-2019 yıllarına ait veriler kullanılmıştır. Kuru termometre sıcaklığı, bağıl nem, atmosferik basınç ve rüzgâr hızı için saatlik bazda alınan değerler incelenmiş, cihaz arızası veya elektrik kesintisi gibi çeşitli nedenlerle, bazı saatlerde veri olmadığı görülmüştür. Eksik olan bu veriler, bir önceki ve bir sonraki verinin ortalaması olacak şekilde tamamlanmıştır. Bunun dışında daha uzun süreli veri eksiklikleri de diğer yıllardaki aynı zamana denk gelen veriler kullanılarak ortalama bir değer alınmıştır. Hesaplamalarda 29 Şubat gününe ait veriler dikkate alınmamış, bu veriler veri setinden çıkarılmıştır. Buna göre kuru termometre sıcaklığı, bağıl nem, atmosferik basınç ve rüzgâr hızı parametrelerinin her biri için 43.800 adet veri kullanılmıştır. Toplam 5 yıllık verinin ortalaması alınmış ve bu şekilde her bir parametre için 8.760 adet veri elde edilmiştir. Daha sonra bunların da aylık bazda ortalaması alınmış, bu şekilde Adana için kuru termometre sıcaklığı, bağıl nem, atmosferik basınç ve rüzgâr hızı değerlerinin aylara göre saatlik değişimi veren veri setleri oluşturulmuştur.

Tablo 5. Adana için kuru termometre sıcaklık değerleri, T_{kt} (°C)

Saat	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
0	7,5	9,5	12,0	14,6	19,0	23,1	26,2	26,9	23,9	19,5	13,9	9,5
1	7,4	9,4	11,9	14,3	18,6	22,7	25,9	26,5	23,7	19,2	13,7	9,4
2	7,2	9,1	11,7	14,1	18,4	22,4	25,6	26,2	23,4	19,0	13,5	9,2
3	7,1	9,0	11,5	13,9	18,3	22,3	25,3	25,9	23,2	18,8	13,4	9,0
4	6,9	8,9	11,4	14,1	19,2	23,3	26,0	26,2	23,2	18,7	13,2	9,0
5	6,9	8,8	11,9	15,7	20,7	24,9	27,4	27,8	24,7	19,4	13,4	9,1
6	7,4	9,6	13,2	17,6	22,5	26,3	28,8	29,3	26,8	21,4	14,8	9,9
7	8,6	11,0	14,8	19,6	24,2	27,6	30,1	30,7	28,7	23,9	16,7	11,2
8	9,8	12,7	16,7	21,3	25,6	28,7	31,3	32,0	30,2	26,0	19,1	12,9
9	11,2	14,4	18,0	22,4	26,5	29,6	32,3	33,2	31,3	27,5	21,0	14,4
10	12,2	15,6	18,9	23,2	27,3	30,4	33,2	34,0	32,2	28,3	22,1	15,4
11	12,9	16,5	19,4	23,7	27,8	30,9	33,7	34,5	32,8	28,8	22,5	16,0
12	13,3	17,0	19,7	23,9	27,8	30,7	33,5	34,4	32,9	29,1	22,7	16,1
13	13,4	17,0	19,8	23,8	27,3	30,3	33,2	33,9	32,4	28,8	22,3	15,9
14	12,9	16,7	19,5	23,2	26,6	29,8	32,6	33,1	31,4	28,0	21,0	14,4
15	11,6	15,7	18,7	22,2	25,8	29,0	31,7	32,1	30,0	26,0	18,3	12,5
16	10,4	14,3	17,5	21,0	24,8	27,9	30,5	30,8	28,6	24,4	16,9	11,6
17	9,7	13,3	16,4	19,5	23,5	26,7	29,3	29,6	27,6	23,2	15,8	11,0
18	9,0	12,2	15,3	18,4	22,5	25,8	28,4	28,9	26,9	22,2	15,3	10,7
19	8,6	11,5	14,5	17,4	21,6	25,2	27,8	28,5	26,2	21,4	14,9	10,4
20	8,4	11,0	13,9	16,7	21,0	24,7	27,4	28,1	25,7	20,8	14,7	10,2
21	8,1	10,6	13,4	16,0	20,4	24,3	27,1	27,8	25,0	20,3	14,4	10,0
22	7,9	10,2	12,9	15,6	19,9	24,0	26,8	27,5	24,5	20,0	14,2	9,7
23	7,7	10,0	12,5	15,2	19,4	23,6	26,5	27,2	24,1	19,6	14,0	9,5
Min.	6,9	8,8	11,4	13,9	18,3	22,3	25,3	25,9	23,2	18,7	13,2	9,0
Mak.	13,4	17,0	19,8	23,9	27,8	30,9	33,7	34,5	32,9	29,1	22,7	16,1
Ort.	9,4	12,2	15,2	18,6	22,9	26,4	29,2	29,8	27,5	23,1	16,7	11,5



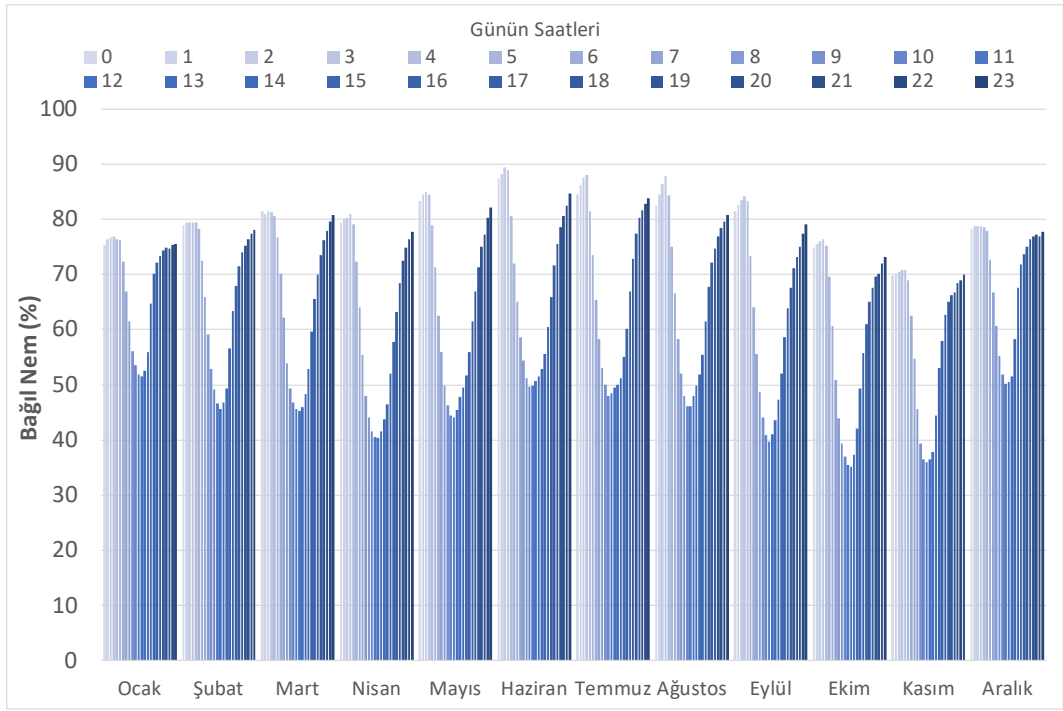
Şekil 2. Kuru termometre sıcaklığının aylık değişimi

Tablo 5'te Adana için, 2015-2019 yılları arasına ait 5 yıllık verilerin ortalamasını gösteren kuru termometre sıcaklık değerleri verilmiştir. Şekil 2'de de bu değerlerin aylara göre saatlik değişimi görülmektedir. Buna göre, kuru termometre sıcaklığı en düşük Ocak ayında, saat 05:00'te 6,9°C olarak hesaplanmıştır. Belirtilen dönemin ortalamasına göre, en yüksek sıcaklık ise Ağustos ayında, saat 11:00'de 34,5°C olarak belirlenmiştir. Yıl genelinde en düşük sıcaklıklar gece yarısından sonra 03:00~05:00 saatleri arasında, en yüksek sıcaklıklar ise gün ortasında 11:00~13:00 saatleri arasında görülmektedir. Adana'nın yıllık ortalama kuru termometre sıcaklığının ise 20,2°C olduğu belirlenmiştir.

Tablo 6'da Adana için, 2015-2019 yılları arasına ait 5 yıllık verilerin ortalamasını gösteren bağıl nem değerleri verilmiştir. Şekil 3'te de bu değerlerin aylara göre saatlik değişimi görülmektedir. Buna göre, bağıl nem en düşük Ekim ayında, saat 12:00'de %35,1 olarak belirlenmiştir. Belirtilen dönemin ortalamasına göre, en yüksek bağıl nem değeri ise Haziran ayında, saat 02:00'te %89,3 olmuştur. Yıl genelinde en düşük bağıl nem değerleri gündüz saatlerinde 10:00~12:00 arasında, en yüksek bağıl nem değerlerinin ise gece yarısından sonra 02:00~04:00 saatleri arasında olduğu görülmektedir. Adana'da ölçülen bağıl nemin yıllık ortalama değerinin ise %65,1 olduğu belirlenmiştir.

Tablo 6. Adana için bağıl nem değerleri, φ (%)

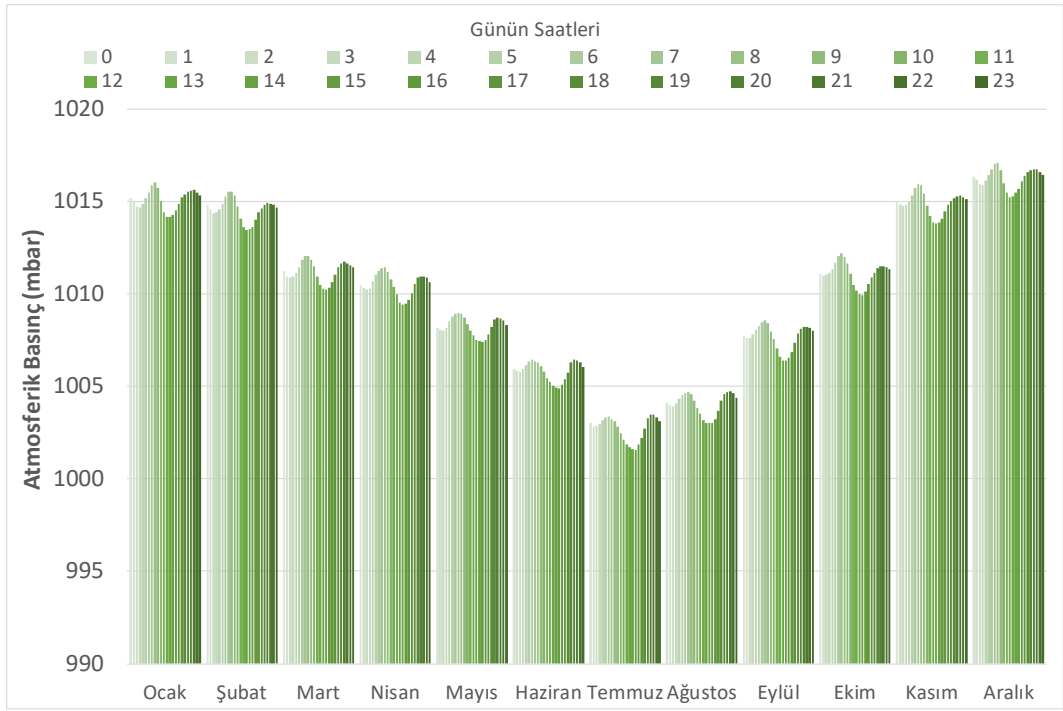
Saat	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
0	75,3	78,8	81,4	79,4	83,4	87,4	84,6	82,4	81,4	74,9	69,9	78,3
1	76,3	79,4	80,9	80,0	84,5	88,3	86,2	84,4	82,6	75,5	70,1	78,7
2	76,8	79,4	81,5	80,3	85,0	89,3	87,5	86,4	83,4	76,0	70,5	78,8
3	76,9	79,4	81,2	80,9	84,5	89,0	88,1	87,8	84,1	76,4	70,8	78,8
4	76,4	79,3	80,7	79,1	79,0	80,6	81,5	84,3	83,3	75,2	70,8	78,6
5	76,2	78,3	76,7	72,3	71,3	72,1	73,6	75,0	73,4	69,6	68,9	77,9
6	72,4	72,5	70,1	64,1	62,5	65,1	65,3	66,6	64,1	60,6	62,6	72,7
7	66,9	65,9	62,1	55,4	55,9	58,6	58,3	58,3	55,6	50,9	54,7	66,8
8	61,5	59,2	53,9	48,1	49,9	54,4	53,1	52,1	48,6	43,9	45,6	60,6
9	56,1	52,9	49,4	44,1	46,2	51,2	49,9	48,0	44,1	39,4	39,3	55,3
10	53,6	49,2	46,7	41,6	44,5	49,7	47,9	46,0	40,9	37,0	36,5	51,8
11	51,8	46,6	45,6	40,6	44,2	49,8	48,5	46,1	39,6	35,4	36,0	50,2
12	51,6	45,7	45,3	40,4	45,5	50,8	49,5	48,0	41,1	35,1	36,5	50,6
13	52,6	46,8	46,0	41,6	47,7	51,6	50,1	49,9	43,5	37,3	37,8	51,6
14	56,0	49,3	48,4	43,7	49,5	52,8	51,1	51,8	47,3	42,1	44,4	58,4
15	64,6	56,6	52,9	46,5	51,7	55,7	55,0	55,4	52,1	49,3	53,1	67,6
16	70,1	63,3	59,7	52,0	55,9	60,5	60,1	61,5	58,7	55,8	58,0	71,8
17	72,1	68,0	65,5	57,9	61,6	65,9	66,9	67,7	63,9	61,0	62,8	73,6
18	73,3	71,5	70,0	63,2	66,9	71,6	72,9	72,1	67,6	65,0	65,1	75,1
19	74,3	74,0	73,6	68,5	71,3	75,6	77,3	74,7	71,1	67,5	66,3	76,4
20	74,8	75,1	76,2	72,5	75,0	78,5	80,2	76,8	73,1	69,6	66,8	76,9
21	74,8	76,4	78,0	74,9	77,3	80,6	81,7	78,5	75,0	70,1	68,5	77,2
22	75,3	77,4	79,6	76,5	80,3	82,5	82,9	79,6	77,4	72,0	69,0	76,9
23	75,5	78,1	80,7	77,7	82,2	84,7	83,8	80,8	79,2	73,2	69,9	77,8
Min.	51,6	45,7	45,3	40,4	44,2	49,7	47,9	46,0	39,6	35,1	36,0	50,2
Mak.	76,9	79,4	81,5	80,9	85,0	89,3	88,1	87,8	84,1	76,4	70,8	78,8
Ort.	68,1	66,8	66,1	61,7	64,8	68,6	68,2	67,3	63,8	58,9	58,1	69,3



Şekil 3. Bağıl nemin aylık değişimi

Tablo 7. Adana için atmosferik basınç değerleri, P_{atm} (mbar)

Saat	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
0	1015,2	1014,8	1011,3	1010,5	1008,2	1005,9	1003,0	1004,1	1007,7	1011,1	1015,0	1016,3
1	1015,0	1014,5	1011,0	1010,3	1008,1	1005,8	1002,8	1004,0	1007,6	1011,0	1014,9	1016,2
2	1014,7	1014,4	1010,9	1010,2	1008,0	1005,8	1002,8	1003,9	1007,6	1011,0	1014,8	1015,9
3	1014,7	1014,4	1011,0	1010,3	1008,2	1006,0	1003,0	1004,1	1007,8	1011,2	1014,8	1015,9
4	1014,9	1014,6	1011,1	1010,7	1008,5	1006,1	1003,1	1004,3	1008,1	1011,3	1015,0	1016,1
5	1015,2	1014,9	1011,5	1011,0	1008,8	1006,4	1003,3	1004,5	1008,3	1011,7	1015,3	1016,4
6	1015,5	1015,3	1011,8	1011,3	1008,9	1006,5	1003,4	1004,6	1008,5	1012,1	1015,7	1016,7
7	1015,9	1015,5	1012,1	1011,4	1009,0	1006,4	1003,2	1004,7	1008,6	1012,2	1015,9	1017,0
8	1016,0	1015,5	1012,0	1011,4	1008,9	1006,3	1003,1	1004,6	1008,4	1012,0	1015,9	1017,1
9	1015,7	1015,3	1011,9	1011,2	1008,7	1006,1	1002,8	1004,2	1008,0	1011,7	1015,4	1016,7
10	1015,0	1014,7	1011,5	1010,8	1008,4	1005,8	1002,5	1003,8	1007,5	1011,1	1014,8	1016,0
11	1014,4	1014,1	1011,0	1010,4	1008,0	1005,4	1002,1	1003,5	1007,0	1010,5	1014,2	1015,5
12	1014,2	1013,6	1010,5	1010,0	1007,7	1005,2	1001,9	1003,2	1006,6	1010,2	1013,9	1015,2
13	1014,2	1013,5	1010,3	1009,5	1007,5	1005,1	1001,7	1003,0	1006,4	1010,0	1013,8	1015,3
14	1014,3	1013,5	1010,2	1009,4	1007,4	1005,0	1001,6	1003,0	1006,4	1010,0	1013,9	1015,5
15	1014,5	1013,6	1010,3	1009,5	1007,4	1004,9	1001,6	1003,0	1006,6	1010,1	1014,1	1015,7
16	1014,9	1014,0	1010,7	1009,7	1007,5	1005,1	1001,9	1003,2	1006,8	1010,5	1014,5	1016,1
17	1015,2	1014,4	1011,1	1010,0	1007,8	1005,4	1002,2	1003,7	1007,3	1010,9	1014,8	1016,4
18	1015,4	1014,6	1011,4	1010,5	1008,2	1005,8	1002,7	1004,2	1007,9	1011,1	1015,0	1016,6
19	1015,5	1014,8	1011,6	1010,9	1008,6	1006,3	1003,3	1004,6	1008,1	1011,4	1015,2	1016,7
20	1015,6	1014,9	1011,7	1011,0	1008,7	1006,4	1003,5	1004,7	1008,2	1011,5	1015,3	1016,7
21	1015,6	1014,9	1011,7	1010,9	1008,7	1006,4	1003,5	1004,7	1008,2	1011,5	1015,3	1016,7
22	1015,5	1014,8	1011,6	1010,9	1008,6	1006,3	1003,3	1004,6	1008,2	1011,4	1015,2	1016,6
23	1015,3	1014,7	1011,5	1010,6	1008,3	1006,0	1003,1	1004,4	1008,0	1011,4	1015,1	1016,4
Min.	1014,2	1013,5	1010,2	1009,4	1007,4	1004,9	1001,6	1003,0	1006,4	1010,0	1013,8	1015,2
Mak.	1016,0	1015,5	1012,1	1011,4	1009,0	1006,5	1003,5	1004,7	1008,6	1012,2	1015,9	1017,1
Ort.	1015,1	1014,6	1011,2	1010,5	1008,3	1005,8	1002,7	1004,0	1007,7	1011,1	1014,9	1016,2



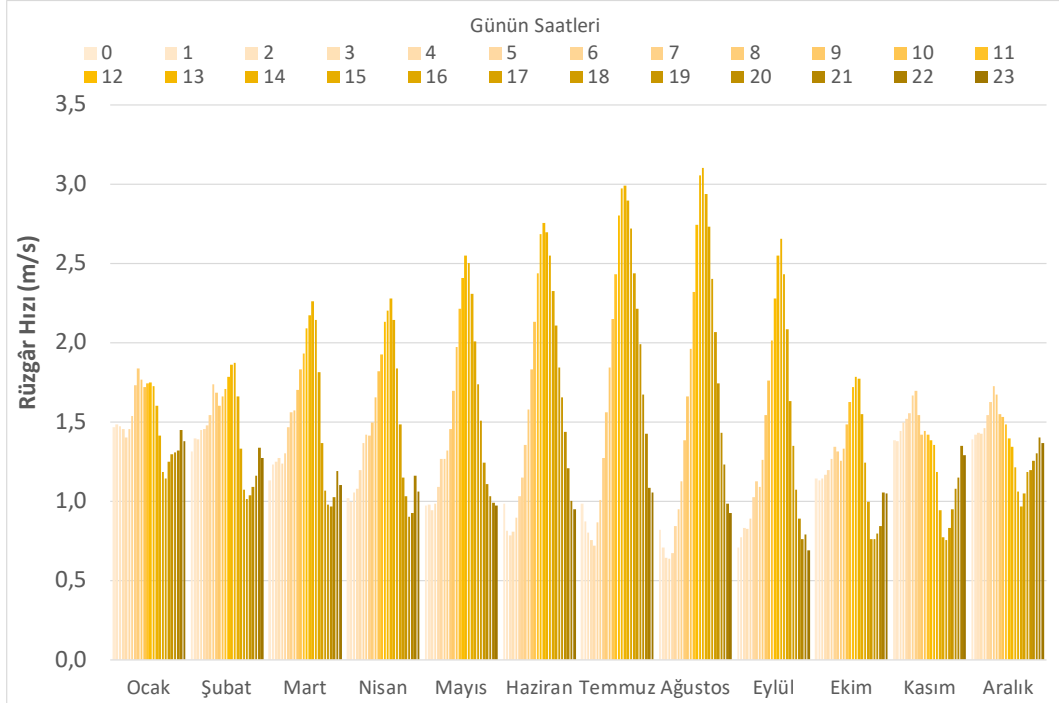
Şekil 4. Atmosferik basınçın aylık değişimi

Tablo 7’de Adana için, 2015-2019 yılları arasına ait 5 yıllık verilerin ortalamasını gösteren yerel atmosferik basınç değerleri verilmiştir. Şekil 4’te de bu değerlerin aylara göre saatlik değişimi görülmektedir. Buna göre, atmosferik basınç en düşük Temmuz ayında, saat 15:00’te 1001,6 mbar olarak hesaplanmıştır. Belirtilen dönemin ortalamasına göre, en yüksek atmosferik basınç ise Aralık ayında, saat 08:00’de 1017,1 mbar olarak belirlenmiştir. Yıl genelinde en düşük atmosferik basınç değerleri 11:00~15:00 saatleri arasında görülmüştür. En yüksek atmosferik basınç değerleri ise günün erken saatlerinde 06:00~08:00 saatleri arasında kaydedilirken, bu değer Temmuz ve Ağustos aylarında

saat 14:00~15:00 saatlerinde görülmüştür. Adana'nın yıllık ortalama atmosferik basınç değerinin ise 1010,2 mbar olduğu belirlenmiştir.

Tablo 8. Adana için rüzgâr hızı değerleri, W (m/s)

Saat	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
0	1,47	1,32	1,13	1,02	0,97	0,98	0,98	0,82	0,71	1,14	1,38	1,39
1	1,49	1,40	1,23	1,00	0,98	0,81	0,87	0,71	0,77	1,13	1,38	1,42
2	1,47	1,39	1,25	1,06	0,94	0,79	0,80	0,64	0,83	1,14	1,44	1,43
3	1,45	1,45	1,27	1,08	0,98	0,81	0,75	0,64	0,82	1,17	1,49	1,42
4	1,40	1,45	1,23	1,19	1,09	0,89	0,72	0,67	0,89	1,19	1,52	1,46
5	1,45	1,48	1,30	1,37	1,26	1,03	0,86	0,84	1,02	1,27	1,55	1,55
6	1,54	1,54	1,47	1,42	1,27	1,15	1,01	0,95	1,13	1,34	1,67	1,62
7	1,73	1,74	1,56	1,41	1,32	1,36	1,27	1,13	1,09	1,32	1,70	1,73
8	1,84	1,68	1,57	1,49	1,45	1,58	1,56	1,38	1,26	1,25	1,54	1,67
9	1,77	1,60	1,70	1,65	1,70	1,83	1,84	1,66	1,54	1,33	1,42	1,55
10	1,72	1,66	1,83	1,82	1,97	2,13	2,15	1,96	1,76	1,49	1,44	1,53
11	1,74	1,71	1,93	1,92	2,21	2,43	2,43	2,32	2,01	1,62	1,42	1,48
12	1,75	1,79	2,09	2,13	2,41	2,68	2,80	2,74	2,28	1,72	1,39	1,39
13	1,73	1,86	2,17	2,20	2,55	2,76	2,97	3,05	2,55	1,78	1,35	1,34
14	1,60	1,87	2,26	2,28	2,50	2,70	2,99	3,10	2,66	1,77	1,18	1,22
15	1,41	1,66	2,14	2,14	2,31	2,55	2,90	2,93	2,43	1,55	0,94	1,06
16	1,19	1,33	1,82	1,84	2,01	2,33	2,72	2,73	2,08	1,24	0,77	0,96
17	1,14	1,07	1,36	1,49	1,74	2,11	2,44	2,40	1,63	1,00	0,75	1,05
18	1,25	1,02	1,06	1,15	1,51	1,85	2,22	2,07	1,35	0,76	0,83	1,19
19	1,30	1,04	0,97	1,03	1,24	1,66	1,99	1,74	1,07	0,76	0,95	1,20
20	1,30	1,09	0,97	0,90	1,10	1,44	1,67	1,43	0,89	0,80	1,08	1,25
21	1,32	1,16	1,03	0,92	1,03	1,20	1,42	1,23	0,76	0,84	1,15	1,30
22	1,45	1,34	1,19	1,16	0,99	1,00	1,08	0,98	0,79	1,06	1,35	1,40
23	1,38	1,27	1,10	1,06	0,97	0,95	1,05	0,93	0,69	1,05	1,29	1,37
Min.	1,14	1,02	0,97	0,90	0,94	0,79	0,72	0,64	0,69	0,76	0,75	0,96
Mak.	1,84	1,87	2,26	2,28	2,55	2,76	2,99	3,10	2,66	1,78	1,70	1,73
Ort.	1,50	1,45	1,49	1,45	1,52	1,63	1,73	1,63	1,38	1,24	1,29	1,37



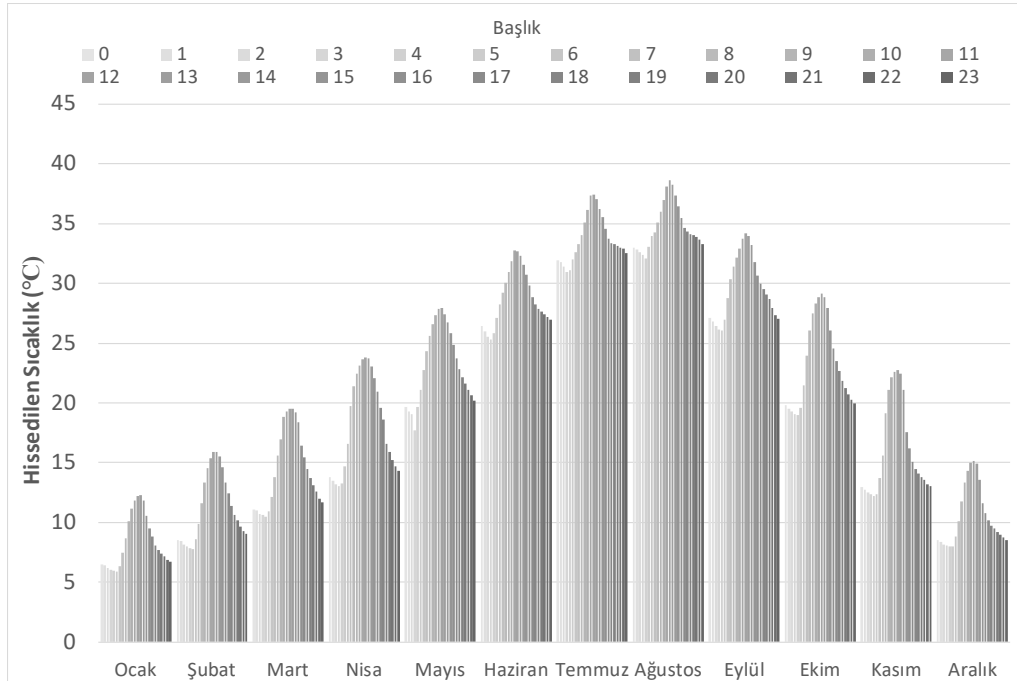
Şekil 5. Rüzgâr hızının aylık değişimi

Tablo 8'de Adana için, 2015-2019 yılları arasına ait 5 yıllık verilerin ortalamasını gösteren rüzgâr hızı değerleri verilmiştir. Şekil 5'te de bu değerlerin aylara göre saatlik değişimi görülmektedir. Buna göre, rüzgâr hızının en düşük ve en yüksek olduğu saatler Ağustos ayında 03:00 ve 14:00 olarak belirlenmiştir. Adana'nın yıllık ortalama rüzgâr hızının ise 1,47 m/s olduğu söylenebilir. Genel olarak rüzgâr hızının en yüksek değerlere öğleden sonraki zamanlarda ulaştığı görülmektedir. Rüzgâr hızının

kış aylarında daha düşük değerlerde ve daha dengeli bir davranış sergilediği, buna karşın yaz aylarında rüzgâr hızında ani yükseliş ve düşüşlerin olduğu grafiklerden anlaşılmaktadır.

Tablo 9. Adana için hissedilen sıcaklık değerleri, T_{his} (°C)

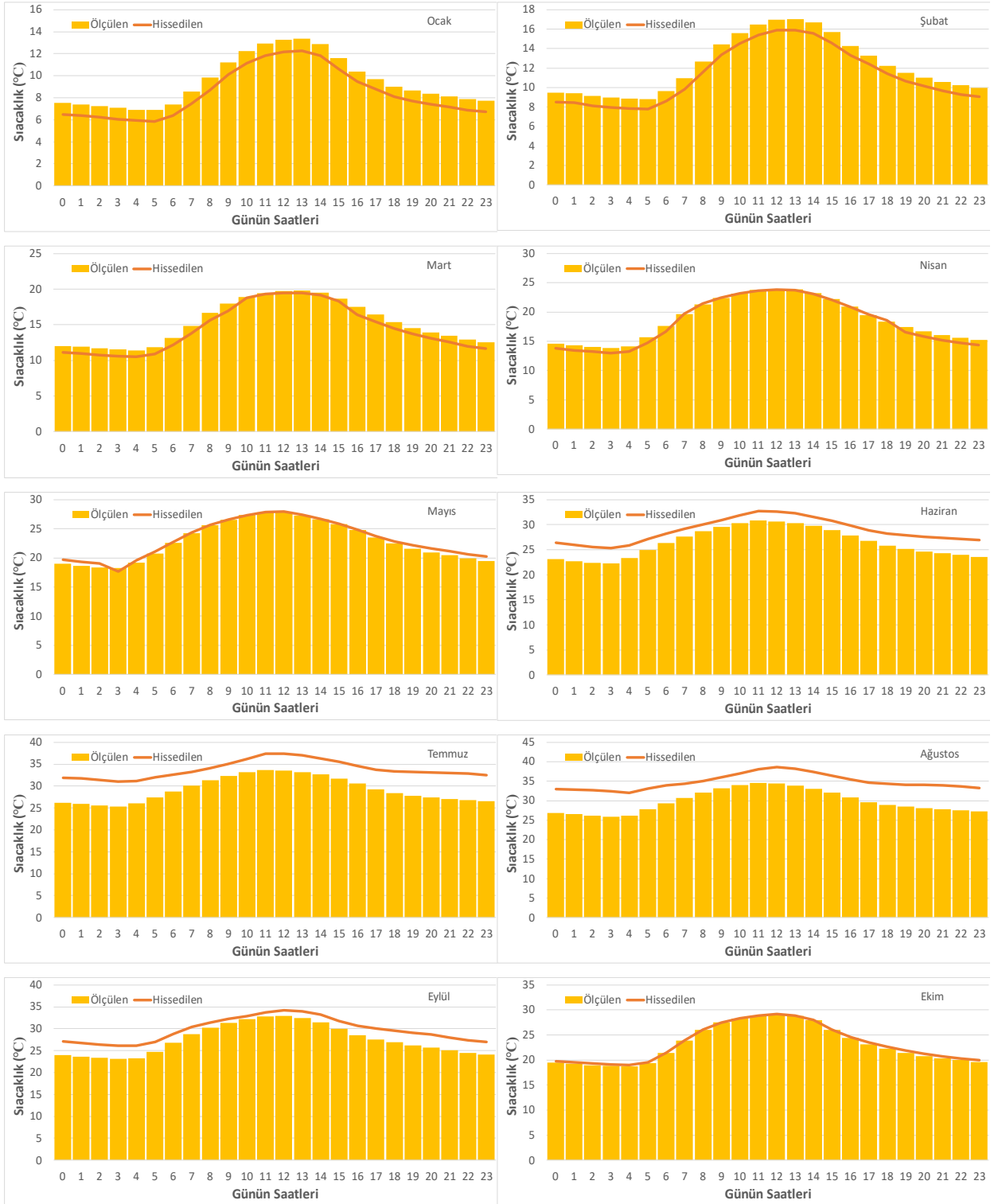
Saat	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
0	6,5	8,5	11,1	13,8	19,7	26,4	31,9	33,0	27,1	19,8	12,9	8,5
1	6,4	8,4	11,0	13,5	19,3	26,0	31,8	32,8	26,8	19,5	12,7	8,4
2	6,2	8,1	10,7	13,2	19,0	25,5	31,4	32,6	26,4	19,3	12,5	8,2
3	6,1	8,0	10,6	13,0	17,7	25,3	31,0	32,4	26,1	19,1	12,4	8,0
4	5,9	7,8	10,5	13,2	19,6	25,8	31,1	32,1	26,1	19,0	12,2	8,0
5	5,9	7,8	10,9	14,7	21,1	27,1	32,0	33,1	27,0	19,6	12,3	8,0
6	6,4	8,6	12,2	16,6	22,8	28,2	32,6	33,9	28,8	21,5	13,7	8,8
7	7,5	9,8	13,8	19,7	24,3	29,2	33,3	34,3	30,4	23,9	15,6	10,1
8	8,7	11,6	15,6	21,4	25,6	30,1	34,1	35,1	31,4	26,1	19,1	11,8
9	10,1	13,3	16,9	22,4	26,5	30,9	35,1	36,0	32,2	27,5	21,1	13,3
10	11,1	14,5	18,8	23,1	27,4	31,8	36,1	37,0	32,9	28,3	22,1	14,3
11	11,8	15,4	19,3	23,7	27,9	32,8	37,4	38,1	33,7	28,8	22,6	15,0
12	12,2	15,9	19,5	23,8	28,0	32,6	37,4	38,7	34,2	29,1	22,7	15,1
13	12,3	15,9	19,5	23,7	27,4	32,3	37,0	38,3	34,0	28,8	22,4	14,9
14	11,8	15,5	19,2	23,0	26,7	31,5	36,2	37,3	33,2	28,0	21,1	13,5
15	10,6	14,6	18,4	22,1	25,8	30,7	35,5	36,5	31,8	26,1	17,5	11,6
16	9,5	13,3	16,4	20,9	24,9	29,8	34,6	35,4	30,6	24,5	16,2	10,8
17	8,8	12,4	15,4	19,6	23,7	28,8	33,7	34,7	30,0	23,5	15,1	10,1
18	8,1	11,4	14,5	18,6	22,8	28,2	33,4	34,3	29,6	22,7	14,5	9,8
19	7,7	10,6	13,7	16,6	22,1	27,9	33,3	34,1	29,1	21,8	14,1	9,5
20	7,4	10,2	13,1	15,9	21,6	27,6	33,2	34,0	28,7	21,2	13,8	9,2
21	7,2	9,7	12,6	15,2	21,1	27,4	33,0	33,9	27,9	20,7	13,5	9,0
22	6,9	9,3	12,0	14,7	20,6	27,2	32,9	33,6	27,3	20,3	13,2	8,7
23	6,7	9,0	11,7	14,3	20,2	26,9	32,5	33,3	27,0	20,0	13,0	8,5
Min.	5,9	7,8	10,5	13,0	17,7	25,3	31,0	32,1	26,1	19,0	12,2	8,0
Mak.	12,3	15,9	19,5	23,8	28,0	32,8	37,4	38,7	34,2	29,1	22,7	15,1
Ort.	8,4	11,2	14,5	18,2	23,2	28,8	33,8	34,8	29,7	23,3	16,1	10,6

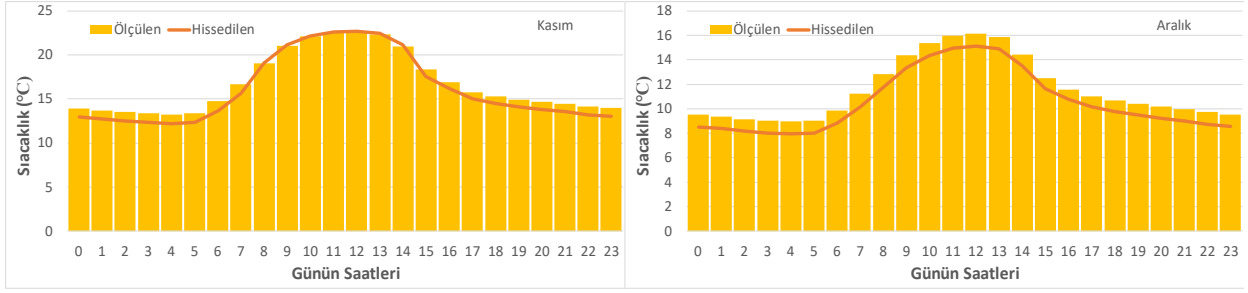


Şekil 6. Hissedilen sıcaklığın aylık değişimi

Tablo 9’da Adana için, 2015-2019 yılları arasında ait 5 yıllık verilerin ortalamasına göre hesaplanan hissedilen sıcaklık değerleri verilmiştir. Şekil 6’da da bu değerlerin aylara göre saatlik değişimi görülmektedir. Buna göre, hissedilen sıcaklık en düşük Ocak ayında, saat 05:00’te 5,9°C olarak hesaplanmıştır. Belirtilen dönemin ortalamasına göre, en yüksek hissedilen sıcaklık değeri ise Ağustos ayında, saat 12:00’de 38,7°C olarak belirlenmiştir. Yıl genelinde en düşük hissedilen sıcaklık değerleri gece yarısından sonra 03:00~05:00 saatleri arasında, en yüksek değerler ise gün ortasında 11:00~13:00

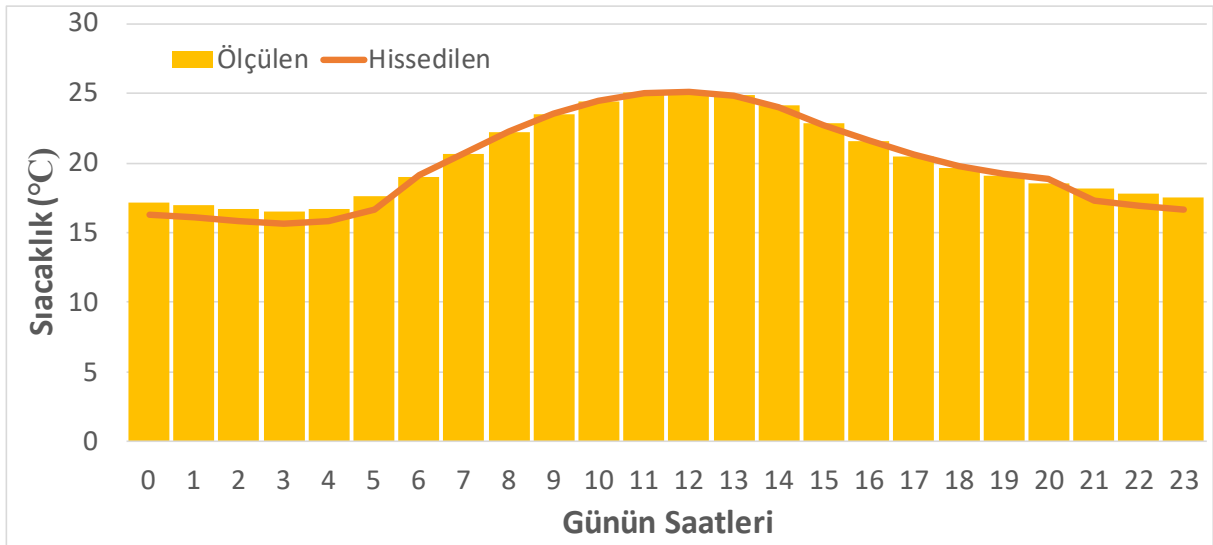
saatleri arasında görülmektedir. Adana'nın yıllık ortalama hissedilen sıcaklık değerin ise 21°C olduğu belirlenmiştir.





Şekil 7. Ölçülen ve hissedilen sıcaklıkların aylara göre saatlik değişimi

Şekil 7’de Adana için ölçülen ve hissedilen sıcaklık değerlerinin her bir ay için saatlik değişimi görülmektedir. Hissedilen sıcaklık Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarının yanı sıra Kasım ve Aralık aylarında da ölçülen sıcaklıktan daha düşüktür. Hissedilen sıcaklık Ocak ayında ortalama 1°C daha düşük olup, ölçülen sıcaklığa göre en büyük fark 1,1°C ile saat 08:00’de oluşmaktadır. Şubat ayında da ölçülen ve hissedilen sıcaklık farkı en fazla 1,1°C olarak hesaplanmıştır. Mart ayında ise ortalama fark 0,8°C olarak belirlenmiş olup, tüm saatlerde ölçülen ve hissedilen sıcaklıklar arasındaki farklar azalmıştır. Nisan ayında ise en büyük fark sabah saat 06:00’da görülmüş olup, bu değer 1°C’dir. Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarının neredeyse tamamında hissedilen sıcaklık ölçülen sıcaklıktan daha yüksek olmaktadır. Mayıs ve Ekim aylarındaki sıcaklık farklarının 1°C’nin altında olduğu görülmektedir. Ölçülen ve hissedilen sıcaklıklar arasındaki en büyük fark Ağustos ayında gerçekleşmektedir. Ağustos ayında en büyük farkın 6,5°C ile saat 03:00’te olduğu belirlenmiştir. Ölçülen ve hissedilen sıcaklıklar arasındaki ortalama farkın ise Ağustos ayında 4,9°C olduğu görülmüştür.



Şekil 8. Ölçülen ve hissedilen sıcaklıkların yıllık ortalamaya göre saatlik değişimi

Adana için, yıllık ortalamaya göre ölçülen ve hissedilen sıcaklık değerlerinin saatlik değişimi ise Şekil 8’de görüldüğü gibidir. Yıllık ortalama değerlere göre gece saatleri dışında, gündüz vakitlerinde

ölçülen ve hissedilen sıcaklık değerleri neredeyse aynıdır. Bunun da Adana'nın ılıman bir iklime sahip olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından sunulan hissedilen sıcaklık belirleme tablosuna göre (Tablo 1), yıllık ortalama değerler dikkate alındığında, Adana için hissedilen sıcaklık değerleri ancak saat 11, 12 ve 13 için belirlenebilmektedir. Zira, bu tabloda en düşük sıcaklık 25 °C olarak verilmiştir. Daha düşük sıcaklıklar için hissedilen sıcaklığı belirleme imkânı yoktur. Benzer şekilde, Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA) tarafından yayınlanan hissedilen sıcaklık belirleme tablosuna göre (Tablo 2), Adana'nın yıllık ortalama değerleri için hissedilen sıcaklığı belirleme imkânı yoktur, çünkü bu tabloda da en düşük sıcaklık 27 °C ve en düşük bağıl nem %40 olarak verilmiştir. Her iki tablo da yılın belirli zamanları için ve genel olarak yaz mevsimi için geçerlidir. Dolayısı ile AccuWeather tarafından sunulan hissedilen sıcaklık hesaplama yöntemi yılın tüm zamanlarında kullanılabilir olması nedeniyle oldukça kullanışlıdır.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, Adana için Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan kuru termometre sıcaklığı, bağıl nem, atmosferik basınç ve rüzgâr hızı değerleri kullanılarak, hissedilen sıcaklık değerleri hesaplanmıştır. Hissedilen sıcaklık değerinin hesaplanmasında AccuWeather tarafından sunulan yöntem kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

- 1) Işınım ve yağış durumunun dikkate alınmadığı hesaplamalarda, Adana için ölçülen ve hissedilen sıcaklıklar arasında çok büyük farkların olmadığı görülmüştür. En büyük fark yaz aylarında gerçekleşmekte olup bunun da nedeni bağıl nem ve rüzgâr hızındaki artıştan kaynaklanmaktadır.
- 2) Adana için hesaplanan hissedilen sıcaklık değerleri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü skalasına göre gruplandırıldığında, yılın %63,2'sinin normal sıcaklık aralığında olduğu, buna karşılık %18,7 oranında sıcak ve %18,1 oranında da çok sıcak hissedildiği belirlenmiştir.
- 3) Ortalama değerlere göre, Adana için tehlikeli ve çok tehlikeli sıcaklık aralığında hissedilen sıcaklık değeri bulunmamaktadır.
- 4) Bazı yıllarda çok yüksek sıcaklık değerlerine ulaşıldığı bir gerçektir. Burada verilen değerlerin 5 yıllık ortalamaya göre elde edilen sonuçlar olduğu da dikkate alınmalıdır.
- 5) Adana ili için hissedilen sıcaklık en düşük 5,9°C olarak Ocak ayında hesaplanmışken, en yüksek hissedilen sıcaklık değeri ise 38,7°C olarak Ağustos ayında belirlenmiştir.
- 6) Çalışılan beş yıllık veriler neticesinde Adana'nın yıllık ortalama hissedilen sıcaklık değerinin 21°C olduğu belirlenmiştir.
- 7) Adana ili için hissedilen sıcaklık değerleri, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart ve Nisan aylarında ölçülen sıcaklıktan daha düşük olarak belirlenmişken, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarının neredeyse tamamında ölçülen sıcaklıktan daha yüksek olarak elde edilmiştir.

Teşekkür

Makale yazarları meteorolojik verileri sağladığı için Meteoroloji Genel Müdürlüğüne teşekkür ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynakça

- Akşit S., Duman C. Gökpınar Baraj Gölü'nün hissedilen sıcaklık değerleri üzerindeki etkisi. *Türk Coğrafya Dergisi* 2020; 74, 7–15. <https://doi.org/10.17211/tcd.579523>
- Chu WC., Chen YP., Xu ZW., Lee WJ. Multiregion short-term load forecasting in consideration of HI and load/weather diversity. *IEEE Transactions on Industry Applications* 2011; 47(1): 232–237. <https://doi.org/10.1109/TIA.2010.2090440>
- Fan C., Liu F., Zhao X., Ma Y., Yang F., Chang Z., Xiao X. An alternative comprehensive index to quantify the interactive effect of temperature and relative humidity on hand, foot and mouth disease: A two-stage time series study including 143 cities in mainland China. *Science of the Total Environment* 2020; 740, 140106.
- Farahani AV., Jokisalo J., Korhonen N., Jylhä K., Ruosteenoja K., Kosonen R. Overheating risk and energy demand of nordic old and new apartment buildings during average and extreme weather conditions under a changing climate. *Applied Sciences* 2021; 11(9): 3972.
- Garzón-Villalba XP., Ashley CD., Bernard TE. Benchmarking heat index as an occupational exposure limit for heat stress. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 2019; 16, 557-563.
- Ghalhari GF., Dehghan SF., Shakeri F., Ghanadzadeh MJ., Asghari M. Assessing the monthly changes of heat stress indices in outdoor environment during a 15-year period: Case of study in a dry and warm climate. *Urban Climate* 2020; 31, 100538. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100538>
- Golbabaei F., Heidari H., Shamsipour A., Forushani AR., Gaeini A. A new outdoor environmental heat index (OEHI) as a simple and applicable heat stress index for evaluation of outdoor workers. *Urban Climate* 2019; 29(May): 100479. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100479>
- Jaswal AK., Padmakumari B., Kumar N., Kore PA. Increasing trend in temperature and moisture induced heat index and its effect on human health in climate change scenario over the Indian sub-continent. *Journal of Climate Change* 2017; 3(1): 11–25. <https://doi.org/10.3233/jcc-170002>.
- Kotharkar R., Ghosh A., Kotharkar V. Estimating summertime heat stress in a tropical Indian city using Local Climate Zone (LCZ) framework. *Urban Climate* 2021; 36, 100784.
- MGM. <https://www.mgm.gov.tr/genel/sss.aspx?s=hissedilensicaklik>, 2021.

- Myers JN., Steinberg MA., Sobel J., Abrams E., Myers E. United States Patent No.US007251579B2: Method, system, and software for calculating a multifactor temperature index. 2007; 2(12).
- Myers JN., Steinberg M., Sobel J., Abrams E., Myers E. United States Patent No: USOO6768945B2, Method, system, and software for calculating a multifactor temperature index. 2004; 2(12).
- Osczevski BYR., Bluestein M. Equivalent temperature. Van Nostrand's Scientific Encyclopedia, May 2005; 1453–1458. <https://doi.org/10.1002/0471743984.vse3032>
- Schoen C. A new empirical model of the temperature-humidity index. *Journal of Applied Meteorology* 2005; 44(9): 1413–1420. <https://doi.org/10.1175/JAM2285.1>
- Steadman RG. The Assessment of Sultriness. Part I: A Temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. *Journal of Applied Meteorology* 1979a; 18(7): 861–873.
- Steadman RG. The assessment of sultriness. Part II: Effects of wind, extra radiation and barometric pressure on apparent temperature. *Journal of Applied Meteorology* 1979b; 18(7): 874–885.
- Wang S., Richardson MB., Wu CYH., Zaitchik BF., Gohlke JM. Effect of an additional 30 minutes spent outdoors during summer on daily steps and individually experienced heat index. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2020; 17(20): 7558.
- Yılmaz T., Ünal Ş. General equations for thermodynamic properties of water and water vapor [Su ve su buharinin termodinamik ozellikleri icin genel esitlikler]. *Turkish Journal of Engineering & Environmental Sciences* 1994; 18(2): 113–117.
- Yodpibul P., Panityakul T., Kongchouy N. A novel approach for high-performance heat index forecasting for the hottest region in Thailand. *Journal of Mathematical and Computational Science* 2021; 11(4): 4841-4862.
- Zune M., Rodrigues L., Gillott M. The vulnerability of homes to overheating in Myanmar today and in the future: A heat index analysis of measured and simulated data. *Energy and Buildings* 2020; 223, 110201. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110201>.