



ISIL YÜK HESAPLARINDA TÜRKİYE İÇİN YENİ İKLİM VERİLERİ

New Climate Data for Turkey in Heat Load Calculations

Hüseyin Bulgurcu
Necati Koçyiğit

ÖZET

Binalarda ve endüstriyel sistemlerde kullanılacak olan ısıtma/soğutma ekipmanlarının kapasiteleri etkileyen en önemli faktör iç ve dış sıcaklıklar arasındaki farktan kaynaklanmaktadır. Ülkemizde kullanılan maksimal (yaz) ve minimal (kış) dış hava sıcaklıkları ve bağıl nem değerleri uzun yıllar boyunca coğrafi bölgelerimiz için hep sabit kabul edilmiştir. Halbuki bu değerlerin, meteorolojik verilerin son yirmi-otuz yıllık ortalamaları olarak güncellenmesi gerekmektedir. Çünkü seçilen mekanik tesisatların gereğinden küçük seçilmesi konforsuzluklara veya süreçlerin yetersiz olmasına, büyük seçilmesi ise ilk yatırım masraflarının artmasına, verimsizliklere neden olmaktadır. Bu çalışmada web üzerindeki iklim verilerinden yararlanarak ülkemizdeki birçok il ve ilçe merkezi için maksimal ve minimal dış hava sıcaklıkları ve bağıl nem değerleri tablolar halinde hazırlanmış olup eski veriler ile farkları ortaya konmaktadır. Yine bu farklardan kaynaklanan yük hesaplamalarındaki oluşan kapasite değişimleri analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Isı yükleri, Isıtma-soğutma yükü, İklim verileri, Türkiye iklim değerleri

ABSTRACT

The most important factor affecting the capacities of heating-cooling equipment to be used in buildings and industrial systems is the difference between indoor and outdoor temperatures. The maximum (summer) and minimal (winter) outdoor temperatures and relative humidity values used in our country have been considered constant for our geographical regions for many years. However, these values need to be updated as the averages of the last twenty three years of meteorological data. Because choosing the selected mechanical installations smaller than necessary causes inconveniences or insufficient processes, and choosing large ones causes an increase in the initial investment costs and inefficiencies. In this study, using the climate data on the web, the maximum and minimal outdoor temperatures and relative humidity values for many provinces and districts in our country have been prepared in tables and their differences with the old data are presented. Again, the capacity changes in the load calculations caused by these differences were analyzed.

Key Words: Heat loads, Heating-cooling load, Climate data, Turkey climate data

1. GİRİŞ

Ülkemizin de içerisinde yer aldığı Akdeniz Havzası, küresel iklim değişikliğine karşı yerkürenin en hassas bölgelerinden birisidir. Akdeniz Havzası'nda gerçekleşecek 2°C'lik bir sıcaklık artışı, beklenmeyen hava olayları, sıcak hava dalgaları, orman yangınlarının sayısında ve etkisinde artış, kuraklık ve dolayısıyla biyolojik çeşitlilik kaybı, turizm gelirlerinde azalma, tarımsal verim kaybı ve en



önemlisi kuraklık olarak etkilerini hissettirecektir [1]. Buna göre sıcaklık artışı 2030'lu yılların sonuna kadar yavaş artacak, daha sonra hızlı bir artış gösterecektir. Kış mevsiminde 4 °C, yaz mevsiminde 6 °C'ye ulaşan sıcaklık artışları beklenmektedir.

İklim değişikliklerinde insan eliyle yapılan büyük su havzaları ve baraj gölleri de etkili olmaktadır. Özellikle güneydoğu Anadolu bölgesinde yapılan GAP projesi bu bölgelerin iklimini ılımanlaştırmış, sıcaklık ve nem oranlarını yükseltmiştir.

Binaların projelerinin ısıtma-soğutma-iklimlendirme hesaplarında ısı yüklerinin hesaplanmasında yerleşim yerlerinin yaz maksimum ve kış minimum ortalama değerleri referans alınmaktadır. Ancak bu sıcaklıklar, son yirmi-otuz yılın meteorolojik ölçüm ortalamaları olması gerekirken yaklaşık 60 yıldır hiç değişmemiştir.

Binalar dışındaki tüm endüstriyel süreçlerin hesaplanmasında yine dış hava sıcaklıkları, psikrometrik özellikler ve güneşlenme sürelerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Yanlış veriler hesaplarda kapasite hatalarına, yetersiz veya gereğinden fazla büyük kapasite seçimlerine, yüksek ilk yatırım ve işletme maliyetlerine yol açmaktadır.

Bu çalışmada Türkiye'deki il ve ilçelerin yaz ve kış dış hava sıcaklık ortalamaları incelenmiş, eski tablo değerleri ile farklılıklar ortaya konmuştur. Bunun yanında hesaplamalarda kolaylık sağlamak üzere Excel hesaplama sayfaları oluşturulmuştur.

2. İKLİM ÖLÇÜMLERİ

Coğrafik bir yerde uzun bir süre boyunca gözlemlenen sıcaklık, nem, hava basıncı, rüzgâr, yağış, yağış şekli gibi meteorolojik olayların ortalamasına iklim adı verilmektedir. Hava durumundan farklı olarak iklim bilimi (klimatoloji), bir yerin meteorolojik olaylarını uzun süreler içinde gözlemler. Bir yerin iklimi o yerin enlemine, yükseltisine, yer şekillerine, kalıcı kar durumuna ve denizlere olan uzaklığına bağlıdır. İklim türleri, sıcaklık ve yağış rejimi gibi durumlara bakılarak sınıflandırılabilir. Ancak günümüzde en çok kullanılan sınıflandırma sistemi, aslen Wladimir Köppen tarafından geliştirilmiş olan Köppen iklim sınıflandırmasıdır.

İklim; yeryüzünün herhangi bir yerinde hava olaylarına bağlı olarak gerçekleşen etkilerin uzun yılların ortalamasına dayanan durumu olarak tanımlanır. Bu ortalama süre yaklaşık olarak 30-35 yıldır. Ancak yine de bu süreler duruma göre değişebilmektedir. Bunun yanında iklimin ortalama değerleri hesaplama işlevinin yanında değerlerin günlük, yıllık değişken istatistikleri de hesaba katılır incelenmektedir.

İklim ile hava durumu arasındaki fark ise "İklim beklenen, hava durumu ise elde edilendir." şeklinde açıklanmaktadır. Tarihsel süreçte iklime etki eden temel etmenler dışında bazı dinamik etmenler de etkili olmaktadır. Bu etmenlerden olan okyanus akıntıları nedeniyle Atlantik Okyanusu'nun iki kuzey yakasından batıda olan Kanada kıyılarındaki hava olması gerekenden daha soğukken, doğu yakasındaki Avrupa kıyıları olması gerekenden yaklaşık 5 °C daha sıcaktır. Yine bir yerdeki bitki örtüsünün sıklığı, o bölgedeki yer katmanının daha serin olmasına neden olur. Bitki örtüsünün yoğun olması bölgesel olarak yağışı artırır. Bunun dışında sera gazlarında görülen değişiklikler dünyadaki sıcaklığı değiştirerek "küresel ısınma" veya "küresel soğuma" gibi iklimsel değişiklikleri ortaya çıkarır. Bu bağlamda iklime etki eden tüm durumlar tam olarak açıklanamayan karmaşık bir sistemin parçalarıdır [2].

2.1 Köppen İklim Sınıflandırması [3]

Köppen iklim sınıflandırması; aylık ve yıllık sıcaklıklar, yıllık yağış miktarı, yağışın yıl içindeki dağılışı ve yağış ile sıcaklığın doğal bitki örtüsü ile olan ilişkilerine dayanan bir sistemdir. Bu nedenden dolayı Köppen'in sınıflandırması, bitki örtüsüne dayalı iklim sınıflandırmasına kabataslak biçimde uymaktadır. Köppen sınıflandırmasına göre iklimler beş ana kuşakta, yirmi dört farklı tipte

toplanmıştır. Ana kuşaklar A, B, C, D ve E harfleri ile belirtilirken, iklim tipleri de bu harflere eklenen ikinci, üçüncü ve kimi zaman da bir dördüncü harfle belirtilmiştir. İkinci harfler bölgedeki yağış rejimini, üçüncü harfler sıcaklık karakterini, dördüncü harfler de özel durumları gösterir.

A grubundaki iklimlerde en soğuk aydaki ortalama sıcaklık 18 °C üzerindedir. Öyle ki bütün mevsimler sıcaktır ve kış mevsimi yoktur. Bu gruptaki iklimlerde, yıllık yağış 750 mm üzerindedir. Bu gruptaki iklimler aşağıdaki gibidir:

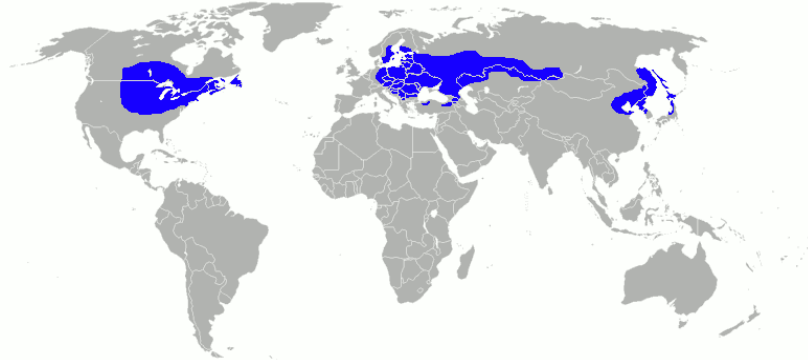
- Her mevsimi yağışlı tropikal iklim – Af
- Bütün aylar sıcak-kurak geçen 2-3 ay dışında yağışlı muson iklimi – An
- Kış ve bazen ilkbaharı kurak, tropikal iklim ya da savan iklimi – Aw

B grubundaki iklimler kurak iklimlerdir. Özellikle step ve çöl sahalarında görülür. Buralarda buharlaşma yağıştan fazladır. Step alanlarda yıllık yağış miktarı 100 ilâ 700 mm arasında, çöllerde ise 50 ilâ 350 mm arasındadır. Bu gruptaki iklimler aşağıdaki gibidir:

- Sıcak step iklimi ya da sıcak yarı kurak iklim – BSh
- Soğuk step iklimi ya da soğuk yarı kurak iklim – BSk
- Sıcak çöl iklimi ya da sıcak kurak iklim – BWh
- Soğuk çöl iklimi ya da soğuk kurak iklim – BWk

C grubundaki iklimler ılıman iklimlerdir. Bu iklimlerde en soğuk ayın ortalama sıcaklığı -3 °C ile 18 °C arasındadır. Aynı şekilde en sıcak ayın ortalama sıcaklığı 10 °C'nin üzerindedir. Kışlar genelde kısadır ancak yine de birkaç ay boyunca toprak karla örtülü olabilir veya donabilir. Bu grupta yer alan iklimler aşağıdaki gibidir:

- Kış kurak ve ılık, yazı çok sıcak iklim (Muson iklimi) – Cwa
- Kış kurak ve ılık, yazı sıcak fakat kısa iklim – Cwb
- Kış ılık, yazı sıcak ve kurak iklim (Akdeniz iklimi) – Csa
- Kış ılık, yazı sıcak, kurak fakat kısa iklim – Csb
- Kış ılık, yazı çok sıcak her mevsimi yağışlı iklim – Cfa
- Kış ılık, yazı sıcak her mevsimi yağışlı iklim – Cfb
- Kış ılık, yazı kısa ve serin, her mevsimi yağışlı iklim – Cfc



Şekil 1. Dünya çapında gözlenen ılıman karasal iklim kuşağı haritası [3]

D grubundaki iklimler, soğuk orman iklimleridir. Kışların şiddetli olduğu bu iklim grubundaki en soğuk ayın ortalama sıcaklığı -3 °C'nin altında, en sıcak ayın ortalaması 10 °C'nin üzerindedir. Bu kuşaktaki iklimlerde aylar boyunca toprağın karla örtülü kalır. Aşağıdaki iklimler bu gruptadır:

- Kış şiddetli ve kurak, yazı uzun ve sıcak iklim – Dwa
- Kış şiddetli ve kurak, yazı serin iklim – Dwb
- Kış şiddetli ve kurak, yazı kısa ve serin iklim – Dwc
- Kış çok şiddetli, yazı kısa ve nemli iklim – Dwd
- Kış şiddetli yazı uzun ve sıcak, her mevsimi yağışlı iklim – Dfa
- Kış şiddetli yazı kısa ve sıcak, her mevsimi yağışlı iklim – Dfb
- Kış şiddetli yazı kısa serin, her mevsimi yağışlı iklim – Dfc
- Kış çok şiddetli yazı kısa, her mevsimi yağışlı iklim – Dfd

E grubundaki iklimler ise kutup iklimleridir. Bu kuşaktaki iklimlerde en sıcak aydaki ortalama sıcaklık 10 °C'nin altındadır. Aşağıda bu gruptaki iklimler yer almaktadır:

- Yazı çok kısa tundra iklimi – ET
- Sürekli donmuş topraklar iklimi – EF



Şekil 2. Dünya çapında gözlenen ılıman karasal iklim kuşağı haritası [3]

2.2 Meteorolojik Ölçümler

Meteoroloji Genel Müdürlüğü uzmanları, yer ölçümleri ve yüksek atmosfer ölçümleriyle elde edilen verileri analiz ederek, hava durumu tahmininde bulunuyor. Bu ölçümler için otomatik meteoroloji istasyonları, radarlar, uydular, meteoroloji balonları kullanılıyor. Denizcilik, tarım, havacılık gibi pek çok sektör bu verileri takip etmektedir.

Türkiye’de yer seviyesinde 1636, hava alanlarında 74, denizlerde ise 83 otomatik meteoroloji istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonlar, deniz seviyesinden 0 ila 3500 metre arasında değişen yüksekliklerde konuşlandırılmıştır.



Şekil 3. Türkiye’deki meteoroloji istasyonlarının coğrafik konumları

Meteorolojik verileri kullanan sektörlerin ihtiyaçlarına göre bu ölçüm çeşitleri artırılabilir. Tarım için toprak nemi ölçümü, denizcilik için ise deniz suyu sıcaklığı, deniz dalga boyu, tuzluluk oranı gibi farklı ölçümler de yine Meteoroloji Genel Müdürlüğü bünyesindeki birimler tarafından yapılmaktadır.

Diğer bir meteorolojik veri elde etme yolu ise radarlardır. Türkiye’de 20 radar kurulmuş durumda olup bu radarlar sayesinde atmosfer sürekli takip edilmektedir. Kısa süreli tahminler için sistemin kapsama alanına giren bulutlar takip edilerek radarlardan elde edilen veriler kullanılır. Radarlar 2-3 saat sonrasında olabilecek yağışların tahmininde kullanılmaktadır.

Yüksek atmosfer gözlemi için ise meteoroloji balonu kullanılır. Büyük bir balonun altına bir cihaz bağlanarak atmosferin farklı yüksekliklerinde ölçümler yapılıyor. Balon yerden 35 kilometre yüksekliğe kadar çıkarak atmosferdeki rüzgâr, basınç, nem ve sıcaklık bu sayede ölçülebilir [4].

Meteorolojik uydular hava olaylarını küresel olarak inceleme olanağı sağlayan uzaktan algılama cihazlarıdır. Dünya çevresindeki yörüngelerinde hareket ederlerken, sensörleri (radyometre) tarafından kaydedilen verileri belirli aralıklarla yer istasyonlarına gönderirler [5].

Jeostatik hava uyduları, 35,880 km yükseklikte ekvator üzerinde Dünya yörüngesinde döner. Bu yörünge nedeniyle, dönen Dünya'ya göre sabit kalırlar ve böylece görünür ışık ve kızılötesi sensörleriyle aşağıdaki tüm yarımkürenin görüntülerini sürekli kaydedebilir veya iletebilirler [6].

2.3 İklim Değişikliği

İklim değişikliği, tüm dünyanın veya belli bir bölgenin ikliminin tarih boyunca değişikliğe uğraması demektir. Bir yerin birkaç yıl ilâ milyon yıl arasında belli sebeplerden dolayı atmosfer ile ilgili niceliklerinin değişmesi iklim değişikliği ile ilgilidir. Bu değişikliklerin nedeni, Dünya'nın kendisine ait olabileceği gibi, güneş ışığı veya son zamanlarda insan gibi dış etkenlerden dolayı da olabilir.

Son yıllarda özellikle çevre politikalarındaki kullanıma göre, iklim değişikliği kavramı sadece çağdaş dönemdeki değişiklikleri konu almaktadır. Özellikle küresel ısınma ile iklim değişikliği kavramları birbirine ilintilidir. Bazı durumlara göre kavram, sadece beşerî etmenlerle için de kullanılabilir. Bunun en önemli örneği Amerika Birleşik Devletleri'nde iklim üzerine bir kuruluş olan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)'dir. Bu kuruluş, insanlardan dolayı kaynaklanmayan iklim değişiklikleri için "iklim değişkenliği" terimini kullanmaktadır.

Dünya, geçmişte birçok iklimsel dalgalanmaya sahne olmuştur. Bu dalgalanmalar içinde en iyi bilinen örnek buz çağlarıdır. Buzul dönemleri, buzul arası dönemlerle birbirinden ayrılmış durumdadır. Buzul dönemlerinde kar ve buz yığınlarının artmasıyla, ışınların yansıtılabilirlik değerini yükselterek güneş ışınlarının daha fazla bir kısmı geri yansıtılmakta, bu da atmosfer sıcaklığında düşmeye neden olmaktadır. Volkanik etkinlikler CO₂ ve metan gibi sera gazlarının atmosfere salınmasını beraberinde getirdiği takdirde buzul dönemleri yeniden ısınma periyoduna girer küresel ısınma nedeniyle buzul arası bir dönemi de beraberinde getirebilir. Ancak birçok volkanik aktivite atmosfere salınan ve güneş ışığını geri yansıtan partiküller nedeniyle kısa dönemli küresel soğumayı beraberinde getirmektedir. Bu durum volkanın atmosfere saldığı gaz ve tozların yapısı ve miktarı ile ilgili bir konudur.

Buz devirlerinin yaşanmasındaki tahmin edilen nedenler arasında kıtaların o zamanki durumları, Dünya'nın yörüngesindeki farklılıklar, güneş ışınlarının yayılımındaki değişiklikler ve volkanizma yer almaktadır [7].

3. MALZEME VE YÖNTEM

Bu çalışma üç aşamada gerçekleştirilmiştir: Birinci aşama verilerin derlenmesi, ikinci aşamada verilerin işlenmesi ve üçüncü aşamada verilerin bir yazılım desteği ile elektronik ortama aktarılmasıdır.

Verilerin derlenmesi: Bu aşamada kullanılan iklim verileri için kullanılan kaynaklar web tabanlı olup bunlardan ilki Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) verileridir. Buradaki veriler incelendiğinde "İllere ait mevsim normalleri" değerleri 1991-2020 yılları arasında ölçümlere dayalı olarak aylık ortalama, en düşük ve yüksek sıcaklıkları, ortalama bağıl nem değerlerini, güneşlenme saatlerini, aylık yağış ortalamalarını, aylık yağışlı gün sayılarını vermektedir (Şekil 4) [8].

Çalışmada kullanılan iklim veri kaynaklarının ikincisi Birleşik Krallık merkezli Climate-Data.org web sayfasındaki iklim verileridir (Şekil 5) [9]. Buradaki iklim verileri ECMWF verilerine dayanmaktadır. ECMWF, Avrupa Orta Menzilli Hava Tahminleri Merkezi'dir. Model, 1,8 milyardan fazla veri noktasına ve 0,1 - 0,25 derecelik bir hassasiyete sahiptir.



BALIKESİR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ölçüm Periyodu (1999 - 2021)													
Ortalama Sıcaklık (°C)	4.7	6.2	9.0	12.7	17.9	22.6	25.6	25.5	21.2	15.9	10.2	6.1	14.8
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	9.0	11.3	15.3	19.8	25.5	30.1	32.6	32.6	28.7	22.6	16.5	10.6	21.2
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	0.9	1.8	3.4	6.3	10.5	15.0	18.0	18.5	14.2	10.0	5.2	2.4	8.9
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3.0	4.0	5.3	6.8	8.7	10.3	11.4	10.4	8.1	6.2	4.2	2.8	6.8
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı													NaN
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	88.0	73.2	65.3	53.6	36.8	35.0	10.0	4.6	29.8	50.7	73.0	79.4	599.4

Şekil 4. MGM web sayfasında örnek olarak Balıkesir ilinin iklim verileri [8]



CONTINENTS COUNTRIES REGIONS PLACES

Select a continent Select a country Select a region Select a place

Climate-Data.org > Turkey

POPULAR PLACES

Climate Manali

Şekil 5. Climate-data.org ana sayfası [9]

Bu hava durumu verileri, sıcaklık, yağış, su sıcaklığı, nem, yağışlı günler değişkenleri için 1991 ile 2021 yılları arasında toplanmıştır. Güneşlenme saatleri, 1999-2019 zaman çerçevesini kullanmaktadır. Grafikler ve tablolar, 1991 ile 2021 yılları arasındaki Copernicus İklim Değişikliği Servisi bilgileri kullanılarak oluşturulmuştur. Bu veriler de zaman zaman yenilenmektedir. Önceki yenileme Şubat 2021'de, son yenileme Mayıs 2022'de yapılmıştır.

Bu verilerde Türkiye'deki tüm iller, ilçeler ve bazı küçük yerleşim yerlerindeki iklim verilerine ulaşılabilir. Bizim çalışmamızda tüm il ve ilçeler için sıcaklık, nem değerleri ham olarak climate-data.org sitesinden alınmış ve bu değerlerin yaz, kış ortalamaları, rakım, sıcaklık ve bağıl neme bağlı olarak hava yoğunlukları hesaplanmıştır (Şekil 6).

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Avg. Temperature °C (°F)	6 °C (42.9) °F	6.5 °C (43.8) °F	8.5 °C (47.3) °F	12 °C (53.6) °F	16.9 °C (62.5) °F	21.7 °C (71) °F	24.3 °C (75.8) °F	24.6 °C (76.3) °F	21.1 °C (69.9) °F	16.4 °C (61.5) °F	12.2 °C (54) °F	8.1 °C (46.6) °F
Min. Temperature °C (°F)	3.8 °C (38.8) °F	4.1 °C (39.4) °F	5.5 °C (42) °F	8.5 °C (47.4) °F	13.4 °C (56.1) °F	18.2 °C (64.7) °F	20.9 °C (69.6) °F	21.7 °C (71) °F	18.3 °C (64.9) °F	14 °C (57.3) °F	9.9 °C (49.9) °F	6 °C (42.8) °F
Max. Temperature °C (°F)	8.2 °C (46.8) °F	9 °C (48.2) °F	11.4 °C (52.5) °F	15.4 °C (59.7) °F	20.3 °C (68.6) °F	25 °C (77) °F	27.7 °C (81.9) °F	28 °C (82.4) °F	24.1 °C (75.3) °F	18.8 °C (65.9) °F	14.6 °C (58.2) °F	10.2 °C (50.3) °F
Precipitation / Rainfall mm (in)	88 (3)	75 (2)	75 (2)	50 (1)	38 (1)	35 (1)	26 (1)	24 (0)	52 (2)	80 (3)	78 (3)	107 (4)
Humidity(%)	79%	77%	75%	75%	73%	70%	69%	69%	70%	75%	77%	78%
Rainy days (d)	10	9	8	6	5	4	3	3	5	7	8	10
avg. Sun hours (hours)	5.0	5.8	7.4	9.4	10.8	11.8	11.7	10.6	9.1	6.9	6.0	5.0

Veri: 1991 - 2021 Minimum Sıcaklık °C (°F), Maksimum Sıcaklık °C (°F), Yağış / Yağış mm (inç), Nem, Yağmurlu günler. Veri: 1999 - 2019: ortalama güneş saatleri

Şekil 6. Climate-data.org sayfasında İstanbul için iklim verileri [10]

Verilerin işlenmesi aşamasında yaz ve kış aylarına ait verilerin ortalama (sıcaklık, bağıl nem, yağış miktarı ve güneşlenme zamanı) değerleri hesaplanmış, sıcaklıkların yaz maksimal ve kış minimal ortalama değerleri hesaplanmıştır. Bu süreçte 35892 veri işlenip tabloya aktarılmıştır. Ayrıca ASHRAE

(2017) psikrometrik bağıntıları kullanılarak rakıma bağlı açık hava basınçları [11], hava özelliklerini hesaplamak için oluşturulan MATLAB kodları [12] kullanılarak yaz ve kış açık hava yoğunlukları ve psikrometrik verileri hesaplamak için oluşturulmuş MATLAB kodları ile yaz ortalama yaş termometre sıcaklıkları hesaplanmıştır. [13]

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Bu çalışmada Türkiye il ve ilçelerinin tümüne ait iklim verileri güncellenmiş ve bu değerlerin yaz/kış aylarına ait ortalamaları listelenmiştir. Bu veriler yardımıyla ısıtma-soğutma ve iklimlendirme hesapları daha hassas olarak yapılabilecektir.

MGM iklim verilerine dayalı illerin yaz (maksimal) ve kış (minimal) ortalama sıcaklıkları Tablo 1'de gösterilmiştir. Bu tabloda eski iklim değerleri de listelenmiş ve yeni veriler ile oluşan farkları gösterilmiştir.

Bu tablo incelendiğinde iller bazında yaz aylarındaki sıcaklık farklarının ortalaması 4,81 °C, kış aylarındaki farkların ortalaması 9,15 °C ve yaz bağıl nem farklarının ortalaması %18,9 olmuştur. Bu farklar oldukça anormaldir.

Climate-data.org web sayfasından tüm iller ve ilçelerimiz için alınan ham iklim verileri yaz maksimal, yaz ortalama (gece/gündüz), kış minimal, kış ortalama sıcaklıkları, yaz ve kış ortalama bağıl nemleri, yaz-kış hava rakıma ve bağıl neme bağlı atmosferik hava yoğunlukları, yaz ortalama sıcaklığına ve bağıl nemine bağlı yaş termometre sıcaklıkları, atmosferik basınçlar hesaplanmış ve tablolar halinde listelenmiştir. Bu tablolar Türkiye'deki tüm il ve ilçelere (997 yerleşim yeri) ait ve yukarıdaki tüm bilgileri kapsadığından bu bildiri içinde tümüne yer verme şansımız olamamıştır. Ancak bu verilere kolayca ulaşabilmeyi sağlamak üzere bir Excel hesaplama sayfası oluşturulmuş olup uygun görüldüğü takdirde MMO web sayfasında paylaşılacaktır (Şekil 7).

Tablo 1. Türkiye'deki il merkezlerinin yaz/kış tasarım değerleri ile (1939-2020) MGM ölçüm ortalamaları arasındaki farklar

İLLER	T _y (E)	T _y (M)	ΔT _y	T _k (E)	T _k (M)	ΔT _k	Φ _{yE} (%)	Φ _y (%)	ΔΦ(%)
Adana	38	33,4	4,6	0	6,4	6,4	38,3	70	+31,7
Adıyaman	38	36,3	1,7	-9	2,6	11,6	23,4	33,3	+9,9
Afyon	34	28,2	5,8	-12	-1,9	10,1	30	55	+25
Ağrı	34	27,9	6,1	-24	-12,9	11,1	47,9	53,3	+7,4
Aksaray	34	29,5	4,5	-15	-2,1	12,9	26,7	48	+21,3
Amasya	31	30,5	0,5	-12	0,2	12,2	40,1	54,7	+14,6
Ankara	35	29,2	5,8	-12	-1,2	10,8	27,2	50,7	+23,5
Antalya	39	33	6	3	6,6	3,6	43,2	59,7	+16,4
Ardahan	27	23	4	-21	-14,1	6,9	41	69	28
Artvin	30	25,5	4,5	-9	0,7	9,7	72,7	69	-3,7
Aydın	39	35,1	3,9	-3	5	8	35,3	52	+16,7
Balıkesir	37	31,8	5,2	-3	1,7	4,7	42,4	61,7	+19,3
Bartın	31	27,6	3,4	-3	1,1	4,1	40	78,3	+38,3
Batman	40	38	2	-9	-0,3	8,7	22	23,7	+1,7
Bayburt	33	25,9	7,1	-15	-8,9	6,1	29,4	55,3	+25,9
Bilecik	34	27,6	6,4	-9	0,7	9,7	38,6	59,3	+20,7
Bingöl	33	32,9	0,1	-18	-4,5	13,5	33,1	39	+5,9
Bitlis	34	27,6	6,4	-15	-7	8	34,2	53	+18,8
Bolu	34	26,7	7,3	-15	-2,5	12,5	43,2	72,3	+29,1
Burdur	36	30,7	5,3	-9	-0,1	8,9	24,6	47,7	+23,1
Bursa	37	30,1	6,9	-6	2,5	8,5	37,3	59,7	+22,4
Çanakkale	34	29,7	4,3	-3	4	7	47,9	70,7	+22,8
Çankırı	34	29,8	4,2	-15	-3	12	47,9	59,7	+11,8
Çorum	29	28,2	0,8	-15	-3,2	11,8	37,8	62,3	+24,5
Denizli	38	33,5	4,5	-6	3,2	9,2	30,5	49	+18,5
Diyarbakır	42	36,7	5,3	-9	-1,1	7,9	19	32,3	+13,3
Düzce	35	28,5	6,5	-9	1,4	10,4	--	71,7	?
Edirne	36	31	5	-9	0,4	9,4	40,6	58,7	+18,1



Elâzığ	38	32,8	5,2	-12	-2,7	9,3	20	38,3	+18,3
Erzincan	36	30,2	5,8	-18	-5,4	12,6	28,4	51,7	+23,3
Erzurum	31	25,2	5,8	-21	-12,3	8,7	50,3	54,7	+4,4
Eskişehir	34	28,8	5,2	-12	-3,1	8,9	43,2	58,7	+15,5
Gaziantep	39	33,9	5,1	-9	0,2	9,2	24,5	49	+24,5
Giresun	29	25,4	3,6	-3	5,3	8,3	72,2	78,3	+6,1
Gümüşhane	33	27,4	5,6	-12	-4,5	7,5	42,2	64	+21,8
Hakkâri	34	29,4	4,6	-24	-6,5	17,5	26	40	+14
Hatay	37	30,8	6,2	0	5,5	5,5	50,3	65,3	+15
İğdir	36	32	4	-18	-6	12	27,9	44,3	+16,4
Isparta	34	29,2	4,8	-9	-1,1	7,9	30	51	+21
İstanbul	33	27,8	5,2	-3	3,9	6,9	47	71,7	+24,7
İzmir	37	32,3	4,7	0	6,5	6,5	37,3	52,7	+15,4
K.maraş	36	34,6	1,4	-9	2,4	11,4	28,4	54	+25,6
Karabük	32	31,3	0,7	-12	0,3	12,3	-	59,3	?
Karaman	34	29,9	4,1	-12	-2,6	9,4	25,5	48	+22,5
Kars	30	24,3	5,7	-27	-14,3	12,7	39	71	+32
Kastamonu	34	26,9	7,1	-12	-3,5	8,5	34,2	61,7	+27,5
Kayseri	36	29,5	6,5	-15	-5,4	9,6	32,3	54	+21,7
Kırıkkale	35	29,9	5,1	-12	-1,7	10,3	31,7	55	+23,3
Kırklareli	35	29,7	5,3	-9	1,1	10,1	44,1	62,3	+18,2
Kırşehir	35	28,7	6,3	-12	-3,1	8,9	27,2	54,7	+27,5
Kilis	39	35,2	3,8	-6	3,2	9,2	16	49	+33
Kocaeli	36	28,9	7,1	-3	4	7	40,6	71	+30,4
Konya	34	29	5	-12	-3,3	8,7	34,2	44,3	+10,1
Kütahya	33	27,2	5,8	-12	-2,3	9,7	33,1	56,7	+23,6
Malatya	38	32,5	5,5	-12	-2	10	20	37	+17
Manisa	40	34	6	-3	3,7	6,7	32,5	46,7	+14,2
Mardin	38	33,4	4,6	-6	1,6	7,6	26,9	31	+4,1
Mersin	35	30,2	4,8	3	7,1	4,1	63,9	77	+13,1
Muğla	37	32,2	4,8	-3	2,2	5,2	25,8	51	+25,2
Muş	32	31,2	0,8	-18	-8,6	9,4	31,9	44,3	+12,4
Nevşehir	28	27,3	0,7	-15	-2,6	12,4	31,4	52,3	+20,4
Niğde	34	28,3	5,7	-15	-3,5	11,5	26	50,3	+24,3
Ordu	30	26,1	3,9	-3	4,6	7,6	49,4	72	+22,6
Osmaniye	38	33,1	4,9	-3	4,4	7,4	-	63	?
Rize	30	25,3	4,7	-3	4,4	7,4	72,7	78,3	+5,7
Sakarya	35	28,8	6,2	-3	3,8	6,8	44,1	73,3	+29,2
Samsun	32	25,8	6,2	-3	4,8	7,8	56,5	75	+18,5
Siirt	40	35,5	4,5	-9	0,6	9,6	22,3	32	+9,7
Sinop	30	25,1	4,9	-3	5,2	8,2	66,6	76,3	+9,7
Sivas	33	26,8	6,2	-18	-6	12	28,8	53,3	+24,5
Şanlıurfa	43	37,3	5,7	-6	3	9	20	37	+17
Şırnak	37	32,2	4,8	-6	0,2	6,2	-	50,7	?
Tekirdağ	33	27,2	5,8	-6	2,9	8,9	52	72,7	+20,7
Tokat	29	28,6	0,4	-15	-0,6	14,4	43	59	+16
Trabzon	31	25,3	5,7	-3	5,3	8,3	61,3	76	+14,7
Tunceli	37	33,5	3,5	-18	-3,9	14,1	25,8	42,3	+16,5
Uşak	35	29,1	5,9	-9	-0,4	8,6	31,2	53,3	+22,1
Van	33	26,9	6,1	-15	-6,4	8,6	33,1	44,3	+11,2
Yalova	33	27,6	5,4	-3	4,1	7,1	52,8	72	+19,2
Yozgat	32	25	7	-15	-4,2	10,8	31,9	62	+30,1
Zonguldak	32	24,6	7,4	-3	4,2	7,2	56,5	73	+16,5
		Yaz sic. farklarının ortalaması: 4,81		Kış sic. farklarının ortalaması: 9,15		Yaz bağ. Nem değerlerinin farkı: %18,9			

Açıklama: $T_Y(E)$: Eski yaz sic. tablo değerleri, $T_Y(M)$: Yaz meteorolojik sic. değerler, ΔT_Y : Yaz sic. farkları, $T_K(E)$: Eski kış sic. tablo değerleri, $T_K(M)$: Kış meteorolojik değerler, ΔT_K : Kış sic. farkları, Φ_{YE} : Eski yaz bağıl nem değerleri, Φ_{YM} : Meteorolojik bağıl nem değerleri, $\Delta\Phi$: Bağıl nem farkları

TÜRKİYE YENİ İKLİM VERİLERİ (1991-2021)			Hazırlayanlar	Tarih
			Hüseyin BULGURCU/Necati KOÇYİĞİT	15.01.2023
Seçilen İl/ilçe merkezi	İSTANBUL		UÇ DEĞERLER (TÜRKİYE GENELİ)	
Rakım	55	[m]	En yüksek rakım	
Yaz Ort. Hava yoğunluğu (ρ_{yo})	1,1870	[kg/m ³]	2450,00	[m] Karayazı/Erzurum
Kış Ort. Hava Yoğunluğu (ρ_{ko})	1,2523	[kg/m ³]	ORTALAMA DEĞERLER (TÜRKİYE GENELİ)	
Yaz Ortalama Bağıl Nem (Φ_{yo})	71,7	[%]	Ortalama yağış-kış	
Yaz Maksimal Sıcaklık (T_{ym})	26,10	[°C]	84	[mm]
Yaz ortalama Sıcaklık (T_{yo})	22,30	[°C]		
Kış Ortalama Bağıl Nem (Φ_{ko})	78,0	[%]		
Kış Minimal Sıcaklık (T_{km})	4,60	[°C]		
Kış Ortalama Sıcaklık (T_{ko})	6,90	[°C]		
Yaz yağış ortalaması	28,33	[mm]		
Kış yağış ortalaması	90	[mm]		
Yaz Güneşlenme Saati	11,36	[Saat]		
Kış Güneşlenme Saati	5,27	[Saat]		
Yaz Ort. Yaş Termometre	18,79	[°C]		

Şekil 7. Türkiye il ve ilçelerine ait 1991-2021 yıllarını kapsayan İklim Verileri-1.0 yazılımının ana sayfası

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Türkiye için elde edilen verilerle, hesaplamalarda kullanılmış olduğumuz eski dış sıcaklık ve nem verilerinin çok önemli ortalama farklar oluşturması düşündürücüdür. İklimin 50-60 yıllık sürede bu kadar değişmesi mümkün olamayacağına göre yıllardır kullandığımız iklim verilerinin saha ölçümlerine bakılmadan hazırlanmış olduğu kanaatindeyiz.

Örnek olarak Sivas'ta inşa edilen 3827 m²'lik bir iş hanında -18 °C'ye göre hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı 1471 MJ olmaktadır. Dış sıcaklığı yeni iklim verilerine göre -7,3 °C aldığımızda bu ısıtma enerjisi 365 MJ değerine düşmektedir [14]. Bu durumda ilk yatırım ve işletme maliyetlerinde aynı oranda düşüş meydana getirecektir. Bu da ülkemizin karbon ayak izinin azaltımında çok önemli etkiye neden olacaktır.

Bu çalışmanın sonraki aşamasında tüm yılı kapsayacak şekilde ilkbahar ve sonbahar verilerini de eklemeyi hedeflenmektedir. Yine bu çalışmaya il ve ilçelerin coğrafik konumuna göre ortalama güneş ışınım seviyeleri (W/m²), mevsimsel rüzgâr hızı ortalamaları eklenirse yenilenebilir enerji yatırımlarında fizibilite etütleri için katkı sağlanmış olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] https://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/iklim_degisikligi_ve_enerji/iklim_degisikligi/kuresel_iklim_degisikligi_ve_turkiye/ (16.12.2022 tarihinde erişildi)
- [2] <https://tr.wikipedia.org/wiki/İklim> (12.01.2023 tarihinde erişildi)
- [3] https://tr.wikipedia.org/wiki/Köppen_iklim_sınıflandırması#:~:text=Köppen%20iklim%20sınıflandırması%2C%20iklimleri%20beş,gruplar%20bir%20harfle%20temsil%20edilmektedir. (14.01.2023 tarihinde erişildi)
- [4] <https://www.trthaber.com/haber/turkiye/hava-tahminleri-nasil-hazirlaniyor-437482.html> (14.01.2023 tarihinde erişildi)
- [5] <https://www.mgm.gov.tr> (12.1.2023 tarihinde erişildi)
- [6] https://tr.wikipedia.org/wiki/Meteoroloji_uyduları (13.1.2023 tarihinde erişildi)
- [7] https://tr.wikipedia.org/wiki/İklim_değişikliği (10.1.2023 tarihinde erişildi)
- [8] <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx> (12.10.2022 tarihinde erişildi)
- [9] <https://en.climate-data.org/asia/turkey/istanbul/istanbul-715086/> (15.12.2023 tarihinde erişildi)
- [10] <https://en.climate-data.org/asia/turkey/istanbul/istanbul-715086/> (15.12.2023 tarihinde erişildi)
- [11] ASHRAE Fundamentals Handbook, 2017. Chapter 1: Psychrometrics.



- [12] S. Fitz (2023). Calculation of air properties (<https://github.com/sjfitz/AirProperties/releases/tag/v2.0.1>), GitHub. Retrieved January 19, 2023.
- [13] (<https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/49154-si-psychrometric-chart>), MATLAB Central File Exchange. Retrieved January 18, 2023.
- [14] İLHAN, M.Onur (Mak. Yük. Müh.) Balıkesir Vakıflar Bölge Müdürlüğü (18.01.2023 tarihli görüşme)

ÖZGEÇMİŞLER

Hüseyin BULGURCU

1962 yılında İzmir Kınık Poyracık'ta doğdu. 1984 yılında Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Makine Enerji dalından lisans, 1989 yılında M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsünden Yüksek Lisans, 1994 yılında aynı Enstitüden Doktora dereceleri aldı. 1995 yılında Y. Doçent, 2013 yılında Doçent oldu. 1986-1989 yılları arasında Kartal Teknik Lisesinde, 1989-1995 yılları arasında Çankırı Meslek Yüksekokulunda öğretim elemanı olarak çalıştı. 1994 yılında YÖK-D.B projesi kapsamında İngiltere'de Manchester College'de mesleki araştırmalarda bulundu. 1995-2012 yılları arasında Balıkesir Meslek Yüksekokulu İklimlendirme ve Soğutma Programında çalıştı. Ağustos 2012 ila Eylül 2016 tarihleri arasında Balıkesir Mühendislik Mimarlık Fakültesi'nde çalıştı. Mart 2017'de emekli oldu. Sektör firmalarında danışmanlık yapmaktadır.

Necati KOÇYİĞİT

1965 yılında Trabzon Araklı'da doğdu. 1988 yılında Marmara Üniversitesi Makine Eğitimi dalında lisans, 1991 yılında aynı üniversitede Fen Bilimleri Enstitüsünden yüksek Lisans, 2009 yılında aynı Enstitüden Doktora derecelerini aldı. 2010 yılında Y. Doçent oldu. 1994-95 yıllarında İngiltere, Manchester College'de mesleki araştırmalarda bulundu. 2013-14 yıllarında Florida International University, Department of Mechanical and Material Engineering'de Post Doktora yaptı. 1991-1993 yıllarında Kadırga Teknik Lisesinde, 1993-2013 yıllarında Rize Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, İklimlendirme ve Soğutma Programında öğretim elemanı olarak çalıştı. 2013-2016 yılları arasında Rize Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümünde çalıştı. Emekli, serbest bilimsel araştırmacılık ve danışmanlık yapmaktadır.