

YUNANİSTAN'IN ATİNA VE SELANİK ŞEHRİNİN 30 YILLIK SICAKLIK VERİLERİNİN ANALİZİ - SICAKLIK DEĞİŞİMLERİNİN BİNALARIN ISITILMASI VE SOĞUTULMASI İÇİN ENERJİ TÜKETİMİNE ETKİSİ

KT Papakostas¹, P. Zagana-Papavasileiou¹, T. Mavromatis²

¹Proses Ekipman Tasarım Laboratuvarı, Makine Mühendisliği Bölümü, Enerji Bölümü, Selanik Aristoteles Üniversitesi - 54124 Selanik - Yunanistan.

²Selanik Aristoteles Üniversitesi, Jeoloji Fakültesi, Fen Fakültesi, Meteoroloji-Klimatoloji Bölümü - 54124 Selanik - Yunanistan.

Soyut

Bu makale, Yunanistan'ın iki büyük şehri olan Atina ve Selanik için 30 yıllık kuru termometre sıcaklığı veri analizinin sonuçlarını sunmaktadır. Ham saatlik veriler, Atina Ulusal Gözlemevi ve Selanik Aristoteles Üniversitesi Meteoroloji ve Klimatoloji Enstitüsü'nün meteoroloji istasyonlarından elde edilmiştir. Aylık ortalama kuru termometre sıcaklıkları ve 2°C geniş sıcaklık aralıklarındaki (bin) saatlerdeki oluşum sıklıkları, 1983-1992, 1993-2002 ve 2003-2012 on yılları için sunulmakta ve karşılaştırılmaktadır. Sonuçlar, aylık ortalama sıcaklıkların önceki on yılların değerleriyle karşılaştırıldığında her on yılda sürekli arttığını göstermektedir. Isıtma ve soğutma dönemlerinde sıcaklık binlerinin sıklığı için ayrı ayrı kümülatif sonuçlar, her iki şehir için de düşük sıcaklık binlerinin sürekli azaldığını ve yüksek sıcaklık binlerinin arttığını göstermektedir. Çok katlı bir ofis binasının ısıtma ve soğutma için enerji taleplerini, modifiye edilmiş bin enerji yöntemi ve sıcaklık bin verileri kullanılarak tahmin ederek, her on yılda ısıtma enerjisi gereksinimlerinin azalırken soğutma enerjisi gereksinimlerinin arttığı sonucuna varılmıştır. Tüm sonuçlar, en azından incelenen iki bölge için bir ısınma eğilimini göstermektedir.

Anahtar kelimeler

İklim değişikliği, Soğutma, Binalarda enerji tüketimi, Isıtma, Değiştirilmiş Bin yöntemi, Sıcaklık verileri

1. Giriş

İklim değişikliği konusu son yıllarda yaygın ilgi görmektedir ve çok sayıda bilim insanının çeşitli zaman ve mekan ölçeklerinde incelediği bir konudur. İklim değişikliğinin nedenleri karmaşıktır ve bilim camiasında nedenler hakkında çeşitli görüşler vardır. Günümüzde yaygın olarak kabul gören ana neden, binalar, işletmeler, tarım ve ulaşımdan kaynaklanan emisyonlardır. Tüm bu insan faaliyetlerinde enerji kullanılır, çoğunlukla yenilenemeyen enerji kaynaklarından (sıvı, gaz ve katı yakıtlar) ve sera gazları (GHG'ler) üretilir. GHG'lerin artan atmosferik konsantrasyonları, küresel ısınmanın ve iklim değişikliğinin baskın itici gücüdür.

Son zamanlarda, küresel ısınmanın ortam hava sıcaklığındaki değişiklikler, inşa edilmiş çevredeki enerji tüketimi, elektrik enerjisi talebi ve ilgili sera gazı emisyonları üzerindeki etkileri konusunda dünya çapında çok sayıda çalışma yürütülmüştür. Bazıları ortam sıcaklığının artışına kanıt olarak tarihsel verileri analiz ederken, diğer çalışmalar sera gazı emisyonları için farklı senaryolarla dünya iklim sisteminin hesaplamalı modellerini kullanarak önümüzdeki yıllardaki iklimi tahmin etmektedir. Bu çalışmaların büyük bir kısmı iklim değişikliğinin aylık ortalama sıcaklıklar, ısıtma derece günleri (HDD), soğutma derece günleri (CDD) ve ortam sıcaklığı aralıklarının sıklığı (bin) gibi çeşitli iklim endeksleri üzerindeki etkisini araştırmaktadır. Birçok araştırmacı iklim değişikliğinin binaların soğutma ve ısıtma talepleri ile elektrik enerjisi talebi üzerindeki etkisine odaklanırken, diğerleri binaların karbon emisyonları üzerindeki etkileri incelemektedir.

Brunetti ve diğerleri [1], 1865'ten 1996'ya kadar İtalya'daki ortam sıcaklıklarının istatistiksel bir analizini gerçekleştirerek, son on yıllardaki iklimin ortalama günlük hava sıcaklıklarında bir artışla karakterize olduğu sonucuna vardı. Sonuçlar, güneyde kuzeyden daha fazla olan maksimum ve minimum sıcaklıklarda pozitif bir eğilim göstermektedir.

Moonen ve diğerleri [2], doğrusal regresyon tekniklerini kullanarak İtalya'daki 1878'den 1999'a kadar ortalama, maksimum ve minimum hava sıcaklıklarını analiz ederek, yılda donlu gün sayısının önemli ölçüde azaldığını ve aynı zamanda ilkbahardaki son don gününün 122 yıl öncesine göre ortalama 1 ay daha erken gerçekleştiğini ortaya koydu.

Bangladeş'te de son elli yılda sıcaklık artışı rapor edildi [3], gündüz maksimum sıcaklıklarına kıyasla gece minimum sıcaklıklarında daha fazla artış görüldü.

Lebassi ve diğerleri [4], Kaliforniya'daki 159 lokasyondaki kayıtlardan günlük maksimum ve minimum sıcaklıkların analizini gerçekleştirerek, ortalama aylık hava sıcaklıklarının uzun vadeli (1970-2005) değişimlerini tahmin etti. Sonuçlar, maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklarda sırasıyla on yılda 0,26°C, 0,04°C ve 0,15°C'lik artışlarla artan eğilimler gösterdi.

Ortalama aylık ve yıllık ortam hava sıcaklıkları, Yunanistan'da [5] 1983-2002 dönemi için iki büyük şehirdeki saatlik kuru termometre sıcaklık kayıtlarından hesaplandı. Her iki şehirdeki sonuçlar, 1993-2002 on yılında 1983-1993 on yılının karşılık gelen değerleriyle karşılaştırıldığında artan sıcaklık değerleri gösterdi. İkinci on yıl boyunca ortalama yıllık hava sıcaklığı Atina'da 1°C ve Selanik'te 0,5°C arttı. Bu iki şehirdeki ısınma eğilimi önceki araştırmalarda da bildirilmişti [6].

Almazroui ve diğerleri [7], Arap Yarımadası'ndaki 31 yıllık bir dönem (1979-2009) için sıcaklık (minimum, ortalama ve maksimum) değişimlerini inceledi. Sonuçlar, Suudi Arabistan'daki sıcaklığın önemli ölçüde arttığını ve artış oranının kuru ve yağışlı mevsimde sırasıyla on yılda 0,72°C ve 0,51°C olduğunu gösterdi.

İsviçre'deki Zürih-Kloten lokasyonu için yapılan bir araştırmada [8], İsviçre Merkez Platosu'ndaki iklim durumu için temsili olan, 1981-2002 dönemindeki saatlik hava durumu verilerinin analizi yapıldı. Sonuçlar, hem ortalama yıllık hem de (kış/yaz) mevsimsel hava sıcaklıklarının her on yılda yaklaşık 0,50°C arttığını gösterdi.

Tahran'da ısıtma ve soğutma için dış mekan tasarım koşullarının 40 yıllık (1967-2006) saatlik veriler kullanılarak incelenmesi, soğutma için %1 kuru termometre tasarım sıcaklığının 0,27°C, ısıtma için %99 kuru termometre tasarım sıcaklığının ise 3,8°C arttığını göstermiştir [9].

[10] Atina Ulusal Gözlemevi'nin (NOA) 105 yıllık (1897-2001) yüzey hava sıcaklığı kaydı, Atina şehrinde uzun vadeli ortalama özelliklerden önemli sapmalara dair belirtileri belirlemek için analiz edilmiştir. Kaydın tamamının analizi, daha sıcak yıllara doğru bir eğilim olduğunu, önemli ölçüde daha sıcak yaz ve ilkbahar dönemleri ve biraz daha sıcak kışlar olduğunu ortaya koymuştur (sırasıyla ortalama yaz ve ortalama kış sıcaklığında 1,23°C ve 0,34°C'lik bir artış gözlemlenmiştir). Kaydın son on yılı (1992-2001) için yapılan eğilim analizi, hem sıcak hem de soğuk mevsimlerde önemli bir artış, ancak maksimum ve minimum sıcaklık olduğunu ortaya koymuştur.

Son 100 yıldaki ısınma, küresel ortalama sıcaklıkta yaklaşık 0,74 °C'lik bir artışa neden oldu ve 1995-2006 dönemindeki on iki yılın on biri, enstrümantal kayıtlarda (1880'den beri) en sıcak 12 yıl arasında yer aldı [11]. Sera gazı emisyonları devam ederse, daha fazla ısınma devam edecektir. "Düşük emisyon senaryosu" için 21. yüzyılda yüzey havasının ısınmasının 1,8 °C olacağı ve olası aralığın 1,1 ila 2,9 °C olacağı tahmin edilmektedir. "Yüksek emisyon senaryosu" için en iyi tahmin, olası aralığın 2,4 ila 6,4 °C olduğu 4,0 °C'dir. Sera gazı ve aerosol konsantrasyonları 2000 yılı seviyelerinde tutulsa bile, önümüzdeki yirmi yıl boyunca on yılda yaklaşık 0,1 °C'lik bir sıcaklık artışı beklenir [12].

Birçok araştırma çalışması, çeşitli sera gazı emisyonu veya küresel ısınma senaryolarıyla istatistiksel ve stokastik modeller kullanarak ortam sıcaklığının gelecekteki eğilimlerini araştırdı ve iklim değişikliğinin binaların ısıtma ve soğutma için enerji talebi üzerindeki etkisini [8, 13-26] veya elektrik enerjisi talebi üzerindeki etkisini [4, 27-31] tahmin etti. Bu çalışmaların birçoğunda basitleştirilmiş yöntemler kullanıldı, örneğin derece-gün yöntemleri [4, 13, 15, 22, 23, 28, 31], diğerlerinde ise [8, 14, 16, 18, 19, 27], ısıtma/soğutma yüklerinin ve karşılık gelen enerji kullanımının saat saat hesaplanmasını gerçekleştiren daha gelişmiş bina enerji simülasyon araçları uygulandı. Genel sonuçlar şunlardır: gelecekte sıcaklık artışı, aşırı olayların sıklığının artması ve binaların ısıtma, soğutma ve elektrik enerjisi için enerji taleplerinde gelecekte değişiklikler.

Bu çalışmanın amacı, iki büyük Yunan şehri olan Atina ve Selanik için 30 yıllık ortam hava sıcaklığı verilerinin istatistiksel analizinin sonuçlarını sunmaktır. 1983'ten 2012'ye kadar olan saatlik sıcaklık verileri analiz edildi ve 1983-1992, 1993-2002 ve 2003-2012 on yıllarına ait ortam hava sıcaklığının aylık ortalama değerleri ve binli dağılımları hesaplandı. Her on yılın sonuçları bir öncekilerin sonuçlarıyla karşılaştırıldı ve son 30 yıldaki ortam hava sıcaklığı değişimlerinin büyüklüğü ile ilgili sonuçlara ulaşmak için mevsimsel ve on yıllık eğilimler tahmin edildi. Amaç, enerji uygulamalarına yönelik çalışmalarda kullanılmak üzere yakın-geçmiş ve mevcut hava sıcaklığı değişimleri hakkında bir referans belgesi sunmaktır. Sıcaklık verilerindeki değişikliklerin binaların enerji tüketimi üzerindeki etkisini değerlendirmek için, çok katlı bir ofis binasının ısıtma ve soğutma için enerji talepleri, değiştirilmiş bin yöntemi ve 3 onyıla ait sıcaklık bin verileri kullanılarak tahmin edildi.

2. Sıcaklık verilerinin analizi

2.1 Sıcaklık verileri

Saatlik kuru termometre sıcaklığı verileri Atina Ulusal Gözlemevi'nin (NOA) [32] ve Selanik Aristoteles Üniversitesi Meteoroloji ve Klimatoloji Enstitüsü'nün (IMC/AUTH) [33] meteoroloji istasyonlarından elde edildi. NOA istasyonu (37° 58' K, 23° 43' D) Akropolis'in yakınındaki küçük bir tepede deniz seviyesinden 107 m yükseklikte yer almaktadır. Kıyı şeridinde uzaklığı yaklaşık 5 km'dir. IMC/AUTH istasyonu Üniversite kampüsünde (enlem 40°37' K, boylam 22°57' D ve yükseklik 31 m) yer almaktadır ve denizden yaklaşık 1 km uzaklıktadır. Her iki istasyon da şehir merkezine yakın olmasına rağmen yoğun trafikten ve yoğun yapılaşmış alanlardan izole edilmiştir.

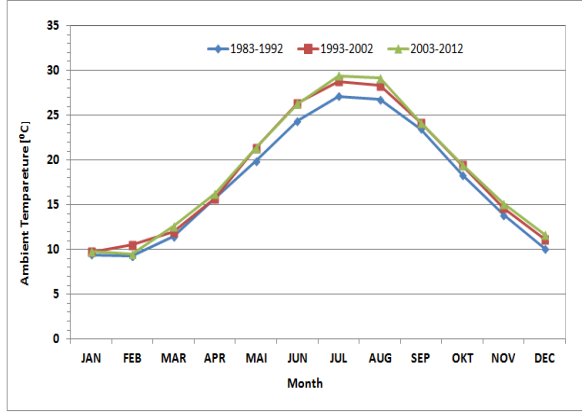
2.2 Aylık ortalama sıcaklıklar

Ortalama sıcaklık değerlerindeki değişimler iklim değişikliğinin iyi bir göstergesidir, bu nedenle bu tartışmada aylık ve yıllık ortalama sıcaklıkların ayrıntıları dikkate alınmıştır. İki şehirdeki 1983-1992, 1993-2002 ve 2003-2012 on yıllarına ait ortalama aylık sıcaklık değerleri Tablo 1'de sunulmuş ve Şekil 1'de çizilmiştir. Bu değerler yukarıda belirtilen iki meteoroloji istasyonunda kaydedilen saatlik verilerin analizinden elde edilmiştir. Sonuçlardan Atina'daki ortalama yıllık sıcaklığın %1 arttığı sonucuna varılmıştır. °C ilk on yıldan (1983-1992) ikinci on yıla (1993-2002) ve 0.2°C ikinci on yıldan üçüncü on yıla (2003-2012). Selanik'te artış %0,5'ti °C ilk on yıldan ikinci on yıla kadar ve 0.6°İkinci ila üçüncü onyıldan itibaren C. Yıllık ortalama sıcaklığın birinci ila üçüncü onyıldan itibaren toplam artışı 1.2°C ve 1.1°C sırasıyla Atina ve Selanik için.

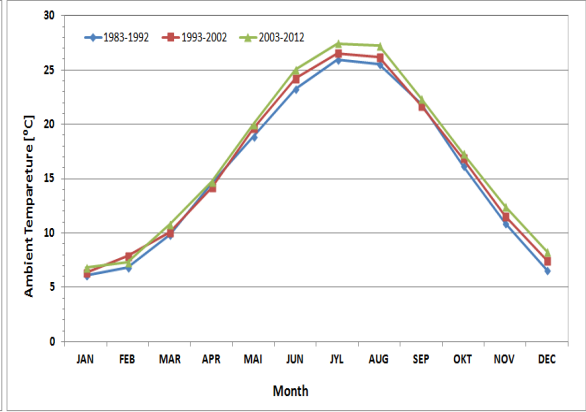
	Atina			Selanik		
Dönem	1983-1992	1993-2002	2003-2012	1983-1992	1993-2002	2003-2012
Ocak.	9.44	9.73	9.83	6.13	6.34	6.81
Şubat.	9.32	10.48	9.50	6.86	7.84	7.34
Mart.	11.47	11.97	12.62	9.83	10.06	10.81
Nis.	15.77	15.74	16.25	14.58	14.17	14.74
Mayıs	19.93	21.34	21.40	18.86	19.62	20.05
Haziran.	24.42	26.34	26.31	23.31	24.22	25.02
Tem.	27.13	28.79	29.42	25.93	26.54	27.46
Ağu.	26.77	28.30	29.20	25.53	26.17	27.27
Eylül	23.50	24.16	24.13	21.92	21.69	22.34
Ekim.	18.32	19.43	19.45	16.16	16.85	17.35
Kasım	13.88	14.64	15.14	10.91	11.58	12.41
Aralık	10.13	11.18	11.64	6.60	7.47	08.30
Yıllık	17.50	18.51	18.74	15.57	16.04	16.66

Tablo 1:1983-1992, 1993-2002 ve 2003-2012 on yıllarının ortalama aylık ve yıllık sıcaklıkları Atina ve Selanik'te

Ayrıca her iki şehirde ve yılın tüm aylarında ortalama sıcaklıkta sürekli bir artış olduğu da açıktır. Yaz aylarında artış Atina için Eylül ayında 0,63 K'den Ağustos ayında 2,43 K'ye, Selanik için Eylül ayında 0,42 K'den Ağustos ayında 1,74 K'ye kadar değişmektedir. Kış aylarında artış Atina için Şubat ayında 0,18 K'den Aralık ayında 1,51 K'ye, Selanik için Nisan ayında 0,16 K'den Aralık ayında 1,70 K'ye kadar değişmektedir. Tüm karşılaştırmalar birinci ve üçüncü on yıl arasında yapılmıştır ve ortalama aylık sıcaklıkların hem kış hem de yaz döneminde sürekli olarak arttığı sonucuna varmaktadır; bu da genel olarak iklimin ısınma eğilimini doğrulayan bir olgudur.



(Atina)

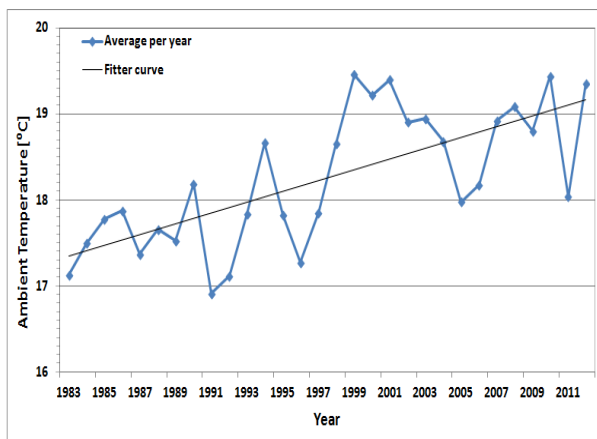


(Selanik)

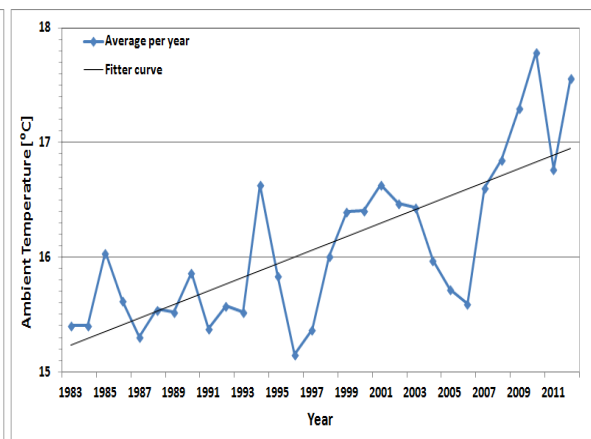
Şekil 1:1983-1992, 1993-2002 ve 2003-2012 on yıllarının ortalama aylık sıcaklıkları Atina ve Selanik

2.3 Yıllık ve 5 Yıllık yıllık ortalama sıcaklıklar

Şekil 2, Atina ve Selanik için 1983'ten 2012'ye kadar yıllık ortalama sıcaklıkları göstermektedir. Sunulan sonuçlardan, her iki şehir için de yıllık ortalama sıcaklıkta yukarı yönlü bir eğilim olduğu sonucuna varılmıştır. Atina'da ortalama artış on yılda 0,63°C ve Selanik'te on yılda 0,57°C'dir, ancak en yüksek artış her iki şehir için de üçüncü on yılda gözlemlenmiştir. Aynı nitel eğilimler 5 Yıllık ortalama sıcaklık serisini göstermektedir (şekil 3).

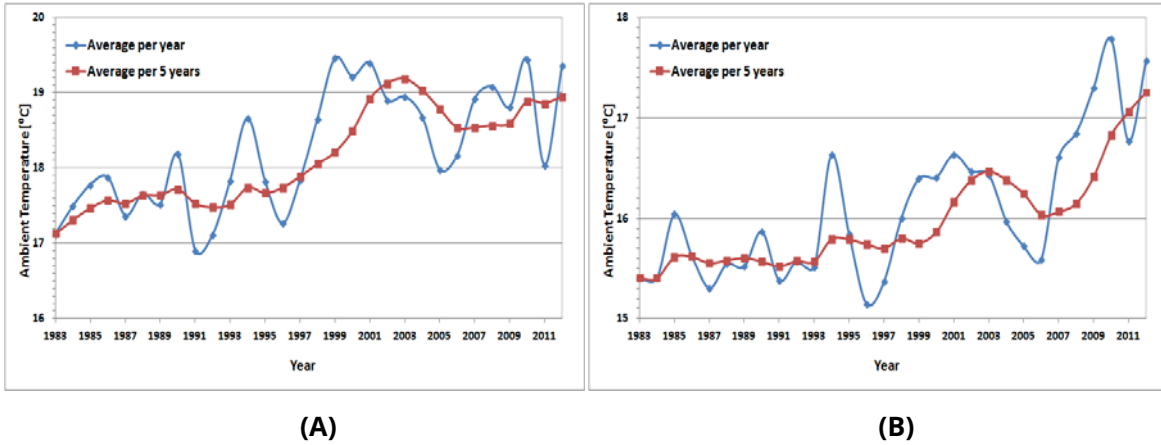


(A)



(B)

Şekil 2:(a) Atina ve (b) Selanik için 1983'ten 2012'ye kadar yıllık ortalama sıcaklıklar

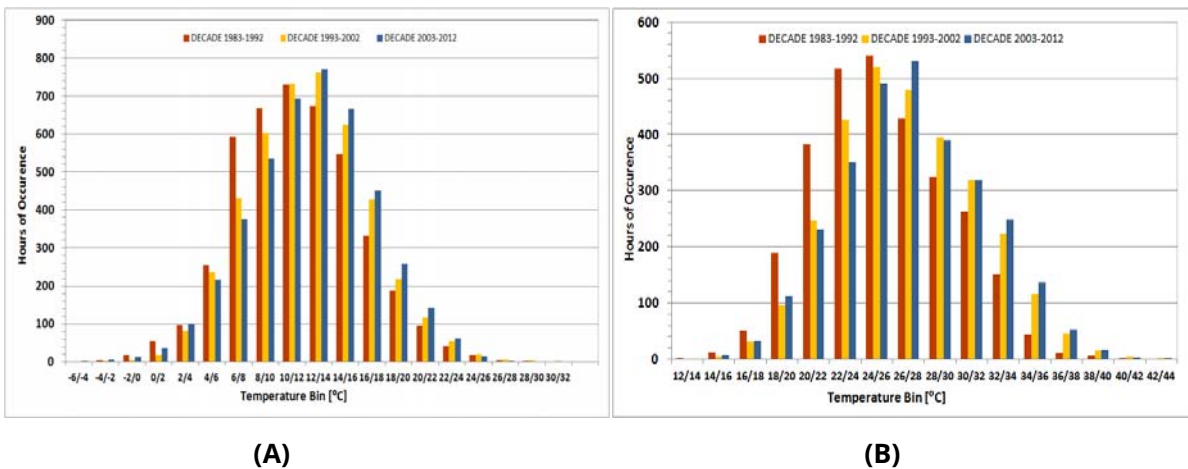


Şekil 3:(a) Atina ve (b) Selanik için 1983'ten 2012'ye kadar yıllık ve 5 yıllık ortalama sıcaklıklar

2.4 Sıcaklık Bölmesi verileri

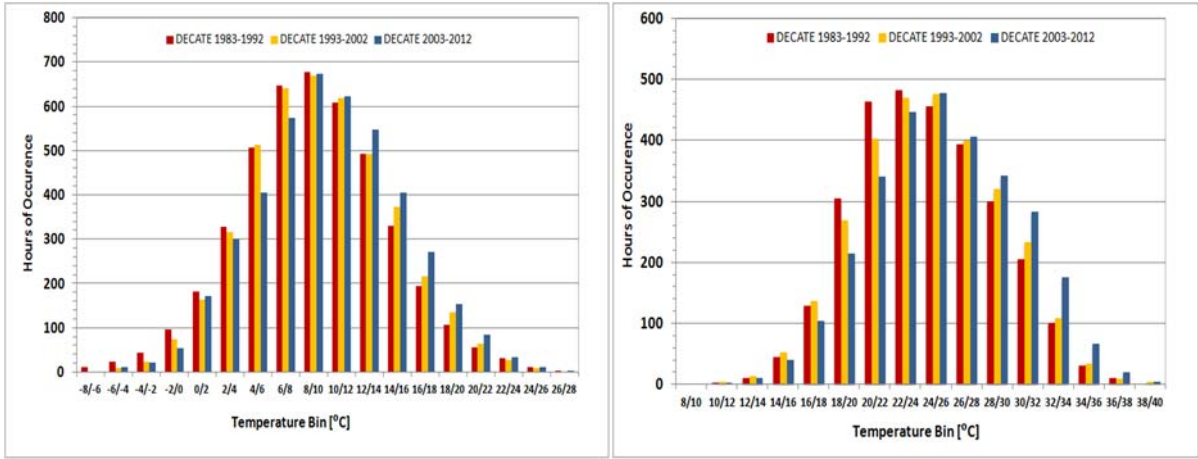
2 K-genişliğindeki sıcaklık bölmelerinin periyot başına (yaz, kış) oluşma sıklığına (saat cinsinden) ilişkin kümülatif sonuçlar sırasıyla Atina ve Selanik için Şekil 4 ve 5'te gösterilmiştir. Şekiller, üç on yıl için ayrı ayrı, belirli bir sıcaklık aralığının (bölmenin) her periyotta meydana geldiği ortalama saat sayısını göstermektedir. Binaların normalde ısıtmaya ihtiyaç duyduğu kış dönemi, Kasım-Nisan aylarını kapsamaktadır. Benzer şekilde, soğutmanın gerekli olduğu yaz dönemi, Haziran-Eylül aylarını kapsamaktadır. Her iki şehirde de sıcaklık bölmelerinin dağılımının sağa kaydığı, yani her yeni on yılda düşük sıcaklık bölmelerinde bir azalma ve yüksek sıcaklık bölmelerinde bir artış gözlemlendiği açıkça görülebilir.

Düşük sıcaklık bölmelerinin (saat cinsinden) meydana gelme sıklığı istikrarlı bir şekilde azalırken (üçüncü on yılda bazı bölmelerde bazı istisnalar olmakla birlikte), yüksek sıcaklık bölmelerinin meydana gelme sıklığı her on yılda sürekli artmaktadır. Soğuma döneminde Atina'da en sık görülen sıcaklık bölmesi 1983-1992 on yılında 24/26°C iken, 2003-2012 on yılında 26/28°C'ye yükselmiştir. Isıtma döneminde buna karşılık gelen en sık görülen sıcaklık bölmesi 10/12°C iken, birinci ve üçüncü on yıl arasında 12/14°C'ye yükselmiştir. Benzer sonuçlar Selanik şehrinde de görülmektedir. Ayrıca, zirve sıcaklık bölmelerinin (>32/34°C) meydana gelme sıklığı Atina'da 477 saatten 779 saate, Selanik'te ise 141 saatten 266 saate yükselmiştir. Aksine, düşük sıcaklıklı kutuların (<6/8°C) görülme sıklığı, iki şehirde sırasıyla 1021'den 748 saate ve 1836'dan 1537 saate düşürüldü. Yukarıdaki sonuçlar, iklim değişikliğinin daha ılıman kışlara ve daha sıcak yazlara doğru ilerlediğinin göstergesini doğruluyor.



Şekil 4:Sıcaklık bin saat oluşumları. On yıllar 1983-1992, 1993-2002 ve 2003-2012, Atina

(a) ısıtma süresi (b) soğutma süresi



(A)

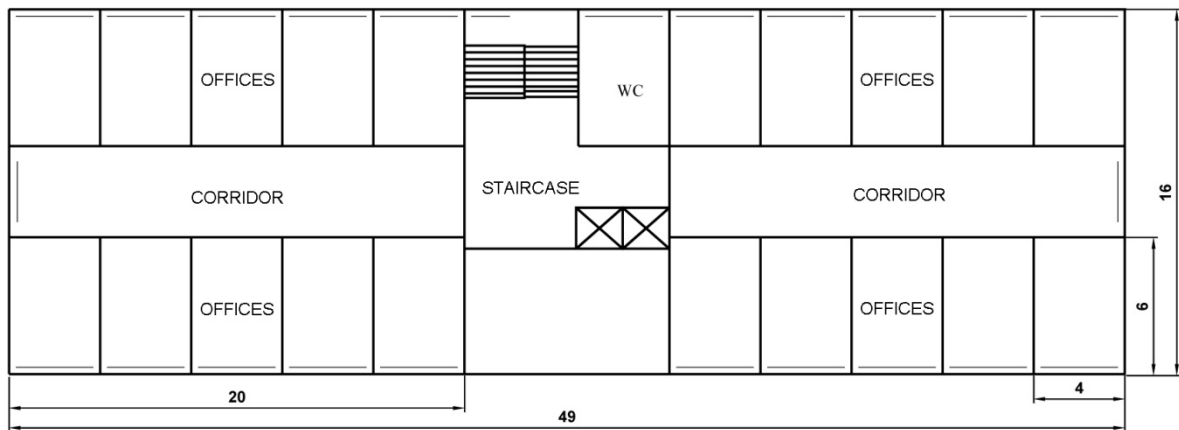
(B)

Şekil 5:Sıcaklık bin saat oluşumu. On yıllar 1983-1992, 1993-2002 ve 2003-2012, Selanik
(a) ısıtma süresi (b) soğutma süresi

3. Sıcaklık değişimlerinin ısıtma ve soğutma için enerji talepleri üzerindeki etkisi

Sıcaklık verisi değişikliklerinin binaların enerji tüketimi üzerindeki etkisini ölçmek için, bir ofis binasının ısıtma ve soğutma için enerji talepleri tahmin edildi. Isıtma için enerji gereksinimleri klasik bölme yöntemi [34] kullanılarak tahmin edilirken, soğutma için olanlar modifiye bölme yöntemi [34, 35] kullanılarak tahmin edildi. Enerji gereksinimleri yalnızca makul yükleri hesaba katar, çünkü bu makalede sunulan veri analizi yalnızca kuru ampul sıcaklığı verilerine atıfta bulunur.

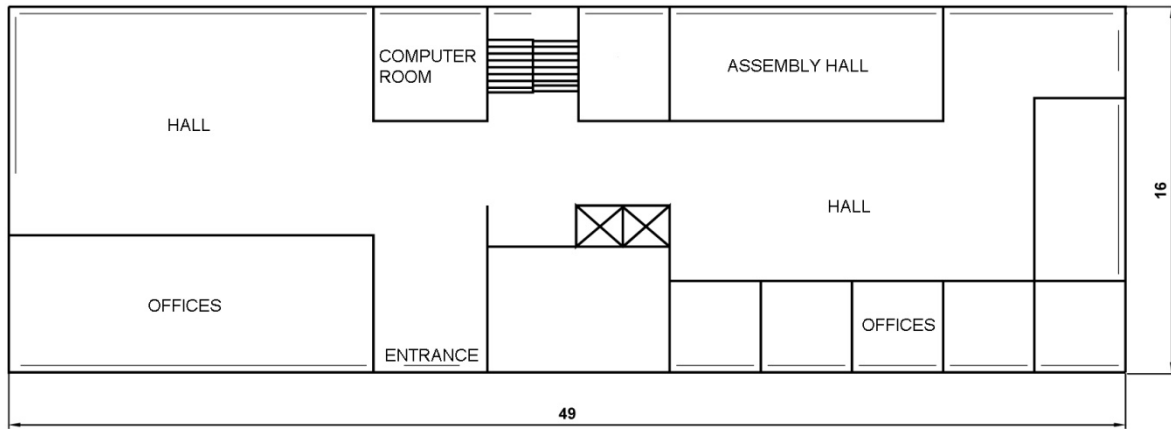
Bu çalışma için seçilen bina Selanik'teki üniversite kampüsünün tipik bir binasıdır. Dikdörtgen bir şekle sahiptir ve kesit görünümünün boyutları 16x45 m'dir. Tipik katın yüksekliği 3 m'dir. Bina ofislerin bulunduğu 9 kat, ana girişi, ofisleri, bir bilgisayar odası ve bir toplantı salonunun bulunduğu bir zemin kat ve tesisatları barındıran bir bodrum katından oluşmaktadır. Tipik kat Şekil 6'da, zemin kat ise Şekil 7'de gösterilmiştir. Binanın iki ana cephesi kuzeye ve güneye bakmaktadır. Açıklıkların yüzeyleri binanın kuzeyinin yaklaşık %24'ünü, güneyinin %32'sini ve doğu ve batı çevre alanlarının %12,5'ini başka hiçbir yapı tarafından gölgelenmeden temsil etmektedir.



Şekil 6:Binanın tipik katının plan görünümü

Binanın 09:00 ile 20:00 arasında çalıştığı varsayıldı ve ısıtma periyodunda iç mekan sıcaklığı 20°C'de, soğutma periyodunda ise 26°C'de tutuldu. Günün geri kalanında sıcaklıklar sırasıyla 15 ve 30°C olarak varsayıldı. Merdivenlerin ve giriş alanının sıcaklığı

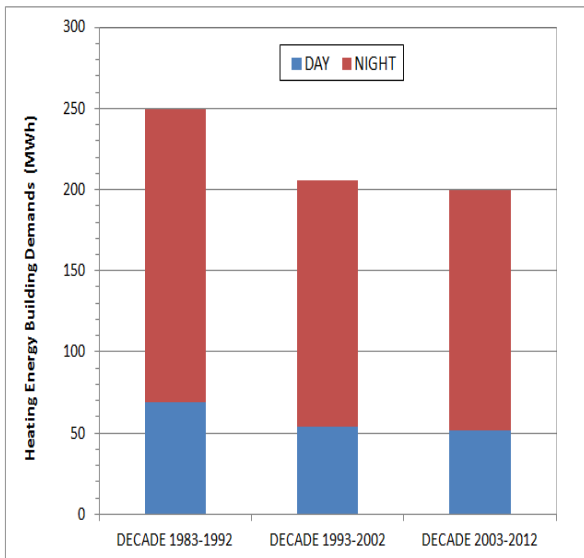
ısıtma ve soğutma periyodu için sırasıyla 15 ve 30°C varsayıldı. Havalandırma oranı, yıl boyunca sırasıyla çalışma ve çalışmama periyotlarında 1 ve 0 ACH varsayıldı.



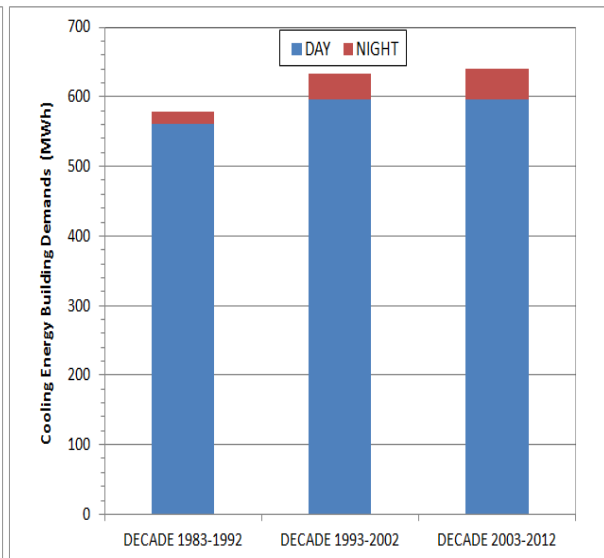
Şekil 7:Binanın zemin katının plan görünümü

Yük hesaplaması, cam, duvar ve çatılar aracılığıyla güneş ve iletim ısı kazanımlarını, insanlardan, ekipmandan ve ışıklardan kaynaklanan iç ısı kazanımlarını ve havalandırmadan kaynaklanan hissedilir ısı kazanımlarını hesaba kattı. İç ısı kazanımlarının hesaplanması için insanların doluluğu ve ışık ve ekipman kullanımı için çalışma profilleri varsayıldı.

Ofis binası, her iki şehrin (Atina ve Selanik) 3 on yıllık (1983-1992, 1993-2002 ve 2003-2012) sıcaklık bölmesi verileri kullanılarak simüle edildi. Şekil 8, binanın Atina'da bulunduğu durumda, sırasıyla soğutma ve ısıtma dönemleri için ortaya çıkan enerji gereksinimlerini göstermektedir. Şekil 9, bina Selanik'te bulunduğu durumda aynısını göstermektedir. Şekil 8-9'un binanın duyulur enerji gereksinimini sunduğu, ortam sıcaklığının birincil ekipmanın performans katsayısı üzerindeki etkisinin hesaba katılmadığı vurgulanmaktadır.

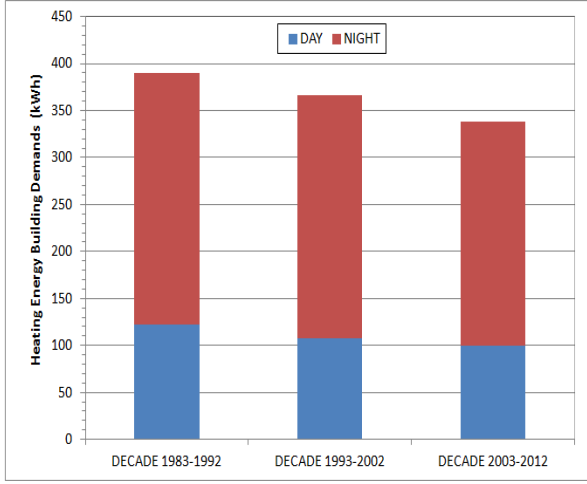


(A)

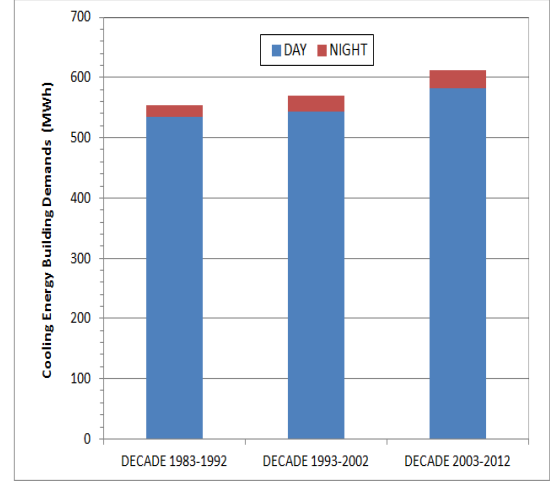


(B)

Şekil 8:(a) Atina'daki ofis binasının ısıtılması ve (b) soğutulması için enerji gereksinimleri, verileri kullanılarak üç on yıl (1983-1992), (1993-2002), (2003-2012).



(A)



(B)

Şekil 9:(a) Selanik'teki ofis binasının ısıtılması ve (b) soğutulması için enerji gereksinimleri, veriler kullanılarak Üç on yılın (1983-1992), (1993-2002), (2003-2012).

Açıkça görülebileceği gibi, binanın ısıtma için enerji gereksinimleri her iki şehirde de on yıldan on yıla sürekli bir azalma göstermektedir. Atina'da, birinciye kıyasla ikinci on yılda %17,6'lık bir azalma gözlemlenirken, üçüncü on yılda buna karşılık gelen azalma ikinciye kıyasla %2,8'dir. Birinciden üçüncü on yıla toplam ısıtma talebi azalması %19,9'dur (Şekil 8). Selanik'te azalmalar sırasıyla %6,2, %7,4 ve %13,2'dir (Şekil 9).

Aksine, soğutma için enerji gereksinimleri her iki şehirde de on yıldan on yıla sürekli bir artış göstermektedir. Atina'da ikinci ve birinci on yıl arasındaki artış %9,6, üçüncü ve ikinci on yıl arasındaki artış ise %0,9'dur. Birinci ve üçüncü on yıl arasındaki soğutma taleplerindeki toplam artış %10,6'dır (Şekil 8). Selanik'teki karşılık gelen artışlar sırasıyla %2,8, %7,4 ve %10,4'tür (Şekil 9). Yukarıdaki sonuçlar, Atina'da soğutma taleplerindeki en yüksek artışın 1993-2002 döneminde, Selanik'te ise 2003-2012 döneminde gözlemlendiğini göstermektedir. Bu durum, Atina'da yüksek sıcaklık aralıklarının (bins) saat sıklığının 1993-2002 on yılında, Selanik'te ise son (2003-2012) on yılda daha fazla artmasıyla açıklanmaktadır. Son olarak, her iki şehirde de aynı oranda soğutma taleplerinde artış gözlemlenmiştir. Isınma talebi de Atina'da 1993-2002 yılları arasında daha da azalırken, Selanik'te son iki on yıldır yüzdelik azalma sabit kaldı; bu durum düşük sıcaklıklı depoların on yıldan on yıla azalmasıyla da açıklanabilir.

Bu çalışmada bulunan daha az ısıtma ve daha fazla soğutma eğilimleri önceki çalışmaların sonuçlarını doğrulamaktadır [6, 22-23]. Toplam (ısıtma ve soğutma) enerji gereksinimleri Atina'da %1,4 ve Selanik'te %0,64 oranında artmıştır. Bu, soğutma enerjisi taleplerindeki artışın ısıtma enerjisi gereksinimlerindeki azalmayı neredeyse telafi ettiği anlamına gelir. Alan ısıtmasının büyük ölçüde petrol veya gazla çalışan kazan tesisleri tarafından sağlandığı ve alan soğutmasının esas olarak elektriğe dayandığı göz önüne alındığında, ısıtma enerjisi kullanımında bir azalma ve soğutma gereksinimlerinde bir artış, daha az fosil yakıt ve daha fazla elektrik gücüne doğru bir kaymaya yol açacaktır talep etmek. Bu durum, inşa edilmiş çevredeki ülke çapındaki enerji politikası açısından önemli sonuçlar doğurabilir.

4. Sonuçlar ve tartışma

Atina Ulusal Gözlemevi ve Selanik Aristoteles Üniversitesi meteoroloji istasyonlarında 1983'ten 2012'ye kadar ölçülen saatlik sıcaklık verileri, 1983-1992, 1993-2002 ve 2003-2012 on yıllarına ait ortam hava sıcaklığının aylık ortalama değerlerini ve bölmeli dağılımlarını hesaplamak için kullanıldı. Her on yılın sonuçları bir öncekilerin sonuçlarıyla karşılaştırılırken, son 30 yıldaki ortam hava sıcaklığı değişimlerinin büyüklüğüne ilişkin sonuçlara ulaşmak için mevsimsel ve on yıllık eğilimler tahmin edildi. Genel olarak, herhangi bir uzun vadeli (30 yıl veya daha fazla) sıcaklık kayması, belirli bir bölgedeki iklim değişikliğinin bir ölçüsü olarak kabul edilir.

Sonuçlardan, analiz periyodu boyunca ortam sıcaklığının önemli bir artan doğrusal eğilime sahip olduğu çıkarımı yapılmıştır. 10 yıllık yıllık ortalama sıcaklık, ilk on yıldan üçüncü on yıla kadar %1,2 artmıştır.^{°C} Atina için ve 1.1^{°C} Selanik için C. Ortalama aylık ve 5 yıllık sıcaklık değerleri de aynı artan eğilimi göstermektedir. 3 on yıllık sıcaklık verilerinin karşılaştırılmasından, düşük sıcaklık bölmelerinin oluşma sıklığının (saat cinsinden) sürekli azaldığı, yüksek sıcaklık bölmelerinin oluşma sıklığının ise her on yılda sürekli arttığı sonucuna da varılmıştır. Pik sıcaklık bölmelerinin (>32/34°C) oluşma sıklığı Atina'da 477 saatten 779 saate ve Selanik'te 141 saatten 266 saate çıkmıştır. Bunun aksine, düşük sıcaklık bölmelerinin (<6/8°C) oluşma sıklığı iki şehirde sırasıyla 1021 saatten 748 saate ve 1836 saatten 1537 saate düşmüştür. Yukarıdaki sonuçlar iklim değişikliğinin daha ılıman kışlara ve daha sıcak yazlara doğru ilerlediğini doğrulamaktadır.

Bildirilen iklim değişikliğinin sonucunun, binaların enerji gereksinimleri üzerinde güçlü etkileri olması bekleniyor, çünkü ısıtma ve soğutma ihtiyaçları sıcaklık değişimleriyle oldukça ilişkili. Özellikle Yunanistan'da, mevcut bina stokunun yüksek bir oranı, mevcut bina yönetmelikleri uyarınca zorunlu olandan çok daha düşük termal performans seviyeleri gerektiren standartlara göre inşa edildi ve zarfları zayıf termal özelliklere sahip, bu nedenle ısıtma ve soğutma talepleri ortam sıcaklığındaki herhangi bir değişikliğe karşı çok hassastır. Her iki şehirdeki tipik bir ofis binası için enerji hesaplamaları, ısıtma için bina enerji gereksinimlerinde on yıldan on yıla sürekli bir azalma ve soğutma için enerji gereksinimlerinde kalıcı bir artış gösterdi. Toplam ısıtma talebindeki azalma, birinci ila üçüncü on yıl arasında Atina ve Selanik için sırasıyla %19,9 ve %13,2'dir. İki şehir için soğutma talebindeki karşılık gelen toplam artış sırasıyla %10,6 ve %10,4'tür (sadece hissedilir yükler).

Yukarıdaki sonuçlar, özellikle ısıtma ve soğutmanın farklı enerji kaynakları tarafından sağlanması nedeniyle enerji üretimi ve tedarik sistemleri için önemli sonuçlar göstermektedir. Bu nedenle, birincil enerjiden elektriğe doğru güçlü bir gelecek enerji talebi kayması beklenmektedir. Ortam hava sıcaklığındaki değişiklikler, soğutma ekipmanı performansı ve "ücretsiz soğutma" için dış havanın kullanılması potansiyeli üzerinde de önemli sonuçlar doğuracaktır.

Değişen iklimin ve bunun etkilerinin gelecekteki bina tasarımı ve yenilemelerinde form, malzeme seçimi, termal kütle ve bina hizmetleri açısından yansıtılması gerektiği açıktır. HVAC sistemleri tasarımı için şu anda kullanılan sıcaklık verileri, binalarda ısıtma yüklerinin aşırı tahmin edilmesine ve soğutma yüklerinin düşük tahmin edilmesine yol açacak ve bu nedenle periyodik olarak uyarlanması gerekecektir. Aynı şekilde, enerji davranışı hesaplamalarında kullanılan iklim girdi verileri periyodik olarak yeniden incelenmeli ve gözden geçirilmelidir.

İklim değişikliğinin binalar ve teknik hizmetleri üzerindeki etkileri hakkında daha iyi bir resim elde etmek için araştırılabilecek diğer konular şunlardır: sıcaklık ve diğer iklim parametrelerinin (yani güneş radyasyonu, bağıl nem) daha fazla konumdaki değişimlerinin incelenmesi, diğer bina tiplerinin enerji analizi (son derece yalıtımlı, yüksek veya düşük güneş ve iç kazançlı, neredeyse sıfır enerji talepli), HVAC ekipmanlarının performansındaki değişiklikler (soğutucular ve ısı pompaları), doğal havalandırma ve gece soğutması üzerindeki etkiler ve iklim değişikliğine daha iyi uyum sağlamak amacıyla gelecekte tasarım aşamasında dikkate alınması gereken diğer konular.

Referanslar

1. M. Brunetti, L. Buffoni, M. Maugeri ve T. Nanni, 1865'ten 1996'ya İtalya'da Minimum ve Maksimum Günlük Sıcaklık Eğilimleri, Teori Uygulamalı İklim, 66 (2000) 49-60.
2. AC Moonen, L. Ercoli, M. Mariotti, A. Masoni, 122 yıl boyunca tarımsal meteorolojik endekslerle gösterilen İtalya'daki iklim değişikliği, Tarım ve Orman Meteorolojisi, 111 (2002) 13-27.
3. S. Shahid, SB Harun, A. Katimon, 1961-2008 döneminde Bangladeş'te günlük sıcaklık aralığındaki değişimler, Atmosferik Araştırma, 118 (2012) 260-270.
4. B. Lebas, JE Gonnzález, D. Fabris ve R. Bornstein, İklim değişikliğinin derece gün ve kıyı Kaliforniya'daki enerji talebi üzerindeki etkileri, Solar Energy Engineering Dergisi, 132 (2010) 0310051-0310059.

5. KT Papakostas, A. Michopoulos, T. Mavromatis, N. Kyriakis, Zaman içinde enerji çalışmaları için sıcaklık verilerinin değişimleri ve enerji tüketimi ve CO2 üzerindeki etkilerizemisyenlar. Atina ve Selanik vakası – Yunanistan, Uluslararası Enerji ve Çevre Dergisi, 4(1) (2013) 59-72
6. K. Papakostas, T. Mavromatis, N. Kyriakis, Yunanistan'daki konut binalarında ısıtma ve soğutma için enerji tüketiminde ortam sıcaklığının artışının etkisi, Yenilenebilir Enerji, 35(7) (2000) 1376– 1379.
7. M. Almazroui, MN Islam, PD Jones, H. Athar, MA Rahman, Arap Yarımadası'ndaki son iklim değişikliği: Suudi Arabistan'ın 1979-2009 yılları arasındaki mevsimsel yağış ve sıcaklık iklimi, Atmosferik Araştırma 111 (2012) 29-45.
8. T. Frank, İklim değişikliğinin İsviçre'deki bina ısıtma ve soğutma enerjisi talebi üzerindeki etkileri, Enerji ve Binalar 37 (2005) 1175–1185.
9. S. Delfani, M. Karami, H. Pasdarshahri, Tahran'daki soğutma sistemlerinin enerji tüketimi üzerinde iklim değişikliğinin etkileri, Enerji ve Binalar, 42 (2010), 1952-1957.
10. D. Founda, KH Papadopoulos, M. Petrakis, C. Giannakopoulos, P. Good, 1897'den 2001'e Atina'daki ortalama, maksimum ve minimum sıcaklıkların analizi, son on yıla vurgu: eğilimler, sıcak olaylar ve soğuk olaylar, Glob Planetary Change 44(1-4) (2004) 27-38.
11. IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli), İklim Değişikliği 2007 - Dördüncü Değerlendirme Raporu, Cambridge University Press, 2007.
12. IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli), İklim Değişikliği 2013 - Beşinci Değerlendirme Raporu, Cambridge University Press, 2013.
13. S. Barthendu, SJ Cohen, Ontario, Kanada'daki konut ısıtma ve soğutma enerjisi gereksinimleri üzerinde CO2 kaynaklı iklim değişikliğinin etkisi, Enerji ve Binalar 10 (1987) 99-108.
14. R. Aguiar, M. Oliveira, H. Goncalves, İklim değişikliğinin Portekiz binalarının termal performansı üzerindeki etkileri, SIAM çalışmasının sonuçları. Bina Servis Müh. Res. Tekn. 23(4) (2002) 223–231.
15. P. Xu, YJ Huang, N. Miller, N. Schlegel, P. Shen, İklimin Kaliforniya'daki ısıtma ve soğutma enerji kalıpları üzerindeki etkileri. Enerji 44 (2012) 792–804.
16. M. Dolinar, B. Vidrih, L. Kajfež-Bogataj, S. Medved, İklim değişikliği nedeniyle ısıtma ve soğutma için enerji taleplerindeki öngörülen değişiklikler, Dünya Fiziği ve Kimyası 35 (2010), 100-106.
17. M. Mourshed, Bangladeş, Dakka'daki Binalarda Isıtma ve Soğutma Gereksinimleri Üzerindeki Tahmini Sıcaklık Değişikliklerinin Etkisi, Uygulamalı Enerji 88 (2011) 3737-3746
18. R. Zmeureanu, G. Renaud, Mevcut evlerin ısıtma enerjisi kullanımına iklim değişikliğinin potansiyel etkisinin tahmini, Enerji Politikası 36 (2008) 303-310.
19. M. Olonscheck, A. Holsten, J. Kropp, İklim değişikliği altında Alman konut yapı stokunun ısıtma ve soğutma enerjisi talebi ve ilgili emisyonları, Enerji Politikası 39 (2011) 4795-4806.
20. P. Seljom, E. Rosenberg, A. Fidje, JE Haugen, M. Meir, J. Rekstad, T. Jarlset, İklim değişikliğinin enerji sistemi üzerindeki etkilerinin modellenmesi - Norveç'te bir vaka çalışması, Enerji Politikası 39 (2011) 7310-7321.
21. X. Wang, D. Chen, Z. Ren, Avustralya'da konut binalarının ısıtma ve soğutma enerjisi gereksinimi üzerinde iklim değişikliğinin etkisinin değerlendirilmesi, Bina ve Çevre 45 (2010) 1663-1682.
22. C. Cartalis, A Synodinou, M. Proedrou, A. Tsangrassoulis, M. Santamouris, İklim değişiklikleri sonucu kentsel alanlardaki enerji talebindeki değişiklikler: Güneydoğu Akdeniz bölgesi için bir değerlendirme, Enerji Dönüşümü ve Yönetimi 42 (2001) 1647-1656.
23. M. Christenson, H. Manz, D. Gyalistas, İklim ısınmasının İsviçre'de derece-gün ve bina enerji talebi üzerindeki etkisi, Enerji Dönüşümü ve Yönetimi 47 (2006) 671-686.

24. H. Radhi, Küresel ısınmanın BAE konut binaları üzerindeki potansiyel etkisinin değerlendirilmesi - CO2 emisyonlarını azaltmaya yönelik bir katkı, *Emisyonlar, Bina ve Çevre* 44 (2009) 2451-2462.
25. Bay Gaterell, Bay McEvoy, İklim değişikliği belirsizliklerinin konutlara uygulanan enerji verimliliği önlemlerinin performansı üzerindeki etkisi, *Enerji ve Binalar* 37 (2005) 982-995.
26. KKW Wan, DHW Li, W. Pan, JC Lam, İklim değişikliğinin farklı iklim bölgelerindeki bina enerji kullanımına etkisi ve azaltma ve uyum sağlama çıkarımları, *Uygulamalı Enerji* 97 (2012) 274-282.
27. L. Collins, S. Natarajan, G. Levermore, İklim değişikliği ve İngiltere konut stokunda gelecekteki enerji tüketimi, *Bina Hizmetleri Müh. Çözüm Tekn.* 31(1) (2010) 75-90.
28. K. Pilli-Sihvola, P. Aatola, M. Ollikainen, H. Tuomenvirta, İklim değişikliği ve elektrik tüketimi - Artan veya azalan kullanım ve maliyetlere tanık olmak?, *Enerji Politikası* 38 (2010) 2409-2419.
29. S. Mirasgedis, Y. Sarafidis, E. Georgopoulou, V. Kotroni, K. Lagouvardos, DP Lalas, Bölgesel düzeyde iklim değişikliğinin elektrik talebi üzerindeki etkilerinin tahmin edilmesine yönelik modelleme çerçevesi: Yunanistan Örneği, *Enerji Dönüşümü ve Yönetimi* 48 (2007) 1737-1750.
30. TNT Lam, KKW Wan, SL Wong, JC Lam, Subtropikal Hong Kong'da ticari sektör klima enerjisi tüketiminde iklim değişikliğinin etkisi, *Uygulamalı Enerji* 87 (2010) 2321-2327.
31. C. Giannakopoulos, BE Psiloglou, Yunanistan Atina'daki enerji yükü talebindeki eğilimler: hava durumu ve hava durumuyla ilişkili olmayan faktörler, *İklim Araştırması* 31 (2004) 97-108.
32. Atina Ulusal Gözlemevi, İklim Bülteni, Meteoroloji Atmosferik Çevre Fizik ve Fizik Enstitüsü, 1983-2012.
33. Selanik istasyonunun meteorolojik gözlemleri, Selanik Aristoteles Üniversitesi Meteoroloji ve Klimatoloji Enstitüsü'nün yıllık yayını, 1982-2012.
34. ASHRAE Temel El Kitabı, Amerikan Isıtma, Soğutma ve Klima Mühendisleri Derneği, Atlanta, ABD, 1985, [bölüm 28]. s. 28.9-28.17.
35. D. Knebel, Değiştirilmiş bin metodu kullanılarak basitleştirilmiş enerji analizi, ASHRAE, Atlanta, ABD, 1983.