

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN APARTMAN BİNALARINDAKİ İSITMA/SOĞUTMA YÜKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Yusuf YILDIZ
Zeynep DURMUŞ ARSAN

ÖZET

Bu çalışmada İzmir de 1993 yılında inşaa edilmiş, herhangi bir yalıtımın bulunmadığı bir apartman binasının mevcut hali ve TS 825 Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği'ne göre iyileştirilmiş hali EnergyPlus 5.0.0 simülasyon programı kullanarak modellenmiştir. Modelleme ile mevcut ve iyileştirilmiş binanın bugün, 2020, 2050 ve 2080 yılları için yıllık ısıtma ve soğutma yükleri hesaplanmıştır. Bugüne ait iklim verileri için Typical Meteorological Year 2 (TMY 2) kullanılmıştır. 2020, 2050 ve 2080 yıllarına ait iklim verileri ise CCWorldWeatherGen V 1.5 programı ile hazırlanmıştır. Bu program İngiltere de bulunan Hadley Merkezinin 3. kuşak atmosferik modeli olan HadCM3'ün çıktılarını kullanmaktadır. İzmir için 2020, 2050 ve 2080 dönemlerini kapsayan gelecek iklim verileri küresel ısınmanın etkilerini içeren A2a, A2b ve A2c senaryolarının sonuçları ile saatlik olarak oluşturulmuştur. Her iklim verisi için simülasyon modeli çalıştırılmış mevcut ve iyileştirilmiş binanın ısıtma ve soğutma yükleri hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Genel olarak İzmir de apartmanlarda ısıtma yükü zaman içinde iklim değişikliğinin etkilerine ve küresel ısınmanın büyüklüğüne bağlı olarak azalırken soğutma yükünün ise artacağı tahmin edilmektedir. Mevcut ve TS 825 Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği'ne göre yeni inşa edilmiş apartman binalarındaki ısıtma yükü bugün ile kıyaslandığında 2080 yılında yaklaşık olarak %45 daha az olacağı hesaplanmıştır. Soğutma yüklerinin ise Mevcut veya yeni apartman binalarında 2080 yılında bugünden tahmini olarak 4 kat daha fazla olması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Isıtma/soğutma yükü, iklim değişikliği, mevcut ve yeni apartman binaları.

ABSTRACT

In this study, annual heating and cooling energy loads of an existing (no thermal insulation) and new built apartment block (designed based on TS 825 Thermal Insulation in Buildings for Turkey) in Izmir representing hot-humid climatic conditions were investigated according to the projected impacts of climate change. The Hadley Centre Coupled Model Version 3 (HadCM3)-A2a, A2b and A2c experiments was applied to constitute weather data for the time periods of 2020s, 2050s, and 2080s. It was found that relatively high change in annual heating and cooling energy loads may occur in apartment buildings over time in Izmir. Whereas the maximum decrease in annual energy loads for heating is predicted as 44% for existing and new-built apartment buildings in 2080, cooling demand increases approximately 4-times in 2080s. Therefore this study highlights the importance of adaptation for negative effects of the climate change in terms of energy performance of apartment buildings and importance of cooling-dominated design process have increased in apartment buildings.

Key Words: Heating/cooling load, climate change, existing and new apartment buildings.

1. GİRİŞ

1980'li yılların başından beri Türkiye'nin enerji talebi, özellikle ekonomideki dinamik gelişme ve hızlı nüfus artışı nedeniyle artmaya başlamıştır [1]. Hızla artan enerji ihtiyacı bu zamana kadar, hayatın her alanında enerji verimliliğini desteklemek için yeterli girişimlerin yapılamaması nedeniyle ithal edilen petrol ve doğal gaz tarafından karşılanmıştır [2].

Türkiye'de bina sektörü 2001 yılında 25.793 milyon ton eşdeğer petrol (MTEP) tüketimi ile en büyük ikinci tüketici olmuş ve 2020 yılında 41,7 MTEP'e ulaşacağı tahmin edilmektedir [3]. Hızlı artışın temel sebebi olarak yeni bina talebindeki kayda değer artış gösterilebilir. Diğer bir neden ise, kontrolsüz kentleşme ve inşaat faaliyetleri yüzünden enerji korunumu açısından mevcut binaların yetersiz özelliklere sahip olmasıdır. Örneğin ülke çapında, mevcut konut binalarındaki pencerelerin %88'i tek camdan oluşmaktadır. Ayrıca, konut binalarının çatı yalıtımı, %96,4'ünde yetersiz düzeyde veya hiç yalıtım yoktur [4]. Yanı sıra, Kayıkcı'ya [5] göre Türkiye'de yaklaşık olarak 2,5 milyon kayıt dışı konut olduğu ve bu konutlarda enerji korunumuna dair herhangi bir önlemin alınmadığı bilinmektedir.

Demir, Kılıç ve Coşkun'un yaptıkları çalışmada, HaDAMP3 A2 iklim senaryosuna göre Türkiye genelinde 2071–2080 yılları arasında ortalama dış sıcaklığın 1961–1990 yılları ile karşılaştırıldığında 5–6°C daha fazla olacağı öngörülmektedir. Türkiye'nin doğusunda ortalama maksimum sıcaklığın 4–5°C, geri kalan kısmında ise 5–6°C artacağı hesaplanmıştır. Türkiye'nin batısında ise ortalama minimum sıcaklıkların doğusundan daha fazla artacağı bilinmektedir [6]. Bu nedenle, Türkiye de yakın gelecekte binalardaki enerji ihtiyacının iklim değişikliğinden etkileneyeceği bir gerçektir. Ayrıca, uygun yapı fiziği koşullarını sağlayan binaların sayısındaki azlık nedeniyle konunun önemi daha fazladır. Ortalama sıcaklıklardaki artış genel olarak ısıtma ihtiyacını azaltırken soğutma ihtiyacını arttıracığından enerji gereksinimi ve insan sağlığı ile ilgili sorunlara yol açabilir. Örneğin, yaz aylarında öğle saatlerinde aşırı ve aynı anda klima kullanımını nedeniyle ithal enerji ve elektrik talebine olan bağımlılık artacaktır, Diğerleri ise şu şekilde özetlenebilir [7]:

- Aşırı fosil yakıt kullanımı zehirli gaz salınımını ve dolayısıyla iklim değişikliğini tetiklemektedir.
- Klima kullanımı grip, kas ağrısı, astım ve boğaz ağrısı gibi belirtilerin görülme olasılığını da olumsuz yönde etkilemektedir.

Bu nedenlerle, bu çalışma Türkiye de binalarda ısıtma ve soğutma yükleri üzerinde iklim değişikliğinin etkilerini anlamak açısından önemlidir. Çalışmanın sonuçlarına dayanılarak, binalarda enerji ihtiyacını azaltabilmek için yenilenebilir enerji teknolojileri ve mimari çözümlerde hangi noktalara daha fazla ağırlık verilmesi gerektiği ortaya konabilir.

Daha önce benzer konularda yapılan çalışmalara bakıldığında iklim değişikliğinin konut ve ofis binalarındaki etkileri üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Frank [8] İsviçre merkez yaylasındaki binaların 2050–2100 yılları arasında ısıtma ve soğutma yüklerini çeşitli simülasyonlar ile incelemiştir. Yapılan hesaplamalara göre konut binalarındaki yıllık ısıtma ihtiyacının %33–44 arasında azaldığı görülmüştür. Ofis binalarındaki soğutma yüklerinin ise %223–1050 düzeyinde artarken ısıtma yükünün ise %36–58 oranında azaldığı hesaplanmıştır. Ayrıca Christenson et al. [9] iklim değişikliği konusunda İsveç'teki binalardaki enerji tüketimini derece-gün metodu ile hesaplamıştır. 1975–2085 yılları arasında ısıtma yüklerinin konum, bina kalitesi ve iklim değişikliğinin büyüklüğüne göre %13–87 arasında azalacağı öngörülmektedir. Soğutma yüklerindeki artışın ise %2100 olacağı hesaplanmıştır. Wang et al. [10] Avustralya'da iklim değişikliğinin konut binalarındaki enerji tüketimine olası etkilerini soğuktan sıcak-nemli iklim kuşağına kadar 5 değişik iklim bölgesi için incelemiştir. Toplam enerji tüketiminin ılıman iklimlerde 7 yıldızlı evlerde %120–530 arasında artacağı görülmüştür. Collins et al. [11] İngiltere deki iklim değişikliğinin 2080 yılına kadarki olası etkilerini mevcut binalardaki ısıtma ve soğutma sistemlerinden kaynaklanan gaz, elektrik ve karbon emisyonlarındaki etkisini incelemiştir. Sonuç olarak ise 2080 yılında ısıtma yükünün hala fazla olacağı, fakat gaz tüketiminin %20 azalacağı öngörülmektedir. Jenkis et al. [12] İklim değişikliğinin İngiltere deki ofis binalarını nasıl etkileyeceğini incelemiştir ve soğutma ağırlıklı tasarımların ön plana çıkmasını vurgulamaktadır. Lam et al. [13] iklim değişikliği etkileri sonucunda bir ofis binasındaki ısıtma soğutma yüklerindeki değişimi incelemiş ve yıllık soğutma yüklerinde artış trendinin, ısıtma yüklerinde ise azalma trendinin etkili olduğu görülmüştür. Zmeureanu and Renaud [14] potansiyel iklim değişikliğinin etkilerini tahmin edecek bir metod geliştirmiştir. Bu metod Kanada da bulunan mevcut 11 konutta uygulanmıştır ve ısıtma yüklerinin

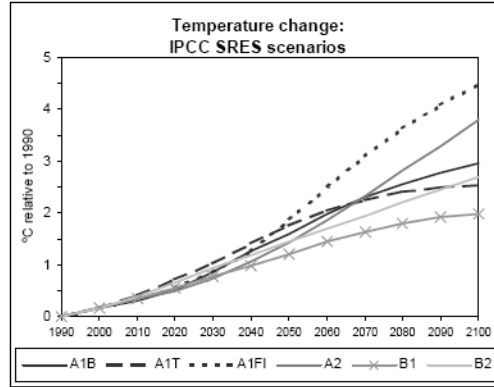
%7,9 (1961–1990) ve %16,9 (2040–2069) arasında azalacağı hesaplanmıştır. Dolinar et al. [15] Slovenya'nın Subalpine bölgesinde ısıtma yükünün %16-25 arasında, Akdeniz bölgesinde ise önemli bir değişikliğin olmadığı hesaplanmıştır. Soğutma yükünün ise Subalpine bölgesinde altı kat daha fazla olacağı, Akdeniz bölgesinde ise iki kat daha fazla olacağı öngörülmüştür.

Bu çalışmada ise sıcak-nemli iklim koşullarında bulunan mevcut ve yeni inşaa edilmiş apartman binalarındaki ısıtma ve soğutma ihtiyacının iklim değişikliği sonucunda 2020, 2050 ve 2080 yıllarında nasıl değiştiği EnergyPlus 5.0.0 programı kullanılarak incelenecektir.

2. METOT

2.1. İklim Değişikliği için Saatlik İklim Verisi Oluşturma

İklim değişikliğinin muhtemel etkileri İngiltere'de bulunan Handley Merkezi'nin üçüncü nesil birleştirici küresel iklim modeli (HadCM3) çıktıları kullanılarak tahmin edilmiştir. HadCM3, İngiltere tarafından hükümetler arası panel'de yayınlanan emisyon senaryolarını (IPCC SRES) kapsayan iklim değişikliği özel raporu baz alınarak geliştirilen genel atmosfer-okyanus sirkülasyon modelidir [16]. Bu modelin kullanımı iklim değişikliği ve değişim oranının etkilerinin büyüklüğünün araştırılmasını sağlar [17]. Model gelecekteki gaz emisyonlarının tahminine dayalı değişik senaryolardan oluşmaktadır (A1, B1, A2, B2). Şekil 1'de dört farklı senaryoya göre global sıcaklıklardaki değişimler görülmektedir.



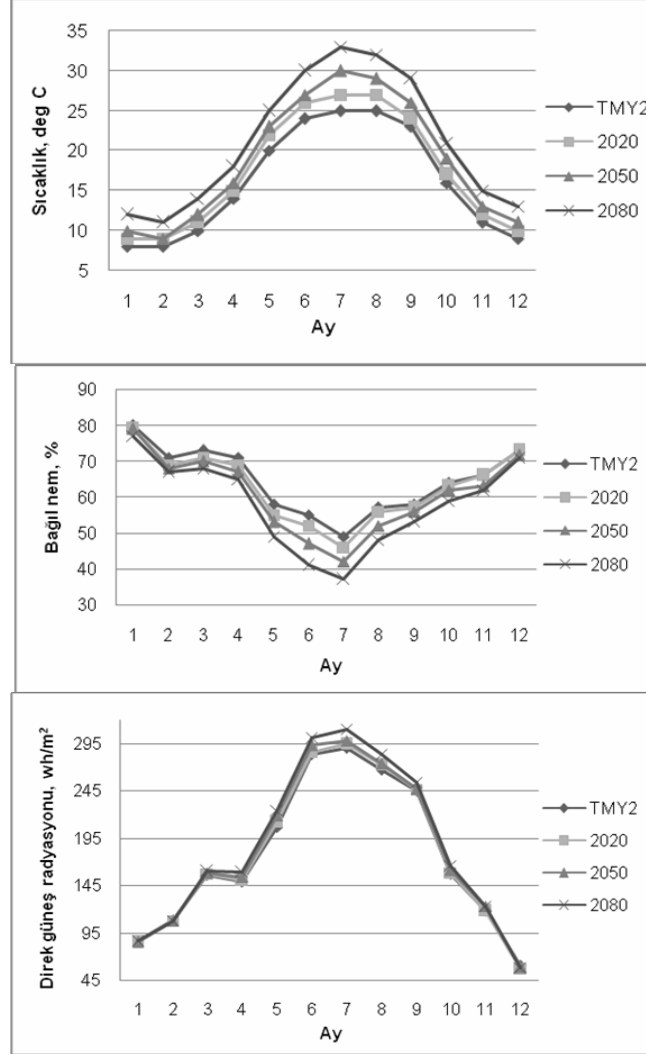
Şekil 1. Emisyon Senaryolarına Bağlı Olarak Değişen Global Sıcaklık Farkları [16].

Bu çalışmada tüm hesaplamalarda A2 senaryosu kullanılmıştır. A2 senaryosu ile heterojen, pazar odaklı bir dünya, daha az ekonomik büyüme fakat hızlı nüfus artışı öngörülmektedir. Temel tema özgüven ve yerel kimliklerin korunmasına dayalıdır. Ekonomik büyüme bölgesel odaklıdır dolayısıyla hem gelir artışı hemde teknolojik değişim bölgesel çeşitlilik gösterir [18]. A2 senaryosu ayrıca tekrar içeren alt üç senaryodan oluşmaktadır (A2a, A2b, A2c). Bu alt senaryolar iklim değişikliği sinyali üzerindeki yıllık iklim değişkenliğinin etkilerinin göstergesidir [19] Alt senaryoların ortalama değerleri ile İzmir için 2020 (2010-2039), 2050 (2040-2069) ve 2080 (2070-2099) yıllarını temsil eden 30 yıl aylık ortalama değerler ile saatlik iklim verileri oluşturulmuştur.

Bina enerji analiz programlarında en yaygın olarak kullanılan iklim verisi Tipik Meteorolojik Yıl 2 (TMY2) değerleri ise gelecek iklim verileri için baz yıl olarak kullanılmıştır. Daha sonra 2020, 2050 ve 2080 yılları için saatlik iklim verileri "morphing" metodu ile CCWorldWeatherGen V1.5 programı kullanılarak oluşturulmuştur [20]. CCWorldWeatherGen aracı Southampton Üniversitesi, İnşaat mühendisliği ve Çevre Okulu'nda bulunan Sürdürülebilir Enerjiler Araştırma Grubu tarafından hazırlanmıştır. Morphing metodu gözlenen iklim verileri ile gelecek iklim modelleri sonuçlarının birleştirilmesine dayanmaktadır. Prosedürdeki hava zaman serileri, gerçek iklim verilerini muhafaza ederken gelecek için ortalama iklim değişikliği koşullarında içermektedir. Morphing metodu, kullanılması pratik bir metottur ve diğer üç avantajı şu şekilde özetlenebilir [21]:

1. Baz iklim verisi olarak kullanılan saatlik iklim verileri güvenilirdir,
2. Oluşturulan gelecek iklim verisi meteorolojik açıdan tutarlıdır,
3. Yerel ölçek küçültmesi sağlanmıştır çünkü baz iklim verisi yerel iklim verisidir.

Şekil 2'de İzmir için oluşturulmuş aylık ortalama dış sıcaklıklar, bağıl nem ve direk güneş radyasyonu değerleri baz yıl (TMY2), 2020, 2050 ve 2080 yılları için gösterilmiştir.



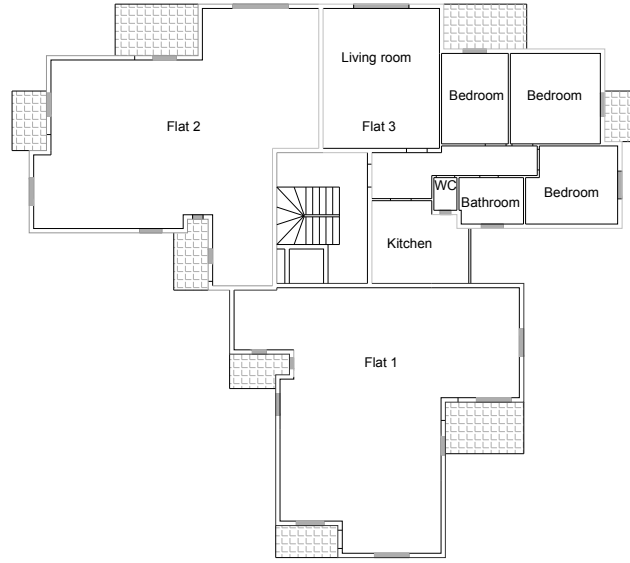
Şekil 2. Aylık Ortalama Dış Sıcaklık, Bağıl Nem ve Direk Güneş Radyasyon Değerleri

Genel olarak söylenebilirki ortalama sıcaklıklar ve direk güneş radyasyonu zaman içinde artış eğilimindeyken, bağıl nem değerleri azalış eğilimindedir. Yıllık ortalama dış sıcaklıklara baktığımızda baz yıl'da 16,07 °C iken 2020'de 17,42 °C, 2050'de 18,75 °C ve 2080 yıllarında ise 21,08 °C olacağı görülmektedir. Yaklaşık olarak 5 °C'lik bir artış söz konusudur. Yıllık bağıl nem ortalamaları ise baz yılda %64,58 iken 2020'de %63, 2050'de %60,92 ve 2080 yıllarında ise %58,08 değerine azaldığı görülmektedir. Yıllık ortalama direk güneş radyasyonu baz yılda 177,42 Wh/m² iken bu değer 2080 yılında 186,17 Wh/m²'ye yükselmektedir.

2.2. İncelenen Binanın Genel Tanıtımı

İzmir'de apartman binalarındaki yıllık ısıtma ve soğutma yükleri üzerinde iklim değişikliğinin etkilerini inceleyebilmek için Bornova/İzmir de bulunan mevcut bir apartman binası seçilmiştir. Apartman binası

8 katlı ve her katta 3 daireden oluşmaktadır. Her dairede ise 1 salon, 3 yatak odası, 1 tuvalet ve 1 banyo vardır (Şekil 3).



Şekil 3. Apartman Binasının Genel Kat Planı

Yaklaşık olarak daireler 120 m² büyüklüğündedir. Bina 1990 yılında inşaa edilmiştir. Bu tarihte TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği zorunlu olmadığı için, mevcut TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği'nde belirtilen minimum termal yalıtım şartlarını yerine getirmemektedir [22] (Tablo 1). Yeni inşaa edilen apartman binaları ve mevcut apartman binaları arasındaki performans farkını görebilmek için ise mevcut bina TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği'nde belirtilen minimum şartları sağlaması için iyileştirilmiştir (Tablo 2).

Tablo 1. Mevcut apartman binasının genel özellikleri

Toplam bina yüksekliği (m)	23.2	
Saydam yüzey oranı (%)	31	
U değerleri (W/m ² K)	Mevcut	Yeni*
Dış duvarlar	1.4	0.7
Zemin döşemesi	2.1	0.7
Çatı	0.83	0.45
Pencereler	2.8	2.4
Hava kaçakları oranı (ac/h)	1	

*TS-825 Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği'nde önerilen değerler

Tablo 2. Mevcut Apartman Binasında Yapılan İyileştirmeler

il	Eklmeler
İzmir (1. bölge)	Dış duvar: 3 cm XPS Zemin döşemesi: 3 cm XPS Çatı: 8 cm cam yünü Pencereler: Double low-e glazing

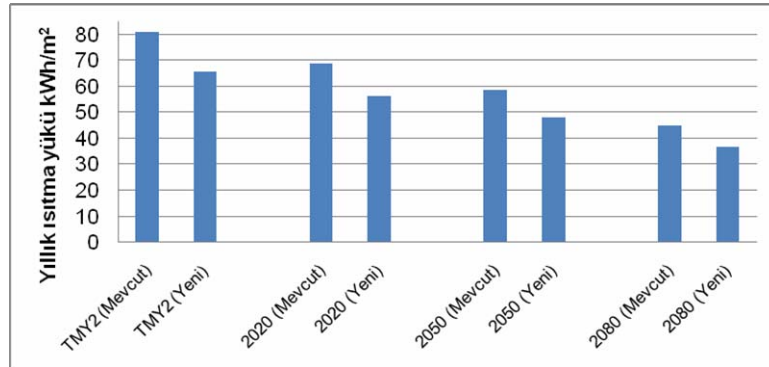
2.3. Simülasyon Programı

Mevcut birçok enerji analiz programı olmasına rağmen EnergyPlus 5.0.0 bu çalışma için tercih edilmiştir. EnergyPlus ücretsiz bir programdır, U.S.A enerji bakanlığı tarafından hazırlanmıştır ve

sürekli geliştirilmektedir. Sonuçlarının güvenilirliği bir çok kez test edilmiştir. Girdi ve çıktı dosyalarının uzantısı olarak txt kullanılmaktadır ve bu kullanıcılara girdi ve sonuç dosyalarını çeşitli programlar yardımıyla değerlendirmeye izin vermektedir. Fakat seçilen program kullanıcı odaklı bir ara yüze sahip olmadığı için apartman binası ilk olarak DesignBuilder'da modellenerek EnergyPlus programına aktarılmış ve gerekli düzeltmeler orada yapılmıştır. Isıtma ve soğutma termostat dereceleri olarak 20 °C ve 26 °C belirlenmiştir. Apartmanlarda sabit bir kullanıcı profili tanımlamak çok zor olması nedeniyle ısıtma ve soğutma sisteminin çalışma süreleri için herhangi bir zaman profili belirlenmemiştir. Binanın yıllık olarak belirtilen konfor aralığını sağlaması için gerekli enerji yükleri programa hesaplatılmıştır.

3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN YILLIK ISITMA YÜKLERİNE ETKİSİ

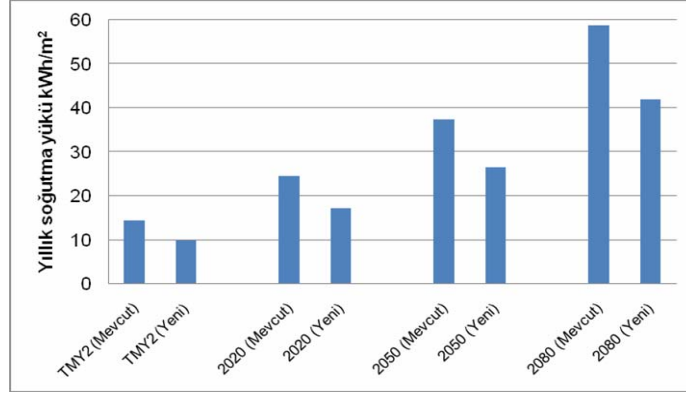
Genel olarak bakıldığında ısıtma yükünün zamanla azaldığı görülmektedir. Diğer önemli bir nokta ise mevcut apartman binasında tüketilen enerji ile yeni apartman binası arasında yaklaşık olarak %20 fark olmasıdır (Şekil 4). Mevcut binalar her zaman yeni binalardan %20 daha fazla ısıtma enerjisine ihtiyaç duyacaklardır. Baz yılları karşılaştırıldığında mevcut binalarda 2020 yılında ısıtma ihtiyacı %15, 2050 yılında %28 ve 2080 yılında %45 daha az olacaktır. Yeni binalarda ise 2020 yılında %14, 2050 yılında %27 ve 2080 yılında ise %44 daha az olacaktır.



Şekil 4. Yıllık Isıtma Yüklerindeki Değişimler

4. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN YILLIK SOĞUTMA YÜKLERİNE ETKİSİ

Genel olarak bakıldığında soğutma yükünün zamanla arttığı görülmektedir. Isıtma yüklerinde olduğu gibi, mevcut apartman binası ile yeni apartman binası arasında enerji gereksinimleri açısından yaklaşık olarak %30 fark vardır (Şekil 5). Mevcut binalar her zaman yeni binalardan %30 daha az soğutma enerjisine ihtiyaç duyacaklardır. Baz yılları karşılaştırıldığında mevcut binalarda 2020 yılında soğutma ihtiyacı %71, 2050 yılında %259 ve 2080 yılında %408 daha fazla olacaktır. Yeni binalarda ise 2020 yılında %73, 2050 yılında %266 ve 2080 yılında ise %420 daha fazla olacaktır.



Şekil 5. Yıllık Soğutma Yüklerindeki Değişimler

SONUÇ

Bu çalışmada mevcut ve yeni apartman binalarındaki ısıtma ve soğutma için gerekli enerji tüketiminin zaman içinde iklim değişikliğinin etkilerine bağlı olarak (HadCM3-A2) nasıl değiştiği değerlendirilmiştir. Çalışmanın sadece sıcak-nemli iklim bölgesini kapsadığı ve tek bir mevcut binaya özgü koşulların dikkate alındığı unutulmamalıdır. Elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

- Ortalama sıcaklıklardaki ve güneş radyasyonundaki artış nedeniyle ısıtma yüklerinin önemli ölçüde azalabileceği fakat soğutma yüklerinin ise artabileceği tespit edilmiştir,
- Genel olarak ısıtma yükündeki azalma eğilimine rağmen 2050 yılına kadar apartman binalarında ısıtma yükü soğutma yükünden daha fazla olacağı beklenmektedir. 2080 yılında ise soğutma yükünün ısıtma yükünden yaklaşık olarak mevcut binalarda %24, yeni binalarda ise %12 daha fazla olacağı tahmin edilmektedir,
- Bu nedenle, şu ana kadar ısıtma yüklerinin azaltılmasına yönelik önlemlerin hakim olduğu (termal yalıtım) bir tasarım anlayışına sahip olmamıza rağmen, soğutma odaklı tasarımlar ve önlemler de ön plana çıkartılmalıdır,
- Mevcut yasal düzenlemeler soğutma gereksinimini daha fazla dikkate alacak şekilde revize edilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] ÇELEBİ, İ.Y., "Turkey's Energy Policies and the Eurasian Region", Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, 2006.
- [2] FİDAN, A., "Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, 2006.
- [3] TÜBİTAK., "Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli Ekleri", Ankara, 2003.
- [4] DPT., "9. Kalkınma Planı: Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu", Ankara, 2006.
- [5] KAYIKÇI, M., "Gecekondu Olgusunun Yeniden Ele Alınışı", Türk İdare Dergisi, 76(443),108-118, 2004.
- [6] DEMİR, İ., KILIÇ, G., COŞKUN, M., "Türkiye ve Bölgesi için PRECIS Bölgesel İklim Modeli Çalışmaları", I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi 11-13 Nisan İstanbul, 2007.
- [7] SANTAMOURIS, M ve ASIMAKOPOULOS, D., "Passive Cooling of Buildings", Lames & James Ltd. London: UK. 1996.
- [8] FRANK T.H., "Climate Changes Impacts on Building Heating and Cooling Energy Demand in Switzerland", Energy and Buildings, 37, 1175-1185, 2005.

- [9] CHRISTENSON, M., MANZ, H., GYALISTRAS, D., “Climate Warming Impact on Degree-Days and Building Energy Demand In Switzerland”, *Energy Conservation and Management*, 47, 671-686, 2006.
- [10] WANG, X., CHEN, D., REN, Z., “Assessment of Climate Change Impact on Residential Building Heating and Cooling Energy Requirement In Australia”, *Building and Environment*, 45, 1663-1682, 2010.
- [11] COLLINS, L., NATARAJAN, S., LEVERMORE, G., “Climate Change and Future Energy Consumption in UK Housing Stock”, *Building Services Engineering Research Technologies*, 31 (1), 75-90, 2010.
- [12] JENKIS, D., LIU, Y., PEACOCK, A.D., “Climatic and Internal Factors Affecting Future UK Office Heating and Cooling Energy Consumptions”, *Energy and Buildings*, 40, 874-881, 2008.
- [13] LAM, C Joseph., WAN, K.W.K., LAM, N.T.T., WONG, L.S., “An Analysis of Future Building Energy Use Subtropical Hong Kong”, *Energy*, 35, 1482-1490, 2010.
- [14] ZMEUREANU, R ve RENAUD, G., “Estimation of Potential Impact of Climate Change on the Heating Energy Use of Existing Houses”, *Energy Policy*, 36, 303-310, 2008.
- [15] DOLINAR, M., VIDRIH, B., KAJFEŽ-BOGATAJ, L., MEDVED, S., “Predicted Changes in Energy Demands for Heating and Cooling due to Climate Change”, *Physics and Chemistry of the Earth*, 35, 100-106, 2010.
- [16] ARNELL, N.W., “Effects of IPCC SRES Emissions Scenarios on River Runoff: A Global Perspective”, *Hydrology & Earth System Sciences*, 7(5), 619-641, 2003.
- [17] JOHNS, T.C., et. al. “Anthropogenic Climate Change for 1860–2100 Simulated with the HadCM3 Model Under Updated Emissions Scenarios”, *Climate Dynamics*, 20, 583–612, 2003.
- [18] NAKICENOVIC N., et al., “Special Report on Emissions Scenarios: A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change”, Cambridge University Press, Cambridge: U.K, 2000. Available online at: <http://www.grida.no/climate/ipcc/emission/index.htm> (12.02.2010).
- [19] ARNELL, N.W., et. al., “Climate and Socio-economic Scenarios for Global-scale Climate Change Impacts Assesments: Characterising the SRES Storylines”, *Global Environmental Change*, 14, 3-20, 2004.
- [20] JENTSCH, F.M., BAHAJ, A.S., JAMES, P.A.B., “Climate Change Future Proofing of Buildings- Generation and Assessment of Building Simulation Weather Files. *Energy and Buildings*, 40, 2148-2168, 2008.
- [21] BELCHER, S.E., HACKER, J.N., POWELL, D.S., “Constructing Design Weather Data for Future Climates”, *Building Services Engineering Research and Technology*, 26(1), 49–61, 2005.
- [22] Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği, Resmi Gazete, Sayı 27019, 9 Ekim 2008.

ÖZGEÇMİŞ

Yusuf YILDIZ

2004 yılında Trakya Üniversitesi, Müh. Mim. Fakültesi Mimarlık Bölümünü bitirmiştir. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mimarlık Bölümü'nde 2008 yılında Yüksek Lisans eğitimini tamamlamıştır Aynı üniversitede Doktora eğitimine devam etmektedir ve araştırma görevlisidir. Binalarda enerji modellemesi ve simülasyonu, mevcut binaların enerji etkin iyileştirilmesi ve az katlı apartman binalarında soğutma yüklerinin azaltılması konularında çalışmaktadır.

Zeynep DURMUŞ ARSAN

1992 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi (DEU), Mimarlık Bölümü'nden mezun oldu. Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ), Mimarlık Bölümü'nde yürüttüğü yüksek lisans çalışmasını 1997 yılında tamamladı. Türkiye'de Sürdürülebilir Mimari ve İzmir, Gediz Deltası, Seyrek Köyünde Sürdürülebilir Konut Tasarımı' üzerine yürüttüğü Doktora çalışmasını, 2004 yılında İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde (İYTE) tamamladı. 2005 yılında Belçika, Leuven Katolik Üniversitesi, Sürdürülebilir İnsan Yerleşimleri Merkezi'nde doktora sonrası araştırmasını yürüttü. Halen İYTE Mimarlık Bölümü'nde Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır.