

YAŞAM ALANLARINDA ISIL KONFORA BAĞLI ENERJİ VERİMLİLİĞİ UYGULAMALARI

Sinan UĞUZ¹, Ali Hakan IŞIK², Ömer AYDOĞAN³

¹ Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü,
sinanuguz@mehmetakif.edu.tr

² Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü,
ahakan@mehmetakif.edu.tr

³ Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Emin Gülmez Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu,
omeraydogan@mehmetakif.edu.tr

ÖZET

Yaşam alanlarında ısıtma sistemleri için tüketilen enerjinin verimliliğinin sağlanması için oda termostat sistemleri vb. uygulamalar gerçekleştirilmektedir. Fakat bu sistemler belirli bir kritere göre iç ortam sıcaklığını kontrol ederek, radyatörlere bağlı valflerin konumunu değiştirmektedirler. Bu çalışmada bu sistemlerde ısıtma konfor tabanlı uygulamalar yapılması tartışılmış ve bazı öneriler getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Isıl konfor, Enerji verimliliği

1.GİRİŞ

Dünya nüfusundaki hızlı artış, iklim değişikliği, teknolojinin hızla gelişmesi günümüz insanların enerji darboğazına girmesindeki en önemli unsurları oluşturmaktadır. Doğal enerji kaynaklarının hızlı ve bilinçsiz tüketimi gelecek nesillerin yaşayacağı sıkıntıların temelini oluşturacaktır. Enerji ve kullanımı konusunda dünyada oluşan olumsuz tablo, ülkelerin enerji verimliliğine ve alternatif enerji kaynaklarının kullanım çeşitliliğini artırma yolları arayışlarına gitmelerine neden olmaktadır. Bugün dünyada enerji arz verileri dikkate alındığında gelecek yıllardaki dünya enerji istatistiklerini etkileyecek unsurlar olarak enerji tasarrufu, enerjinin etkin yönetimi ve rasyonel kullanımı ile enerji verimliliğinin artırılması konuları görülmektedir.

Günümüzde enerji tüketiminin en yoğun olduğu alanlar olarak imalat, elektrik üretim ve dağıtımı, inşaat, ulaştırma ve ısınma sayılabilir. Özellikle ısınma tüm halkı etkileyen ve ülke ekonomisinde önemli gider teşkil eden bir ihtiyaçtır. Ülkemizde önemli bir paya sahip olan ısınma amaçlı enerji tüketiminde, ısıtma ihtiyacının karşılanması için katı yakıtlar, doğal gaz ve elektrik enerjisi tüketimi başı

çekmektedir. Özellikle son yıllarda doğalgaz ile ısınma sistemlerinin yaygınlaşması, insanlarda enerji tüketimi ve tasarrufu konusunda bir bilinç oluşmasına neden olmuş ve oda termostatı sistemlerinin yaygın kullanılmaya başlandığı görülmüştür. Bina, konut vb. ısınma ihtiyacı duyulan alanlarda enerji yönetim uygulamaları ile ciddi oranlarda enerji tasarrufu sağlanması mümkündür.

Konutlarda ve özellikle merkezi ısıtma ile ısınan binalarda komşu daireler arasında bile ısı farklılıklarının olduğu bilinen bir gerçektir. Aynı binada ve aynı iç sıcaklığa sahip iki dairede oturan kişilerin sıcaklık algıları farklı olabilmektedir. Örneğin 22 °C derecede bir hane sakini ortamın sıcaklığından diğer hane sakini ise ortamın serin olduğundan şikâyet edebilmektedir. Bu durum oda termostatı olmasına rağmen insanların aslında aynı ısıl konfor hissine sahip olmadıklarının bir göstergesidir. Dolayısıyla 22 °C sıcaklıkta üşüdüğünü iddia eden hane ferdi daha çok ısı talep edecektir. Bu durumun neticesi olarak oda termostat sistemlerinin sadece belirli sıcaklık değerine göre ısıl konfor gözetilmeksizin bir kontrol sağladığı görülmektedir. Oda termostatı sıcaklık değerinin bir standardı olmayıp kişiden

kişiyeye göre farklı seçilmesi enerji verimliliği açısından bir dezavantaj oluşturmaktadır.

2. ISIL KONFOR VE PMV

Isıl konfor insanların zihninde termal çevre ile olan memnuniyet ifadesinin oluşması olarak tanımlanabilir. Isıl konfor sadece fizyolojik durumlar veya fiziksel çevre ile ilgili olmayıp kişilerin duyguları ve hisleri ile karar verdikleri, hatta aynı fiziksel şartlara sahip kişilerde bile farklılıklar gösteren bir olgudur [7].

Tahmini ortalama oy (PMV, Predicted Main Vote) belirli bir ortamda yaşayan

$$PMV = [0.303 \exp(-0.036.M) + 0.028] \cdot \{ (M - W) - 3.05 \times 10^{-3} [5733 - 6.99(M - W) - p_a] - 0.42[(M - W) - 58.15] - 1.7 \times 10^{-5} \cdot M \cdot (5867 - p_a) - 0.0014 \cdot M \cdot (34 - t_a) - 3.96 \times 10^{-8} \cdot f_{cl} [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r^* + 273)^4] - f_{cl} \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \} \quad (1)$$

$$t_{cl} = 35.7 - 0.0275(M - W) - R_{cl} \{ (M - W) - 3.05 \cdot [5.73 - 0.007 \cdot (M - W) - p_a] - 0.42[(M - W) - 58.15] - 0.0173 \cdot M \cdot (5.87 - p_a) - 0.014 \cdot M \cdot (34 - t_a) \} \quad (2)$$

$$2.38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0.25} > 12.1\sqrt{V} \text{ ise } h_c = 2.38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0.25} \\ 2.38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0.25} < 12.1\sqrt{V} \text{ ise } h_c = 12.1\sqrt{V} \quad (3)$$

$$I_{cl} \leq 0.078 \text{ m}^2 K/W \text{ ise } f_{cl} = 1.00 + 1.290 I_{cl} \\ I_{cl} > 0.078 \text{ m}^2 K/W \text{ ise } f_{cl} = 1.05 + 0.645 I_{cl} \quad (4)$$

Denklemlerdeki, M değeri toplam metabolik ısı üretimi (W/m²), W değeri yapılan iş (W/m²), p_a değeri havadaki su buharı basıncını (kPa), f_{cl} değeri giysi alan çarpımı, t_{cl} değeri giysi yüzey sıcaklığı (°C), h_c değeri taşınım ile ısı geçiş katsayısını (W/m².K), t_r^{*} değeri ortalama ışıyım sıcaklığını (°C), t_a değeri ortam sıcaklığını (°C), V değeri hava hızı (m/s) olarak ifade edilmektedir.

insanların, insan vücudu ile çevre arasındaki ısı transferinin kararlı durumda olduğu varsayıldığı ortamdaki ısı konfor düzeyini ifade etmelerinde kullanılabilecek ısı his ölçeğidir. Bir ortamın sıcaklık değerinin sayısal olarak bilinmesi ortamdaki konfor hissinin açıklanmasında yeterli olamayabilir. Bunun için PMV değerinin hesaplanması gerekmektedir.

PMV değerinin hesaplanması Denklem 1’de görülmektedir. Denklem 2, 3 ve 4 ise PMV hesaplanırken kullanılması gereken t_{cl}, h_c ve f_{cl} değişkenlerinin hesaplanması için kullanılırlar.

Belli bir ısıl çevrenin insanların birçoğu tarafından nasıl algılanacağı Denklem 1’de belirtilen PMV değeri sonucuna göre Çizelge 1’den bakılarak belirlenebilir.

Çizelge 1. ASHRAE ısı duyum ölçeği [1]

Sıcak	+3
Ilık	+2
Ilıkça	+1
Nötr	0
Serince	-1

Serin	-2
Soğuk	-3

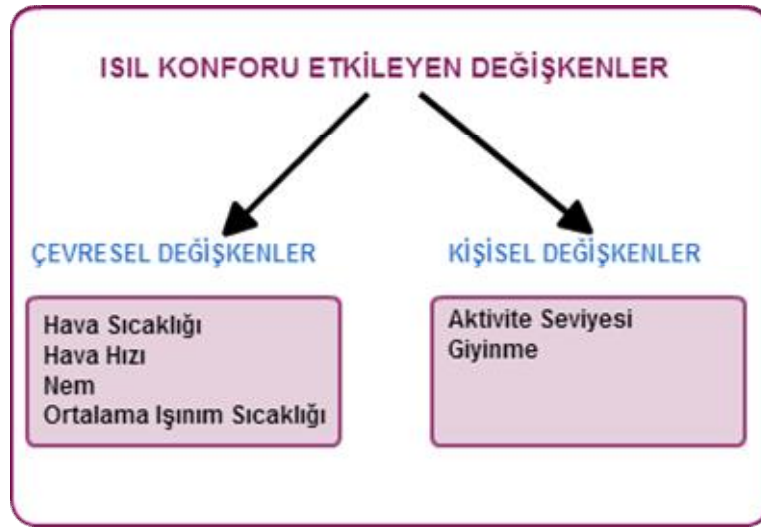
Çizelge 1’den elde edilen sonuç kişinin ortamdaki konfor memnuniyetini anlaması açısından yetersiz kalacaktır. Tahmini

memnuniyetsizlik yüzdesi (PPD, Predicted Percentage Dissatisfied) indisi ortamdaki ısı konforundan memnun olmayanların oranını belirlemek için kullanılabilen bir ifadedir. PPD ile PMV arasındaki ilişki Denklem 5’deki bağıntıyla verilmiştir [5].

$$PPD = 100 - 95 \exp[-(0.03353 PMV^4 + 0.2179 PMV^2)] \quad (5)$$

2.1. Isıl konforu etkileyen değişkenler

Isıl konforu etkileyen değişkenler çevresel değişkenler ve kişisel değişkenler olarak iki grup altında incelenebilir [1].



Şekil 1. Isıl konforu etkileyen değişkenler

İnsan vücudu ve hava arasındaki ısı akışını belirleyen ve insan vücudunu çevreleyen sıcaklık olarak tanımlanabilir [7]. Isıl konfor hesaplamalarında kullanılan sıcaklık değerleri kuru termometre yardımıyla ölçülebilir. Tüm vücuttaki hava hareketi, vücuttan gelen ve vücuda giden sıcaklığı ve dolayısıyla da vücut sıcaklığını etkiler. Kapalı ortamlardaki hava hızı genellikle 0 ile 0.5 m/s arasında değişiklik göstermektedir. Ortam kapalı dahi olsa bu hızlar ısı konfor üzerinde etkiye sahiptir. İnsan vücudu gerçekleşen aktivite seviyesi ölçüsünde terlemeyle vücuttan çevreye ısı vererek serinlemektedir. İnsan derisinden çevre ortama su buharı geçişiyle gerçekleşen terleme olayında bağıl nem, kaybedilen sıvı miktarını etkileyen önemli bir faktördür. Hava sıcaklığının insanın

vücut ısısına olan etkisinin yanı sıra bir de ışıma sıcaklığının (Radiant Temperature) insan vücudu sıcaklığı üzerinde etkisi vardır. Hava alışverişi tüm kütleler arasında ışıma yoluyla gerçekleşir ve sıcak bir kütleden soğuk olan kütleye yönünde bir hava akışı gerçekleşir. Ortalama ışıma sıcaklığı, kişilerin kapalı bir ortamdaki yüzey sıcaklıklarından etkilenme düzeylerini açığa çıkaran bir değerdir. Ortalama ışıma sıcaklığı siyah globe termometre kullanılarak ölçülebilir. Giysi çeşitleri ve yalıtım oranları ısı konforu etkileyen önemli hususlardır. İnsan ile dış ortam arasındaki katman olan giysiler bulunan ortama göre yetersiz ya da fazla olursa konforsuzluğun oluşmasına neden olabilirler. Isıl konfor denkleminde giysi yalıtımı için clo birimi kullanılır.

İnsan hareket ettikçe vücut ısısı üretir. Üretilen ısı hareketin yoğunluğuna göre değişiklik gösterir. Oturan bir insan ile koşan bir insanın vücut ısılarının farklı oluşu ısı konfor hislerinin de farklı olmasına neden olacaktır.

2.2. Literatür Çalışmaları

Bermejo vd. (2012), bina ve hava koşullarından bağımsız olarak, ısı konforu oluşturan faktörlerden sadece çevresel faktörleri değil, kişisel faktörleri de hesaba katarak kullanıcıya uyarlanabilir bir ısı konfor sistemi gerçekleştirmişlerdir. Giysi ve kullanıcı aktiviteleri gibi önceden tanımlanan bazı parametrelerin değişiminin sisteme bildirilmesi ve sürekli güncelleme ile online öğrenme gerçekleştirilmiştir. Çalışmada PMV-index değeri soğuk ile sıcak arasında değişen dilsel değişkenlerle ifade edilerek, bulanık mantık denetleyicisi ile uygun aktüatör kontrol seviyesine getirilerek oda içindeki sıcaklık değişimi ile optimum ısı konfor düzeyine erişilmeye çalışılmıştır [2].

Rawi ve Anbuky (2012), dört alt sistemden meydana gelen , “Human Comfort System Manager” adı verilen ve neticede elde edilen Human Comfort Index (HCI) değerine göre ortamdaki havalandırma ya da ısıtma sistemlerinin kontrolünün sağlandığı bir sistem gerçekleştirilmiştir. Bu dört alt sistemden ilki, ortam sıcaklığı, ışıyım sıcaklığı, hava hızı, nem, aktivite düzeyi ve giysi clo değerlerinden elde edilen PMV-index değeri ile temsil edilen Isıl konfor (Thermal comfort) ’dur. Diğer alt sistemler ise CO₂, ses ve ışık olmuştur [8].

Feng vd. (2008), iç ve dış çevresel faktörlere göre ve kullanıcıların davranışlarına göre doğal olarak ayarlanabilen ısı konfor düzeyini kontrol edebilen bir zeki algılama sistemi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada iki bölüme ayrılmış bir deney evi kurulmuştur.

Her iki bölümde de aydınlatma ekipmanları, klimalar ve nem alıcılar standart olarak yerleştirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre deney evinin zeki alanı olarak nitelendirilen bölümünde ısı konfor ve efektif enerji tüketiminin olumlu yönde önemli ölçüde geliştiği görülmüştür [3].

Ferreira vd. (2012), PMV-index değerinin hesaplanmasının yapay sinir ağları ile gerçekleştirilmesi yapılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler kablolu sensör ağları sayesinde elde edilmiştir. Yapay sinir ağının MAE değeri 0.0014 bulunmuş ve çalışma ile gerçek zamanlı kontrol uygulamaları için önemli olan doğruluğu ve hesaplama zamanı unsurlarının sağlandığı görülmüştür [4].

3. ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN SAĞLANMASI

Günümüzde yaşam alanlarımızda kullandığımız çoğu kalorifer radyatörü sürekli açık olarak çalıştırılmaktadır. %100 açık valf konumunda çalışan sistemlerde bazen iç mekân sıcaklığının çok yüksek oluşundan dolayı kapı ve pencerelerinde açık olduğu bilinen bir gerçektir. Yaşam alanlarında ısıtma sistemlerinde ısıtma amaçlı kullanılan radyatörlerin sürekli olarak açık kalması tüketilen enerjinin fazla olmasına neden olmaktadır. Aslında bu sorunun temelinde ısı konfor şartlarının dikkate alınmadan ısıtma gerçekleştirilmesi yatmaktadır. Son zamanlarda sadece ortamdaki iç hava sıcaklığına bağlı çalışan termostat sistemlerinin kullanımı artsa da aslında gerçek anlamda ısı konforun sağlandığından söz edilememektedir.

Gerçekleştirilebilecek sistemler oda termostat sistemlerine ek olarak ısı konfora göre radyatör kontrolü yapabilir. Yani ısı konfor için gerekli olan altı farklı parametre çeşitli ölçüm aletleri vasıtasıyla toplanıp elde edilen PMV değerine göre radyatör valflerinin oransal ya da on-off kontrolleri sağlanabilir.

Çizelge 2’de dört adet örnek veri ve neticede hesaplanan PMV değerleri görülmektedir. Geleneksel bir yaşam alanında ısı konfor durumu gözetilmeksizin radyatör valflerinin sürekli açık olduğu düşünüldüğünde aşağıdaki verilere göre PMV’nin -2.2 (ortam serin)

ve -0,67 (nötr) olduğu durumların her ikisinde de valf pozisyonu tam açık olacaktır. Fakat ısı konfor açısından bu kadar farklı ortam şartlarında radyatör valflerinin aynı oranda açık olması, bu yaşam alanında enerji verimliliğinden söz edilemeyeceğinin bir kanıtıdır.

Çizelge 2. PMV hesaplanması için örnek veriler

Ortam Sıcaklığı	Nem	Işıma Sıcaklığı	Hava Hızı	Giysi Clo Değeri	Aktivite	PMV	Vana Kademesi
25,18	30,57	24,43	0	0,4	Uzanma-45 W/m ²	-2,2	ON
20,16	34,25	18,93	0	0,92	Oturma-60 W/m ²	-1,22	ON
22,24	30,67	20,93	0	0,92	Oturma-60 W/m ²	-0,67	ON
21,65	34,43	21,37	0	1	Ayakta-70 W/m ²	-0,04	ON

Çizelge 1’de verilen ısı duyum ölçeğine göre valf oranlarında değişiklikler yapılabilir. Çizelge 3 incelendiğinde ısı konfor açısından soğuk olan bir yaşam

alanında valf açıklık oranı %100 iken nötr olan bir yaşam alanında %40 seviyesinde açık olacaktır.

Çizelge 3. PMV’ye göre valf açıklık oranları

	PMV	VALF (%)
Sıcak	+3	-
Ilık	+2	-
Ilıkça	+1	20
Nötr	0	40
Serince	-1	60
Serin	-2	80
Soğuk	-3	100

Bu durumda yaşam alanındaki radyatör valfinin oransal olarak değişimi, valfin ortamdaki ısı konfor durumuna göre sürekli olarak değişeceği anlamına gelmekle beraber, geleneksel çalışma sistemlerinde valflerin sürekli açık olduğu düşünüldüğünde önemli bir enerji verimliliği sağlayacaktır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Isı konfor açısından sadece kış döneminde kullanılabilecek olan radyatöre ilave olarak hem kış hem de yaz dönemlerinde

kullanımı mümkün olabilen klima sistemleri tercih edilebilir. Böylece enerji verimliliği daha uzun süre sağlanmış olacaktır. Çizelge 3’teki valf oranları belirli bir kritere göre verilmemiştir. Bu oranların belirlenmesinde bulanık mantık tabanlı uygulamalar kullanılabilir. Böylece daha esnek bir kontrol sağlanmış olacaktır. Özellikle ısıtmada kullanılan enerji kaynakları bakımından hayli kısıtlı imkânlara sahip olan ülkemizde bu tip çalışmaların artırılarak ürüne dönüştürülmesi ve kullanımının

yaygınlaşması şüphesiz ülke ekonomisi açısından büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] ASHRAE 55P, 2004. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, Atlanta.
- [2] Bermejo, P., Redondo, L., Ossa, L., Rodríguez, D., Flores, J., Urea, C., Puerta, J.M., 2012. Design and Simulation of A Thermal Comfort Adaptive System Based on Fuzzy Logic and On-Line Learning. Energy and Buildings, 49, 367–379.
- [3] Feng, M.W., Wen, S.L., Tsai, K.C., Liu, Y.C., Lai, H.R., 2008. Wireless Sensör Network and Sensör Fusion Technology for Ubiquitous Smart Living Space Applications. Second International Symposium on Universal Communication, 15-16 December, Osaka Japan, 295–302.
- [4] Ferreira, P. M., Silva, S. M., Ruano, A. E., Negrier, A. T., Conceicao, E. Z. E., 2012. Neural Network PMV

Estimation For Model-based Predictive Control of HVAC Systems. The International Joint Conference on Neural Networks, 10-15 June, Brisbane, Australia, 1–8.

- [5] ISO 7730, 1994. Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PMV indices and specification of the conditions for thermal comfort.
- [6] Kolokotsa, D., Saridakis, G., Pouliezos, A., Stavrakakis, G.S., 2006. Design And Installation of An Advanced EIBTM Fuzzy Indoor Comfort Controller Using MatlabTM. Energy and Buildings, 38, 1084–1092.
- [7] Parsons, K., 2002. Human Thermal Environments. CRC Press, 527p, New York.
- [8] Rawi, M.I.M., Al-Anbuky, A., 2012. Wireless Sensör Networks and Human Comfort Index. Personal and Ubiquitous Computing, 1-5.