



ÖRNEK BİR HASTANE BİNASINDA ENERJİ TÜKETİM DEĞERLERİNİN HESAPLANMASI

Calculation of Energy Consumption Values in a Sample Hospital Building

**Aslı Tarakcioğlu Başeğmez
Galip Temir**

ÖZET

Bu çalışmada, örnek bir hastane binasında aylık enerji tüketim değerleri hesaplanmış ve benzer bir hastanenin gerçek enerji tüketim değerleriyle karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmada, hastane tesisat sistemleri konusundaki başta ASHRAE standartları olmak üzere, DIN ve Türk standartları özet olarak verilmiştir. Örnek hastane binası, 351 yatak ve 12 ameliyathane kapasiteli, 72.000 m² şartlandırılan, 24.000 m² şartlandırılmayan, toplam 96.000 m² alandan oluşacak şekilde tasarlanmıştır. Her bir katı 100x80 m ölçülerinde olan, 12 katlı dikdörtgenler prizması boyutlarında kurgulanmış örnek bina, çizim programı kullanılarak üç boyutlu olarak modellenmiştir. Isı yalıtım hesabına uygun olarak yapı elemanları tipleri belirlenmiş ve pencere, dış kapı gibi açıklıklar boyutlandırılmıştır. Bina, işlevlerine göre 14 tip şartlandırılan bölüme ayrılmış, bölümlerdeki kişi sayıları, cihaz yükleri ve çalışma programları sisteme girilmiştir. Kapasite hesabı için örnek hastanenin ısıtma ve soğutma yükleri kW; bina aylık enerji tüketimleri kWh/ay cinsinden hesaplanmıştır. Sonuç olarak, örnek hastanenin enerji tüketim değerleri, doğal gaz ve elektrik için aylık ve yıllık olarak tespit edilmiş ve benzer bir hastane ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hastane tesisatı, Hastane şartlandırılması, Enerji tüketimi, Bina enerji modellemesi, Bina enerji simülasyonu.

ABSTRACT

In this study, monthly energy consumption in a sample hospital building was calculated and compared with the actual energy consumption values of a similar hospital. In the study, the DIN and Turkish standards, especially the ASHRAE standards on hospital installation systems, were given as a summary. A sample hospital building was designed to consist of a total area of 96.000 m², with a capacity of 351 beds and 12 operating rooms, 72.000 m² conditioned and 24.000 m² unconditioned spaces. The sample building, which was designed as a rectangular prism with 12 floors, each floor measuring 100x80 m, was modeled in three dimensions using the drawing program. Types of building elements were defined in accordance with the thermal insulation calculation, and openings such as windows and exterior doors were also dimensioned. The building was divided into 14 conditioned zones according to their functions; the occupancy schedule, the devices with their power, and the working schedules were identified in the system. For the capacity calculation, the heating and cooling loads of the sample hospital were calculated in kW; the monthly energy consumption of the building was calculated in kWh/month. As a result, the energy consumption values of the sample hospital for natural gas and electricity were determined monthly and annually and compared with a similar hospital.

Key Words: Hospital utilities, Hospital conditioning, Energy consumption, Building energy modeling, Building energy simulation.

1. GİRİŞ

Hastaneler, özel kriterlerde 7 gün 24 saat sağlık hizmeti veren yapılar olmaları sebebiyle, hem ısıtma, havalandırma, iklimlendirme (HVAC) hem de enerji verimliliği açısından önem arz etmektedir. Hastane tasarımında, ameliyathanelerin yanı sıra yoğun bakımlar, hasta yatak odaları gibi diğer birçok bölümde, farklı ve özel tasarım kriterlerine sahiptir.

Ameliyathaneler için yüksek filtreleme ihtiyacı ve bitişik alanlar arasındaki basınç farkı ilişkileri, birçok tasarım sorunlarından sadece birkaç tanesi olup, sağlık hizmetleri tesislerindeki HVAC sistemlerinin işlevselliği ve uygun tasarımı için kritik konulardır [1].

Tipik Sağlık hizmetleri tesislerinin yıllık enerji maliyetinin %36 ile %46 arası, HVAC sistemlerinin çalışmasıyla ilişkilidir. Buna, havalandırma fanı enerjisi, dış havanın soğutulması ve neminin alınması, dış havanın ısıtılması ve nemlendirilmesi dahil olup alan konforunu korumak için gerekli olan termal karıştırmayı ve ilave ısıtmayı da kapsar. Bu nedenle yeni HVAC sistemlerin tasarımında enerji tasarrufu stratejilerinin kullanılması özellikle önemlidir [1].

Hastanelerde, HVAC sistemlerinin yanı sıra birçok üst yapı tipine nispeten yüksek olan ekipman yüklerinin bulunması ve 7 gün 24 saat sağlık hizmeti verildiği göz önünde bulundurulduğunda, henüz tasarım aşamasında bina enerji simülasyonu yapılarak enerji tüketim değerleri ve maliyetlerinin hesaplanması, bu hesaplar çerçevesinde tasarımın şekillendirilmesi, enerji verimliliği ve enerji ekonomisi açısından ülkemize katkı sağlayacaktır.

2. HASTANE TESİSATI TASARIM PARAMETRELERİ VE STANDARTLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

İç alan tasarım koşulları, binanın işletilmesi için gereken koşullardır. Koşullar, tasarımın ilk zamanlarında tasarım kriteri olarak düzenlenir; sayısal olarak hazırlanmaz, ancak binanın her alanının kullanım ihtiyaçlarına göre hazırlanır. İç alan tasarım koşullarındaki zamana göre varyasyonlar, ayrı alanların çalışma programına göre de hazırlanabilir [1].

Ülkemizde hastane HVAC tesisatı tasarımında, en çok kullanılmakta olan standart ve kılavuzlar şunlardır;

1. T.C. Sağlık Bakanlığı, "Türkiye Sağlık Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu" [2],
2. T.C. Sağlık Bakanlığı, "Mevcut ve Yeni Yapılacak Sağlık Tesislerinde Uyulması Gereken Asgari Teknik Standartlar Genelgesi" [3],
3. ASHRAE HVAC Design Manual for Hospitals and Clinics, "Hastane ve Klinikler için HVAC Tasarım Kılavuzu" [1],
4. ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170 Ventilation of Health Care Facilities, Sağlık Tesislerinin Havalandırılması Standardı [4],
5. Alman Standardı DIN 1946 – 4 Bölüm 4: "Hastanelerde Havalandırma ve İklimlendirme Tesisatları Tekniği" [5],

Bu çalışmada, hastane tesisatı tasarımında mahaller bazında farklılık gösteren kritik parametreler, ilgili standartların güncel yayınları arasında karşılaştırılmıştır. Aşağıdaki tabloda tasarım sıcaklığı, bağıl nem, yan mahaller ile basınç ilişkisi, minimum dış hava miktarı parametreleri mahal bazında özetlenmiştir:

Tablo 1. Standart ve kılavuzlarda verilen tasarım değerlerinin mahaller bazında karşılaştırma tablosu [2], [4], [5].

Mahaller	Tasarım Sıcaklığı °C			Bağıl Nem %			Yan mahaller ile basınç ilişkisi			Minimum Dış Hava Değişim Sayısı/Miktarı		
	Ashrae 170-2021 Tablo 7.1	DIN 1946-4:2018-06	Türkiye Sağlık Yapıları asgari tasarım standartları 2010 yılı klavuzu	Ashrae 170-2021 Tablo 7.1	DIN 1946-4:2018-06	Türkiye Sağlık Yapıları asgari tasarım standartları 2010 yılı klavuzu	Ashrae 170-2021 Tablo 7.1	DIN 1946-4:2018-06	Türkiye Sağlık Yapıları asgari tasarım standartları 2010 yılı klavuzu	Ashrae 170-2021 Tablo 7.1	DIN 1946-4:2018-06	Türkiye Sağlık Yapıları asgari tasarım standartları 2010 yılı klavuzu
Hasta Yatak Odaları	21-24	-	21-24	Max 60	-	30-60	KY	-	KY	2 değişim	-	2 değişim
Poliklinik	21-24	22-26	21-24	Max 60	-	30-60	KY	-	KY	2 değişim	40 m ³ /saat kişi başı	KY
Doğumhane (LDR)	21-24	22-26	20-23	Max 60	-	30-60	KY	-	KY	2 değişim	40 m ³ /saat kişi başı	3 değişim
Laboratuvar	21-24	-	21-24	KY	-	30-60	Negatif	-	Negatif	2 değişim	-	2 değişim
Görüntüleme	22-26	22-26	21-24	Max 60	-	30-60	KY	-	KY	2 değişim	40 m ³ /saat kişi başı	KY
Acil Servis (tedavi alanı)	21-24	22-26	21-24	Max 60	-	30-60	KY	-	KY	2 değişim	40 m ³ /saat kişi başı	2 değişim
Ameliyathane	20-24	19-26	20-23	20-60	30-65	30-60	Pozitif	Pozitif	Pozitif	4 değişim	1200 m ³ /saat ameliyathane başına	3 değişim
Yoğun Bakım	21-24	22-26	21-24	30-60	30-65	30-60	KY	-	Pozitif	2 değişim	40 m ³ /saat kişi başı yada 100 m ³ /h hasta başı	2 değişim
Yemekhane	-	-	24	-	-	KY	-	-	KY	-	-	2 değişim
Mutfak	22-26	-	26	KY	-	-	KY	-	KY	2 değişim	-	KY
Çamaşırhane	KY	-	26	KY	-	KY	Negatif	-	KY	2 değişim	-	2 değişim

KY: Kısıtlama yoktur

-: Tanımlanmamıştır

Tabloda bulunan mahallerden bazıları kendi içinde de sınıflara ayrılmaktadır. Bu mahaller içinde genel olan alanlara ait veriler tabloda paylaşılmıştır.

3. ÖRNEK HASTANE BİNASI TASARIMI VE HESAPLAMALAR

3.1. Tasarım ve Isı Yalıtım Hesabı

Bu çalışmada, bina enerji simülasyonu için ilk olarak, İstanbul'da örnek bir hastane binası tasarlanmıştır. Örnek hastane, T.C. Sağlık Bakanlığı İnşaat ve Onarım Dairesi Başkanlığı tarafından 2012 yılında yayınlanan Mevcut ve Yeni Yapılacak Sağlık Tesislerinde Uyulması Gereken Asgari Teknik Standartlar Genelgesi [2] ve Türkiye Sağlık Yapıları Asgari Tasarım Standartları 2010 Yılı Kılavuzu [1] içeriğinde bulunan genel kabuller açısından baz alınarak, 351 yatak (150 çift kişilik ve 51 tek kişilik hasta yatak odası), 12 ameliyathane kapasiteli, 72.000 m² şartlandırılan (9 kat), 24.000 m² şartlandırılmayan (3 kat), toplam alanı 96.000 m² olan bir bina olarak kurgulanmıştır. Her bir katı 100x80 m ölçülerinde olan, hastane binası 12 katlı dikdörtgenler prizması boyutlarındadır. Örnek bina, çizim programı kullanılarak, aşağıdaki gibi üç boyutlu olarak modellenmiştir:



Şekil 1. Örnek Hastane Binası Üç Boyutlu Modeli

İlgili genelgeden önce, çoğunlukla hastane binasının bodrum katında yer alan; kazan dairesi, trafo ve jeneratör odaları, ana transfer panosu, basınçlı tank ve yakıt tankları, tıbbi gaz odaları da, örnek hastanede genelgeye istinaden hastane bahçesi içerisinde (ön ve yan girişleri önlemeyecek biçimde, binaya en az 20m uzaklıkta) tek katlı ayrı bir bina içerisinde planlanmıştır.

Dış kabuğu tasarlanan örnek hastane binasının, iç mahallerinin tasarımı; mahallerin sınıflandırılması, mahallerin yerleşimi (kat içindeki yerleşimi ve birbirlerine göre konumları), mahallerin alanları için de yine ilgili Sağlık Bakanlığı kılavuz ve genelgesi baz alınmıştır. Fonksiyon ve içerik anlamında bütünlük sağlayan odalar, toplamda tek bir mahal olarak kabul edilmiştir ve bu mahal içinde gerçekte bulunan, nispeten daha az kritik ya da şartlandırılmayan alanlar, mahal tanımında ihmal edilmiştir. Bu yöntemle, örnek hastane binasında, 14 başlık altında, toplam 21 şartlandırılan alan kurgulanmıştır. Katlara göre mahal dağılımları, alanları ve içerikleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Tablo 2. Örnek hastane binası için mahaller dağılım tablosu.

Kat	Mahal Adı	Alan (m ²)	Açıklamalar
6.Kat	601 Hasta Yatak Odaları	3.000	67 Hasta Yatak Odası bulunmaktadır (17 tek kişilik+50 çift kişilik).
6.Kat	602 Koridor ve Diğer	5.000	
5.Kat	501 Hasta Yatak Odaları	3.000	67 Hasta Yatak Odası bulunmaktadır (17 tek kişilik+50 çift kişilik).
5.Kat	502 Koridor ve Diğer	5.000	
4.Kat	401 Hasta Yatak Odaları	3.000	67 Hasta Yatak Odası bulunmaktadır (17 tek kişilik+50 çift kişilik)
4.Kat	402 Koridor ve Diğer	5.000	
3.Kat	301 Poliklinik	3.000	100 Klinik
3.Kat	302 Koridor ve Diğer	5.000	
2.Kat	201 Poliklinik	3.000	100 Klinik
2.Kat	202 Koridor ve Diğer	5.000	
1.Kat	101 Doğumhane	2.500	
1.Kat	102 Laboratuvar	2.500	
1.Kat	103 Görüntüleme	3.000	
Zemin Kat	Z01 Acil Servis	7.000	
Zemin Kat	Z02 Kafe	1.000	
1.Bodrum Kat	B101 Ameliyathaneler	5.000	12 Ameliyathane
1.Bodrum Kat	B102 Yoğun Bakım	3.000	
2.Bodrum Kat	B201 Yemekhane	3.000	
2.Bodrum Kat	B202 Mutfak	1.000	
2.Bodrum Kat	B203 Çamaşırhane	2.000	
2.Bodrum Kat	B204 Personel	2.000	
3.Bodrum Kat	Otopark - Depo - Arşiv - Sığınak - Morg	8.000	Şartlandırılmayan Alanlar - 80 Araç
4.Bodrum Kat	Otopark	8.000	Şartlandırılmayan Alanlar - 160 Araç
5.Bodrum Kat	Otopark	8.000	Şartlandırılmayan Alanlar - 160 Araç

Bina tasarımı kabullerinden sonra, ısı yalıtım hesabına uygun olarak yapı elemanları tipleri belirlenmiş ve pencere, dış kapı gibi açıklıklar/alanlar boyutlandırılmıştır.

“TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” [6], standardı baz alınarak, örnek hastane binasının, yıllık enerji harcama limitleri içinde kalması gerekliliği ve enerji verimliliği indeksinin B tipi “Enerji Verimli Bina” çıkması hedefiyle hesaplara başlanmıştır. 2.Derece gün bölgesinde bulunan örnek bina hesapları, yoğunlaşma açısından da irdelenmiş, yoğunlaşma oluşmaması ve B tipi “Enerji Verimli Bina” sınıfında çıkması hedefi ile yapı kesitlerinde kullanılması planlanan yalıtım tip/kalınlıkları ve diğer yapı elemanları nitelikleri belirlenmiştir.

Tuğla ve betonarme duvarlarda 8 cm taş yünü, toprak temaslı duvarlar ve teras çatıda 10 cm taş yünü yalıtım malzemesi seçilmiştir. Aşağıdaki tabloda ısı yalıtım hesabına esas seçilen, tüm yapı elemanlarının toplam ısı transfer katsayıları özetlenmiştir:

Tablo 3. Örnek hastane binası için seçilen yapı elemanlarının toplam ısı iletim katsayıları.

Binadaki Yapı Elemanları	U (W/m ² K)
Dış Duvar-Tuğla	0,3
Dış Duvar-Betonarme	0,374
İç Duvar-Tuğla	0,389
İç Duvar-Betonarme	0,537
Toprak Temaslı Duvar	0,315
Teras Çatı	0,309
Taban	0,236
Dış Pencere	2,1
Dış Kapı	4

3.2. Sistem Seçimleri ve Ekipman Yükleri

Örnek hastanede, bina ısıtma soğutma yüklerini hesaplamak ve bina enerji simülasyonu yapmak için, ASHRAE transfer fonksiyonu ve ısı çekimi yöntemlerini kullanan, saatlik analiz programı (HAP) kullanılmıştır.

Öncelikli olarak, örnek binanın bulunduğu iklim verileri ve tasarım koşulları saatlik analiz programına tanımlanır. İstanbul ili için enlem, boylam koordinatları, rakım değerleri, saat dilimi, yazın kuru ve yağ termometre sıcaklıkları, sırasıyla yazın 33 ve 24 °C, kışın -3 ve -5,7 °C, günlük sıcaklık farkı 10,5°C, atmosferik temizlik katsayısı 1, bina çevresinin yansıtıcılık katsayısı 0,20 ve bina çevresindeki toprağın ısı iletim katsayısı 1,8 W/mK değerleri programa girilmiştir.

Örnek hastane için bir önceki bölümde hesaplanmış olduğumuz yapı elemanları katmanları, kalınlıkları ve değerleri sırasıyla programa girilmiş ve aynı değeri sağlayan ısı iletim sayıları hesaplatılmıştır.

Sonraki aşamada şartlandırılan 21 mahal tek tek tanımlanmıştır. Mahaller tanımlanırken, tasarım esnasında hesaplanmış olan mahal alanı, ortalama tavan yüksekliği, bina ağırlığı, ısı transferi olan yapı elemanları tiplerine göre sisteme girilmiştir. Dış hava miktarları, aydınlatma yükleri, ekipman yükleri, kişi sayıları, işletme programları (aydınlatma, ekipman, kişi sayıları) tespitinde; örnek hastane

binası mimari kabulleri de hesaba katılarak, ASHRAE "Hastane ve Klinikler için HVAC Tasarım Kılavuzu" [1], ASHRAE 170-2021 standardı [4], T.C. Sağlık Bakanlığı ilgili kılavuz [2], genelgesi [3] ve çalışmakta olan gerçek hastanelerin işletmelerinden alınan değerler kullanılmıştır. Tüm bu değerlerin programda mahal kısmına girilmesinden sonra klima santrali ve sistem seçimlerine geçilmiştir.

21 mahal için 21 klima santrali ve sistem seçimi yapılmıştır. Ameliyathane, yoğun bakım ve doğumhane mahallerinde ısıtma soğutma ihtiyaçlarını karşılamak için, hijyenik klima santralleri seçilmiştir. Bu mahaller tüm havalı, ilave ısıtmalı VAV sistem olarak tasarlanmıştır. Bu üç mahal dışındaki 18 mahalde ısıtma soğutma ihtiyaçlarını karşılamak için 4-borulu gizli tavan tipi fancoil cihazları, dış hava ihtiyacı için ise plakalı tip ısı geri kazanımlı, taze hava klima santralleri seçilmiştir.

Sistemleri tanımlarken, yukarıdaki açıklanan mahal bazında sınıflandırmaya göre seçimler yapılmış, ısıtma ve soğutma suyu ΔT değerleri sırasıyla, 20 ve 5 °C olacak şekilde sisteme girilmiştir. Toplam hava miktarları, istenen mahal sıcaklıkları ve bağıl nem aralıkları (nemlendirme ve nem alma) için ASHRAE 170-2021 standardı [4] baz alınmıştır. İşletme programları (fan/termostat, taze hava), basınç kayıpları, diğer santral parametreleri tespitinde; örnek hastane binası mimari kabulleri de hesaba katılarak, ASHRAE "Hastane ve Klinikler için HVAC Tasarım Kılavuzu" [1], T.C. Sağlık Bakanlığı ilgili kılavuz [2], genelgesi [3], çalışmakta olan gerçek hastanelerin işletmelerinden ve üreticilerden alınan değerler kullanılmıştır.

Klima santralleri ve sistem seçimleri tamamlandıktan sonra, kullanma sıcak suyu hesaplanmıştır. Örnek hastane binasının ısıtma yükünün tayini için, ekipman sekmesine sistemler ve işletme programı ile kullanma sıcak suyu tanımlanmıştır ve toplam ısıtma yükü, 3167 kW olarak hesaplanmıştır. Isıtma yükünün karşılanması için; 80-60 °C su rejiminde, 2 adet 1900 kW (toplam ısıtma yüküne ilaveten %20 yedek kapasite eklenmiştir) kapasiteli, doğalgaz yakıtlı, yoğunlaşmalı, %98 verimli, üç geçişli çelik kazanlar seçilmiştir. Üretici firma kataloglarından, seçilen kazanların teknik verileri ekipman sekmesinde tanımlanmıştır.

Örnek hastane binasının soğutma yükünün tayini için, ekipman sekmesine sistemler tanımlanmıştır ve toplam soğutma yükü, 4906 kW olarak hesaplanmıştır. Soğutma yükünün karşılanması için; 7-12 °C su rejiminde, 3 adet 1680 kW kapasiteli, 3,44 kW/kW EER veriminde, hava soğutmalı kondenserli vidalı soğutma grupları seçilmiştir. Üretici firma kataloglarından, seçilen soğutma gruplarının teknik verileri ekipman sekmesinde tanımlanmıştır.

3.3. Bina Enerji Simülasyonu ve Enerji Tüketim Değerlerinin Karşılaştırılması

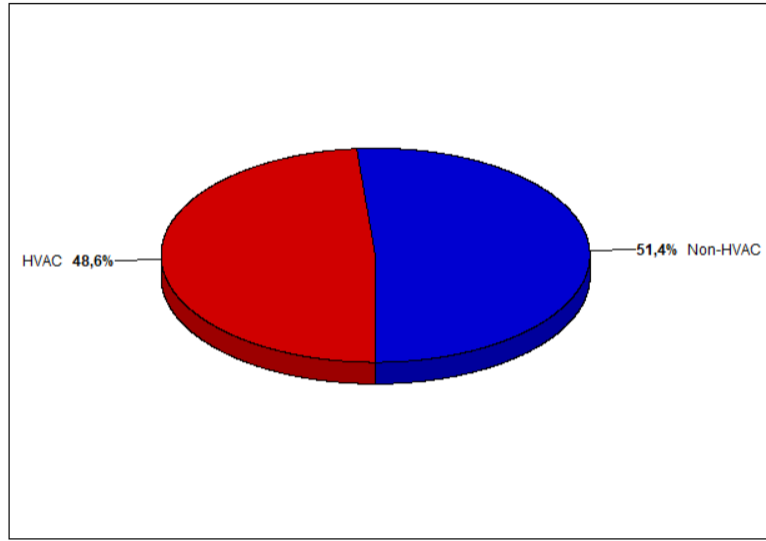
Bina enerji simülasyonu için, programa öncelikle seçmiş olduğumuz HVAC sistem ve ekipmanları tanımlanmıştır. Bina enerji modelinin oluşturulabilmesi için, örnek binanın şartlandırılmayan alanları, şartlandırılan ve şartlandırılmayan tüm alanlardaki HVAC sistemleri haricindeki diğer enerji tüketim kalemleri (asansör, çevre aydınlatma, peyzaj hidroforları, diğer ekipmanlar), bu kalemlere ait pik enerji ya da yakıt tüketim değerleri, bu sistemlere ait çalışma programları hesaplanarak sisteme girilmiştir. Enerji birim fiyatlarının da sisteme tanımlanmasından sonra programa 8760 saatlik simülasyon yaptırılmış ve örnek hastanenin doğal gaz ve elektrik için aylık ve yıllık olarak enerji tüketim değerleri, HVAC ve HVAC harici sistemler için yıllık enerji tüketimleri, enerji maliyetleri tespit edilmiştir.

Örnek Hastane binası için bina enerji simülasyonu sonucunda elde edilen doğal gaz ve elektrik, aylık ve yıllık enerji tüketim değerleri, benzer bir hastanenin 2022 yılına ait gerçek enerji tüketim değerleriyle karşılaştırılmıştır. Simülasyon sonuçlarının deneysel olarak karşılaştırılabilmesi ve değerlendirilebilmesi için, seçmiş olduğumuz gerçek hastane binası da İstanbul'da olup, örnek hastane ile hasta yatak sayısı, ameliyathane sayısı ve alan parametreleri açısından benzer kapasitededir. T.C. Sağlık Bakanlığı İnşaat ve Onarım Dairesi Başkanlığı tarafından 2012 yılında yayınlanan "Mevcut ve Yeni Yapılacak Sağlık Tesislerinde Uyulması Gereken Asgari Teknik Standartlar Genelgesi" [2] ve "Türkiye Sağlık Yapıları Asgari Tasarım Standartları 2010 Yılı Kılavuzu" [1] tamamıyla baz alınarak, projelendirilmiş gerçek hastane binası, ısı iletim katsayıları açısından da "TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" [6], müsaade edilen sınır değerlerindedir.

Bina enerji simülasyonu sonuçları ve gerçek hastane binası ile yapılan karşılaştırmaların özetlendiği tablo ve grafikler aşağıdadır:

Tablo 4. Örnek hastane binasında HVAC ve HVAC harici sistemler için yıllık enerji tüketimleri

HVAC Yıllık Enerji Tüketimi		HVAC Harici Yıllık Enerji Tüketimi	
Elektrik (kWh)	Doğalgaz (kWh)	Elektrik (kWh)	Doğalgaz (kWh)
10.190.322	4.573.515	11.135.282	3.679.228



Şekil 2. Örnek hastane binasında HVAC ve HVAC harici sistemler için yıllık enerji maliyetleri oranı

Tablo 5. Örnek ve gerçek hastane binaları aylık-yıllık doğal gaz ve elektrik enerji tüketim değerleri karşılaştırılması

Aylar	Örnek Hastane Aylık ve Yıllık Enerji Tüketimleri		Gerçek Hastane Aylık ve Yıllık Enerji Tüketimleri	
	Elektrik (kWh)	Doğalgaz (kWh)	Elektrik (kWh)	Doğalgaz (kWh)
Ocak	1.696.204	962.765	1.545.855	2.042.220
Şubat	1.536.551	987.569	1.364.616	1.737.182
Mart	1.716.296	890.161	1.587.120	2.144.226
Nisan	1.671.574	656.627	1.310.915	1.059.126
Mayıs	1.808.430	561.311	1.368.544	697.228
Haziran	1.837.858	516.026	2.063.194	330.116
Temmuz	2.007.513	532.055	2.301.550	261.861
Ağustos	2.092.526	535.273	2.615.605	240.666
Eylül	1.800.997	520.092	1.869.629	325.839
Ekim	1.780.697	597.502	1.393.974	630.430
Kasım	1.683.958	673.177	1.301.957	876.629
Aralık	1.693.001	820.181	1.404.174	1.377.401
Toplam	21.325.605	8.252.739	20.127.133	11.722.924

SONUÇ

Örnek Hastanenin yıllık tüketim değerleri, gerçek hastane tüketim değerlerine göre karşılaştırıldığında; elektrik tüketiminde %5,95 daha fazla, doğalgaz tüketiminde ise %29,60 daha az çıkmıştır.

Enerji tüketimindeki temel farkların sebepleri olarak;

Gerçek hastane binası, ısı iletim katsayıları açısından “TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” ‘na [6] göre müsaade edilen sınır değerlerinde iken örnek hastane binasının B tipi Enerji Verimli Bina sınıfına uygun olarak tasarlanmış ve yapı elemanları ısı iletim katsayılarının büyük çoğunlukla TS 825 sınır değerlerinin yarısı olacak şekilde seçilmiş olması,

Gerçek hastane binasından farklı olarak örnek binada kazanların yoğunlaşmış seçilmiş olması,

Örnek hastane binasında yapmış olduğumuz mimari tasarım kabulleri,

Simülasyon da program tarafından baz alınan dış hava sıcaklıkları ile gerçek iklim koşulları ve hava sıcaklıkları arasındaki farklar düşünülmektedir.

Örnek ve gerçek hastane binaları yıllık doğal gaz ve elektrik enerji tüketim değerlerinden, toplam özgül (spesifik) enerji tüketimleri (kWh/m²yıl);

Örnek hastane binası için 308,1 kWh/m²yıl

Gerçek hastane binası için ise 318,5 kWh/m²yıl olarak hesaplanmıştır.

2020 yılında T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yayınlanan, Kamu Binalarının Enerji Verimli Yenilemesine Yönelik Rehber’ de [7], İstanbul’ da ve 100.000 m² alana sahip hastane binası örneği için toplam özgül enerji tüketimleri;

Yalıtımsız durum için, 371 kWh/m²yıl

TS825’e uygun durum için, 321 kWh/m²yıl

Yüksek Performans (enerji verimliliği açısından) durum için ise 270 kWh/m²yıl olarak belirtilmiştir. Toplam özgül enerji tüketimlerinin işlendiği karşılaştırma tablosu aşağıdadır:

Tablo 6. Toplam özgül enerji tüketimleri karşılaştırma tablosu.

Toplam Özgül (Spesifik) Enerji Tüketimleri (kWh/m ² yıl)				
Kamu Binalarının Enerji Verimli Yenilemesine Yönelik Rehber [7], İstanbul ve 100.000 m ² alana sahip hastane binası örneği			Örnek Hastane Binası	Gerçek Hastane Binası
Yalıtımsız durum	TS825’e uygun durum	Yüksek performans		
371	321	270	308,1	318,5

Gerçek hastane tüketim değerleri ve ilgili rehberde verilen baz tüketim değerlerine göre karşılaştırıldığında,

Enerji verimliliği indeksi B tipi Enerji Verimli Bina olarak tasarladığımız örnek hastane binası enerji simülasyonu, basitleştirilmiş mimari tasarımlarına rağmen, gerçek enerji tüketim değerlerine ve enerji verimliliği sınıfına göre yakın sonuçlar verdiği görülmüştür.

Dünyada sınırlı olan enerji kaynakları, gelişen teknoloji ve artan nüfusla paralel olarak açığa çıkan yoğun enerji ihtiyacı göz önünde bulundurulduğunda, hastaneler gibi yüksek enerji tüketimi olan yapılarda, henüz tasarım aşamasında bina enerji simülasyonu yapılarak enerji tüketim değerleri ve maliyetlerinin hesaplanması, bu hesaplar çerçevesinde tasarımın enerji verimliliğini arttıracak yönde şekillendirilmesi, hem enerji verimliliği, enerji ekonomisi hem de iklim değişikliği ile mücadele açısından ülkemize ciddi katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] ASHRAE HVAC Design Manual for Hospitals and Clinics, "Hastane ve Klinikler için HVAC Tasarım Kılavuzu", TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayın No:503, 2009.
- [2] T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI İNŞAAT ve ONARIM DAİRESİ BAŞKANLIĞI, "Türkiye Sağlık Yapıları Asgari Tasarım Standartları 2010 Yılı Kılavuzu", Sağlık Bakanlığı Yayın No:800, 2010.
- [3] T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI İNŞAAT ve ONARIM DAİRESİ BAŞKANLIĞI, "Mevcut ve Yeni Yapılacak Sağlık Tesislerinde Uyulması Gereken Asgari Teknik Standartlar Genelgesi", Sağlık Bakanlığı Sayı No:B.10.0.İOD.0.07.00.00-10-6/, 2012.
- [4] ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170-2021 Ventilation of Health Care Facilities, Sağlık Tesislerinin Havalandırılması Standardı,2021 [4],
- [5] Alman Standardı DIN 1946:2018-06 "Hastanelerde Havalandırma ve İklimlendirme Tesisatları Tekniği", 2018 [5],
- [6] TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, 2013 [6],
- [7] T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK ve İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI, "Kamu Binalarının Enerji Verimli Yenilemesine Yönelik Rehber",2020 [7],

ÖZGEÇMİŞ

Aslı TARAKCIOĞLU BAŞEĞMEZ

1982 yılı İstanbul doğumludur. 2005 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü Termodinamik ve Isı Tekniği Anabilim Dalı'ndan mezun olmuştur. Yıldız Teknik Üniversitesi aynı bölüm ve anabilim dalında, 2006 yılında yüksek lisans eğitimini tamamlamış ve 2009 yılında doktora eğitimine başlamıştır. Doktora Tez yazım aşamasındadır. 2005 yılında Transklima Ltd. Şti., 2006-2009 yılları arasında Arde Klima A.Ş., 2010-2011 yılları arasında Tokar A.Ş., 2011-2017 yılları arasında Emlak Planlama İnşaat Proje Yönetimi A.Ş., 2018-2022 yılları arasında Turner International firmalarında çalışmıştır. 2022 yılından itibaren Emlak Konut GYO A.Ş.' de Teknik Uzman olarak çalışmaktadır. 2015 yılında Enerji Yöneticisi Sertifikası almıştır.

Galip TEMİR

1954 yılı Ankara doğumludur. 1978 yılında İDMMA Makine Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. Aynı bölümden 1980 yılında Yüksek Lisans, 1989 yılında YTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü'nden Doktor ünvanını almıştır. Aynı yıl YTÜ. Makine Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Termodinamik ve Isı Tekniği Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi, 1994-1998 yılları arasında Yardımcı Doçent, 1998-2005 yıllarında Doçent, 2005-2021 yılları arasında yine aynı üniversite ve fakültede Prof. Dr. ünvanları ile görev yapmıştır. 2021 yılında aynı kurumdan emekliliğe ayrılmıştır. Termodinamik, Isı Transferi, Yanma, Buhar Kazanları, Klima, Soğutma ve Isıtma-Havalandırma konularında çalışmaktadır.