



SAĞLIK TESİSLERİNDEKİ TEMİZ ODALARIN TASARIMINA YÖNELİK ENERJİ KORUNUMU YAKLAŞIMLARI

Energy-Saving Methods to Design of Clean Rooms in Healthcare Facilities

Celal ŞAKAR
Gamze KARAKAŞ

ÖZET

Enerji korunumu, artış gösteren enerji talebi sebebiyle giderek öne çıkmakta, bu konuda ulusal ve uluslararası kurumlarca çeşitli araştırmalar sürdürülmekte, minimum enerji sarfiyatı ve yenilenebilir enerji kaynaklarının teşviki yönünde dünya genelinde düzenlemeler yapılmaktadır. Bu anlamda öncelikle enerji sarfiyatının azaltılması, çevreye uyumlu ve olabildiğince sifıra yakın enerji tüketim değerleri ile yapı dizayn etmek önem kazanmaktadır. Ülkemizde ve uluslararası çevrelerde farklı mevzuat, rehber yayınlar, yeşil bina vb. sertifikasyonlar belirlenerek yapı sistemleri ve unsurlarının enerji korunumu sağlaması amaçlanmaktadır.

Sağlık tesislerinde enerji korunumunu esas alan çalışmalar, iç mahal konfor ve hava kalitesinin yükseltilmesi gerekliliği sebebiyle kısıtlanmaktadır. Sağlık tesislerinde yer alan temiz odalarda ise geçmişten beri cerrahi operasyonlar ve sonrasındaki bakım sürecinin enfeksiyon ihtimalini düşürmeyi amaç edindiği bilinmektedir. Cerrahi operasyonların yapıldığı ameliyathanelerin ve cerrahi ameliyat sonrasında hizmet veren yoğun bakımlar vb. alanların tasarımları, bu mahallerin havalandırma tesisatı ile steril alan kriterlerinin uygunluğunun önemi baz alınarak temiz odalarda ihtiyaç duyulan iç şartların oluşturulması konusundaki çalışmalar ayrıntılı değerlendirildiğinde; sağlık tesisi dahilinde inşaat ile işletme süreci beraberinde maksimum enerji tüketen birimlerin temiz odalar olduğu anlaşılmaktadır.

Bildirinin amacı, temiz odaların tasarımı için; mevzuat, standartlar, rehber yayınlar ve sahada tetkikler ile belirlenecek gereksinimler hesaba katılarak temiz odaların fonksiyonel anlamda eksiksiz bir biçimde düzenlenmesi, mekanik tesisatın hedefe uygun tercih edilmesi ve bu anlamda enerji korunumu sağlanması, uygun malzeme seçimi gibi yaklaşımlar çerçevesinde enerji tüketimi azaltılmış uygulamaları aktarmaktır. Bu anlamda sağlık tesisleri dizayn edilirken yapı bünyesinde temiz odaların konumu, yönü, kat yüksekliği gibi mimari parametrelerle, mekanik- elektrik sistemler vb. öğeler bağlamında enerji verimliliğine yönelik uygulanabilecek yaklaşımlar değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Temiz odalar, enerji korunumu, sürdürülebilir yapı tasarımı

ABSTRACT

Energy-saving is increasingly important due to rising energy demand, various research is being carried out by national and international institutions on this issue, and regulations are being made around the world to promote minimum energy consumption and renewable energy resources. In this sense, it is important to design a building with energy consumption values that are in line with the environment and with low energy consumption values. Certifications about different legislation, guide publications and green buildings are determined in our country and international circles. Thus, building systems and elements are intended to provide energy-saving.

Studies on energy-saving in health facilities are restricted due to the necessity of increasing the interior comfort and air quality. Since the past, it has been known that surgical operations in clean rooms within health facilities and the patient care process after it are aimed at reducing the possibility of infection. Based on the importance of the suitability of the ventilation systems and clean room criteria in these rooms, in terms of the design of the operating rooms, the operating rooms after the

operation, the intensive care rooms, and similar rooms, the studies on the creation of the internal conditions needed in the clean rooms were evaluated in detail. It is understood that the units that consumed maximum energy during the construction and operation period in the health facilities are clean rooms.

The purpose of the paper is to organize the clean rooms in a functional sense by evaluating the requirements to be determined by the legislation, standards, guide publications and field downgrades for the design of clean rooms. In addition, applications with reduced energy consumption should be designed with the method of choice of mechanical systems, thus ensuring energy-saving, and selecting the right material. In this sense; While designing health facilities, all approaches related to energy efficiency such as architectural parameters such as location, direction, floor height, mechanical-electrical systems were evaluated.

Key Words: Clean rooms, energy-saving, sustainable building design strategies.

1. GİRİŞ

Temiz Odalar sağlık tesisleri bünyesinde tasarım ve işletme açısından en kapsamlı çalışma mahalleridir. Temiz Odalarda istenilen iç mahal şartlarının oluşturulabilmesi, sağlık tesisi toplam işletme maliyetinin yaklaşık 1/3'üne karşılık gelmektedir [1]. Bu nedenle sağlık tesislerinde enerji korunumunun önemi daha da artmaktadır. Temiz Odalar; sağlık tesisi genelinden ayrı olarak ısıtma-soğutma, nem alma-nemlendirme, tavan-zemin-duvar malzeme ihtiyacı, hijyen vb. farklı türden gereksinimler ekseninde tasarlanmakta, inşaat uygulama öncesi (projelendirme), inşaat uygulama aşaması (yapım) ve işletme aşamaları gözden geçirilerek enerji tüketimi ve bağımlı olarak enerji maliyetini minimum düzeylere düşürmek üzere planlamalar yapılmaktadır. Temiz oda tasarımı anlamında sürdürülen araştırma ve incelemeler neticesinde ilgili ünitelerin mimari tasarımı, ısıtma-soğutma-havalandırma sistem seçimi, iç hava kalitesi vb. hususlar yönünden öngörülecek tedbirler ve nihayetinde ortaya koyulabilecek enerji korunumu yaklaşımlarının temellendirilmesi hedeflenmektedir.

Temiz odalar için gerekli iç ortam şartlarının oluşturulması, söz konusu iç ortam şartlarının birimler bazında değişikliklere neden olması, hijyen koşulları için ihtiyaç duyulan mekanik tesisat iş gruplarının imalatı ile işletimi süreçleri anlamında sağlık tesisi enerji sarfiyatının yüksek olması, temiz oda tasarımının önemini ortaya koymaktadır. Buna rağmen sağlık tesislerinde ve başta temiz odalarda enfeksiyon riskini minimuma indirme amacıyla tasarımsal olarak tercih edilen hususlar da hesaba katılarak enerji korunumuna yönelik yaklaşımlar değerlendirildiğinde, bu yaklaşımların sadece mekanik tesisat verimlilik kıstaslarını kapsadığı görülmektedir. Ancak temiz odaların sağlık tesisleri dahilindeki konumunun seçilmesi başta olmak üzere, iç ortam ile hijyen şartlarını oluşturacak tüm yaklaşımlar temiz oda birimlerinde enerji korunumunun sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır.

Sağlık turizmi açısından son dönemde tedavi amaçlı Türkiye'ye gelen yabancı hasta sayısı istatistiklerinde belirgin miktarda yükselme görülmektedir. Bu talebin karşılanması için kamu ile özel hastaneler beraberinde kamu-özel ortaklığı kapsamındaki entegre şehir hastanesi kompleksleri de tasarlanmakta ve inşaat süreçleri sürdürülmektedir.

Güncel tasarımlarda sağlık tesislerinde elektrik enerjisi sarfiyatının düşürülmesi, kojenerasyon (birleşik ısı ve güç sistemi-CHP) ve trijenerasyon (birleşik soğutma, ısı ve güç sistemi) gibi merkezi sistemlerin yapılar entegrasyonu, sağlık tesislerinde bina otomasyon uygulamalarının başlamasıyla yapıdaki mekanik ve elektrik tesisat ekipmanlarının kontrolü vb. enerji korunumunu hedefleyen çalışmalar yürütülmektedir. Ülkemizde gerek kamu gerekse de özel sağlık tesisleri yatırımlarında yer alan LEED sertifikasına sahip sağlık tesisleri bulunmaktadır. Örnek uygulama olarak; İstanbul ili Bahçelievler ilçesinde 2018 yılında hizmet vermeye başlayan Özel Memorial Bahçelievler Hastanesi ile 2017 yılında açılışı yapılan Yozgat Şehir Hastanesi yatırımları bu kapsamda değerlendirilebilecektir [2].

Bildirinin amacı temiz odalarda enerji korunumu amacıyla, yalnızca mekanik tesisat verimliliğini değil, mimari tasarıma öncelik vermek üzere tüm inşaat süreçlerinin bir aradalığını oluşturmak amacıyla mimari tasarım, HVAC dizayn ve iç ortam hava koşulları, enerji yönetimiyle enerji sarfiyatının düşürülmesine yönelik temiz odalar özelinde ülkemiz koşullarında tasarımlarda ve uygulamalarda değerlendirilebilecek temiz oda tasarım kriterlerinin oluşturulması yönünde önem arz eden konulara dikkat çekebilmektir.

Ülkemizde sağlık alanında mevcut mevzuatlarda tıbbi cihaz, alet ve diğer sarf malzemeler anlamında birçok standart, hizmet kalitesinin artırılmasını sağlayacak yönde kriterler ortaya koyulmaktayken, temiz odaların fiziki koşullarının belirlenmesine esas ölçütler vb. nicelik bazlı bilgiler içermektedir. Buna karşın ülkemizde sağlık tesislerini kapsar yönde yayımlanan herhangi bir mevzuat veya standartlarda enerji tasarrufu amaçlı koşullara yer verilmemektedir.

Ülkemizde mimari tasarım, ısıtma-soğutma, ısı yalıtım, sıcak su tedariki, elektrik tesisatı, aydınlatma gibi alt çalışma alanlarında norm, standartlar, asgari tasarım kriterleri, genel anlamda yapılarda enerji performansı iyileştirilmesine esas, Türkiye koşullarına uygun düşen bir performans hesap metodlarının oluşturulmasını da içeren ve belli kriterler ekseninde yeni yapılar için Enerji Kimlik Belgesi uygulaması getiren bir yönetmelik yürürlüğe girmiştir [3].

Türkiye’de özel sağlık yapılarına yönelik Özel Hastaneler Yönetmeliği, Ayakta Teşhis ve Tedavi Yapılan Özel Sağlık Kuruluşları Hakkında Yönetmelik, Yataklı Sağlık Tesislerinde Yoğun Bakım Hizmetlerinin Uygulama Usul ve Esasları Hakkında Tebliğ, Yataklı Sağlık Tesislerinde Acil Servis Hizmetlerinin Uygulama Usul ve Esasları Hakkında Tebliğ, Tıbbi Laboratuvarlar Yönetmeliği, Üremeye Yardımcı Tedavi Uygulamaları ve Üremeye Yardımcı Tedavi Merkezleri Hakkında Yönetmelik olmak üzere sağlık tesisleri için farklı mevzuatlar mevcuttur. Kamu hastaneleri ise Sağlık Bakanlığı’na bağlı Sağlık Yatırımları Genel Müdürlüğü’nce projelendirilmekte ve uygulanma aşamasına geçilmektedir. Bunun başka 2010 yılında İnşaat Onarım Daire Başkanlığı tarafından yayımlanan Türkiye Sağlık Yapıları Asgari Tasarım Standartları Kılavuzu da halen geçerliliğini korumaktadır. Çalışma içerisinde DIN 1946-4 standartları, TSE (Türk Standartları Enstitüsü), AIA (The American Institute of Architects - Guidelines for the Design and Construction of Health Care Facilities), ASHRAE (HVAC Design Manual for Hospitals and Clinics - Systems & Equipment Handbook) ve benzeri kaynak, yayın ve mevzuatlardan faydalanılmıştır.

2. SAĞLIK TESİSLERİNDE BULUNAN TEMİZ ODALAR

Bu alanlarda yüksek hijyen şartlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu alanların klima-havalandırma tesisatlarının dizaynı sırasında taze hava debisi, sıcaklık ve nem kriterlerine ek olarak ilgili alanlardaki canlı-cansız partikül sayıları, hava üfleme yöntemi ile alanların birbirine göre hava akış yönleri de dizayn kriterleri olarak dikkate alınmalıdır. Sağlık tesislerinde yer alan temiz odalar ana başlıklar altında incelenebilir [4, 5] ;

- Operasyon odaları,
- Operasyon odalarına açılan tüm hacimler,
- Steril malzeme deposu,
- Hasta hazırlama alanı,
- Uyandırma odası,
- Yoğun bakım,
- Doğumhane,
- Yeni doğan,
- Karantina odaları,
- Özel bakım yatak odaları,

Temiz odalar, standartlarca öngörülen mahal tip bilgileri tasarım değerleri ekseninde yeter düzeyde klima-havalandırma şartları bağlamında projelendirilirler. Sağlık Bakanlığı’nca yayımlanan yönetmelik ve ilgili standartlar kapsamında herhangi bir ayırım gözetilmemesine karşın MMO tarafından kabul

görecik ilgili yayınlar kapsamında değeriendirmelere alının DIN 1946-4 standardına göre 1. Sınıf odalar olan ameliyathaneler A sınıfı ve B sınıfı ameliyathaneler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır [6, 7, 8]. Bildiri kapsamında değeriendirilen ASHRAE Hastaneler ve Klinikler için Tasarım El Kitabı'nda ise ameliyat tiplerine göre A, B ve C sınıfı ameliyatlara esas ameliyathane salonlarının tasarlanabileceği anlaşılmaktadır [9, 10, 11].

2. TEMİZ ODALARIN TASARIMINDA ENERJİ KORUNUMU YAKLAŞIMLARI

2.1. Mimari Kriterlerin Belirlenmesi

Sağlık tesislerinin, yapı fonksiyonuna bağılı tasarlanarak inşa edilmesi enerji korunumunda en başat konulardan birini teşkil etmektedir. Sağlık tesisi tipinde inşa edilen yapıda temiz odaların soğuk hava gereksinimine de destek sağlayacak biçimde kuzey yönünde tasarlanması, temiz odaların bina dış duvarları ile irtibat durumuna bağımlı istenilen seviyede ısı yalıtımının oluşturulması önem kazanmaktadır.

Her bir temiz oda için yakın mahallerde klima santrali odası ile destek mekanik tesisat hacimleri belirlenmelidir. Temiz hava beslemesinin tavandan sağlanacağı konusuna özen gösterilerek tesisat teknik hacminin belirlenmesi, hava kanalı kesitleri ve hava tedarikinde sağlanabilecek enerji verimliliği noktasında önem kazanmaktadır. Havalandırma tesisatında ihtiyacından fazla hava değişim sayılarının seçilmesi, gerek yüksek metrajda hava kanalı kullanımına gerekse havanın santral içerisinde daha fazla proses görmesine ve bu nedenle daha yüksek enerji sarfiyatına sebep olacaktır. Çoğu uygulamada klima santralleri sürekli devrede olacağından mekanik tesisat hacminin seçilmesinde güncel bölgesel iklim dataları kesinlikle dikkate alınmalıdır. Temiz odaların zemin kat ya da ara katlarda belirlenmesi taze hava emiş kanalları mesafesini ve metrajını etkileyeceğinden söz konusu hususun ilgili mahaller bağlamında optimize edilmesi önerilmektedir.

İçerisinde klima santralleri, opsiyonel olarak soğutma grubu ile temiz odalardaki tesisat akışı için zorunlu nitelikteki diğer HVAC tesisat cihaz ve ekipmanlarının konumlandırılacağı bir teknik hacmin, temiz odaların şartlar dâhilinde olabildiğince yakınında düzenlenmesine dikkat edilmelidir. Bu durum bir açıdan, temiz odaya yönlendirilen havalandırma tesisatı kanal güzergâhının ilk yatırım maliyetini azaltırken, diğer açıdan filtrelenmiş taze hava, medikal gaz ve istenilen değerde basınçlı hava tedarikine yönelik basınç kayıplarının düşürülmesi (dolayısıyla pompa, kompresör vb. tip daha düşük kapasitede merkezi sistem ekipmanları seçimi), bütüncül bir dizaynda temiz oda ile teknik hacim arası uzun bir mesafe tayin edilmesi alternatifindeki kadar yüksek enerji sarfiyatına sebep olmayacağından enerji korunumu sağlanmış olacaktır [12, 13].

Ameliyathane, yoğun bakım vb. temiz odalarda öngörülen bekleme alanları, hasta hazırlık mahalleri, personel destek alanları ile asepsi odaları/ameliyathane ve yoğun bakım alanlarının açıldığı koridorlarda mümkün olduğu kadar gün ışığı tasarrufu sağlanmalıdır. Aydınlatma açısından enerji korunumunu amacıyla tercih edilebilecek aydınlatma tesisatının elektriksel kurulum yükü minimuma çekilmelidir. Bu amaçla; gün ışığını maksimum seviyede kullanmalı ya da otomatik kontrol ekipmanlarını tercih etmek gerekmektedir. [9, 14].

Temiz odaların sağlık tesisi dâhilindeki konumlarının seçilmesinde sağlık tesisi personel-hasta trafiği ve beraberinde iklim verilerine bağılı düşünölmeli; yapı içerisindeki yönü, binanın dış duvarları ile irtibat pozisyonu, gün ışığı sağlanabilen mahallerin düzenlenmesi önceliklidir [15, 16].

Temiz odaların yeri belirlenirken, mekanik tesisat açısından ısı kayıp ile kazanç değerlerinin en düşük seviyede tutabilmek amacıyla söz konusu mahallerin yapının çekirdek kısmında ve bina ara katlarında düşünölecek şekilde organize edilmeli, temiz odaların yer aldığı hijyenik mahallerde mutlaka sedye ve malzeme/monşarj asansörü tercih edilmelidir [17]. Temiz oda taban alanı oda tipine göre ilgili mevzuatı veya standartları gereğince optimum düzeyde belirlenmelidir.

Temiz odaların sağlık tesisi dahilindeki yönü, diğer birimlerce bina içindeki ulaşılabilirliği ve yapı elemanlarının izolasyon mantığına uygun malzemelerden seçilmesi önem arz etmektedir.

Ülkemizde bazı istisnalar haricinde sağlık yapılarında bütün ameliyathane salonlarında alçıpan panel üzeri antibakteriyel boya ile asma tavan tip uygulaması ve döşemede PVC malzeme tercih edildiği bilinmektedir. Buna karşın duvar ile tavan malzeme seçiminde alçıpan panel malzeme için alternatif olabilecek, sürdürülebilirliği daha yüksek paslanmaz çelik malzeme seçimi de mümkündür. Standart ebat ve paslanmaz malzeme tipinde tasarımı yapılacak her yapı elemanın devamlı kullanımı/değişimi mümkün olabilecektir.

Döşemelerde ise PVC tip malzeme tercih edilmesi, temizlik kolaylığı, darbelere mukavim olması noktasında tercih sebebi olmaktadır. Buna karşın bu tip malzemenin kolayca elektriklebilmesi, temiz odalarda kullanılmakta olan tıbbi cihaz ve ekipmanların manyetizmasını negatif etkilediği ve topraklama kurulumuna gereklilik oluşturduğu düşünüldüğünde bu tip malzemeye alternatif yeni zemin kaplama ürünlerinin tasarlanması gerektiği düşünülmektedir.

2.2. HVAC Sistem Seçimi

Bütün yapı tiplerinde öngörüldüğü gibi sağlık tesislerinde de enerji korunumun yüksek düzeylere çıkarılması amacıyla HVAC tesisatları seçimine yönelik yaklaşımlar hakkında tartışılmaktadır [9]. Bu yönde temiz oda tasarımı üzerine çalışan mimar, mühendis vb. meslek disiplinleri, tıbbi alanda uzman kişiler ile koordine olarak, sağlık tesisinin mimari, mekanik tesisat ve diğer disiplinlere ait dizaynlarında standartlarca belirlenen şartları sağlamaya çalışmaktadırlar [9, 18].

HVAC tesisatları, ihtiyaç programı ve uygulamaya göre değişik karakter taşıdığından, performansa yönelik düzenlemeler ile enerji korunum yaklaşımları sınırlı kalmakta ve seçilen sisteme göre farklılık gösterebilmektedir [19].

HVAC sistemi dizayn edilirken; temiz odalarda bulunan çalışan ve hasta sayısı, oda türleri (ameliyathane, yoğun bakım, laboratuvar vb.) ve tıbbi cihazların nitelikleri doğru belirlenmeli, ısı kaybı ve kazancı bu doğrultuda hesap edilmelidir [20]. Sağlık tesisinde kullanılan mekanik tesisatların tasarımında ve tesisat sistem seçimi yapılırken bölge/il bazında iklim dataları (sıcaklık, nem) güncel meteorolojik veriler doğrultusunda belirlenmelidir. Belirlenecek HVAC tesisat tipi mahallerin klima-havalandırma ihtiyacı esas alınarak dizayn edilmelidir. Belirlenecek HVAC tesisat tipi ilk yatırım ve işletme koşulları açısından ekonomik, çevreye uyumlu, enerji korunumu anlamında yüksek sınıf yapı tipi olarak çerçeveselendirilmelidir [6, 21, 22].

HVAC tesisatlarında enerji korunuma yönelik sürekli olarak yeni teknolojiler piyasaya sunulmakta olup, sağlık tesisleri benzeri karmaşık nitelikli yüksek kapasiteli yapılarda maliyetli enerji harcamalarında tasarruf sağlanabilmesi enerji sarfiyatlarının regüle edilebilmesi ile mümkün olabilecektir. Bu sebeplerle enerji sarfiyatlarının takibi ve işletme ile bakım-onarım maliyetlerinin enerji korunumunu esas alan yaklaşımlarla değerlendirilmesi zorunlu hale gelmektedir [20, 21].

2.2.1. HVAC Tesisatı Projelendirilmesi

Temiz odalarda ihtiyaç duyulan taze hava debisinin ilgili mevzuatı ve uluslararası standartlar bağlamında doğru hesaplanması, temiz odaları besleyen taze havanın istenilen mekanik dizayn kriterlerinde tedarik edilebilmesi amacıyla tesisatın her ekipmanından kaynaklı tüketilen elektrik enerjisinin minimum düzeye çekilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu elektrik enerjisi, dışarıdan tedarik edilen taze havanın yaz sezonunda neminin alma prosesi ile kışın da nemlendirme prosesi için ihtiyaç duyulan elektrik enerjisinin korunumunu ifade etmekte ve tüketilen bu elektrik azımsanmayacak boyutlarda olduğu projelendirme aşamasında muhakkak düşünülmelidir. [6, 20, 10, 11].

Temiz odalara gönderilecek hava debisinin saptanmasında iki önemli kriterin aynı anda sağlanması gerekmektedir. Bunlardan birincisi oda yükünün (makine, aydınlatma ve insanlarla gelen ısı yükleri ile oda duvar, tavan, döşeme ve pencerelerinden olan ısı kazançları) karşılanması için gerekli şartlandırılmış minimum hava debisinin odaya sevkidir. İkincisi ise oda da istenilen ortamın

sağlanabilmesi için minimum hava değişim sayısıdır. Hava değişim sayısı arttıkça, oda içindeki ölü bölgelerin bulunma ihtimali azaldığı gibi, havanın saatte filtreden geçme sayısı da arttığından daha kısa sürede daha temiz bir ortam elde etmek mümkün olmaktadır [15, 10, 13].

Temiz odalarda fanlar marifetiyle hava tedariki sebebiyle ortaya çıkan enerji maliyetlerinin düşürülmesi, fan karşı direnç total basınç kayıplarının minimize edilmesiyle sağlanabilmektedir. Bu konuda aşağıdaki yaklaşımlar örnek olarak değerlendirilebilir [6];

- * Kanal dizaynı amacıyla mimari kıstaslar el verdiğince mümkün olan en geniş ebatların belirlenmesi,
- * Kanal güzergahında ekstra direnç yaratabilecek geçişlerin optimal düzeyde tasarlanması,
- * Özellikle ısı geri kazanım opsiyonlu tesisatlarda hava kanalı ısı yalıtım malzemesi kalınlığının doğru belirlenmesi,
- * Havalandırma tesisatı üzerinde kritik devrede yer alan tüm filtrelerin başlangıç-final basınç değerleri, enerji sarfiyatını yüksek oranda belirlediğinden, klima santrali içi ön (G4-F7-F9) ve nihai mahal üfleme noktasındaki HEPA filtrelerin geniş kesitte seçilmesi,

Enerji korunumu sağlayan bir diğer yaklaşım da, özellikle yıl içerisindeki aşırı soğuk ve aşırı sıcak aylarda dış hava şartlandırılmasında temiz oda tipine uygun nitelikte ısı geri kazanım tipinin batarya hesaplamalarında öngörülmesidir [7, 10]

Mevcut sağlık tesislerinde projelendirme aşamasında seçilen farklı havalandırma tesisatı konfigürasyonları değerlendirilerek, temiz odalarda seçilebilecek 5 sistem aşağıda ifade edilmiş ve Şekil 4.5'te yer verilmiştir;

- 1 no'lu HVAC Sistemi: % 100 oranında taze hava ve sabit debi ile çalışan tesisat
- 2 no'lu HVAC Sistemi: % 100 oranında taze hava ve sabit debi ile çalışan ve ısı geri kazanım özellikli tesisat
- 3 no'lu HVAC Sistemi: % 100 oranında taze hava ve dinlenme modunda yarım debi ile çalışan tesisat.
- 4 no'lu HVAC Sistemi: % 100 oranında taze hava, dinlenme modunda yarım debi ile çalışan ve ısı geri kazanım özellikli tesisat
- 5 no'lu HVAC Sistemi: Re-sirküle fan kullanımına müsaade edilerek karışım havalı prensipte çalışan, dinlenme durumunda yarım debi ile çalışan ve ısı geri kazanım özellikli tesisat

Yukarıda temiz odalar ifade edilen HVAC sistemleri, bölgesel iklim dataları ve mahal bazında belirlenen ihtiyaç ve asgari tasarım koşullarına göre gerekli görülen durumlarda uygun kapasitelerde tasarlanmalıdır. Değişik iklim özelliklerinde yukarıda ifade edilen tesisat tiplerinin sabit datalara göre gerçekleştirilen araştırma verilerine göre dış ortam hava sıcaklığına bağımlı ve kullanım harici süreçlerde havalandırma tesisatının maksimum kapasitede değil daha düşük kapasitede çalıştırılması durumunda takribi % 70 seviyelerinde enerji korunumu değerlerine ulaşılabilirdiği görülmektedir [7].

Enerji sarfiyatında iklim verilerinin büyük oranda belirleyici olduğu ve dış hava bağıl nem koşullarına bağımlı değerlerin sıcaklık ortalamaları kadar psikrometrik diyagram ve dolayısıyla batarya kapasite seçimlerinde önem kazandığı projelendirme çalışmalarında gözükmemektedir. Enerji korunumu için alternatif tesisat tiplerinin seçilmesiyle yıl boyunca enerji sarfiyatının büyük oranda minimize edildiği görülmekte, bu ve benzeri sistem seçimlerine ek; tesis ilk yatırım ile genel maliyet analizlerinin sağlanmasının yapılmasının gerekliliği anlaşılmaktadır. [7].

HVAC sistemleri yapının yer aldığı bölgeye ait iklim koşulları, temiz odaların yapıdaki konumu ile iç ortam hacmi, mahal içindeki iç ve dış yüklere ilişkin oluşturulacak hesap cetvelleri ekseninde belirlenmelidir. Temiz odaların bina dış duvarı ile irtibatına göre, tedarik edilmesi gereken maksimum ısıtma-soğutma batarya kapasitesi öngörülerek olabildiğince yapının kuzey kanadında oluşturulması HVAC sistem dizaynı yönünden önem taşımaktadır.

Temiz odaların dış duvar cephesi ve pencere alanı büyüklükleri, güneş radyasyon faktörünü minimize edecek önlemlerle birlikte yapının dış kabuk ısı yalıtım dizaynının yapılması neticesinde, görece daha düşük ısıtma-soğutma batarya kapasitelerine sahip klima santralleriyle işletme maliyetlerinde azalış sağlanabilir [23].

Projelendirme sürecinde ısıtma-soğutma bataryası hesaplarında ve psikrometrik diyagram üzerindeki eğri seçimlerine yönelik reel ve güncel iklim dataları temin edilmelidir. Klima santrali seçimine yönelik ısı kazancı ile ısı kaybı analizleri gerçek verilerle birebir örtüştürülmeli, bu kayıpların ve kazançların ısıtma-soğutma yüklerine etkisi eksiksiz değerlendirilmeli ve gereksiz yere yüksek kapasiteli klima santrali seçimlerinin önüne geçilmelidir [9, 10, 13].

Hava kanalı dizaynında da optimum dizayn yaklaşımları ve hesap yöntemleri tercih edilerek işletme ve ilk yatırım maliyetleri açısından kabul edilebilir limitlerde olan havalandırma tesisatı koşulları sağlanabilir.

Temiz odaların işletilmesinde enerji maliyetlerinin minimum düzeye düşürülmesi amacıyla, bütün tesisat ilke olarak sirküle havayla tesis edilmelidir [9]. Ancak bu bazı projelerde yatırımcı açısından ilk yatırım maliyetini yukarı çektiğinde veya ülkemizdeki gibi çevrim havalı sistemlerin kurulumu ve işletimi açısından yeterli tecrübeye sahip olunmadığı ve tasarımsal açıdan emniyetli yaklaşımların benimsendiği yatırımlarda % 100 taze havalı temiz oda HVAC tesisatlarının da tercih edilebildiği görülmektedir. Hava miktarı, hafta içi mesai dışı ile hafta sonlarında, temiz odaların faal olmadığı ve partikül oluşumunun daha düşük seviyede seyredeceği süreçlerde, HVAC aktivitesi, sadece pozitif basınç sağlanması amaçlı düşünülebileceğinden, hava debi ayarı ve otomasyon, yalnızca pozitif basıncı asgari koşulda sağlamak üzere kurgulanmalıdır [12].

Benzer yaklaşım taze hava miktarı için de söz konusudur. Taze hava miktarı temiz odada çalışan personel ve/veya hasta için lüzumludur ve dış ortama egzoz edilen dönüş havasının ki bu hava miktarına pozitif basınç kaynaklı mahalden taşırılan hava miktarı da dâhildir, yerine geçer. Bu yolla temiz odaların aktif olmadığı zaman dilimlerinde enerji korunumu maksadıyla HVAC tesisatına gönderilen taze hava miktarı düşürülmelidir [10, 12, 13]. Bu noktada öncelik verilmesi gereken en kritik husus mahale gönderilen hava debisi azaltıldığında, V.A.V. cihazları ile hava kanalı branşmanından geçen havanın oransal düzeyde balanslanmasıdır. Eğer bu hususa dikkat edilmezse, temiz odalardaki pozitif basınç akış dengesi sağlanamamış olacaktır [12].

2.2.1. HVAC Tesisatların Kullanılan Cihaz ve Ekipmanlarda Enerji Sarfiyatının Düşürülmesi

Klima Santralleri:

Klima santralleri iklimlendirme proseslerinin en kritik öğeleridirler. Klima-Havalandırma tesisatlarının optimum düzeyde devrede olması için klima santrallerinin belirlenmesinde gözetilmesi gerekli konulara aşağıda yer verilmiştir:

Klima santralleri EUROVENT tarafından belirlenen sınır değerler kapsamında uygun sızdırmazlık sınıfına sahip olmalı ve kaçak ihtimalini bertaraf etmelidir [12].

Klima santralleri EUROVENT tarafından belirlenen sınır değerler kapsamında uygun ısı geçirgenlik ve ısı köprüleme faktörünü karşılamak üzere uygun koşullarda çift cidarlı dizayn edilmeli ve dezenfeksiyon amaçlı iç yüzeylerin düz, panel birleşim noktalarının da çıkıntısız imal edilmesi gerekmektedir.

Klima santrallerini içyapısı DIN 1946-4:2008'de belirtildiği üzere sızdırmaz klape, G4 filtre, ön ısıtıcı (ısı geri kazanım sistemi), soğutucu-ısıtıcı serpantin, nemlendirici, yeni nesil fan tipleri akuple plug fan veya EC tip dizayn edilmiş vantilatör (Hız kontrolü amaçlı Frekans konvertörü), susturucu, ikinci-üçüncü basamak filtre konfigürasyonunda oluşturulmalıdır[15, 10, 12, 13].

Isı Geri Kazanım Sistemleri:

İklimlendirme prosesinden dış mahale atılan dönüş havasıyla kış ya da yaz uygulamasında prosese ek bir ısı geri kazanım sistemiyle atmosferden tedarik edilen dış havanın mevsimine göre ön ısıtma-soğutma işlemi yapılabilir. Böylece ısıtma-soğutma bataryaları beraberinde merkezi ısıtma ve soğutma gruplarının kapasitesi düşürülebilir, hem söz konusu cihazların ilk yatırım maliyeti hem de işletme maliyetleri (sulu sistemler için pompa debi karakteristikleri üzerinden de ciddi verimlilik sağlanabilecektir) kısılacaktır. İklimlendirme proseslerinde aşağıdaki dört farklı yaklaşıma sahip ısı geri kazanım sistemi tercih edilebilmektedir [13];

- * Isı borulu ısı geri kazanım cihazı,
- * Sıcak ve soğuk (gidiş ve dönüş) hava kanalları içerisinde tesis edilmiş, kanatlı borulu serpantinler vasıtasıyla oluşturulacak döngüde pompa tahrikli su ile ısı transferi sağlanması,
- * Plakalı tip ısı değiştirici,
- * Rotorlu tip ısı değiştirici,

Proses ek bir ısı geri kazanım sisteminin klima santrali fan kapasitesine ek bir basınç kaybı yükü oluşturacağı gözden kaçırılmamalıdır. Bundan başka yukarıda ifade edilen her bir ısı geri kazanım sisteminin olumlu ve olumsuz özellikleri söz konusudur [10, 13]. Örnek; suyun iki devre arasında sirkülasyonu enerji eldesinde, enerji geri kazanım miktarı çok yüksek seviyede değildir (yaklaşık % 30). Plakalı tip ısı geri kazanım cihazında ise enerji geri dönüşüm oranı kataloglarda % 55 ile % 65 seviyesinde seyretmektedir [13].

Filtreler:

Temiz odalarda havalandırma tesisatı filtre kademeleri DIN 1946-4:2008 standart edisyonuna uygun konfigre edilmelidir (G4-F7-F9-H13). Bu konuda görece daha düşük miktarda enerji sarfiyatıyla daha iyi seviyede hava filtrasyonu sağlanması amacıyla EUROVENT tarafından standartlar geliştirilmiş, filtrelerde için öngörülen enerji sınıflandırması ve etiketlemeleri revize edilerek piyasadaki uygulamalar için olumlu anlamda daha da zorlayıcı kriterler getirilmiştir. Örnek olarak; F7 verimlilik değerindeki filtrelerin A sınıfı seviyesinde tanımlanmaları için sınır 1200 kWh/yıl iken yeni sınıflandırma ile bu sınır değer 950 kWh/yıl olarak düzenlenmiştir. Ayrıca yeni düzenleme A+ sınıfı tanımlanarak, enerji verimliliği açısından en üst düzey filtrelerin kategorize edilmesi sağlanmıştır.

Diğer Havalandırma Tesisatı Ekipmanları:

Proje durumuna göre temiz odalarda HVAC tesisatında kullanımı gerekebilecek; değişken hava debi ayar cihazları (V.A.V.), sabit hava debi ayar cihazları (C.A.V.), lif tutucu menfez, hepa filtreler, laminar flow üniteleri ve benzeri cihaz-ekipmanlarda enerji sarfiyatında tasarruf sağlanması mümkün olmaktadır [10].

Tercih edilecek bu ve benzeri cihaz-ekipmanlar için varsa ilgili ulusal standarda, mevcut değilse DIN 1946-4 veya tanınırlığı olan uluslararası farklı standart kıstaslarına uygunluğu teknik şartnamelerde belirtilmeli ve uygulama aşamasında malzemeye onay formlarında ürünlere ilişkin uygunluklar ilgili standart nezdinde belgelendirilmelidir [9, 24]. Hâlihazırdaki sağlık tesislerinde ise ulusal ya da uluslararası mevzuat ve standartlara uygun HVAC tesisat ekipmanları revizyonlar yapılmalı, gereken durumlarda tesisat hacimleri genişletilerek uygun malzeme tedarik edilmelidir. Havalandırma tesisatında meydana gelebilecek her türden kaçak için uygun önlemler alınmalı, yeni hava kanalı imalatları sırasında TS EN 1507:2006 standardına kanal sızdırmazlık testleri yaptırılmalıdır [1, 6].

2.2.2. Otomasyon

Hâlihazırda uygulanmakta olan, teknik süreçlerin hızlandırılması ve işi gücü/zaman kaybetmeksizin bina içinde ihtiyaç duyulan tüm tesisat tiplerin erişilebilirliği imkânlı kılan diğer önemli sistem altyapısı ise bina otomasyonudur [25]. İhtiyaçlar doğrultusunda birçok yapı tipinde kullanımı yaygınlaşan bina otomasyonu merkezi kontrol ve veri akışı bağlamında işletmelerde kritik rol oynamakta, enerji verimliliğinin yerine getirilmesi ve kritik proseslerde emniyetli kontrol vasfının yerine getirilmesi sistemin başlıca hedefidir.

2.2.3. HVAC Sistem Bakım ve İşletme Koşulları

Temiz odalarda kullanılan bütün HVAC tesisatı sistemlerinin tasarımı ve kurulumu kadar, devreye alma sonrası işletme sürecinin de doğru yaklaşımlarla sürdürülmesi gerekmektedir. HVAC tesisatı cihaz ve ekipmanlarının işletme sürecinin yalnızca teknik destek personeli açısından değil, bütün sağlık personelleri açısından, başta ameliyathane, yoğun bakımlar gibi kritik mahallerde görev yapan ekipler açısından; mevcut HVAC tesisatı sistemlerinin ne amaçla, nasıl işletildiği ve ne yönden önem taşıdığı üzerine belirli düzeylerde eğitime tabi tutulmalıdırlar.

2.2.4. Enerji Verimliliğine Yönelik Merkezi Bina Sistemleri

Enerji sarfiyatlarının artış göstermesi, çevreci-yenilenebilir enerji türlerinin dünya genelinde yaygınlaşması bağlamında kesintisiz enerji tedarikinin yüksek önem arz etmesi sağlık tesislerini enerji konusunda alternatif çözüm arayışları aramaya itmektedir. Enerji korunumlu temiz odaların tasarımı, yapımı ve işletimi maksadıyla sürdürülen çalışmalarda kojenerasyon ile trijenerasyon sistem altyapılarının sağlık tesislerine entegrasyonu ile enerji tasarrufu sağlandığını ortaya koymuştur. Belli bir yatak kapasitesinin üzerindeki kamu ve özele ait sağlık tesislerinde tercih edilen bu sistemler günden güne yaygınlık kazanmaktadır. Buna karşın söz konusu sistemler her bina tipinde aynı verimlilik değerlerini sağlayamayacağı gözükmektedir. Söz konusu sistemler sadece yüksek yatak kapasitesine sahip sağlık tesisleri için enerji tasarrufu değerleri ortaya koyabilmektedir. Enerji verimliliği kapsamında değerlendirilebilecek diğer bir sistem, yüksek oranda gün ışığı alan, başta Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yer alan özel sağlık tesislerinde kullanılmakta olan yeni nesil güneş panellerinin projelerde ve uygulama aşamalarında tercih edilmesidir.

2.2.5. Ameliyathaneler

Ameliyathaneler hâlihazırda sağlık tesislerindeki temiz odalar içerisinde standartlarda belirtilen asgari tasarım koşulları itibarıyla en yüksek enerji tüketimine sebebiyet veren mahallerdir. Mevcut uygulamalarda; ameliyathaneler cerrahi sınıfına uygun tek veya iki ameliyathane salonu için bir adet klima santrali ile projelendirilebilmektedir. Buna karşın istenilen seviyede sterilizasyonu oluşturmada yaşanabilecek problemler ya da iki ameliyathane salonu için bir adet klima santrali ile beslenmesi ve klima santralinin arızalandığında her iki salonun da deaktif hale geleceği ve bundan başka klima santralindeki hava değişim sayısı ile klima santralinin yenmesi gereken karşı direncin yükselebileceği de göz önünde tutularak enerji korunumu noktasında detaylı analiz yapılması gerekmektedir.

İç Anadolu şehirleri gibi gece-gündüz sıcaklık farklarının yüksek ölçüldüğü bölgelerde %50 - % 60 taze havalı, yarım debi modunda çalışan ve ısı geri kazanımlı klima santrallerinin tercih edilmesi enerji talebini düşürecektir. Buna karşın Akdeniz, Ege gibi ılıman bölgelerde bu özelliklerde klima santrallerinin kullanımına ihtiyaç duyulmayabilir. Bu sebeple ameliyathane birimleri için klima santrali tipi belirlenirken bölgenin reel ve güncel iklim datalarının kistas alınması önem kazanmaktadır.

Ülkemizdeki mevzuat ve asgari tasarım yaklaşımı gereğince bütün ameliyathane salonlarında laminar flow ünitelerinin kullanımı konusunda bir zorunluluk bulunmamakla beraber gerek hijyen açısından en etkin sistemin bu olması gerekse DIN 1946-4:2008 standardı gereğince Sınıf 1a ameliyathane salonlarında laminar flow ünitelerinin kullanımına işaret edilmesi sebebiyle, ilk dizayn sürecinde ihtiyaç listesi tıbbi uzmanlar beraberinde titizlikle ortaya konmalı ve bu eksende doğru sistem seçilmelidir.

Orta ölçekteki bir sağlık tesisinde, ameliyathaneler acil hastalar haricinde ortalama 8-12 saat civarı hizmet vermektedirler [1, 6]. Enerji sarfiyatını azaltmak maksadıyla aktif kullanım saatleri haricinde, hava miktarlarının düşürülmesi sağlanmalıdır. Böylesi bir senaryoda standartlarca öngörülen mahaller arası fark basınç seviyeleri bozulabilir. Bu amaçla debi balanslama elemanları otomasyon sistemi beraberinde mutlak suretle kullanılmalıdır [10, 18].

SONUÇ

Enerji verimli yapı tasarımı günden güne ağırlık ve ivme kazanmasına karşın, ilk yatırım maliyetlerinin yükselmesi nedeniyle enerji verimli ekipman/tesisat tiplerinin ve yapı elemanlarının ülkemizde uygulanan projelerdeki tercih oranı istenen aşamaya halen gelememiştir.

Temiz Odalar, bünyesinde cerrahi işlemler yapılması sebebiyle sağlık tesislerindeki en kritik mahallerdir. Bu mahallerdeki enfeksiyon riskinin yüksekliği; standartlarda ve ilgili mevzuatlarda ihtiyaç duyulan steril şartların oluşturulması enerji tüketim değerlerini, yani işletme maliyetlerini de artıracığından kamu veya yatırımcı açısından oldukça önem arz etmektedir. Bu noktada enerji tüketim değerlerinin analiz edilmesi, binalardaki merkezi sistemlerin ve malzemelerin seçilmesi kadar önem

taşıyan konu yapıdaki tüm mekanik tesisat tiplerinin ve mimari yapı bileşenlerinin efektif kullanımınıdır. Seçilen sistem ile ekipmanların bilgi eksikliğinden ötürü yanlış kullanımı durumunda daha da yüksek enerji tüketimine sebebiyet verdiği birçok uygulamada görülebilmektedir. Bundan başka duvar, tavan ve döşeme gibi yapı bileşenlerinin yanlış seçimi sonucu kullanıcı nedenli deforme edilmesini ve pencere, kapı gibi açıklık oluşturan elemanların lüzumsuz yere veya gereğinden büyük dizaynlarından kaçınılmalıdır.

Yapılarda enerji korunumu genel itibarıyla mekanik tesisat verimliliği ile çerçevelendirilmektedir. Buna karşın sürdürülen araştırmalarda çoğu bina tipinin doğa ile örtüşen, geri dönüşebilir ve sürdürülebilir yapı malzemeleri ile dizaynı aracılığıyla mekanik tesisattan bağımsız enerji korunumu sağlanabildiği görülmektedir. Sağlık Tesislerindeki Temiz Odalar açısından hazırlanan bu çalışmada, sağlık yapılarına yönelik genel ve özel standartları refere eden, Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan Türkiye Sağlık Yapıları Asgari Tasarım Standartları 2010 Yılı Kılavuzu'nun belirlediği temiz oda fiziki koşulları temel alınarak temiz odalarda enerji korunumu olanakları incelenmiş, ilgili birimlerde enerji korunumuna yönelik değerlendirilebilecek yaklaşımlar anlatılmıştır.

Mimari tasarım ile yapı bileşenlerinin seçimi başta gelmek üzere enerji korunumunu sağlamak amacıyla araştırmalar yapılmalı, yerinde saha incelemeleri yürütülerek analizleri sürdürülmelidir. Sürekli ilerleme kaydeden tıbbi cihazlar, hastalıkların yenileşen tanı-tedavi yöntemleri ile fiziki mahal talepleri eksiksiz değerlendirilmeli ve işlevsel iş akışı oluşturulmalıdır. Sonuç olarak yapı enerji performans hesapları beraberinde yatırımcılar, yapı tasarımcıları ve işletmecilerin entegrasyonu sağlanmalıdır. Ülkemizde hâlihazırda kullanılan ve yeni inşa edilecek sağlık tesislerindeki temiz odaların tasarımı açısından; çevresel sürdürülebilirlik, güncel/yenilikçi projelendirme metotlarının uygulanabilirliği ve bu sayede doğa ile uyumlu yapı tasarımı dolayısıyla enerji talebine olan ihtiyaçların minimuma indirilmesi, enerji korunumunun sağlanması planlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] DASCALAKI, E., BALARAS, A., GAGLIA, A.. "HVAC and Indoor Thermal Conditions in Hospital Operating Rooms", Energy and Buildings 39, 2007.
- [2] İnternet:URL:https://cedbik.org/tr/sertifikaliprojeler?quick_search=hastane&type=&start_date=&end_date=&city=&district=&project_owner=&project_area_min=&project_area_max=&sort_key=certificate_date.
- [3] Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, Çevre Şehircilik Bakanlığı, 2008.
- [4] DIN 1946-4:2008-12 Havalandırma Tekniği -Kısım 4: Hastanelerde Havalandırma Tesisatları Tekniği. 2008
- [5] "HVAC Design Manual for Hospitals and Clinics", American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., 2003.
- [6] TMMOB Makine Mühendisleri Odası. (2008) . Hastane İklimlendirme Tesisatı ve Denetim Esasları, Yayın No: MMO/2008/481.
- [7] Özyoğurtçu, G., Mobedi, M., Özerdem, M.B. (2009). Ameliyathane Odalarında Klima ve Havalandırma Sistemleri İçin Tüketilen Enerjinin Analizi. IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Seminer Bildirisi, 1177-1188.
- [8] Anıl, O. B., Mobedi, M., Özerdem, B. (2007, Ekim). Hastane Hijyenik Ortamları İçin Klima ve Havalandırma Sistemleri Tasarım Parametreleri. VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 497-509.
- [9] ASHRAE. (2013). Green Guide Design, Construction, and Operation of Sustainable Buildings. Atlanta: ASHRAE.
- [10] ASHRAE. (2011). Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Applications. Chapter 8, Health-Care Facilities. Atlanta: ASHRAE.
- [11] ASHRAE. (2003-2013) . HVAC Design Manual for Hospitals and Clinics. Chapter 2-8. Atlanta: ASHRAE.
- [12] Kenter, M. (2001). Hastanede Steril Alan Planlama Kriterleri. Sterilizasyon Dezenfeksiyon ve Hastane İnfeksiyonları, 18, 1-13.

- [13] Cerit, B., Doğrul, N. (2005). İklimlendirme Yapılacak Tesislerde Enerji Tasarrufu Tedbirleri. Tesisat Mühendisliği Dergisi, 89, 71-77.
- [14] Gençoğlu, M. T., Özbay, E. (2005). Aydınlatmada Enerji Verimliliği Yöntemleri. Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü.
- [15] T.C. Sağlık Bakanlığı İnşaat ve Onarım Dairesi Başkanlığı, 2010. Türkiye Sağlık Yapıları Asgari Tasarım Standartları, Ankara.
- [16] T.C. Sağlık Bakanlığı Özel Hastaneler Ruhsatlandırma Dairesi Başkanlığı, (2008). Özel Hastaneler Yönetmeliği, Ankara.
- [17] Boylu A. (2007). Ülkemizde Hastane Hijyenik Alan Klima ve Havalandırma Tekniğinin Durumu. VII Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Teskon 2007 Seminer Bildirisi.
- [18] T.C. Sağlık Bakanlığı İnşaat ve Onarım Dairesi Başkanlığı, 2012. Mevcut ve Yeni Yapılacak Sağlık Tesislerinde Uyulması Gereken Asgari Teknik Standartlar, Ankara.
- [19] Öztürk, H. K., Atalay, Ö., Yılcı, A. (2005). Yapılarda Kullanılan HVAC Sistemlerinde Kontrol ve Enerji Verimliliği. Tesisat Mühendisliği Dergisi, 90, 69-76.
- [20] Gültekin, A. B., Dikmen, Ç. B. (2010). Sustainable Indoor Air Quality (IAQ) In Hospital Buildings. Technology, Survival and Sustainability, 13(2), 119-124.
- [21] Güngör, A., Güngör, S. (2005). İklimlendirme Sistemlerinde Enerji Yönetimi. VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 819-848.
- [22] American Institute of Architects. (2001-2010). Guidelines For Design And Construction Of Hospital And Health Care Facilities. Washington (DC): American Institute of Architects Press; Chapter 7.
- [23] Demirel Ö. (1994). Hastanelerde (HVAC) Isıtma Havalandırma ve Klima Sistemleri, Termodinamik, 130-142.
- [24] Öztürk, H. K., Atalay, Ö., Yılcı, A. (2005). Yapılarda Kullanılan HVAC Sistemlerinde Kontrol ve Enerji Verimliliği. Tesisat Mühendisliği Dergisi, 90, 69-76.
- [25] Zağpus, S., Günaydın, M. (2006). H., Türkiye’de Bina Otomasyon Sistemlerinin Mimarlar Tarafından Algılanması, Akıllı Bina Tasarım Süreci Ve Kalitesi, 6. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 1-9.

ÖZGEÇMİŞ

Celal ŞAKAR

1983 yılında Samatya’da doğmuştur. 2005 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği bölümünden mezun oldu. Aynı üniversitede Makine Mühendisliği Anabilim dalı Konstrüksiyon programında yüksek lisans tez çalışmasına devam etmektedir. 2006-2007 yılları arasında İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı bünyesinde 'mevcut binalarda yangın güvenliği' konusunda saha tetkikleri görevinde bulunmuş olup 2008 yılından bu yana İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü'nde temiz oda HVAC sistemleri ve medikal gaz tesisatı başta gelmek üzere sağlık yapıları bünyesindeki tüm mekanik tesisat iş grupları üzerine projelendirme ve yapı denetim çalışmaları yürütmektedir. Halen bekârdır.

Gamze KARAKAŞ

1986 doğumlu olan yazar, 2010 yılında DEU Mimarlık Fakültesini bitirerek mezun olmuştur. 2012 yılında yüksek lisansını tamamlamış, halen aynı üniversitede doktora eğitimine devam etmektedir. 2010 yılında İzmir’de özel bir firmada, 2011 yılında ise Sağlık Bakanlığı kadrosunda mimar olarak çalışmaya başlamış; sırasıyla Erzurum, Kastamonu ve Iğdır İl Sağlık Müdürlüklerinde görev yapmıştır. 2016 yılından itibaren de İstanbul İl Sağlık Müdürlüğünde aynı görevi sürdürmektedir.