

Kapalı Devre Mekanik Tesisatlarda Korozyon Koruma Programı ve Bir Yapıda Uygulanması

Corrosion Protection Program in Closed Loop Mechanical Installations and its Implementation in a Building

Prof. Dr. Olcay KINCAI, Kimya Y. Müh. Haluk AĞUSTOS, Kimya Müh. Sema ÇELEBİ

Özet

Bu çalışmada, kapalı devre mekanik tesisatlardaki korozyonun sonuçlarına, korozyon koruma ve izleme programlarına dikkat çekilmeye çalışılmıştır. Bu konuda bir uygulama olarak İstanbul Sabancı Center binasının kapalı devre ısıtma-soğutma sistemleri incelenmiştir. 2005-2008 yılları arasında korozyon koruma programı kapsamında ölçümler yapılarak denetlenen sistemden oluşturulan veri tabanı kullanılarak, ΣFe ve $NaNO_2$ miktarları bağlamında uygulanan koruma programı yöntemi irdelenmiştir. Bu çalışmada korozif etkiyi en aza indirebilmek için, sistemlerinin devreye alınması ile birlikte eşzamanlı olarak koruma ve izleme programlarının başlatılmasının gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kapalı devre mekanik tesisat, korozyon, korozyon kontrol programı

Abstract

In this paper, consequences of corrosion in closed loop installations have been discussed and importance of corrosion control and tracking programmes was noticed. Closed loop heating-cooling installation system of the İstanbul Sabancı Center was investigated as case study. Experiments and measurements have been done between years 2005-2008 and original data collected. Applied corrosion control programme and a research was performed due to quantity of ΣFe and $NaNO_2$ in the system. Corrosion control programmes must be started to run of closed loop installations.

Key words: closed loop installation, corrosion, corrosion control programme

1. Giriş

Metallerin hemen hemen hepsi doğada bileşik yani kararlı halde bulunurlar. Metalürjik yöntemlerle elde edilen metal ve alaşımların da tekrar kararlı durumları olan bileşik haline dönme eğilimleri çok yüksektir. Bu nedenle, metaller içinde buldukları ortamın elemanları ile reaksiyona girerek önce iyonik duruma, sonra da ortamdaki başka elementlerle birleşerek bileşik haline dönebilmek için kimyasal değişime veya bozunuma uğrarlar. Metal malzemelerin bozunma reaksiyonuna ve bu reaksiyonun neden olduğu zarara korozyon adı verilir. Genel anlamda ise; korozyon, metalin içinde bulunduğu ortam ile kimyasal veya elektro-kimyasal reaksiyona girerek metalik özelliklerini kaybetmesidir.

Korozyon nedeniyle meydana gelen malzeme, enerji ve emek kaybının yıllık değeri, ülkelerin gayri safi milli gelirlerinin yaklaşık % 5'i kadardır. Bu sayısal değer ciddi bir ekonomik kaybı göstermektedir. Bu nedenle; tesisatlarda korozyon koruma ve izleme programlarının teknik elemanlar tarafından bilinçli olarak uygulanması gerekmektedir. Sunulan çalışma kapalı devre ısıtma-soğutma tesisatlarındaki korozyon koruma programı ve sonuçları hakkında İstanbul Sabancı Center binasında gerçekleştirilen bir uygulamayı içermektedir.

2. Kapalı Devre Isıtma-Soğutma Tesisatları

Kapalı devreler, ısı değiştiriciler yardımı ile dolaylı olarak soğutma veya ısıtma yapan sistemlerdir. Tamamen atmosfere kapalı olarak çalışan, kendi içerisinde su sirkülasyonu olan ve çok az su eksilten devrelerdir. Kapalı devre ısıtma-soğutma sistemlerinde ısı aktarıcı akışkan olarak çoğunlukla su kullanılmaktadır. Karbon çeliği, paslanmaz çelik, bakır-alüminyum ve alaşımları, pirinç, bronz ve döküm esaslı malzemeler mekanik tesisatlarda malzeme/cihaz bileşenlerini oluşturmaktadır. Çok az ilave su (make up) kullanımı, ekonomik işletme maliyeti, düşük ve denetlenebilir bir korozif etki, daha az korozyucu kimyasal tüketimi, yüksek ısıtma ve soğutma verimi gibi özellikler, kapalı devre sistemlerin açık devre sistemlere göre üstünlükleridir [1].

3. Kapalı Devre Isıtma-Soğutma Tesisatlarındaki Korozyon Sorunları

Kapalı devre tesisatlarda, kullanılan metal malzemelerin ve tesisattaki suyun, basınç, sıcaklık, akış hızı, kimyasal içeriği ve pH gibi fiziksel ve kimyasal özelliklerinden dolayı koşullara bağlı olarak işletme sorunları oluşmaktadır. Bunlardan en önemlilerinden biri büyük miktarda malzeme ve işletme kayıplarına neden olan korozyondur. Korozyon; korozyon mekanizmasına, korozyona uğrayan malzemenin cinsine, korozyon ortamın türüne ve korozyona uğrayan malzemenin görünümüne göre sınıflandırılabilir. Korozyon mekanizmasına göre; fiziksel, kimyasal, elektro-kimyasal korozyon türleri vardır. Korozyona uğrayan yüzeyin görünümüne göre ise; homojen dağılımlı, çukurcuk, seçici, aralık, tane içi, taneler arası, kaplama altı, galvanik, kazımalı, mekanik zorlamalı (gerilme-

li, hidrojen gevreği, yorulmalı, erozyon, kavitasyon) şeklinde sınıflandırılabilir [2, 3, 4].

Tasarım ve imalat bakımından kapalı devrelerde su akış karakteri, boru iç çapındaki ve boru yönündeki ani değişimler, boru iç yüzeyinin düzgünlüğünü bozan vana ve ölçüm cihazları, düzgün yerleştirilmemiş bağlama parçaları nedeni ile türbülans etkisi oluşmakta ve çarpma etkisi ile erozyon ve kavitasyon korozyonu meydana getirebilmektedir. Sıvının dışı sızmasına fırsat veren yarıklarda aralık korozyonu, korozyon ürünleri ya da başka katı maddelerin boru iç yüzeylerinde birikmesi ile birikinti altı çukurcuk korozyonu, hidrodinamik ve mekanik koşulların neden olduğu korozyon türleridir [3, 4].

Kapalı devredeki suyun pH ölçeği, korozyon etki üzerinde önemli bir belirleyici unsur olmaktadır. Su nötr ya da asit ($\text{pH} \leq 7$) özelliğinden, lim $\text{pH} \rightarrow 0$ değerine giderken korozyon en fazla etkiye ulaşmaktadır. Korozyon sürecini durdurmak için $\text{pH} > 7$ bazik koşullar oluşturulduğunda artan baz değeri ile çökelti sorunu artmaktadır [5].

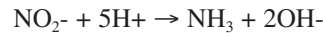
Mikrobiyolojik etki genellikle nitrit esaslı koruma programı uygulanan kapalı devrelerde daha fazla görülmektedir. Soğutulmuş su sistemlerinde genellikle $< 10^3$ (Colony Forming Unit) CFU/mL veya (Adenozin Trifosfat) ATP $< 0,1$ mg/mL değerleri alt sınır kabul edilmektedir. Birikinti/çamurlaşma kapalı devrelerde ender olarak görülen sorundur. Bu sorun, ilave suyun kimyasal içeriğine (sertlik, alkalinite, klorür gibi) bağlı olarak gelişmektedir. Kapalı devredeki çevrim suyunda, "ilave su hacmi $<$ kapalı devre su hacminin yıllık %10'u" koşulu sağlanıyorsa birikinti/çamurlaşma riski en az seviyede olmaktadır. Bazı koruma programların, özellikle glikollerle birlikte kullanılan fosfat esaslı inhibitörler, suya sertlik veren iyonlarla tepkimeye girerek birikinti/çamurlaşma oluşturmaktadır [6].

4. Korozyondan Korunmak İçin Kimyasal İnhibitör Kullanımı

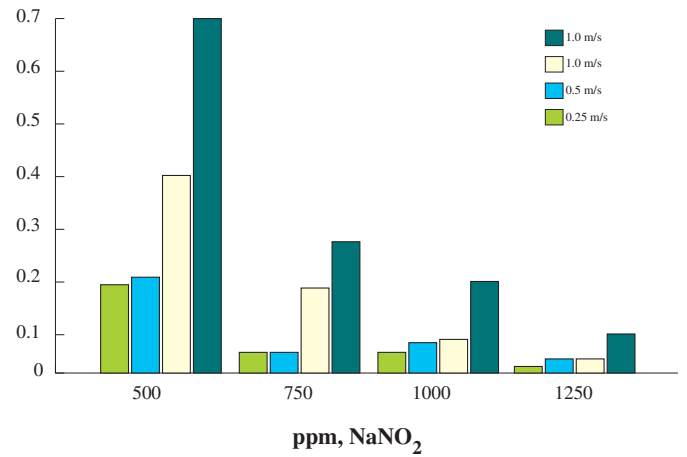
Isıtma-soğutma tesisatlarında; tasarım parametreleri, pH, metal cins ve özellikleri, sıcaklık, basınç, suyun kimyasal içeriği gibi koşullara bağlı olarak, hangi inhibitörün kullanılacağına karar verilmektedir. Korozyon kontrol için uygulanan su şartlandırma teknolojilerinde en yaygın kullanıma sahip olan yavaşlatıcı inhibitörlerdir. Bunlar, indirgeyen, okside eden veya yüzey kaplayan (film) nitelikteki ürünlerdir. İndirgeyen inhibitörler (tanen, sülfid, hidrazin vb.) kapalı devrelerde bozucu etkiler oluşturduğundan bu çalışmada dikkate alınmamıştır. Okside eden nitrit ve molibdat esaslı inhibitörler, su şartlandırma teknolojilerinde önemli bir yer tutmaktadır. Nitrit esaslı kimyasal, metal yüzeyi taneciği ile, molibdat esaslı kimyasal ise oksijenle birlikte bağ yaparak yüzey oluşturmaktadır. Nitrit çok yaygın kullanılan tek 'anodik' okside edici inhibitör-

dür. Oluşturduğu toplam tepkime aşağıdaki gibidir.
 $9\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{NO}_2^- \rightarrow 3\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{NH}_4^- + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O}$

Nitrit tek başına veya pH tamponlayıcı yardımcı kimyasallarla birlikte 700-1.200 mg/L [ppm] konsantrasyon aralığında kullanılmaktadır. Anodik inhibitörler düşük derişim (< 500 mg/L NaNO_2 gibi) koşullarında şiddetli çukurlaşma korozyonuna neden olabilmektedir. Bu nedenle, kapalı devrelerin nitrit içermediği koşullar, çok az nitrit içeren koşullara oranla, daha az korozyon etkisi oluşturmaktadır. Nitrit esaslı korozyon koruma uygulamasının ekonomik ve teknik verimliliği için biyolojik etkinliği denetim altına almak gerekmektedir. Nitrit indirgenerek, aşağıdaki denklemde gösterildiği gibi amonyak (NH_3) ve hidroksil (OH^-) iyonları oluşturabilmektedir.



Nitrit esaslı koruma programında, nitrit derişimi ve su hızlarının korozyon oranlarına etkisi Şekil 1'de gösterilmektedir. Farklı nitrit derişim koşullarında, su akış hızının 1,5 m/s' den 0,25 m/s hıza düşmesi ile korozyon hızının yaklaşık olarak üç katına çıktığı görülmektedir [6].



Şekil 1. Nitrit, su hızı ve korozyon arasındaki değişim.

$\text{pH} > 8,6$ koşullarda alüminyum ve alaşımların korozyonu çok yüksek hızda olmaktadır [7]. Bu nedenle bu tip alaşımları içeren kapalı devrelerde suyun pH değerini 8,6'dan daha fazla yükseltmeyen molibdat esaslı kimyasallarla korozyon koruma sağlanmaktadır. Kapalı devrenin su kimyasal kompozisyonu ile mekanik ve termodinamik koşullara bağlı olarak molibdat konsantrasyonu 30-150 mg/l [ppm] arasında kullanılmaktadır. Burada Mo bağışıklık bölgesini, MoO_2 ve MoO_3 pasif bölgeleri, Mo^{3+} ve MoO_4^{2-} bölgelerini koruma altına almaktadır [8].

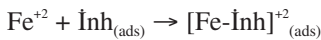
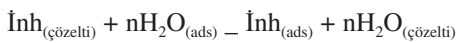
Film yapıcı inhibitörler arasında en yaygın olanı ise orto fosfatlardır. Normal kullanımlarda 1000-5000 ppm PO_4 korozyona karşı koruma sağlar. Bu yöntemde temel amaç çözülemeyen metal fosfatlar oluşturmak için anotta çökelti meydana ge-

tirmektir. İlave su yumuşatılmış veya distile/deiyonize olmalıdır. Fosfat metal yüzey üzerinde korozyon koruyucu film oluşturmadan önce suda bulunan metal iyonları ve tuzlarla çökeltili oluşturur. Bu da fosfat programının kontrol edilmesi gereken özelliklerindedir. Orto fosfatlar anodik inhibitör olmasına karşın 200-300 ppm seviyesinin altına düştüğünde korozyon hızı artmaktadır. Fosfonat esaslı inhibitörler de film yapıcı inhibitörlere örnek teşkil ederler. HPA (hydroxy-phosphonoacetic acid), fosfonatlar için en iyi örnektir. 50-200 ppm PO₄ olarak kullanılmaktadır [9]. Ayrıca dibazik asitler de, korozyon meydana geldiğinde çözelti içerisine gelen demir iyonları ile korozyon yerinde çökelti oluşturarak korozyonu durdururlar. Ancak bakterilerle ayrışabildiklerinden, bakteri denetimi ve takibi gerektirmektedir. Sistemde korozyon ürünü mevcut ise inhibitör kaybı çok fazla olmaktadır.

Film yapıcı özellikteki inhibitörlerin (fosfatlar, fosfonatlar, silicatlar vb.) kullanımlarında önce kimyasal yıkama (flushing) işlemi yapılmalı, daha sonra tesisata temiz, korozyon ürünü içermeyen, kalite olarak yumuşatılmış, deiyonize veya distile edilmiş olan su ilave edilmelidir. Aksi takdirde sistemde istenmeyen çökeltiler meydana gelir [5]. Azoller bakır alaşımlarının ilk paslanmasını ve çelik yüzeyler üzerinde bakır birikimleri oluşmasını engellemek amacı ile kullanılmaktadır. MBT (merkaptobenzotiazol) düşük maliyetli ve etkili bir inhibitör olarak uzun zamandır kullanılmaktadır. Fakat, TT (tolyltriazol) düşük maliyeti ve klorid iyonları korozyon etkilerine üstün direnç sağlaması nedeni ile daha fazla tercih edilmektedir [6].

4.1. İnhibitörlerin Koruma Kinetiği

İnhibitörler, bir veya birkaç su molekülü ile yer değiştirerek metal yüzeyine adsorplanmaktadır. İnhibitör molekülü yeni oluşan Fe⁺² iyonu ile birleşerek metal yüzeyinde, metal inhibitör kompleksi oluşturur.



Oluşan kompleks, metal çözünmesini inhibe etmektedir [10]. Adsorpsiyon, atom, iyon ya da moleküllerin bir katı üzerine tutunması şeklinde tanımlanmaktadır. Adsorpsiyon sabit sıcaklık ve sabit basınçta kendiliğinden gerçekleşir. Termodinamik anlamda tanımlanan entalpi eşitliğinde ($\Delta H = \Delta G + T \Delta S$), adsorpsiyon sürecindeki, serbest entalpi ve entropi daima eksi işaretli olarak tanımlanmıştır [11]. Metal-çözelti ara yüzeyinde meydana gelen adsorpsiyon sırasında oluşan Gibbs Potansiyel Farkı değerinin (ΔG_{ads}^0) 20 kJ/mol, daha düşük olduğu durumlarda tutunmanın fiziksel, 40 kJ/mol ve daha yüksek olduğu durumlarda ise kimyasal olarak gerçekleştiği belirlenmiştir [12]. Frumkin Adsorpsiyon Matematik Modeli'ne göre

inhibitörlerin yüzeyi kaplama oranı aşağıdaki bağıntı ile bulunabilir [13].

$$\frac{\theta}{1-\theta} = K.C^{-2a\theta}$$

θ = yüzey kaplama oranı,

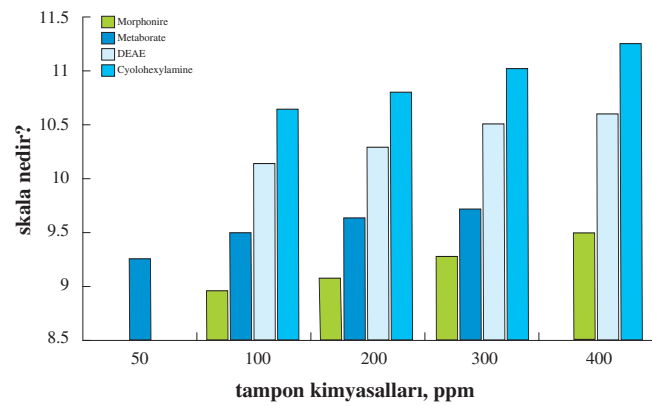
a = yüzey heterojen katsayısı,

C = inhibitör derişimi,

K = absorpsiyon denge sabiti.

4.2. Tampon Kimyasallar / pH denetimi

Tampon/pH yardımcı kimyasalları, korozyon inhibitörlerinden farklı olmasına rağmen aralarında işlev mekanizması bakımından bir ilgi vardır. İnhibitörler belirli pH aralıklarında etkin çalışmaktadır. Nitrit, alkalın (bazik) şartlar altında kullanılmaktadır. İnhibitör tipine bağlı olmaksızın pH'ın asit ve nötral (pH=7) olduğu koşullar, her zaman korozyon oluşturuca özelliği taşımaktadır. Alüminyum veya alaşımları için en etkin korozyon koruma nötral koşullardadır. Fakat, kapalı devreler çelik ve dökme demir malzemeleri de içermektedir. Bu nedenle kimyasal koruma programlarının genel pH çalışma aralığı olan (8,5-10,5) değerleri yerine, bu aralığın en düşük pH değerini kullanan kimyasal koruma programı uygulanmalıdır [5]. Şekil 2'de tampon/pH denetim kimyasallarının derişim-pH ilgisi gösterilmiştir [6]. Denetim kimyasalları olarak, orto fosfat, borat tuzları ve organik aminler, çok yaygın olarak kullanılır.



Şekil 2. Şekil 2. Tampon/pH denetim kimyasallarının, derişim-pH ilgisi.

5. Koruma Programının İzlenmesi [5]

İzleme programı, korozyon, birikim/çamurlaşma, mikrobiyolojik etki ve koruma kimyasalı seviyesini denetim altında tutmak ve hedeflenen ölçütleri doğrulayabilmek için gerekmektedir. Mekanik tesisatın yapısal özellikleri, koruma programı cinsi ve suyun kimyasal içeriğine bağlı olarak yürütülür. Belirlenen izleme frekansına bağlı olarak, iletkenlik, bulanıklık, pH, sertlik, alkalinite, klorür, Fe ve Cu iyonları, koruma kimyasalı derişimi, biyolojik etki gibi fiziksel ve kimyasal ölçütlerin tespit edilmesi ile izleme programı sürdürülür.

5.1. Korozyon İstasyonları

Korozyon istasyonları, korozyon hızları ve oluşan korozyon tipi konusunda bilgi verdikleri için en yaygın kullanılan izleme düzenekleridir. Bu düzenekte kullanılan korozyon kuponları üzerinde; genel korozyon oranı, çukurlaşma korozyon hızı, biyolojik ve galvanik etkilerin göstergelerini tespit etmek mümkün olmaktadır. Mekanik tesisatın bileşenlerine benzer malzemeden yapılmış olan kuponların, tesisat çevrim suyu ile temas etme süreleri korozyon hızlarını doğru tespit etmekte önemli olmaktadır. Bazıları 30 gün gibi kısa bir süre, bazıları da bir yıl kadar uzun bir süre boyunca temas ettirilmelidir. Kuponlar üzerinden geçen su hızları en fazla 1,2-1,5 m/s aralığında, en az ise 0,03 m/s gibi düşük hız sınırında olmalıdır. Sıcaklığın korozyon hızına etkisi olduğundan, kuponlar mümkün olan en yakın sıcaklık değerini görmelidir. Isıtma kapalı devresinde kazan çıkışı hattı, soğutma devresinde ise dönüş hattı üzeri montaj için en uygun konumdur [5].

6. Korozyon Koruma Programında Önemli Bir Destek, Torba (Bag) Filtreler [5]

Torba filtreler, filtrasyon duyarlılığı (micron, μ), su geçiş (debi, m^3/h) kapasitesi, hidrolik (basınç, Pa) dayanımı ve manyetik (Tesla, T) tutucu özellikleri ile tanımlanan düzeneklerdir. Torba filtre montajında dikkat edilecek husus, filtre direncini göz önüne alarak uygun basınç farkını sağlayan bir noktaya konumlandırılmasıdır (Şekil 3). Kolektör/boru hacimsel debi miktarının belirlenen bir oranı, torba filtre üzerinden geçirilerek filtreleme işlemi sağlanır. Kapalı çevrimin akış rejimini olumsuz etkilemeyen bu uygulama yöntemi ile su içerisinde çözünmüş bulunan demir iyonları manyetik olarak tutunmakta ve korozyonun en güçlü başlangıç mekanizması olan elektrolit etki en az düzeye indirilmektedir.

7. İstanbul'da Kapalı Devre Uygulaması

Uygulama, izleme ve inceleme alanı olarak İstanbul Levent



Şekil 3. Torba filtre manyetik rot ve torbasında toplanan metal iyonları ve birikintiler (Sabancı Center, 2006).

bölgesindeki, 35 katlı Sabancı Center binasının, kapalı devre mekanik tesisatı seçilmiştir (Şekil 4). Binanın merkezi ısıtma ve soğutma sistemi vardır. Mekanik tesisat toplam olarak; 5.000.000 kcal/h ısıtma sistemi, 8.200 kW soğutma sistemi, 1.378.000 m^3/h havalandırma kapasitesi, 115.000 m boru uzunluğu, 6.600 adet vana, 182 adet pompa, 360 adet VAV sistemi, 1.450 adet radyatör, 60.000 m^2 havalandırma kanalı, 15.000 m havalandırma borusu, 117 adet HVAC, asp, vantilatör, 10.000 m lineer/slot menfez uzunluğu, 10.000 adet sprinkler, 800 adet yangın damperi bileşenlerinden meydana gelmiştir. 80-60 °C rejiminde çalışan iki adet 2.000.000 kcal/h ve bir adet 1.000.000 kcal/h kapasiteli ısıtma kazanı mevcuttur. Soğutma sisteminde, 3.500 kW kapasiteli 2 adet santrifüj soğutma grubu, gündüz çalışma şartları için devrededir. Yaz ge-



Şekil 4. Sabancı Center binası ve mekanik kattaki kapalı devre.

celeri ve geçiş mevsimlerinde ise takviye olarak, 600 kW kapasiteli 2 adet (ısı kazanımlı hermeli kompresörlü) soğutma grubu bulunmaktadır. Bina, dikey konumda tüm sistemlerde 3 zona ayrılmıştır [14].

7.1. Kapalı Devrelerdeki Sorunların Tespiti

Soğutma kapalı devre, K14, K17, K30, K35, kondenser soğutma ve ana soğutma, ısıtma kapalı devre ise K14, K17, K30,

K35, I. kademe ısıtma ve ana ısıtma tesisat çevrimlerinden oluşmuştur. Bu kapalı devre ve cihazlarında oluşan korozyon sorunları nedeni ile 03.09.2004 tarihinde, çevrim sularında ölçüm ve analizler yapılmıştır. Özellikle K14 ve K17 soğutma kapalı devreleri ile K30 ve ana ısıtma kapalı devrelerinde tespit edilen Σ Fe oranlarının korozyon risk sınırlarında olduğu tespit edilmiştir. Benzer ölçüm ve analizler, Sabancı Center Yönetimi Teknik Müdürlüğü tarafından bağımsız bir devlet üniversitesine de yaptırılmış ve aynı sonuçlara varılmıştır. Bu sonuçlarına göre etkinliği tartışılır konuma gelen koruma programı, yetkililerce durdurulmuş ve yeni koruma programına başlanmıştır.

7.2. Koruma Programı Yöntemi

Kapalı devrelerde, daha önceki uygulamadan kaynaklanan korozyon depozitlerinin giderilmesi amacı ile öncelikle kimyasal yıkama (flushing) programı uygulanmıştır. Sistemlerde uygulanan doldur-boşalt süreçleri ve torba filtrelerin sürekli olarak temizlenmesi ile sistemlerdeki korozyon ürünleri uzaklaştırılmıştır. Daha sonra etken ve yardımcı ürünlerden oluşan koruma kimyasalı belirlenen derişimde kapalı devrelere eklenerek korozyon koruma ve izleme programı başlatılmıştır. En fazla korozyon riski taşıyan, K14 ve K17 soğutma kapalı devreleri ile K30 ve ana ısıtma kapalı devreleri bu çalışmada ele alınmıştır. Koruma programının sürekli/kararlı sürecini izleyebilmek için 2005-2008 yılları arasındaki ısıtma-soğutma sezonlarında, belirlenen aralıklarla ölçümler yapılmıştır. Sirkülasyon pompalarının çalıştırılmadığı sezon dışı zamanlarda ise ilgili kapalı devre suyu daha seyrek aralıklarla ölçülmüştür.

İzleme programı dahilinde, iletkenlik, pH, sertlik, alkalinite, klorür, Σ Fe ve koruma kimyasalı etken ürün derişimleri ölçülmüştür. Bu programın ölçüm verilerine göre, gerekli koruma kimyasalı ilavesi pH denetimli olarak gerçekleştirilmiş ve iletkenlik limit değeri aşılmamıştır. Uygulama sürecinde kapalı devrelere ilave alım miktarları izlenmiş ve ürün miktarı, pH ve iletkenlik derişimlerinin nedenleri tespit edilmiştir. Daha önce uygulanan koruma programı sürecinde devrelerde biriken aşırı Σ Fe miktarları ile elektrolit çözelti haline gelen suyun boşaltılmasına rağmen boru cidarlarındaki farklı korozyon süreçlerinin durdurulması zaman almıştır. Bu nedenle yeni uygulanan koruma program sürecinde, Σ Fe ve ürün derişimlerinin dalgalanmalar gösterdiği saptanmıştır.

7.3. Bulgular

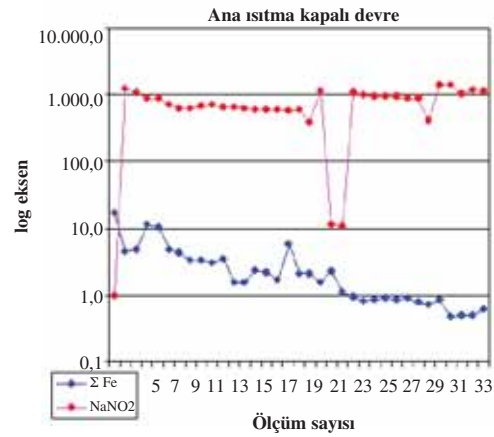
Yüksek korozyon riski taşıyan kapalı devrelere uygulanan izleme programında, uygun sonuçlar içeren bulgular elde edilmiştir. Yukarıda belirtilen zaman aralığında, soğutma kapalı devrelerinde 30 kez, ısıtma kapalı devrelerinde ise 42 kez ölçüm ve kimyasal analiz yapılmıştır. Tüm ölçüm ve analizler sahada ve gününde gerçekleştirilmiş olup sonuçlar rapor ha-

linde Sabancı Center Teknik Müdürlüğü'ne de sunulmuştur. Soğutma kapalı devrelerinde Σ Fe ve ürün derişimindeki dalgalanmalara rağmen iletkenlik ve pH değerlerinde önemli bir derişim ölçülmemiştir. Isıtma kapalı devrelerinde, Σ Fe ve ürün derişimleri ile iletkenlik değerlerinde dalgalanmalar ölçülmüştür. pH değerlerinin ise daha kararlı olduğu tespit edilmiştir. Her iki devrede de pH değerinin kararlı tutulabilmesi koruma programının sürdürülebilir olması sağlamıştır.

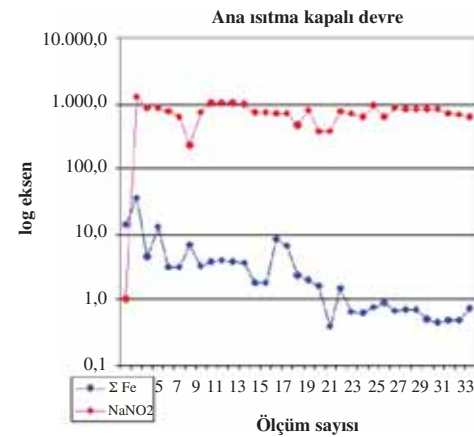
Fiziksel ölçüm ve kimyasal analizler belirli bir hata oranı sınırlarında yapılmaktadır. Ölçüm ya da kalibrasyon hatalarından kaynaklanan bulgu sapmalarını tespit etmek amacıyla veriler arasında ilintiler izlenmiştir. En belirgin izleme ölçütü olan Σ Fe ve ürün arasındaki derişimler temel alınarak aralarındaki ilgi belirlenmiştir. İletkenlik, pH, sertlik, alkalinite, klorür gibi diğer ölçütlerin de etkisi ile Σ Fe ve ürün arasında doğrusal olmayan (nonlinear) bir bağ olduğu saptanmıştır. Bu derişim log eksenli grafik üzerinde gösterilerek koruma etkisi sonuçları aşağıda verilmiştir.

7.4. Koruma Etkisi Sonuçları

Şekil 5'de görülen K30 kapalı ısıtma devresinde, koruma programına başlamadan hemen önce ölçülen Σ Fe oranı 17,4 ppm'dir. Koruma kimyasalı stokiyometrik hesapla yeterli deri-



Şekil 5. K30 ısıtma kapalı devresi.

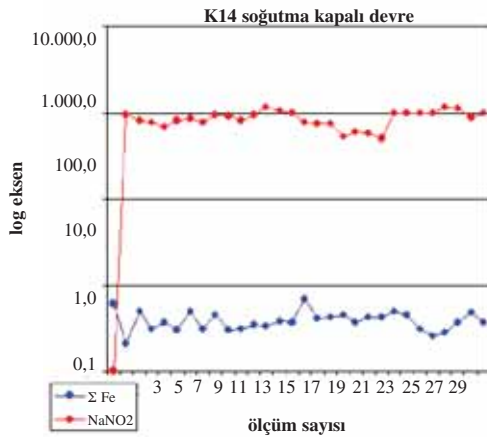


Şekil 6. Ana ısıtma kapalı devresi.

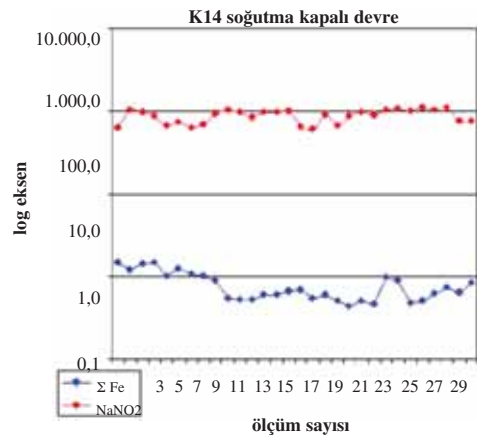
şimde devreye verilmiş ve bir hafta içerisinde, Σ Fe oranının azaldığı ölçülmüştür. Eş zamanlı ölçülen ürün oranındaki azalmadan ise metal iyon yüzeylerinde adsorbsiyon mekanizmasının gerçekleştiği düşünülmüştür. 21. ölçümde ürün oranının limit değer altına düştüğü saptanmış; korumasız yüzey ve iyonlar, Σ Fe iyonlarının 1,75 ppm'den 5,9 ppm değerine yükselmesine neden olduğu anlaşılmıştır. Şekilde, zamana göre derişim değeri korunan ürün, sürdürülebilir etkiyi oluşturmuş ve Σ Fe oranı önemli ölçüde azalarak 1 ppm seviyesine kadar düşmüştür.

Şekil 6'de görülen ana ısıtmada ise koruma programına başlamadan hemen önce ölçülen Σ Fe oranı 13,77 ppm'dir. Koruma kimyasalı stokiometrik hesapla yeterli derişimde devreye verilmiş ve bir hafta içerisinde Σ Fe oranının 36 ppm'e çıktığı saptanmıştır. Bu durum, devrede birikintilerin var olduğunu ve demir korozyon ürünlerini tuttuğunu göstermiştir. Koruma kimyasalı bileşenlerinden biri dispersant özelliği içermektedir. Bu dispersant bileşenin, adsorbsiyon mekanizmasının çalışması için öncelikle birikintileri yüzeylerden almış olduğu anlaşılmaktadır. Sisteme verilen ilave su ile besle boşalt yöntemi kullanılarak ve torba filtrelerin temizlenmesi ile dalgalı olarak, beş haftalık bir sürede, Σ Fe oranı 3 ppm seviyelerine kadar düşürülmüştür.

Şekil 7'de görülen K14 soğutma kapalı devresinde, koruma programına başlamadan hemen önce ölçülen Σ Fe oranı 5,9 ppm'dir. Koruma kimyasalı stokiometrik hesapla yeterli de-



Şekil 7. K14 soğutma kapalı devresi.



Şekil 8. K17 soğutma kapalı devresi.

rişimde devreye verilmiş ve Σ Fe oranı bir hafta sonra 2,1 ppm değerine kadar düşmüştür. Ana ısıtma devresine oranla daha az birikinti içerdiği anlaşılan soğutma devresinde dispersant bileşen etkisini göstermiş ve Σ Fe oranı 4,87 ppm seviyesine kadar yükselmiştir. Sirkülasyonsuz geçen kış sezonundan sonra 26.05.2006 tarihinde yapılan 16.ölçümde Σ Fe oranı 6,82 ppm olarak ölçülmüş, şekilden de görüleceği gibi, ürün etkinlik kaybına uğramış ve Σ Fe yükselmesine neden olmuştur.

Şekil 8'de görülen K17 soğutma kapalı devresinde ise, koruma programına başlamadan hemen önce ölçülen Σ Fe oranı 14,65 ppm'dir. Koruma kimyasalı stokiometrik hesapla yeterli derişimde devreye verilmiş ve Σ Fe oranı doğrusal bir azalma etkisi göstermiştir. 3 ay sonunda Σ Fe oranı 5,45 ppm değerine düşerek önemli azalma gerçekleşmiştir. Kararlı olarak azalan Σ Fe oranı, kış sezonundaki 23. ölçümde artış göstermiştir.

8. Genel Sonuç ve Öneriler

Korozyon, malzemelerin içinde bulunduğu ortam ile kimyasal ve elektro-kimyasal reaksiyona girerek fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinin değişime uğraması olup yavaş ilerleyen bir reaksiyondur. Bu nedenle de etkilerinin gözden kaçması ve sistemin bir parçası ya da bütününün fonksiyonu kaybettikten sonra farkına varılması olayına çok sık rastlanır. Bu çalışmada korozyonun kapalı devre mekanik tesislerdeki sonuçlarına dikkat çekilmeye çalışılmış ve sistemlerinin devreye alınması ile birlikte eşzamanlı olarak koruma programlarının başlatılması gerekliliği vurgulanmıştır.

Korozyon konusunda bir uygulama olarak İstanbul Sabancı Center binasının, kapalı devre mekanik tesisatı seçilmiş olup 2005-2008 yılları arasında korozyon koruma programı kapsamında ölçümler yapılarak sistem denetlenmiş ve bir veri tabanı oluşturulmuştur. Korozyon etki olasılığı en yüksek olan iki ısıtma, iki de soğutma kapalı devrenin verileri değerlendirmeye alınmış, Σ Fe ve NaNO_2 arasında ilgiler incelenerek koruma programının başarılı olduğu tespit edilmiştir. Sonuçta korozyon etkisini en az düzeye indirebilmede en önemli önceliğin, kimyasal koruma ile izleme programının ara verilmeden sürdürülmesi olduğu kanaatine varılmıştır. Ayrıca ısıtma ya da soğutma sezonları dışında, devrelerin sirkülasyon pompaları çalışmadığı için, sistemde Σ Fe ve NaNO_2 oranlarında dalgalanmalar olduğu ve bu sorunun ise izleme programları ile denetim altına alınabildiği tespit edilmiştir.

Koruma ve izleme programları korozyonla mücadelede ayrılmaz iki yöntemdir. Sistemlerde çalışan teknik servis elemanlarına konu hakkında özel bilgilendirme ve eğitim yapılması da gerekmektedir. İzleme programı tesis personeli tarafından kolay anlaşılır ve takip edilebilir açıklıkta planlanmalıdır. İzleme programında kullanılan ölçüm cihazlarının kalibrasyonları düzenli olarak yapılmalıdır.

Teşekkür

Sabancı Center kimyasal uygulama çalışmaları, Center yönetimi Teknik Müdürlüğü izniyle yayınlanmaktadır. Bu çalışmada kullanılmış olan uygulama verilerini bizlerle paylaşarak katkıda bulunan Sabancı Center Teknik Müdürü Eser Çizer ve Hydrosafe-Aksem Kimya Teknik Müdürü Osman Kulaber'e teşekkür ederiz.

9. Kaynaklar

- [1] Taner, K. , 'Soğutma', Nobel Yayınları, 2005.
- [2] Lumsden, J.B., Szklarska-Smialowska, Z., 'Properties of Films Formed on Iron Exposed to Inhibitive Solutions', Corrosion, 34, 169-176, 1978.
- [3] Kıncay, O., Ağustos, H., Akbulut, U., Kürekçi, A., 'Kapalı Devre Mekanik Tesisatlarda Korozyon-1', Tesisat Dergisi, Sayı: 152, 48-56, 2008.
- [4] Kıncay, O., Ağustos, H., Akbulut, U., Kürekçi, A., 'Kapalı Devre Mekanik Tesisatlarda Korozyon ve Bir Yapıda İncelenmesi-2', Tesisat Dergisi, Sayı: 153, 52-60, 2008.
- [5] HYDROSAFE-Aksem Kimya, Eğitim ve Seminer Notları, İstanbul, 2007.
- [6] Hartwick, D., 'Water Treatment in Closed Systems', ASHRAE Journal, February 2001.
- [7] MSCI 301 - Materials Science - Spring 2006, Mon. Apr.17.
- [8] Wilcox, G.D., Babe, D.R., Warwick, M.E., 'The Role of Molybdates in Corrosion Prevention', Corrosion Reviews, 6(3), 336, 1986.
- [9] Nowack, B., Stone, A.T., 'Competitive Adsorption of Phosphate and Phosphonates on to Goethite', Water Research, 40, 11, 2201-2209, 2006.
- [10] Oguzie, E.E., Li, Y., Wang, F.H., 'Corrosion Inhibition and Adsorption Behaviour of Methionine on Mild Steel in Sulphuric Acid and Synergistic Effect of Iodide Ion', Journal of Colloid and Interface Science, 310, 90-98, 2007.
- [11] Sarıkaya, Y., 'Fizikokimya', Gazi Büro Kitabevi, Ankara, 1993.
- [12] Cheng, S., Chen, S., Liu, T., Chang, X., Yin, Y., 'Carboxymethylchitosan as an Ecofriendly Inhibitor For Mild Steel in 1 M HCl' Materials Letters, 61,3276-3280, 2007.
- [13] Popova, A., Christov, M., Vasilev, A., 'Inhibitive Properties of Quaternary Ammonium Bromides of N-Containing Heterocycles on Acid Mild Steel Corrosion Part I: Gravimetric and Voltammetric Results' Corrosion Science, 49, 3276-3289, 2007.
- [14] Çizer, E., 'Yüksek Binalarda Enerji Yönetimi; Sabancı Center Örneği', VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 851-869, 2007.

Yazarlar;**Prof. Dr. Olcay Kıncay**

1981 yılında İDMMA Makina Mühendisliği Bölümü'nde Lisans, 1984'te YTÜ'de aynı bölümün Isı ve Proses dalında Yüksek Lisans ve 1991 YTÜ'de Doktora eğitimi tamamlamıştır. 1994 yılında Doçent ve 2003 yılında ise Prof. ünvanlarını almış olup halen Termodinamik ve Isı Tekniği anabilim dalında görev yapmaktadır.

Kimya Y. Müh. Haluk Ağustos

1991 yılında YTÜ Kimya Mühendisliği Bölümü'nde Lisans ve 1996 YTÜ'de aynı bölümün Yüksek Lisans programında eğitimini tamamlamıştır. 1992 yılından itibaren tekstil, otomasyon sektöründe görev yapan Ağustos, halen YTÜ Makina Mühendisliği Bölümü'nde doktora öğretimini sürdürmektedir.

Kimya Müh. Sema Çelebi

1996 yılında YTÜ Kimya Mühendisliği Bölümü'nde Lisans eğitimini tamamlamıştır. 14 yıl boyunca korozyon kontrol ve su şartlandırma prosesleri sektöründe görev yapan Çelebi, halen HYDROSAFE-Aksem Kimya kuruluşunda Su Şartlandırma Danışmanı olarak çalışmaktadır.



Isı Geri Kazanım Cihazları

**MODEL H**

Yüksek verim sağlayan modeldir. Alüminyumdan veya epoksi kaplı alüminyumdan imal edilir.

**MODEL M**

L, çift U ve L+U gibi farklı karşı akımlar sağlayan model. Alüminyumdan veya epoksi kaplı alüminyumdan imal edilir.

**MODEL R**

Düşük yükseklikler için eşkenar dörtgen model. Alüminyumdan veya epoksi kaplı alüminyumdan imal edilir.

**MODEL T**

Daha yüksek verimler için ikiz-çapraz akışlı model. Alüminyumdan veya epoksi kaplı alüminyumdan imal edilir.

**MODEL W**

Isı tekerleği. Alüminyumdan veya epoksi kaplı alüminyumdan imal edilir.

**MODEL B**

Dönel Tip Isı Geri Kazanım Cihazı.

**HAVAK ENDÜSTRİ TESİSLERİ TİC. LTD. ŞTİ.**

Çaycılar Sokak No. 42 Topçular 34050 İSTANBUL

Tel : (0212) 612 27 74 - 501 20 08

Faks : (0212) 501 35 25

E-posta : info@havak.com Web : www.havak.com

Havak



Hastanelerin Hijyenik Sınıf 1 Ortamlarında Kullanılan Klima ve Havalandırma Sistemleri için Tasarım Parametreleri

Design Parameters For Heating, Ventilation and Air Conditioning Systems Used in Hygienic Class 1 Spaces of Hospitals

Orkun Baki ANIL, Moghtada MOBEDI, Prof. Dr. Barış ÖZERDEM

TTMD Üyesi

Özet

Hastanelerde, hasta ve hastane çalışanlarının sağlığının korunması amacıyla birçok hijyenik mahal bulunmaktadır. Hijyenik ortamlarda gerek hastanın gerekse personelin enfeksiyon kapması kimi zaman geri dönülmez sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle, hastane hijyenik ortamlarında hastanın enfekte olmaması ve hastane çalışanlarının korunması amaçlanmaktadır.

Konfor amaçlı klima ve havalandırma sistemlerinin tasarımında üç ana parametre öne çıkmaktadır: Sıcaklık, nem ve taze hava oranı. Hijyenik ortamların klima ve havalandırma sistem tasarımdaysa, konfor sistemlerinin tasarım parametrelerine ilave olarak, havadaki parçacık sayısı, mikro-organizma sayısı ve türleri, hijyenik ortam ile yan mahaller arasındaki görece basınç farkı, havanın hızı ve yönü de hesaba katılmalıdır. Bu nedenle hijyenik ortamların klima ve havalandırma sistemlerinin tasarımı konfor sistemlerine göre daha karmaşık ve zor olmaktadır.

Bu çalışmada, hastanelerde, hijyenik klima ve havalandırma uygulamalarının önemi vurgulanmış, çeşitli ülkeler tarafından kullanımda olan standart ve tasarım kılavuzları araştırılmış, bu standartlar tarafından hastanelerdeki hijyenik sınıf 1 ortamlar için önerilen klima ve havalandırma sistemi tasarım parametreleri değerleri karşılaştırılarak verilmiştir. Tasarım parametrelerinin enfeksiyon kontrolü üzerindeki etkileri konusunda da literatür araştırılması yapılarak bu etkiler anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hastahane, hijyen, havalandırma.

Abstract

There are various sterile spaces in hospitals to protect both patients and the hospital staff. Infection risk is high in sterile spaces and having infection can result with irrecoverable issues. The fundamental aim is to protect the patients and the hospital staff in all these spaces.

HVAC systems for comfort applications focus on three parameters which are temperature, relative humidity and fresh air rate. Hygienic HVAC system applications have additional parameters as particle count, micro-organism types and count, relative pressure difference between hygienic spaces and the neighbouring spaces, supply air velocity and air distribution. Because of this, designing hygienic HVAC applications are harder and more complicated with respect to comfort applications.

This study implies the importance of hygienic HVAC applications. Various standards and design guidelines that are being used by different countries have been researched and the recommended design values for parameters of hygienic class 1 HVAC systems for spaces

BIDI

BORU SİSTEMLERİ ÇÖZÜM SUNAR



PeX-a veya PeX-c KULLANIM ALANLARI

- Evsel Su Tedarik Sistemleri
- Kentsel Su ve Basıncılı Kanalizasyon Hatları
- Otellerde ve Yüksek Yapılardaki Şaftlar
- Sondaj Kuyuları
- Yerden Isıtma Sistemleri

PEXGOL boru 12 mm ile 500 mm çaplar arasında üretilir. 3 tip PEX boru mevcuttur.

- *Peroksit çapraz bağlanmış
- *Işınla (Elektron Işını) çapraz bağlanmış
- *Çok katmanlı Borular

PEXGOL boruları, yerel su tedariki yer altı ve merkezi ısıtma sistemleri, kimyasal ve ağır endüstri uygulamaları için kullanılır. Borular 24 bar'a kadar olan çalışma basınçları ve 95° C ye kadar olan sıcaklıklar için tasarlanmıştır



are given. Also a literature survey was conducted about the effects of design parameters on infection control in hygienic spaces and these effects are mentioned.

Key Words: Hospital, hygiene, ventilation.

1. Giriş

Hastaneler özel ortamlar olup, hastanede bulunan ortamların havasındaki kirleticiler dış ortama nazaran daha az olmalıdır. Başka bir deyişle, hastanelerde bulunan tüm ortamların havasının hijyenik ve temiz olması gerekmektedir. Ancak, hastanede bulunan değişik ortamların hijyen gereksinimi birbirinden farklıdır. Kimi ortamlarda havadaki kirleticilerin normalin altında tutulması yeterli sayılırken kimi ortamlarda ise yüksek hijyen derecelerinin sağlanması gerekmektedir.

Hastanelerde bulunan ortamlar, sağlanması gereken hijyen seviyesine göre iki başlık altında toplanabilir [1]:

1. Yüksek ve çok yüksek hijyen gereksinimi olan ortamlar (Sınıf 1),
2. Birinci sınıf ortamlara nazaran daha az seviyede hijyen gereksinimi olan ortamlar (Sınıf 2).

Hastane ortamlarında, özellikle de ameliyat odalarında hijyenik hava kullanılmasının temel nedeni mikroorganizmalardan arındırılmış bir ortam yaratıp, yaratılmış bu hijyenik ortamı korumaktır. Yaratılan bu hijyenik ortam hastadan hastaya, hastadan personele ve personelden hastaya patojen geçiş riskini azalttığı gibi, herhangi bir ameliyat geçiren hastalarda ameliyat sonrası görülen enfeksiyon riskini de azaltmaktadır. Bu nedenle hastane hijyenik ortamlarına hizmet veren klima ve havalandırma sistemleri büyük önem arz etmektedir.

Hastane hijyenik ortamlarına hizmet eden klima ve havalandırma sistemlerinin, bu mahallere özgü belirli tasarım şartlarını sağlayabilmesi gerekmektedir. Bu tip mahallere hizmet veren sistemler, mahallerin büyük çeşitlilik gösterebilen sıcaklık ve nem ihtiyaçlarını karşılayabilmenin yanı sıra mahallere sağlanan havanın temizliği, miktarı ve mahallerin basınçlandırılması gibi şartları da sağlayabilmelidir.

Hastane hijyenik ortamları için kullanılan klima ve havalandırma sistemlerinin kontrol etmesi istenen parametreler şu şekilde sıralanabilir;

- Sıcaklık,
- Bağıl nem oranı,
- Parçacık ve mikroorganizma sayısı,
- Hava hızı ve hava dağılımı,
- Basınçlandırma,
- Taze ve toplam hava değişim sayıları,

Yukarıda listelenmiş bu parametrelerin etkileri aşağıda başlıklar halinde tartışılmıştır.

Sıcaklık

Ortam sıcaklığının en büyük etkisi hastaların ve personelin konfor hissi üzerinde olmaktadır. Özellikle hijyenik ortamlarda, koruyucu kıyafet giymiş ve belirli bir fiziksel faaliyet içinde bulunan hastane personelinin konsantrasyonu ve bunun sonucunda yapılmakta olan faaliyetin başarısı personelin konforuna, dolayısı ile ortam sıcaklığına bağlıdır.

Ortam sıcaklığının belirlenmesinde konfor şartlarından daha büyük öneme sahip diğer unsur ise ortamda yapılmakta olan faaliyettir. Özellikle ameliyat odalarının sıcaklıklarının belirlenmesinde personelin konforundan ziyade yapılmakta olan ameliyatın türü rol almaktadır. Hasta sağlığının önem kazandığı bu tarz mahallerde ortam sıcaklığı belirlenirken mikroorganizmaların üremesini olumsuz etkileyecek ve/veya hastanın bağışıklık sistemine olumsuz bir etkisi olmayacak şartların yaratılması göz önünde bulundurulur.

Bağıl Nem Oranı

Ortamın bağıl nem oranı da konfor hissini büyük ölçüde etkilemektedir. Özellikle ortam sıcaklığının düşük ve bağıl nemin yüksek olduğu durumlarda konfor hissi oldukça azalmaktadır.

Bağıl nem oranlarının belirlenmesi, sıcaklığın belirlenmesinde olduğu gibi, hastanın bağışıklık sistemine olumsuz bir etkide bulunmayacak fakat mikroorganizma gelişimini de arttırmayacak şekilde olmalıdır. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki, orta değerlerdeki nem oranlarında (% 40-70) mikroorganizmaların yaşayabilme şansı çok yüksektir. Buna ek olarak, düşük bağıl nem oranları, üst ve alt solunum yollarındaki mukus tabakalarda kurumaya ve havadaki parçacıkların bu mukus tabaka tarafından tutulmadan akciğerlere kadar ilerlemesine sebebiyet vermektedir [2].

Yukarıda sayılmış bu ve benzeri sebepler, ortam bağıl nem oranları belirlenirken göz ardı edilmemelidir.

Parçacık ve Mikroorganizma Sayısı

Hastane hijyenik ortamları kapalı mahaller oldukları için havanın parçacıklardan arındırılmadan ortama verilmesi durumunda, ortamda parçacık sayısı sürekli artma eğilimine girmektedir. Parçacıkların mikroorganizmalar için taşıyıcı birer araç olduğu göz önünde bulundurulursa, ortamdaki parçacık sayısının artışının mikroorganizma miktarında da bir artışla sonuçlandığı anlamına gelmektedir.

Filtreleme ile parçacık ve mikroorganizma sayısını kontrol altında tutmayı zorunlu hale getiren, gerek içeride oluşan gerekse taze hava ile ortama giren mikroorganizma taşıyan parçacıkların ortamdaki miktarlarının azaltılması gerekliliğidir. Bu sayede solunum yolları ya da ameliyat bölgelerinden vücuda giren yaşayabilir mikroorganizma birikimini en aza indirmek amaçlanmaktadır.

Hava Hızı ve Hava Dağılımı

Üfleme havası hızı, konfora etki etmesinin yanında, özellikle ameliyat bölgesi üzerinde kurumaya sebep verdiği için önemlidir. Ayrıca hava hızı türbülansa sebebiyet vermeyecek, dolayısıyla havanın karışmamasını ve daha önce çökelmiş parçacık ve mikroorganizmaların yeniden yükselmemesini sağlayacak düzeylerde seçilmelidir.

Parçacık sayısının kontrol altında tutulduğu durumlarda ortamda üretilen parçacıkların ortamdaki uzaklaştırılması, ancak uygun hava dağılımı ile yapılabilmektedir. Örnek vermek gerekirse, ameliyat odalarında ameliyat masası etrafında çok düşük parçacık konsantrasyonuna sahip temiz bölgelerin yaratılması ve verilen havanın "süpürme" işlemini yer seviyesine kadar devam ettirebilmesi için laminar akış cihazları ve düşük seviyeli egzoz menfezleri kullanılmaktadır. Bir diğer örnek ise, negatif basınçlı koruyucu odalarda ortama verilen havanın hastane personelinden hasta yatağına doğru olması ve hasta yatağı yakınından egzoz yapılması ile hastadan ortama yayılan mikroorganizmaların sorunsuzca uzaklaştırılmasının amaçlanmasıdır.

Kısacası, ortamda yaratılan parçacıkların ortamdaki rahatça uzaklaştırılabilmesi için ortamdaki aktiviteye uygun hava dağılımının belirlenmesi gerekmektedir.

Basınçlandırma

Hijyenik ortamların temiz kalabilmesi için çevresindeki daha az hijyenik olan ya da hijyenik olmayan mahallerden kirleticilerin hava yoluyla taşınmaması gerekmektedir. Pratikte uygulanan, ortamlar arası hava akışının en temiz mahalden en kirliye doğru sağlanması şeklindedir. Bu bağlamda, pozitif basınç ortamdaki mahallere ilgili açıklıklardan net bir hava akışını sağlarken, negatif basınç yan mahallerden ortama net bir hava akışı sağlamaktadır. Komşu ortamların birbirlerine göre hijyen dereceleri göz önünde bulundurularak aralarındaki basınç ilişkileri belirlenmelidir.

Taze Hava ve Toplam Hava Değişim Sayıları

Ortamlarda iç hava kalitesinin korunabilmesi için hava değişim sayıları önem arz etmektedir. Ortama verilen taze hava ile ortamdaki iç hava kalitesinin oksijen yönünden korunmasının yanı sıra, kimyasal gaz konsantrasyonu ve/veya parçacık miktarı azaltılmaktadır. Ortamda yapılmakta olan aktivitenin gerekliliklerine ve ortamdaki kirleticilere bağlı olarak ortama sağlanan hava %100 taze veya uygun şekilde filtrelenen sirkülasyon havası ile karıştırılmış taze hava olabilir.

Yukarıda belirtilen parametreler için tasarım değerlerinin önerildiği, uluslararası kabul görmüş veya yerel olarak kullanılan birçok standart ve kılavuz bulunmaktadır. Bu kılavuz ve standartlardan incelenmiş olanlar aşağıda listelenmiştir.

- Hastane havalandırma sistemleri için düzenlenmiş Alman standardı DIN 1946/4 [1],
- ASHRAE tarafından yıllık olarak yayınlanan el kitaplarından ilgili bölümlerdeki yönergeler ve ASHRAE HVAC Design for Hospitals and Clinics - Hastane ve Klinikler için İklimlendirme ve Havalandırma Sistemleri Tasarımı El Kitabı [2],
- Hastane tasarımına mimari, mekanik ve elektrik sistemleri açılarından yaklaşımlarda bulunan AIA Guidelines for Design and Construction of Health Care Facilities - Sağlık Binaları Tasarım ve İnşaa Kılavuzu [3],
- CDC (Centers for Disease Control and Prevention - Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri) Yönergeleri [3,4],
- Hastane mahalleri iç hava kalitesine ilişkin Brezilya standardı NBR 7256 [4],
- İspanyol havalandırma standardı UNE100713:2003 [4],
- Hollanda'da kullanılan hastane tasarımı ile ilgili kılavuz CBZ [4],

aquatherm firestop

**DÜNYA'NIN İLK VE TEK
YANGIN / SPRİNKLER
HATLARI İÇİN ÖZEL
CAM ELYAF TAKVİYELİ BORU
10 YIL SÜRE İLE
4.500.000 EURO SİGORTALI**



Kullanım Alanları

- Yangın / Sprinkler hatları için

Avantajları

- DIN 4102 -1 normuna göre yangın sınıfı B1'dir.
- Korozyona uğramaz.
- Aşınma sorunu yoktur.
- Yüksek ısıya dayanıklıdır.
- Metal deaktivatörlü polipropilenden üretilmiştir.
- Füzyon kaynağı ile kaynak yapılır.
- Çevre dostudur.
- Antipas ve kırmızı yağlı boya kullanılmasına gerek yoktur.

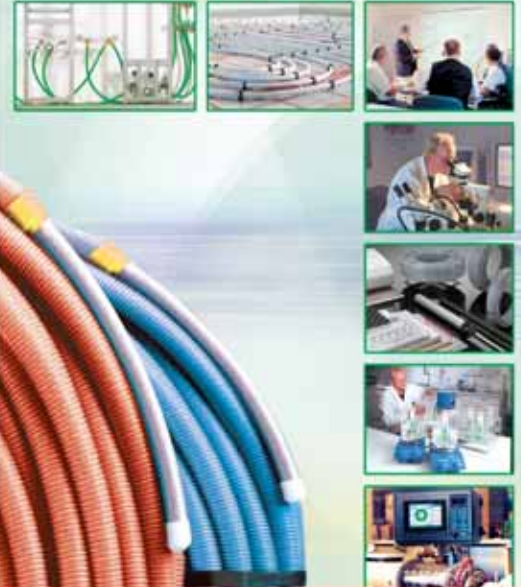


Made in Germany

aquatherm

aquatherm

**YERDEN ISITMA
BORU SİSTEMLERİ
10 YIL SÜRE İLE
4.500.000 EURO
SİGORTALI**



- HICPAC (Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee - Hastane Enfeksiyon Kontrol Uygulamaları Danışmanlık Komitesi) kılavuzları [4],
- Fransız hastane havalandırma standardı NF S90:351 [4,5],
- Hastane klima ve havalandırma sistemleri için DIN 1946/4 ve İsviçre standardı SWKI 99-3 standartlarından yola çıkılarak hazırlanmış kılavuz VDI 2167 [6],
- Avustralya Queensland Hükümeti Özel Hastaneler Kılavuzu (PHG-Private Hospital Guidelines) [7],
- Queensland Hükümeti Sağlık Komisyonunun Enfeksiyon Kontrol Kılavuzu (ICG- Infection Control Guidelines) [8],

Bu çalışmada yukarıda belirtilen standart ve kılavuzlar incelenip, hastanelerdeki yüksek veya çok yüksek hijyen ihtiyacı olan belli başlı hijyenik mahallere ait tasarım parametreleri mahallere göre karşılaştırmalı olarak tablolar halinde sunulmuştur.

2. Hastanelerdeki Hijyenik Sınıf 1 Ortamlar ve Tasarım Parametreleri

Hastanelerde farklı amaçlarla kullanılan birçok hijyenik mahal bulunmaktadır. DIN 1946/4 Sınıf 1 ortamları net bir şekilde belirlemiş ve şu şekilde sıralamıştır [1]:

- Ameliyathaneler,
- Doğumhaneler,
- Yoğun bakım üniteleri,
- İzolasyon odaları,
- Steril servisler merkezi ve steril malzeme depoları,

Yukarıda sayılmış bu mahaller en genel hijyenik mahallerdir. Hastane hijyen uzmanının önerisi ile başka mahaller de hijyenik mahal sınıfına girebilir.

2.1. Ameliyathaneler

Ameliyathaneler her türlü cerrahi operasyonun yapılabilmesi için tasarlanmış, çeşitli alt bölümlerden oluşan, önemli hijyenik alanlardan olup, aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır [2,3]:

- Ameliyat odaları,
- Hasta hazırlama odaları,
- Anestezi cihaz odaları,
- Uyanma odaları,
- Sterilizasyon odaları,
- Temiz eşya odaları,
- Kirli malzeme odaları,
- Koridor ve holler.

Yukarıdaki mahaller arasında klima ve havalandırma sistemi ile hijyen sağlanması açısından ameliyat odaları en büyük önemi taşımaktadır.

Ameliyat odaları tasarım parametrelerinin önemi ve mevcut standartlar ile kılavuz yayınların önerdiği tasarım değerlerinin detaylı karşılaştırması, bildiri sonundaki kaynaklar bölümünde 12 ile numaralandırılmış yayında verilmiştir. Bu çalışmada ameliyat odaları için tasarım parametrelerinin detaylarına girilmemiş, sadece karşılaştırma tablosu verilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1'de görülebileceği gibi, standartların ve kılavuzların birçoğu ameliyat odalarını yapılan ameliyat tiplerine göre sınıflandırmaktadır. Bu nedenle ameliyat odasının klima ve havalandırma sistemi tasarlanırken mutlaka yetkili kişi ile bu odada yapılacak ameliyat tipleri belirlenmeli ve tasarım parametreleri buna göre seçilmelidir.

Yine Tablo 1'de görülebileceği gibi standartlar ve kılavuzlar genellikle ameliyat odası sıcaklığı için 18 °C ile 24 °C arasını önerirken, Avustralya Özel Hastane Yönetmeliği PHG'ye göre tasarım sıcaklığı 16 °C'ye kadar çekilebilmektedir. Filtrasyon kademeleri için incelenen yayınlarda, her ne kadar kesin bir sıralama önerilmesede, minimum üç filtrasyon kademesi olması belirtilmektedir. Bütün yayınlar, hava akışı için laminar akış tipini önermektedir. Yine bütün yayınlarda, ameliyat odasının pozitif basınçlandırılması önerilirken, bu basınç farkının sağlanma şekli için değişik yöntemler üzerinde durulmaktadır. Kimi yayınlarda arada sabit bir basınç farkı yaratılması önerilirken, kimilerinde mahale sağlanan hava ile egzoz edilen hava arasında sabit bir fark yaratılması yeterli görülmektedir. Bu yöntemler arasında tek farklı olan ise DIN 1946/4 tarafından önerilendir. Bu standart, ameliyat odasında pozitif basıncın yaratılması için ameliyat odasındaki her açılır metre uzunluk başına 20 m³/h fazladan hava verilmesini önermektedir.

2.2. Doğumhaneler

Doğumhaneler genel amaçlı kullanılan ameliyathaneler ile aynı özelliklere sahiptirler. Geleneksel doğumhane tasarımında, anne adayları doğum sancılarının başlamasının ardından doğumhaneye alınarak doğumun gerçekleşmesi sağlanmaktadır. Doğumu takiben anne toparlanma odasına alınmakta, bunun ardından da bebeği ile birlikte doğum sonrası odasına alınmaktadır. Modern Doğumhane (Sancı / Doğum / Toparlanma / Doğum Sonrası - Labour / Delivery / Recovery / Post Partum [LDRP]) tasarımı ise tek yataklı hasta odalarının özelleşmiş şeklindedir. Modern tasarımlı doğum odalarında; anne hiçbir şekilde yerinden kıpırdatılmamakta, doğumun aşamalarına göre gerekli cihazlar doğumhaneye getirilmektedir. Sadece, gerektiği durumlarda sezaryen ameliyatları için anne daha donanımlı olan doğumhaneye götürülerek ameliyat sonrası tekrar odasına getirilmektedir [1].

Standartlarda LDRP tipi doğum odalarının hijyen derecesi ile

klime ve havalandırma sistemleri hakkında belirli bir sınıflandırma bulunmamaktadır. DIN 1946/4 ise doğumhaneleri geleneksel tipte alarak bu mahalleri Sınıf 1 olarak kabul etmiştir. Diğer standartlarda ise doğumhaneler için kesin bir sınıflandırma yapılmamıştır, bunun yerine doğumhanelerin klime ve havalandırma sistemleri tasarlanırken dikkat edilmesi gereken bazı parametreler hakkında bilgi verilmiştir. Bu parametreler ile ilgili değerler Tablo 2'de görülmektedir.

Standart	Ameliyatta ya da Ameliyatsız Odası Tipi	Sıcaklık °C	Nem %	Filtreleme	Hava Hızı m/s	Hava Dağılımı	Basınç	Basınç Farkı	Dış Hava Değişim Sayısı	Toplam Hava Değişim Sayısı
ASHRAE	A Sınıfı	18-26	30-60	-	0,25-0,45	Laminar	P	2,5-7,5 Pa 35-47 L/s fazla	5* / 15** 15 (lt/sn)/ insan	25* / 15*
	B Sınıfı			-						
	C Sınıfı			-						
ASHRAE	A Sınıfı	20-23	30-60	-	-	Laminar	P	2,5 Pa	3	15
	B Sınıfı			-						
	C Sınıfı			-						
DIN	Sınıfı 1 Sınıfı 2	19-26	30-60	F5-F7-H13 F5-F7-H13	-	Laminar / Karışık Hava	P	20 m³/h/m fazla	1200m³/h	2400 m³/h
CBZ	-	18-24	-	F5-F7-F9H13	-	Laminar	P	-	-	-
VDI	-	18-24	30-50	F5-F6-F7-F9H13	0,20	Laminar	P	-	-	-
NBR	Genel Sezaryen	19-24 22-26	45-60	G2-F2-A3	-	-	P	-	-	-
CDC	-	-	30-60	%30-%90-%990	0,3-0,5	-	P	-	3 / %20	15
HICPAC	-	-	30-60	-	-	-	P	-	3	15
NF S90	-	-	40-60	F6-F7-H13	-	Laminar	P	-	-	-
UNE 100713	-	-	-	F6-F9-H13/H14	-	Laminar	P	-	-	-
PHG	Genel Ortopedik	16-24	40-70	-	0,1-0,25	Laminar	P	-	6	55
	Opsiyon 1	18-24	50-55	İki Kademe (Santral ve Terminal)	0,2	Laminar	P	15 Pa / 150 - 200 az egzoz	350 L/s veya 8	1700 L/s (optopedi için 2000 L/s)
PHG	Opsiyon 2	18-24	50-55	İki Kademe (Santral ve Terminal)	-	Laminar / Karışık	P	15 Pa / 150 - 200 az egzoz	350 L/s veya 8	20

* Karışım havalı sistemler için önerilen taze ve toplam hava değişim
** %100 dış havalı sistemler için önerilen toplam hava değişim sayısı

Tablo 1. Ameliyathane odaları için önerilen tasarım parametreleri değerleri.

Standart	Doğumhane Tipi	Sıcaklık °C	Nem %	Filtreleme	Hava Hızı	Hava Dağılımı	Basınç	Basınç Farkı	Dış Hava Değişim Sayısı	Toplam Hava Değişim Sayısı
ASHRAE	-	20-24	30-60	-	-	-	P	-	5* / 15**	25* / 15*
	LDRP	21-24	30-60	-	-	-	E	-	2	6
AIA	Doğumhane	20-23	30-60	-	-	-	P	-	3	15
	LDRP	21-24	-	-	-	-	-	-	2	6
DIN	Doğumhane	min24	-	F5-F7-F9H13	-	-	-	-	15 m³/m².h	-
PHG	Doğumhane	-	-	-	-	-	-	-	20l/s/kişi veya 2	10
NBR	Doğumhane	22-26	45-60	-	-	-	P	-	-	-

Tablo 2. Doğumhane tipleri için tasarım parametre değerleri.

2.3. Yoğun Bakım Üniteleri

Yoğun bakım üniteleri, durumu kritik olan hastaların sürekli gözetim altında tutulduğu ve gerekli hallerde yaşam destek üniteleriyle desteklendiği mahallerdir. Ortam havasının hijyenik olması, özellikle yanık bakım ünitelerinde büyük önem arz etmektedir.

Günümüzde genel yoğun bakım üniteleri bulunmasının yanı sıra belirli konularda özelleşmiş üniteler de bulunmaktadır. Bunların başlıcaları; Cerrahi Yoğun Bakım, Tıbbi Yoğun Bakım, Kalp Yoğun Bakım, Anestezi Sonrası Yoğun Bakım, Nörolojik Yoğun Bakım, Yanık/Yara Yoğun Bakım, Yenidoğan Yoğun Bakım Üniteleri olarak sıralanabilir.

Yoğun bakım ünitesinin amacına göre klime ve havalandırma sisteminden beklenen şartlar farklı olabilir. Örneğin ASHRAE'ye göre yanık bakım ünitelerinde yüksek hijyen sağlanması gerekirken, normal yoğun bakım ünitelerinde yüksek hijyen ihtiyacına gerek görülmemektedir.

AVRUPA'NIN EN BÜYÜK BORU ÜRETİCİSİNDEN

wavinas

SESSİZ BORU®

PİS SU TESİSATI 50 Yıl Garantili

PVC DEĞİLDİR.

ASTOLAN

HAMMADESİNDEN

ÜRETİLMEKTEDİR.

ÇEVRE DOSTUDUR.

SESSİZ, SAĞLAM,
ÖMÜR BOYU
SORUN ÇIKARMAYAN
PİS SU BORU
SİSTEMİDİR.

Made in Germany **wavinas**



SÜZGEÇLER, SIFONLAR VE PİS SU ÇEKVALFLERİ



• DÜNYA'DA SUSUZ DA ÇALIŞAN PIRIMUS SİSTEMLİ TEK SÜZGEÇ

- Yer Süzgeçleri
- Çatı Süzgeçleri
- Balkon ve Teras Süzgeçleri
- Yağmur Suju Süzgeçleri
- Bodrum Süzgeçleri
- Duş Sifonları
- Küvet Tromplentleri
- Lavabo ve Pisuar Sifonları
- WC Çıkış Boruları



PİS SU ÇEK VALFİ

Kanalizasyon ve Rogar şişmelerine bağlı pis su baskınlarına son!



HL 900 HAVALANDIRMA ŞAPKASI

Pis su tesisatı ihtiyaç duyduğunda 37 litre / saniye hava ile besler. HL 900'ün drpanya hana salmadan, pis su tesisatının temiz hava ihtiyacını karşılama sayesinde tesisatı temiz tutulması da mümkündür.



İncelenen standartlarda yoğun bakım ünitelerinde sağlanması gerekli görülen hijyen seviyesi için, DIN 1946/4 hariç, kesin bir bilgi verilmemiştir. DIN 1946/4 ise enfeksiyona açık veya enfekte olmuş hastaların yoğun bakım üniteleri ile normal has-

talara ait yoğun bakım ünitelerini birbirinden ayırmaktadır. İlk gruptaki hastalar için sağlanması gerekli şartlar şüphesiz ki, pozitif basınçlı koruyucu odalar ile benzerlik göstermelidir. DIN 1946/4 standardının önerdiği değerler ile birlikte tüm ya-

Standart	Oda Tipi	Sıcaklık °C	Nem %	Filtreleme	Hava Hızı (m/s)	Hava Dağılımı	Basınç	Basınç Farkı (Pa)	Dış Hava Değişim Sayısı	Toplam Hava Değişim Sayısı
ASHRAE	Genel	21-24	30-60	-	-	-	-	-	2	6
	Yenidoğan	22-26	30-60	-	<0,25@küvez seviyesi	-	-	-	2	6
	Yanık	-	40-60	HEPA	<0,25@küvez seviyesi	Laminar	P	-	-	-
AIA	Genel	21-24	30-60	-	-	-	-	-	-	-
	Yenidoğan	22-26	30-60	-	-	-	-	-	2	6
DIN	Genel	24-26	-	F5-F7-H13	-	-	P	-	30 m ³ /m ² .h	-

Tablo 3. Yoğun bakım üniteleri için belirlenmiş minimum tasarım değerleri.

yınlar tarafından önerilen değerler Tablo 3'te karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

İncelenen yayınlar tarafından yoğun bakım üniteleri için önerilen parametre değerleri yakınlık göstermektedir. Daha önce de belirtildiği üzere, DIN 1946/4 yoğun bakım ünitelerinin hijyen gereksinimi hakkında en kesin sınıflandırmaya sahip standarttır. Bu konuda diğer kesin sınıflandırma ise ASHRAE tarafından yanık bakım üniteleri için yapılmış ve bu mahallerde hijyenin HEPA filtreler ile sağlanması gerektiği vurgulanmış.

Kısım 1

İzolasyon Odaları

İzolasyon odaları, hava yoluyla bulaşan bir hastalığa sahip olan veya hava yoluyla bulaşabilecek bir hastalığa açık olan hastaların muayene ve tedavilerinin yapıp, tutulduğu odalardır. Bu odalar iki grup altında incelenebilir.

Pozitif Basınçlı Koruyucu Odalar

Bu odalarda herhangi bir sebepten (cerrahi müdahale, ilaç kullanımı, herhangi bir hastalık vb) bağışıklık sistemi zayıflamış

hastalar tutulur. Burada amaç, bağışıklık sistemi zayıf hastanın ortamdaki ya da başka bir hastadan herhangi bir mikrop kapmasını engellemektir. Bu doğrultuda, oda havasında yüksek veya çok yüksek hijyen sağlanması gerekmektedir. Bu şartların sağlanması için önerilen bazı tasarım değerleri Tablo 4'te gösterilmiştir.

Negatif Basınçlı Koruyucu Odaları

Negatif basınç odaları, özellikle hava yoluyla bulaşan bir hastalığa sahip olan hastaların muayene ve tedavilerinin yapıp, tutulduğu odalardır. Bu odaların kullanımı ile bulaşıcı hastalığı yayabilecek mikroorganizmaların dış ortama çıkması, hastane personeli ile diğer hastalara bulaşma riskinin ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır. Karantina odaları ise negatif basınçlı koruyucu odalara göre daha katı önlemler ile korunması gereken odalardır.

Negatif basınçlı koruyucu odalar yüksek hijyen gereksinimi bulunan odalar değildir. Bu mahallerin havalandırmasında dikkat edilmesi gereken husus ortam havasının egzozudur.

Standart	Koruyucu Ortam Tipi	Sıcaklık °C	Nem %	Filtreleme	Hava Hızı (m/s)	Hava Dağılımı	Basınç	Basınç Farkı (Pa)	Dış Hava Değişim Sayısı	Toplam Hava Değişim Sayısı
ASHRAE	Pozitif	21-24	-	H13 filtreli besleme	<0,5 atış	Laminar	P	2,5	2	12
AIA	Pozitif	24	-	-	-	-	P	2,5	2	12
DIN	Pozitif	24-26	-	F5-F7-H13	-	-	P	-	30 m ³ /m ² .h	-
VDI	Pozitif	-	-	H13 filtreli besleme	-	-	P	-	-	-
PHG	Mutlak	-	-	%99 DOP verimi	-	-	P	-	2	12 veya 9 l/s/m ²
	Standart	-	-	%80No4/%95No2 verimli	-	-	P	-	2	9 veya 7 l/s/m ²
ICG	Pozitif	-	-	H13 filtreli besleme	-	-	P	%10 fazla egzoz	12 veya 145 l/s/kişi	12 veya 145 l/s/kişi

Tablo 4. Koruyucu odalar için tasarım parametreleri değerleri.

Genellikle önerilen, egzoz havasının dış ortama atılmadan önce H13 sınıfı HEPA filtre ile filtrelenmesidir.

Enfeksiyon Kontrol Yönergeleri (ICG) hariç bütün standart ve kılavuz yayınlarda resirküle hava kullanımına izin verilirken, bu yayın pozitif basınçlı koruyucu odalarda %100 taze havalı sistemlerin kullanımını şart koşmaktadır. Yayınların hepsi filtreleme de H13 sınıfı filtre kullanımını önererek fikir birliği yapmaktadır. Odalardaki hava akışı profili için ise sadece ASHRAE hasta yatağı üzerinde laminar akış ünitesi kullanılmasını ve kapı yakınlarından da düşük seviye emiş yapılmasını önermektedir.

3. Steril Servisler Merkezi ve Steril Malzeme Depoları

Steril servisler merkezinin görevleri arasında kirli ekipmanların depolanması, atılacak ve temizlenecek ekipmanların ayrımı, ekipmanların yıkanması, paketlenmesi, sterilize edilmesi, etiketlenmesi ve depolanması sayılabilir. Kimi hastanelerde bu merkez, steril ekipmanların ünitelere dağıtımından da sorumlu olabilir.

Bu mahalde ameliyat odası ile aynı iç hava kalitesinin yaratılması gerekmektedir. Ortam, komşu ortamlara göre pozitif basınçta olmalıdır.

Her ameliyat odası yakınında bulunan steril malzeme deposu da bu mahal ile benzer iç hava kalitesine sahip olmalıdır. Steril malzeme depolarının steril servisler merkezinden farkı, bu mahallerde steril servisler merkezine oranla daha ufak çaplı sterilizasyonun ve daha küçük depolama işlemlerinin yapılmasıdır.

İncelenen standartlar ve kılavuz yayınlar tarafından bu mahallerin tasarımında kullanılması önerilen değerler Tablo 5' te görülmektedir. İncelenen yayınların hepsinde steril servisler merkezinin ve ameliyat odalarına komşu steril malzeme depolarının hava kalitesinin ameliyat odaları ile eşdeğer olması gerektiği söylenirken, VDI ve DIN dışında hiçbir yayın kullanılmaması; gerekli filtre kademeleri ile ilgili somut bir bilgi vermemektedir. Buna rağmen, bu mahallerde yüksek hijyen sağlanması gerektiğinden herhangi bir bilgi verilirse de ameliyat odaları için kullanılan filtre kademeleri bu odalar için de kullanılabilir. Ayrıca, incelenen yayınlar steril servis merkezlerinin ve steril depoların pozitif basınç altında tutulmasında hemfikir iken, belirtilen bir diğer husus ise steril malzeme depolarından ameliyat odalarına doğru bir hava akışı sağlanması gerektiğidir. AIA kılavuzunun ise kirli malzeme odasının sıcaklığını 20 °C belirlemesi dikkat çekicidir.

Standart	Oda Tipi	Sıcaklık °C	Nem %	Filtreleme	Hava Hızı (m/s)	Hava Dağılımı	Basınç	Basınç Farkı (Pa)	Dış Hava Değişim Sayısı	Toplam Hava Değişim Sayısı
ASHRAE	Kirli Malz. Odası	22-25	30-60	-	-	-	N	-	2	6
	Steril Malz. Odası	22-25	30-60	-	-	-	P	-	2	4
	Temiz Çalışma Odası	22-25	30-60	-	-	-	P	-	2	4
AIA	Kirli Malz. Odası	20-23	-	-	-	-	N	-	-	6
	Steril Malz. Odası	24	30-60	-	-	-	P	-	-	4
	Temiz Çalışma Odası	-	maks.70	-	-	-	P	-	-	4
DIN	Steril Malz. Odası	-	-	F5-F7-H13	-	-	P	-	10 m ³ /m ² .h	-
PHF	-	-	-	-	-	-	P	-	-	10
VDI	-	-	-	F7-F9-H10/H11	-	-	P	-	-	-

Tablo 5. Steril malzeme servis ve depo alanları için önerilen tasarım değerleri.

4. Sonuç

Hastanelerde birbirinden tamamen farklı amaçlar doğrultusunda kullanılmak üzere tasarlanan mahaller bulunmaktadır. Bu mahallerde yapılacak işleme göre ise mahalin hijyen ihtiyacı belirlenmektedir. Bu nedenle, hastane mahalleri için klima ve havalandırma sistemleri tasarımına başlanmadan önce, hangi mahalde ne tür işlemlerin yapılacağı

aquatherm

**METAL
DEAKTİVATÖRLÜ
FUSIOLEN®
TESİSAT SİSTEMLERİ
10 YIL SÜRE İLE
4.500.000 EURO
SİGORTALI**

Kullanım Alanları

İçme suyu, kullanma suyu, ısıtma-soğutma hatları için,

Özellikleri

16- 250 mm çapları arasında üretilir.

Uzama Katsayısı 0.035 mm/ mK'dır.

260°C füzyon kaynağı ile birleştirilir.

Kaynak yapmadan önce tıraşlamaya gerek yoktur.

DIN normlarına uygundur.

TSE, Hijyen Enstitüsü, DVGW, NSF, GOST

vb sertifikalara sahiptir.

Made in Germany



climatherm

**DÜNYA'NIN İLK
ISITMA / SOĞUTMA
FAN COIL
JEOTERMAL
ÖZEL CET BORUSU
10 YIL SÜRE İLE
4.500.000 EURO
SİGORTALI**

Özellikleri

- 20- 250 mm çapları arasında üretilir.
- Fusiolele PP-R 80'den mamüldür.
- Siyah çelik boruya alternatif olarak kullanılır.
- Sürtünme kayıpları çok düşüktür.
- Pompa performansını artırır.
- Kesinlikle korozyona uğramaz.
- Metal deaktivatörlüdür.
- Uzama Katsayısı 0.035 mm/mK'dır.
- Sıcaklık dayanımı -20°C ile 90°C aralığındadır.
- Isı kaybı çok düşüktür.
- (Çelik: 60,00 W/mK, Alüminyum: 200,00 W/mK, Bakır: 380,00 W/mK, climatherm: 0,15 W/mK)
- Servis ömrü uzundur.
- Fiyat olarak ekonomiktir.
- Metal sistemlere göre izolasyon ve işçilik maliyeti daha azdır.

ğı, bu mahallerin hangi doğrultularda kullanılacağı mutlaka kesinleştirilmelidir. Bu mahallerde sağlanması gerekli şartlar da yine bir uzman görüşünden geçmelidir. Ancak bu adımlar atıldıktan sonra klima ve havalandırma sistemlerinin tasarımına başlanabilir. Bu noktada unutulmaması gereken, incelenen bütün yayınlarda önerilen değerlerin minimum değerler olduğu, uygun görüldüğü durumlarda bu değerlerin üzerine çıkılmasında bir sakınca olmadığıdır.

Bu çalışmada, hastanelerdeki Sınıf 1 mahaller için ulaşılabilen standartlar ve kılavuz yayınlar (ASHRAE, AIA, DIN, PHG, VDI ve ICG) karşılaştırılmıştır. Bu standartların incelenmesinin ardından aşağıdaki sonuçlar özetlenebilir:

- Sınıf 1 mahallerin en önemlilerinden olan ameliyat odaları için birçok standart ve kılavuz yayın bulunabilirken, diğer Sınıf 1 mahaller için bu kadar detaylı yayın bulunamamaktadır.
- Standartların ve kılavuzların büyük bir çoğunluğunda Sınıf 1 mahaller kesin çizgiler ile belirtilmemiştir. Bu nedenle, tasarıma başlamadan önce hastane hijyen uzmanının bu konudaki görüşlerine danışılmalıdır.
- ASHRAE ve AIA, havanın filtrelenmesi konusunda DIN ve VDI standartlarına göre daha az bilgi içermekte olup, filtre kademeleri konusuna netlik getirmemektedir.
- Mahaller arası hava akışı mahallerde yaratılan hijyenin korunması açısından çok büyük önem teşkil ettiğinden bütün standartlar ve kılavuzlar bu konuya azami önemi göstermiştir.
- İlgili yayınlar mahaller arasında yaratılması gereken basınç farkı için farklı yöntemler takip etmektedir. Bu yöntemler iki şekildedir;
 1. Mahalde besleme ve egzoz hava debileri arasındaki sabit fark,
 2. Mahaller arasında sabit olarak tutulan basınç farkı.

Bu çalışmadan da görüldüğü gibi, her standardın kendine göre güçlü veya zayıf olduğu konular vardır. Bunun en önemli nedeni ise, hastane teknolojisi oldukça hızlı ilerlerken ve hastane ortamlarında klima ve havalandırma sistemleri açısından dikkat edilmesi gereken yeni hususlar ortaya çıkarken, hijyenik klima ve havalandırma standartlarının bu gelişmenin gerisinde kalmasıdır.

Bu çalışma, diğer standartların ve kılavuzların da tercüme edilerek, hastanelerin bütün Sınıf 1 ortamlarının (uyandırma odası, steril koridorlar vb) incelenmesi ve karşılaştırılması doğrultusunda devam edecektir.

5. Kaynaklar

- [1] DIN 1946/4, "Heating, Ventilation and Air Conditioning Systems in Hospitals", Mart 1999.
- [2] "HVAC Design Manual for Hospitals and Clinics", American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., 2003.
- [3] "Guidelines for Design and Construction of Health Care Facilities", American Institute of Architects, 2006.
- [4] MELDAHO, M. A., HENSEN J. L. M., LOOMANS, M., FOREJT, L., "Review of Operating Room Ventilation Standards".
- [5] DORCHIES, F., "Nosocomial Infections and Air Filtration in Operating Theatre Suites - Application of French Standard NFS90-351:2003", Business Briefing: Hospital Engineering & Facilities Management 2005, Say. 1-3.
- [6] VDI 2167, "Building Services in Hospitals, Heating, Ventilation and Air Conditioning", Aralık 2004.
- [7] "Private Hospital Guidelines", Health Department of Western Australia, 1998.
- [8] "Building and Refurbishment: Infection Control Guidelines", Queensland Government - Queensland Health, Ocak 2002.
- [9] MELDAHO, M. A., BEYER, P. O., HENSEN, J. M., SIQUEIRA, L. F. G., "Study of the Thermal Comfort, of the Energy Consumption and of the Indoor Environment Control in Surgery Rooms", Indoor Air 2005, Say. 3160-3165.
- [10] MELDAHO, M. A., HENSEN, J. M., LOOMANS, M., "Literature Review of Staff Thermal Comfort and Patient "Thermal Risks" in Operating Rooms".
- [11] MELDAHO, M. A., HENSEN J. L. M., LOOMANS, M., "Review of Ventilation Systems in Operating Rooms in View of Infection Control".
- [12] ANIL, O. B., MOBEDI, M., ÖZERDEM, B., "Hastane Hijyenik Ortamları için Klima ve Havalandırma Sistemleri Tasarım Parametreleri", VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiriler Kitabı, Ekim 2007, Say. 497-509.

Yazarlar;

Uzman Orkun Baki Anıl

1983 yılında Eskişehir'de doğmuştur. 2006 yılında İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İYTE) Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuştur. Halen aynı üniversitede yüksek lisansına devam etmekte ve GENTA Uluslararası İnşaat Tesisat San. ve Tic. A.Ş.'de proje mühendisi olarak çalışmaktadır.

Dr. Moghtada Mobedi

1985 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi (DEÜ) Makina Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimini tamamlamıştır. DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans derecesini almıştır. 1994 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde doktora eğitimini tamamlamıştır. 1995-1998 yılları arasında İran'ın Orumiye Üniversitesi'nde öğretim üyesi ve 1998-2003 yılları arasında TEBA Şirketler Grubu'nda proje yöneticisi olarak çalışmıştır. Halen İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İYTE) Makina Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyesi olarak çalışmaktadır.

Prof. Dr. Barış Özerdem

1982 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi (DEÜ) Makina Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuştur. Yüksek lisans ve doktora eğitimini DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü'nde tamamlamıştır. 1992-1994 yılları arasında Washington D.C.'de bulunan Amerika Katolik Üniversitesi'nde araştırmacı olarak çalışmıştır. Halen İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İYTE) Makina Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyesi olarak çalışmakta ve İYTE Mühendislik Fakültesi Dekanlığı görevini sürdürmektedir.

Farklı Derece-Gün Bölgelerinde Saydam Yalıtım İle Oluşan Güneş Enerjisi Kazancının Hesaplanması

Solar Energy Gain Through Transparent Insulation in Different Degree-Days Regions

Doç. Dr. Türkan GÖKSAL ÖZBALTA, Semiha KARTAL, Prof. Dr. Necdet ÖZBALTA

TTMD Üyeleri

Özet

Ülkemizde dış duvarlara genelde ısı kayıplarını azaltmak için dıştan yalıtım yapılmaktadır. Böyle bir uygulama ile ısı kayıpları en aza indirgenmekte, ancak güneş enerjisinden edilgin (pasif) anlamda yararlanma olanağı ortadan kalkmaktadır. Enerji etkin bina uygulamalarında kullanılan saydam yalıtım malzemesi ile hem ısı kayıplarının önlenmesi hem de güneş enerjisinden edilgin yararlanmak olanaklıdır. Çünkü sözü edilen malzeme, yalıtım özelliğinin yanı sıra % 70-90 düzeylerinde güneş ışınlarını geçirme özelliğine sahiptir. Dolayısıyla saydam yalıtım malzemesi düzenlenen duvarlarda, duvar dış yüzey sıcaklığı iç mekan sıcaklığından daha yüksek olmaktadır. Böylece duvarlar ısı kaybeden elemanlardan çıkmakta ve depolanan enerjinin iç mekana taşınım ve ışınım yoluyla aktarılması ile mekan konforunun sağlanmasına katkıda bulunmaktadır.

Bu çalışmada TS 825'e göre farklı derece-gün bölgelerinde bulunan Antalya, Edirne, Eskişehir ve Erzurum illeri temel alınarak, saydam yalıtımlı duvar kuruluşlarından elde edilecek enerji kazancı hesaplanmıştır. Hesaplardaki duvar kuruluşları tuğla, betonarme ve gaz beton esaslı malzemelerden oluşmaktadır.

Abstract

In our country, opaque insulation has been applied on outside walls in order to decrease heating loss. With such an application, heating loss gets decreased; however, the opportunity of using passive solar energy gets diminished. Through insulation material applications in energy efficient buildings, it is possible both to prevent heating loss and to exploit solar energy in passive way. Because the mentioned material transmits about 70-90% of solar radiation, in addition to its insulation quality. Therefore, outside surface temperature on the transparent insulated walls is higher than the inside temperature. Thus, those walls are not valued as the elements which cause to heat loss but as the elements providing comfort by transferring the deposited energy inside the building through radiation and convection.

In this study, energy gain from transparent insulated walls was calculated in accordance with their manners in the cities such as Antalya, Edirne, Eskişehir and Erzurum which are located in different degree-days regions on the basis of TS 825. The examined

walls were built with brick, concrete and cellular concrete. The benefits of the transparent insulation application were calculated by comparing with opaque and uninsulated walls. The parameters effecting thermal manners of the transparent insulated walls were surveyed.

1. Giriş

Çevreye ve insanlığa olan sorumluluğumuz nedeniyle, enerji tüketimi düşük bina üretmek, mimarlığın temel sorumluluklarından biri haline gelmiştir. Yasal zorunluluk ve gelişen çevre bilinci kapsamında binalarda yalıtım uygulaması giderek yaygınlaşmakta birlikte, güneş enerjisinden mimaride ısıtma amaçlı kazanç sağlamak konusunda önemli bir potansiyelin değerlendirilemediği görülmektedir. Bilindiği üzere binalardaki ısıtma amaçlı enerji tüketiminin toplam içindeki payı % 30-40 düzeyindedir. Enerji kayıplarını azaltmak amacı ile bina kabuğuna genelde polistiren köpük (EPS, XPS) ve cam yünü gibi opak yalıtım malzemeleri uygulanır. Yalıtım uygulanmasında amaç, ısı kayıplarının azaltılması ve daha az enerji ile mekan konforunun sağlanmasıdır. Genelde yalıtım uygulaması enerji korunumuna yönelik olup soğuk iklim bölgelerinde gerçekleştirilir. Opak yalıtım malzemeleri güneş ışınlarına karşı geçirimsiz oldukları için güneş enerjisinden kazanç sağlanmasına olanak vermezler. Bu nedenle, özellikle enerji etkin binalarda enerji korunumu yanı sıra, güneş enerjisinden kazanç sağlayan saydam yalıtım malzemeleri önem kazanmıştır. Çünkü saydam yalıtım malzemelerinin ısı iletkenliği 0,20-1,00 W/m²K, optik geçirgenlikleri ise % 70-90 arasında değişmektedir [1,2]. Yalıtım özelliğinin yanı sıra, malzemenin yapısına bağlı olarak güneş ışınlarının duvar yüzeyine iletilmesi en önemli avantajlarından biridir. Duvar yüzeyinde yutulan güneş ışınları, duvar bünyesinde ısı enerjisine dönüşerek iç mekana aktarılmaktadır. Bu uygulamanın bir diğer avantajı da, hem yeni hem de eski binalarda uygulanabilmesidir. Bu sebeple enerji kazanç potansiyelleri oldukça yüksektir. Özellikle bina stoğu yüksek olan ülkelerde bu konu daha fazla önem kazanır. Türkiye'de 2000 yılı Bina Sayım sonuçlarına göre toplam bina sayısı 7.838.675 olarak saptanmıştır. Binaların kullanım amaçlarına göre dağılımında en yüksek oranı

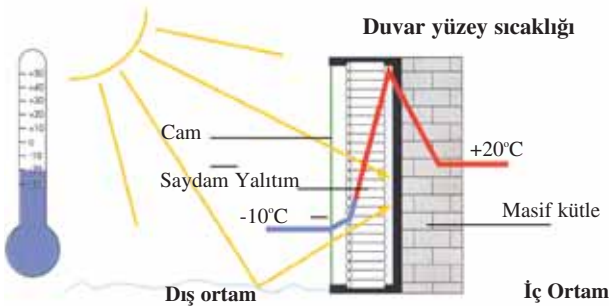
% 74,9 ile konutlar, % 6 ticari yapılar, %1,8 sanayi yapıları, diğer kullanım amaçlı yapıların ise %3,7 oranına sahip olduğu görülür (Şekil 1) [3].



Şekil 1. Türkiye'de binaların kullanım amacına göre dağılımı, Yıl 2000.

2. Bina Dış Duvarlarında Saydam Yalıtım Uygulaması

Saydam yalıtım uygulanmış binaların dış duvarları adeta güneş toplayıcı gibi çalışır. Güneşten edilgin kazanç sağlama yöntemlerinden biri güneşe yönelik, koyu renkli, masif kütleden oluşan dış duvar yüzeyine belli bir aralıkla cam yerleştirilmesi ile gerçekleştirilen ve Trombe Duvarı olarak bilinen uygulamadır. Ancak dış hava sıcaklığının düşmesi ile ısı kütlesi olarak çalışan masif duvardan ısı kaybı artmaktadır. Buna karşın geliştirilen saydam yalıtımlı uygulamada malzemenin yalıtım özelliği nedeniyle ısı geçiş direnci artmakta ve dış ortama olan ısı kaybı azalmaktadır (Şekil 2). Saydam yalıtımlı duvar kuruluşlarında sistemin etkinliği yalıtım malzemesinin strüktürel yapısına ve düzenlenme yönüne bağlı olarak değişir. Yalıtım malzemesi içinden geçen güneş ışınları, masif küttelede ısı enerjisi olarak depolanır. Masif kütlenin ön yüzeyinde bulunan saydam yalıtım, depolanan enerjinin dış ortama geçişinde ek bir direnç oluşturur. Saydam yalıtım kullanımı sonucunda, hem güneş ışınımı geçirgenliği hem de ısı yalıtım özelliği birlikte sağlanabilmektedir. Ancak bu tür duvar kuruluşlarında, yaz döneminde ısı kütlenin yetersizliği aşırı ısınma sorunlarına neden olabilmektedir. Mekanlarda duvar iç yüzey sıcaklığının 30 °C'yi aşması durumunda, doğal havalandırma, güneş kırıcı elemanların kullanımı veya ısı kütlesi olarak çalışan yüzeylerin artırılması ile önlemler alınabilir [4].



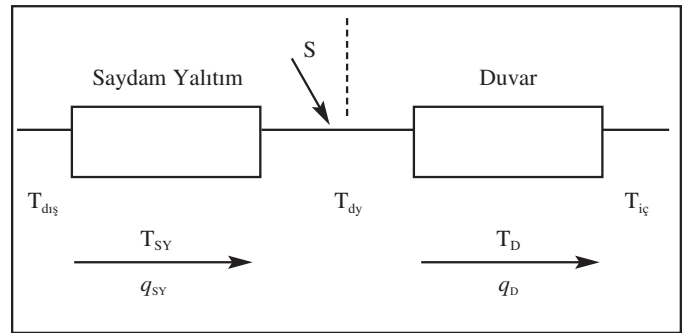
Şekil 2. Saydam yalıtımlı duvarın çalışma ilkesi [5].

Saydam yalıtımlı duvar kuruluşları, genelde soğuk iklimli ve güneş ışınım şiddeti yüksek bölgelerde ısıtma gereksinimini daha verimli şekilde karşılarlar. Duvar dış yüzey sıcaklığı günün önemli bir bölümünde iç yüzey sıcaklığından daha yüksektir. Masif küttelede depolanan enerji iç mekana belli bir faz farkı ve sönüm oranı ile aktarılır. Ayrıca yüksek iç yüzey sıcaklığı dış duvarlarda oluşabilecek yoğuşma sorunlarını da ortadan kaldırmaktadır [6].

3. Yöntem

3.1. Matematik Model

Saydam yalıtım uygulanmış dış duvar kuruluşlarında sağlanacak ısı kazancı, aylık ortalama iklim verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Kısa zaman (saatlik, günlük) dilimlerdeki hesaplamalarda önemli olan ısı depolama özelliği, saydam yalıtımlı duvarın ısı davranışları aylık olarak değerlendirildiği için ihmal edilmiştir [7]. Saydam yalıtım ve duvar elemanından oluşan sistemin şematik görünüşü Şekil 3'te verilmektedir.



Şekil 3. Saydam yalıtımlı bir duvar sisteminde enerji dengesi [7].

Duvar kuruluşundaki ısı akışı:

$$q_D = U_D * (T_{dy} - T_{ic}) \quad (1)$$

denklemleri ile bulunur. Burada U_D : Duvarın ısı iletkenliği T_{ic} : Oda sıcaklığı, T_{dy} : Duvar dış yüzey sıcaklığıdır.

Saydam yalıtımdaki ısı akışı:

$$q_{SY} = U_{SY} * (T_d - T_{dy}) \quad (2)$$

denklemleri ile bulunur. Burada U_{SY} : Saydam yalıtımın ısı iletkenliği, T_d : Dış ortam sıcaklığıdır.

Duvar dış yüzeyindeki enerji dengesi ise yutulan güneş enerjisi (S_g) dikkate alınarak aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$q_D = q_{SY} + S_g \quad (3)$$

Denklemleri (1), (2) ve (3) kullanılarak duvar dış yüzey sıcaklığı (T_{dy}) elde edilir ve duvardaki ısı akışı,

$$q_D = [(U_D / (U_{SY} + U_D))] [S_g + (T_d - T_{ic})] \quad (4)$$

denklemleri ile hesaplanır.

3.2. İklimsel Veriler

Bilindiği gibi Türkiye TS 825'e göre 4 farklı derece gün bölgesine ayrılmıştır. [8] Söz konusu çalışmada, her bölgeden bir il seçilmiş ve iklimsel özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. [9,10] Bu çalışmada aylık ortalama iklim verileri kullanılmıştır (Tablo 1).

Ay	Antalya Yükseklik: 53 m, Enlem: 36°53'			Edirne Yükseklik: 34 m, Enlem: 41°41'			Eskişehir Yükseklik: 791 m, Enlem: 39°46'			Erzurum Yükseklik:1981m, Enlem: 39°54'		
	\bar{H}	H_T	T_d	\bar{H}	H_T	T_d	\bar{H}	H_T	T_d	\bar{H}	H_T	T_d
Ocak	8,58	13,00	10,1	5,57	8,99	1,9	6,31	10,03	-0,8	6,04	10,42	-8,3
Şubat	11,35	13,13	10,7	7,39	8,76	3,8	8,81	10,89	1,2	8,91	12,74	-7
Mart	16,22	13,26	12,8	11,10	9,46	6,9	13,01	11,12	4,6	13,60	14,47	-3
Nisan	19,81	10,84	16,4	15,89	9,64	12,6	16,78	9,86	10,2	18,05	11,38	5,1
Mayıs	23,22	9,43	20,5	18,88	8,98	17,9	20,46	9,20	15,2	20,82	9,34	10,9
Haziran	25,5	8,92	25	20,57	8,76	21,9	22,37	8,89	18,7	23,72	9,21	15
Temmuz	24,71	9,18	28,2	20,71	9,12	24,6	22,35	9,25	21,5	23,50	9,56	19,1
Ağustos	22,56	10,70	28,1	19,71	10,60	24,1	20,24	10,42	21,4	21,73	11,10	19,6
Eylül	19,47	13,68	24,9	15,80	12,15	19,6	16,61	12,30	16,9	18,06	13,57	14,9
Ekim	14,31	15,72	20,3	9,98	11,25	14,3	11,44	12,75	12	12,60	14,68	8,6
Kasım	9,59	13,81	15,6	5,94	8,44	9,4	7,09	10,10	7	7,55	11,52	2
Aralık	7,45	11,88	11,9	4,38	6,87	4,5	5,49	8,89	2,4	5,53	10,08	-5,1

Tablo 1. İncelenen illerin iklim özellikleri.

\bar{H} : Yatay yüzeye gelen aylık ortalama günlük ışınım ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{gün}$)

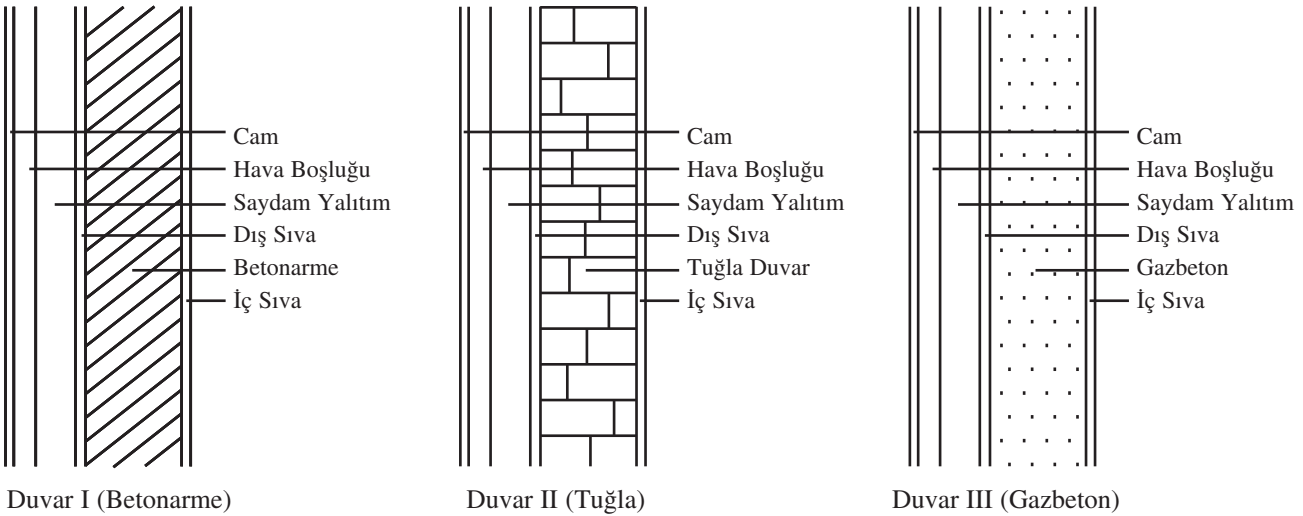
H_T : Güneye bakan düşey yüzeye gelen aylık ortalama günlük ışınım ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{gün}$)

T_d : Aylık ortalama günlük dış ortam sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)

Isıtma döneminde yatay yüzeye gelen aylık ortalama günlük ışınım değerleri Antalya, Edirne, Eskişehir, Erzurum illeri için sırasıyla 7,45-19,81, 4,38-18,88, 5,49-22,37, 5,53-23,72 MJ/m^2 , güneye yönelik düşey yüzeylere gelen ışınım değerleri aynı iller için sırası ile 10,84-13,81; 6,87-11,25; 8,89-12,75; 9,21-14,68 M/m^2 arasında değişmiştir. Isıtma derece gün değerleri Antalya, Edirne, Eskişehir, Erzurum için sırasıyla 1207,9; 2562,3; 3236,3; 4887,7 gün olarak hesaplanmıştır [11].

3.3. Örnek Duvar Kuruluşları

Çalışmada Türkiye'de yaygın olarak kullanılan düşey delikli tuğla, betonarme ve gaz beton duvar kuruluşları ele alınmıştır (Şekil 4). İncelenen duvar kuruluşlarını oluşturan malzemelerin özellikleri Tablo 2'de verilmiştir [8].



Şekil 4. İncelenen duvar kuruluşlarının kesitleri (Duvar I-Betonarme, Duvar II-Tuğla Duvar, Duvar-III Gaz beton).

Duvar Tipleri	Duvar Kuruluşları	Kalınlık (m)	Isıl İletkenlik (W/mK)	Yoğunluk (kg/m ³)	Isıl Direnç (K/W)
Duvar I	Dış Sıva	0,03	1,40		
	Betonarme	0,12	2,10	2400	0,2674
	İç Sıva	0,02	0,87		
Duvar II	Dış Sıva	0,03	1,40		
	Tuğla	0,19	0,45	1000	0,6325
	İç Sıva	0,02	0,87		
Duvar III	Dış Sıva	0,03	1,40		
	Gazbeton	0,20	0,22	500	1,1193
	İç Sıva	0,02	0,87		

Tablo 2. Duvar katmanlarını oluşturan malzemelerin özellikleri.

Çalışmada incelenen üç farklı duvar kuruluşunun yalın, opak yalıtımlı ve saydam yalıtımlı olduğu durumları ele alınmıştır. Opak yalıtım malzemesi olarak XPS seçilmiştir. Her il için doğal gaz kullanılması halinde optimum yalıtım kalınlığı ömür maliyet analizi (LCCA-life cycle cost analysis) kullanılarak hesaplanmıştır (Tablo 3) [12,13,14].

Duvar tipi	Optimum yalıtım kalınlığı (m)			
	Extrude Polistren Köpük-XPS / Doğalgaz			
	Antalya	Edirne	Eskişehir	Erzurum
Duvar I	0,036	0,056	0,064	0,081
Duvar II	0,026	0,046	0,054	0,070
Duvar III	0,012	0,032	0,040	0,057

Tablo 3. İncelen iller için optimum yalıtım kalınlıkları.

Dış duvarlarda gerçekleşen ısı kayıpları hesaplamalarında, opak yalıtım kalınlığı olarak Tablo 3'te verilen değerler kullanılmıştır.

4. Sonuç

Tasarlanan mekan içinde sıcaklığın 19°C değerinde olduğu kabul edilerek yapılan hesaplamalarda, dış duvarlarda saydam yalıtım, opak yalıtım kullanıldığı ve yalıtımın kullanılmadığı durumlarda güneşe yönelik olarak düzenlenen duvarın pasif ısıtma sistemi olarak davranışları incelenmiştir. Her duvar tipi ve yalıtım malzemesi için ısıtma gereksinimi duyulan dönem boyunca dış duvarlardaki ısı kayıplarının aylık ortalama günlük değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler kullanılarak yıl boyunca gerçekleşen ısı kayıpları elde edilmiştir (Şekil 5). Yalıtımsız ve opak yalıtımlı duvarlardaki yıllık ısı kayıpları duvar I'de Antalya İli için -355, -239, Edirne İli için -788, -459, Eskişehir ili için -1002, -540 ve Erzurum İli için -1533, -739 MJ/m² olarak hesaplanmıştır. Opak yalıtım kullanımı Duvar I ve II'de, ısı kayıplarını yalın duvardaki ısı kayıplarına göre beklendiği gibi oldukça azalttığı ve ısı kaybındaki azalmanın yaklaşık olarak % 45 (Duvar I), % 20 (Duvar II), % 12 (Duvar III) düzeylerinde olduğu belirlenmiştir. Ancak saydam yalıtım kullanılması halinde ise duvarların güneş enerjili toplayıcı gibi çalıştığı görülmektedir. Yıllık enerji dengelerinden de görüleceği gibi saydam yalıtımlı duvarlarda ise ısı kazancı gerçekleşmektedir.

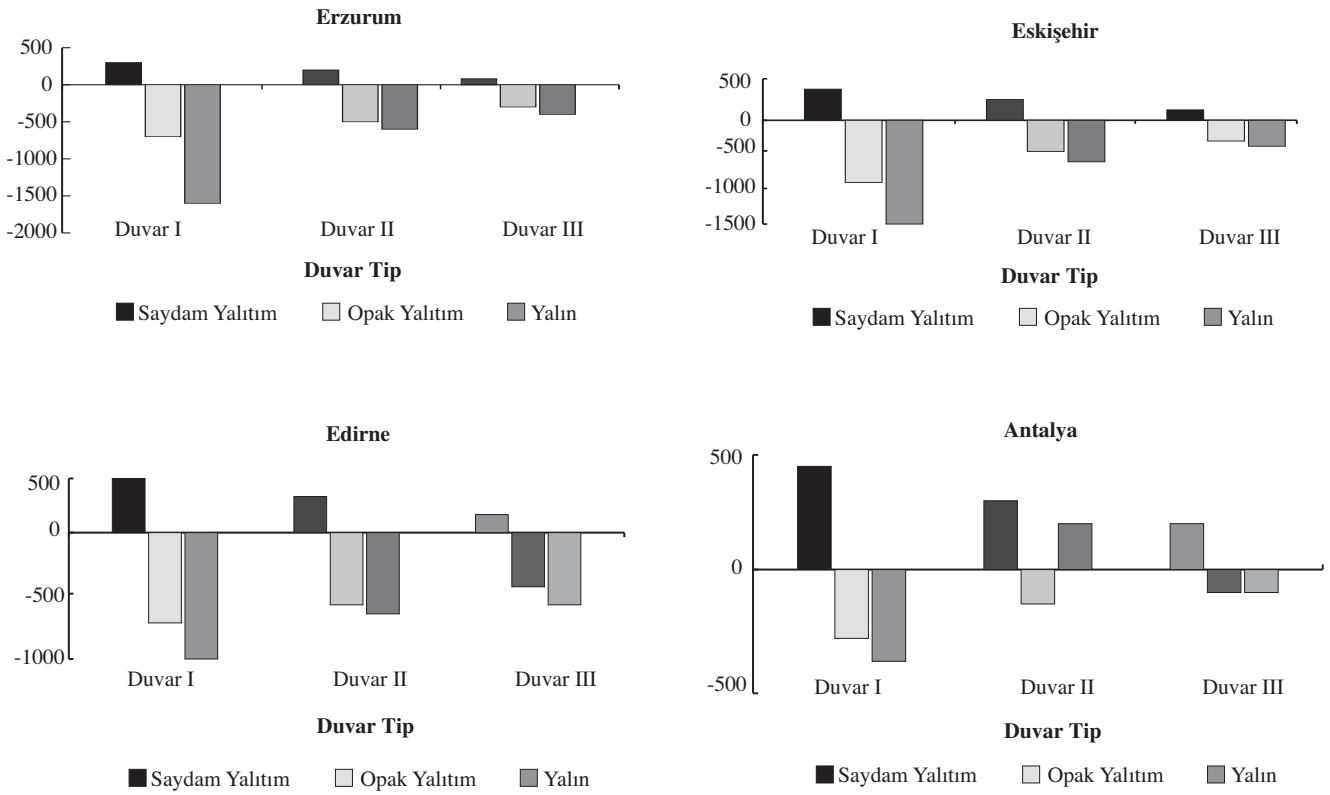
Sulu Söndürme Sistemleri

Gazlı Söndürme Sistemleri

Köpüklü Söndürme Sistemleri

Yangın Algılama Sistemleri





Şekil 5. Dört farklı ilde dış duvarlardaki yıllık ısı kayıpları/kazançları.

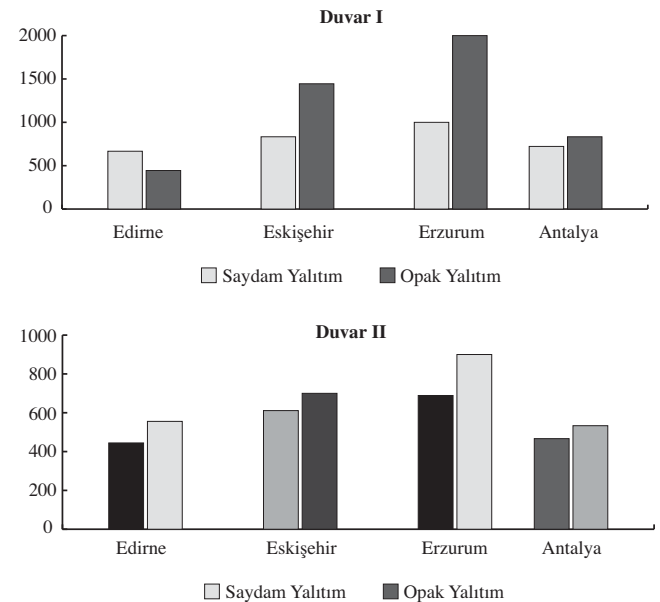
Saydam yalıtım kullanımı ile yalın ve opak yalıtımlı duvarlara göre sağlanacak katkı her duvar tipi için hesaplanmıştır (Şekil 6). Duvar I (betonarme), yalıtımsız durum için saydam yalıtımın katkısı Antalya 809, Edirne 996, Eskişehir 1305, Erzurum 1805 MJ/m² yıl olarak bulunmuştur. Duvar I, yalıtımlı durum için saydam yalıtımın katkısı Antalya 693, Edirne 658, Eskişehir 842, Erzurum 1010 MJ/m² yıl olarak bulunmuştur. Duvar II (tuğla), yalıtımsız durum için saydam yalıtımın katkısı Antalya 458, Edirne 474, Eskişehir 663, Erzurum 832 MJ/m² yıl olarak bulunmuştur. Duvar II, yalıtımlı durum için saydam yalıtımın katkısı Antalya 439, Edirne 406, Eskişehir 564, Erzurum 648 MJ/m² yıl olarak bulunmuştur. Duvar III (gaz beton), yalıtımsız durum için saydam yalıtımın katkısı Antalya 300, Edirne 287, Eskişehir 383, Erzurum 495 MJ/m² yıl olarak bulunmuştur. Duvar III, yalıtımlı durum için saydam yalıtımın katkısı Antalya 297, Edirne 269, Eskişehir 356, Erzurum 439 MJ/m² yıl olarak bulunmuştur.

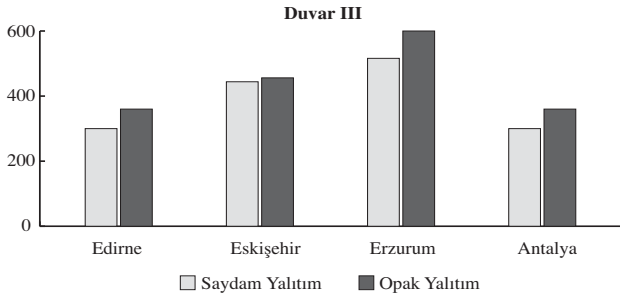
Her duvar tipinde en yüksek katkı sırasıyla; Erzurum, Eskişehir, Edirne ve Antalya iklim koşulları için elde edilmiştir. Bu katkı Erzurum'da opak yalıtımlı ve yalıtımsız duvarlarda, yılda sırasıyla 1000-1800 MJ/m² düzeylerine çıkabilmektedir. Saydam yalıtım uygulamasında katkı, her il için Duvar I'de en yüksek değeri almaktadır. Duvar II ve Duvar III'de bu katkı sırasıyla azalarak gerçekleşmektedir.

Saydam yalıtım uygulanmış duvar kuruluşlarının performansının belirlenmesinde ısı depolama kapasitesi ve ısı yayılım katsayısı da dikkate alınmalıdır.

Dış duvar kuruluşları gelen güneş ışınımının bir kısmını yansıtır, geri kalanını da yutarlar. Yutulmuş güneş ışınımının bir kıs-

mı duvar kuruluşunu oluşturan katmanların termofiziksel özelliklerine bağlı olarak depolanırken, kalanı da iç ortama transfer edilir. Duvar kuruluşunun ısı kapasitesi; özgül ısı ve kütleli dolayısıyla yoğunluğu ve toplam hacmi ile ilgilidir. Isı depolama işlevini yerine getirecek elemanın etkinliği, enerjinin yutulma hızı ve bu enerjinin iç ortama iletilme hızı ile ilişkilidir. Isı depolama özelliği yüksek olan malzemeler, üzerlerine gelen enerjinin büyük bölümünü yutarlar. [15,16] Buna karşın diğer yüzeylerine de kalınlık, yoğunluk, özgül ısı ve ısı iletim katsayısı gibi termofiziksel özelliklerine bağlı olarak gelen enerjinin az bir bölümünü iletirler. Malzemenin bu özelliği, ısı depolama kapasitesi (S) olarak adlandırılır (Tablo 4).





Şekil 6. Saydam yalıtım kullanımının katkısı.

$$S=(k \cdot p \cdot c_p)^{0.5} \quad (W \sqrt{s} / m^2 K) \quad (5)$$

Burada k , ısı iletim katsayısı, ρ , yoğunluk, c_p , özgül ısıdır. Isı depolama kapasitesi Duvar I'de en yüksek düzeydedir. Duvar III'ün ısı iletim katsayısı diğer duvar malzemelerine kıyasla daha küçük olup yoğunluğu da düşüktür. Dolayısıyla ısı depolama kapasitesi de küçük olduğu için hem enerjinin yutulma hızı hem de iç mekana iletilme hızı diğer duvar malzemelerine göre daha düşük değerlere sahiptir. Duvar I ve II'de bu değerler daha büyük olduğu için ısı kazancı daha yüksek olmaktadır.

Isı yayılım katsayısı (α), malzeme içinden iletimle transfer edilen enerjinin bir diğer ölçütüdür ve iletilen ısı enerjisinin, depolanan ısı enerjisine oranı olarak tanımlanmıştır [17].

$$\alpha = (k / \rho \cdot c_p) \quad (m^2/s) \quad (6)$$

Isı yayılım katsayısı Duvar I'de en yüksek değerdedir (Tablo 4). Isı yayılım katsayısının yüksek oluşu Duvar I'de iletimle transfer edilen enerjinin, depolanan enerjiye göre daha büyük olmasının göstergesidir.

Saydam yalıtım malzemesi, güneş ışınım geçirgenliği nedeniyle duvar dış yüzeyine gelen ve yutulan, dolayısıyla depolanan enerjinin artmasını sağlamıştır. Yalıtım özelliği nedeniyle de duvarda depolanan enerjinin dış ortama geçmesi engellenmektedir. Saydam yalıtımın bu özellikleri, ısı depolama kapasitesi ve ısı yayılım katsayısı diğer duvar tiplerine göre daha yüksek olan Duvar I'in performansının artmasına önemli ölçüde katkı sağlamaktadır.

	Isı depolama kapasitesi ($Ws^{0.5}/m^2K$)	Isı yayılım katsayısı* 10^6 (m^2/s)
Duvar I	2311,4	0,82
Duvar II	636,4	0,50
Duvar III	331,7	0,44

Tablo 4. Duvar kuruluşlarının termo fiziksel özellikleri.

5. Kaynaklar

- [1] Platzer WJ. Total heat transport data plastic honeycomb-type structures. Solar Energy, 49, 351-358, 1992.
[2] Platzer WJ. Directional-hemispherical solar transmittance data for plastic honeycomb-type structures, Solar Energy 49:359-369, 1992.

[3] <http://www.tuik.gov.tr>

[4] Athienitis A., K., ve Ramadan, H., Numerical model of a building with transparent insulation, Solar Energy, 67(1-3), 101-109, Mart 2000.

[5] Kapilux-H, Transparente Warmedämmung, Okalux Kapilarglas GmbH, Prospektüs.

[6] Dilmaç, Ş., Tepehan, F., Eğrican, N, Saydam yalıtım malzemelerinin enerji tasarrufuna katkıları, Energy with all aspects in 21 st. century symposium, 771-780, İstanbul, 1994.

[7] Goetzberger A, Schmid J, Wittwer V. Transparent insulation system for passive solar energy utilization in buildings. Int. J. Solar Energy 2, 289-308, 1984.

[8] TS 825-TSE, Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1999.

[9] Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Meteoroloji Bülteni, TB No: 448 1974 (A.6500) Ankara, 1974.

[10] <http://sunbird.jrc.it/pvgis/apps/radmonth.php?lang=en&map=europe>

[11] Duffie, JA, Beckman, WA., Solar Energy engineering of thermal processes, Wiley, J and Sons, NewYork, 1991.

[12] Hasan A., Optimizing insulation thickness for buildings using life cycle cost, Applied Energy 63, 115-24, 1999.

[13] Çomaklı, K., Yüksel ,B., Optimum insulation thickness of external walls for energy saving, Applied Thermal Eng., 23, 473-479, 2003.

[14] Bolattürk, A., Determination of optimum insulation thickness for building walls with respect to various fuels and climate zones in Turkey, Applied Thermal Engineering 26, 1301-1309, 2006.

[15] Dilmaç, Ş. Yapı malzemelerinin güneş enerjisi karşısındaki termodinamik davranışı, Doktora Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1989.

[16] Blondeau P., Sperandio, M., Allard, F., Night ventilation for building cooling in summer, Solar energy, 61, (5), 327-335, 1997.

[17] Incropera, FP, DeWitt, DP, Fundamentals of heat and mass transfer, John Wiley and Sons, 1996.

Yazarlar:

Doç. Dr. Türkan Gökşal Özbalta

Eskişehir'de doğmuştur. 1980 yılında Almanya FH-Hamburg'da mimarlık Lisans, 1988 yılında Mimar Sinan Üniversitesi'nde Yüksek Lisans, 1992 yılında Dortmund Üniversitesi'nde Doktora derecesini almıştır. 1985-2007 yıllarında Anadolu Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'nde görev yapmıştır. Halen Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde Doçent olarak görevini sürdürmektedir. İlgi alanları; Endüstrileşmiş Yapım, Güneş Mimarisi ve Enerji Etkin Tasarım olup Mimari Tasarım ve Uygulama Projesi çalışmaları bulunmaktadır.

Uzman Semiha Kartal

Malatya'da doğmuştur. İlk, orta ve lise öğrenimini Malatya'da tamamlamıştır. 1991-1995 yılları arasında Lisans ve 1997-2001 yılları arasında Yüksek lisans eğitimini Trakya Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünde bitirmiştir. 2002 yılında aynı üniversitede doktora eğitimine başlamış olup halen devam etmektedir. Trakya Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'nde Öğretim Görevlisi olarak görevini sürdürmektedir.

Prof. Dr. Necdet Özbalta

İzmir'de doğmuştur, doktora çalışmasını Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Yenilenebilir Enerji Sistemleri alanında gerçekleştirmiştir. Doçentlik ve Profesörlük çalışmalarını da Yenilenebilir Enerji Sistemleri alanında 1989-1996 yıllarında tamamlamıştır. Halen Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü'nde Profesör olarak görevine devam etmektedir. İlgi alanları, güneş enerjisi ve uygulamaları, kurutma tekniği ve ısı transferidir.

Sıcak Su Tesisatının Enerji Harcamasına Etkisinin İncelenmesi

The Investigation of the Hot Water Installation Effects on the Energy Consumption

Mak. Yük. Müh. Numan YÜKSEL, Prof. Dr. Atakan AVCI

TTMD Üyesi

Özet

Bu çalışmada, Bursa'da yer alan doğal gaz yakıtlı kombi kullanan iki farklı evde sıcak su tesisatının enerji harcamasına etkisi incelenmiştir. Isıtma sisteminin devre dışı olduğu durumda mevcut tesisattan sıcak su temini sağlanarak, deneysel bir çalışma yapılmıştır. Çalışma, sıcak su tesisatlarında hat uzunluğu, yalıtım ve kombi veriminin toplam verim ve enerji maliyeti üzerine önemli katkısının olduğunu göstermektedir. Ayrıca kullanım süresi ve rejime girme süreleri de gerek enerji gerekse su kaybı açısından oldukça önemli görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bireysel ısıtma, sıcak su, enerji kaybı, enerji verimliliği, tesisat.

Abstract

In this study, it is investigated the hot water installation effects on the energy consumption at 2 different appliances that are settled in Bursa and operated with natural gas fuel combustion combi. The experimental studies are realized under the conditions that are running only the hot water heating system. Space heating is switched off. From this study, it is understood that the line length, insulation and the combi productivity affect noteworthy on the total productivity and the energy cost. In terms of both the energy and the water loss, the usage times and the regime accession times are also fairly important.

Keywords: Individual heating, hot water, energy loss, energy productivity, installation.

1. Giriş

Mevcut enerji kaynaklarının gün geçtikçe azalması, yeni/yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla yararlanmayı veya mevcut enerji kaynaklarının daha verimli kullanımını ön plana çıkarmıştır. Sanayi, konutlar ve araçlar enerji kaynaklarının kullanımında başı çekmektedir. Konutlar, sanayiden sonra en fazla enerji harcamasına sahip alanlardır. Günümüzde birçok mahalde enerji, sıcak su ısıtma tesisatı ile sağlanmaktadır. Sıcak suyun temini ise ısıtma ile birlikte yapılmaktadır. Tüketilen enerji, genellikle müşteri tarafından su ve yakıt tüketimi olarak dikkate alınmaktadır. Tesisatın proje ve montaj aşamasında ise bu ilk girdi maliyeti, müşteri talebi ve binanın yapısı olarak karşımıza çıkmaktadır. Tesisatta kullanılan suyun ısıtılması sırasındaki enerji harcaması, borulardaki sıcak suyun dolaşımı esnasındaki enerji kaybı ve kombinin sıcak su üretiminde verimliği incelenmemektedir. Hem ısıtma hem sıcak su temini sağlayan böyle bir sistemde sıcak su tesisatının enerji harcaması ayrıca incelenmelidir. Günlük hayatta banyo ve mutfak içerisinde daima sıcak su talebi ile karşılaşılmaktadır. Bu sırada musluktan farklı debilerde su ve su sıcaklığına göre farklı yakıt tüketimi gerçekleşmektedir. Burada yapılan ön çalışmayla enerji harcamasının ne kadar önemli olduğuna açıklık getirilmeye çalışılmıştır.

Enerji tasarrufu ve ısıtma üzerine yapılan çalışmalarda Liao ve Dexter (2004), boyler gelişimi ile ısıtma sistemlerindeki enerji tasarrufu üzerine araştırma yapmışlardır.

Problem

Tutulan yağların ancak manuel temizlenmesine olanak veren yağ ayırıcıları



Çözüm

EI - 6003

Biriktirme konili yarı - otomatik yağ ayırıcı



EI - 6003'ün yarı-otomatik tahliye özelliği, ayırıcının kapağının açılmasına gerek duymadan yağın kokusuz ve etrafa bulaşmadan giderilmesini sağlar.

Tam bir ürün çizgisi için ERTEM - IFOG'un adaptasyon, standartlara uygunluk, kolay monte edilebilme ve yüksek verimlilik için tasarlanmış ürünlerine bakın.

ERTEM - IFOG'un uzman ayırıcılarından bazıları:

- Balık pulu ayırıcı
- Çamur/meyve posası tutucu
- Katı atık ayırıcılı kum karteri
- Katı atık ayırıcı
- Kum ayırıcı
- Çamaşır lifi ayırıcı ve petrol/tortu ayırıcı



EI-7000 Katı atık ayırıcı



EI-8003 Petrol/tortu ayırıcı

Sihhi Tesisattaki özel sorunlarınızın çözümü için ERTEM'in ürün ve hizmetlerinden faydalanın. Çözüm ERTEM'de başlar!

ertem

ERTEM Sanitasyon Sistemleri A.Ş.

Genel Merkez: Çetin Ermeç Bulvarı
6.Cadde No:65/1 06460 Öveçler/Ankara
Tel:0312.472 12 72 -74 • Faks: 0312. 472 12 73
info@ertem-sanitary.com

www.ertem-sanitary.com

Araştırmada tipik boyların geliştirilmesi ile ısıtma sisteminin performansı incelenmiştir, yapılan deneysel çalışmalarla bu performans test edilmiştir. Çalışmayla % 20 enerji tasarrufu sağlanmıştır. Ueno ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada oturlan binalarda enerji tüketimini azaltmak için bir metod önermiştir. Bir bilgi sistemi çalışması yapılarak evlerdeki enerji tüketimlerini ele almışlardır. Bu bilgi sistemi, 18 farklı uygulamadaki güç tüketimlerini, tüm evin güç ve şehir gazı tüketimini ve oda sıcaklığını içermektedir. Ayrıca bilgi sistemi içinde sistemin verimliliği, oturlan 10 ayrı binada kurularak araştırılmıştır. Yapılan deneylerde enerji tüketim bilinçliliği artmıştır ve enerji tüketimi ev halkının enerji tasarrufu aktiviteleri ile azalmıştır. Küçükçalı (2005) ise yaptığı çalışmada, mekanik tesisatlarda seçilecek sistemlerin enerji tüketimlerini belirleyen faktörleri ele almıştır. Yakıtın cinsi, kullanma şekli/verimi, enerji taşınma maliyeti, işletme ve bakım maliyetleri, enerjinin ölçülebilirliği çalışmada yer almaktadır. Sistemdeki her bir kaybın ortadan kaldırılması önerilmektedir. Özellikle ısı köprülerinden ve dağıtım borularının yalıtımlarından olan kayıplarının en düşük seviyeye indirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Sistemin pik yükteki kayıplarına önem vermiştir. Kombilerde de artık tüm kapasitelerde (11 kW'da bile) yoğunmalı kombilerin kullanımı yakıt tüketimi yönünden avantajlı görülmüştür. Çelimli (2005), sıcak su elde etme sistemlerinin karşılaştırılması üzerine çalışmıştır. Cihaz seçimi yapılırken yakıt cinsi, ısıtma tipi, ekonomi, konfor gibi seçenekler mukayese edilerek, avantaj ve dezavantajları göz önüne alınmış, sisteme uygun cihazı seçmek gerektiği belirtilmiştir. Doba Kadem ve ark. (2005), tekstil işletmelerinde tesisat ısı yalıtımı ile ilgili çalışma yapmışlardır. Bu çalışma ile tekstil terbiye işletmelerinde (özellikle tekstil boyahanelerinde), tesisatlardaki buhar kayıpları üzerinde durularak, bu kayıpların giderilme yöntemlerine değinilmiştir. Enerji kayıplarını gidermede etkin olarak uygulanması gereken yöntemler ortaya koyulmuştur. Takuma ve ark. (2006), Japonya'daki kuzey Kyushu'da oturanların enerji tüketimleri üzerine detaylı araştırma yapmışlardır. Çalışmanın amacı, kullanıcılar tarafından belirlenen sezonsal ve yıllık enerji tüketimini, enerji tasarruf cihazlarının etkisini ve oturanların ısıtma talebini içeren enerji tüketimini netleştirmektir. Sıcak su enerji tüketiminin, bir çok evde yer alan aydınlatma, iklimlendirme ve pişirme için ayrılan tüketimin her birinden daha büyük olduğu bulunmuştur. Isı talebi ve elektrik güç talebi, bireysel dağıtım güç kaynak sisteminin kurulmasıyla netleştirilmiştir. Sıcak su ve ısıtma enerjisi, tüm tüketim enerjisinin en yüksek kısmını oluşturduğu anlaşılmıştır.

Bu çalışmada ise, Bursa'da yer alan doğal gaz yakıtlı kombi kullanan iki farklı evde sıcak su tesisatının enerji harcamasına etkisi incelenmiştir. Isıtma sisteminin devre dışı olduğu durumda mevcut tesisattan sıcak su temini sağlanarak, deneysel bir çalışma yapılmıştır. Deneyler mutfak ve banyo muslukla-

rının farklı musluk debilerinde açık olması durumlarında gerçekleştirilmiştir. Akan su debisi, yakıt tüketimi, boru hat uzunluğu belirlenerek enerji harcaması hesaplanmıştır. Özgül ısıların sıcaklıkla değişmediği varsayılarak, harcanan yakıtta göre enerjiden yararlanma verimi analiz edilmiştir. Deneylerde sistemin toplam verimi incelenmiştir. Buradan sistemin cevap verme sürelerinin ve gerekli yük aralığında çalışmasının önemi anlaşılmıştır. Ancak sonuçları doğrudan kombi verimi olarak yorumlamak doğru değildir. Musluklardaki sıcak su debisi azaldıkça kısa süreli kullanımda enerjiden yararlanma verimi düşük iken rejim durumunda enerjiden yararlanma veriminin daha yüksek olduğu, boru boyu arttıkça enerji kaybının arttığı, kombide sıcak suya aktarılan enerji incelendiğinde sıcak su debisi arttıkça sıcak sudan yararlanma veriminin azaldığı ve istenilen su sıcaklığı sağlanamadığı görülmüştür. Borudaki enerji kaybı ve kombi verimi, yıl içerisinde kullanıcının enerji maliyetlerini arttırmaktadır. Çalışma, sıcak su tesisatlarında hat uzunluğu, yalıtım ve kombi veriminin toplam verim ve enerji maliyeti üzerine önemli katkısının olduğunu göstermektedir. Ayrıca kullanım süresi ve rejime girme süreleri de gerek enerji gerekse su kaybı açısından oldukça önemli görülmektedir.

Isıtma sistemleri arasında bireysel ısıtmaya geçilmesiyle birlikte evsel kullanımda kombi gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Özellikle yakıt olarak doğal gaz ve LPG kullanılabilir yapılar tercih nedeni olmuşlardır. Bireysel sistemlerde bunu sağlayan standart kombiler, düşük verimlerde ve aç-kapa mantığı ile çalışmaktadırlar. Standart kombilerin bu özelliği, hem yakıt tüketimini arttırmakta hem de cihaz ömrünü kısaltmaktadır. Son yıllarda ise standart kombiler, yerini yoğunmalı kombilere bırakmaktadır. Yoğunmalı kombiler, kullanıma bağlı olarak standart kombilere göre yüksek oranda yakıt tasarrufu sağlayabilmeleri nedeniyle tercih edilir duruma gelmişlerdir. Ayrıca yoğunmalı kombiler, ancak gelişmiş kombilerin sahip olduğu oda sıcaklığına, ısıtma su sıcaklığına ve kullanım su sıcaklığına göre modülasyon yapma imkânı sağlamaktadır. Yakıt ve hava karışımında modülasyon özelliği ile her çalışma kapasitesinde doğru yanma gerçekleştirilir. Bu sayede düşük düzeyde emisyonlar elde edilebilmektedir. Bu çalışma özelliği ile hem yakıt tasarrufu hem de yüksek konfor sağlanabilmektedir. Her geçen gün artan yakıt maliyetleri, aranan konfor, enerji açığı ile kombilerin bu gelişimini etkilemektedir. Bu da verimlerin nasıl artırılacağı ve ne kadar tasarruf yapılabileceği üzerine çalışmaların artmasına neden olmaktadır (Küçükçalı, 2005).

Sistem, kullanım suyu sıcaklığının ısı enerji kaynağı ile ısıtılmasından, ısının mahale dağıtılmasından ve kullanım yerine ulaştırılmasından oluşmaktadır. Enerji tasarrufu açısından binalardaki ısı kaybı yanında kombi gibi ısı üretim sistemlerinin sıcak su hazırlama üniteleri ve dağıtım sistemleri de önemlidir.

Özellikle yapılardaki tesisatlarda (ısı üretim ve dağıtım) yüksek miktarda tasarruf potansiyeli bulunmaktadır. Bunun için de ısı yalıtımı yanında aynı zamanda ısıtma tesisatının verimliliği de ele alınmalıdır.

2. Deneysel Çalışma

Sıcak su tesisatının enerji harcamasına etkisi, Bursa'da doğal gaz yakıtlı kombi kullanan iki farklı evde yapılan deneyler ile incelenmiştir. Deneysel çalışma, ısıtma sisteminin devre dışı olduğu durumda mevcut tesisattan sıcak su temini sağlanarak yapılmıştır. Deneyler mutfak ve banyo musluklarının farklı sıcak su debilerinde gerçekleştirilmiştir. Deneylerin önemli kısmını, musluklarda akan su sıcaklığının ve debisinin, sayaçtan yakıt tüketiminin, kombi sıcaklığının, boru hat uzunluğunun ölçümü oluşturmaktadır. Çalışmada kombi ve musluklar arasında pprc borular kullanılmıştır. Deneylerde ölçüm yapılan kombiler ise, standart eşanjörlü tip cihazlardır. Bu cihazların kapasiteleri Tablo.1'de verilmiştir. Sıcak su üretim debileri, Ev1'de 10,5 lt/dk iken Ev2'de 13 lt/dk'dır.

	Giriş (kW)		Çıkış (kW)	
	Maks	Min	Maks	Min
Ev1	25,8	10,6	23,3	9,3
Ev2	25,8	11,5	23,3	9,7

Tablo 1. Kombi kapasitesi.

Kombi ısıtma sistemi öncelikli olarak devre dışı bırakılır. Harcanan yakıt tüketimi, deneyden önce ve sonra sayaç okunarak belirlenir. Muslukların bulunduğu kısma hem tam açık hem kısık haldeki debileri ölçmek amacıyla kap yerleştirilmiştir. Her bir deney 1,5 dakika içerisinde gerçekleştirilerek kapta toplanan sudan kullanım suyu debisi elde edilmiştir. Ayrıca ölçümler, bir ev için rejime ulaşıp ulaşmadığını belirlemek amacıyla 5 dakika içerisinde gerçekleştirilmiştir. Her iki durumda da kullanım suyu sıcaklıkları, K tipi daldırma sıcaklık ölçüm probu (Şekil.1) ile ölçülmüştür. IK21M kodlu immersion probu, -100 °C ve 850 °C çalışma sıcaklık aralığına ve 0,4 sn cevap verme süresine sahiptir. Bu sırada sıcaklık verileri, dijital fotoğraf makinesi kullanılarak hem mutfak hem banyo için tam/kısık hallerde videoya kaydedilmiştir. Sıcaklık verileri, 1 s aralıklarla bilgisayara aktarılarak analiz edilmiştir. Ayrıca kombi sıcaklık ayarı okunarak enerji harcaması aşağıdaki bağıntılarla hesaplanmıştır. Kombide yanma veriminin %100 gerçekleştiği kabul edilirse harcanan enerji,

$$Q_{yakıt} = \dot{V}_{sayaç} H_u \quad (1)$$

bağıntısı kullanılarak hesaplanmıştır. \dot{V} , deney başlangıcı ve bitiş arasındaki sayaçtan okunan tüketim değerini göstermektedir. H_u , yakıtın alt ısıl değerini vermektedir. Bu sırada kullanım suyuna aktarılan enerji hem tam açık hem de kısık halde,

$$Q_{alınan} = mc_p \sum_{i=1}^n (T_{su} - T_{ilk})_i \quad (2)$$

bağıntısı kullanılarak hesaplanmıştır. Zamanla su sıcaklığının değişiminden yararlanılarak grafik altında kalan alan hesabıyla sonuçlara ulaşılmıştır. Burada kullanım suyunun debisini, c_p kullanım suyunun özgül ısısını göstermektedir. Özgül ısıların sıcaklıkla değişmediği varsayılmaktadır. Ancak musluk kısık halde bulunuyorsa kullanım suyu sıcaklığından elde edilen enerji değişecektir. Burada $(T_{su} - T_{ilk})$, kullanım sıcak suyunun her bir saniyede elde edilen sıcaklık verileri farkının toplamıdır. T_{ilk} , şebeke suyu sıcaklığını ifade etmektedir. Bu çalışmada kombi açık iken başlangıçta ölçülen sıcaklık olarak alınmıştır. Su sıcaklığı 18-19,5 °C sıcaklık aralığında değişmektedir. Kullanım suyu debisi m , musluklar hem kısık hem de tam halde değişmektedir. Akan su sıcaklığı, su miktarı, yakıt tüketimi belirlenerek, sistemin enerji harcaması hesaplanmıştır. Sonra yakıt tüketimine göre enerjiden yararlanma verimi analiz edilmiştir. Enerjiden yararlanma verimi aşağıdaki bağıntı kullanılarak bulunmuştur.

$$n_g = \frac{Q_{alınan}}{Q_{yakıt}} \quad (3)$$

Hem mutfak hem de banyo için enerjiden yararlanma verimleri, zamanla sıcaklığın değişimi iki farklı evde hesaplanarak grafiklere aktarılmıştır.

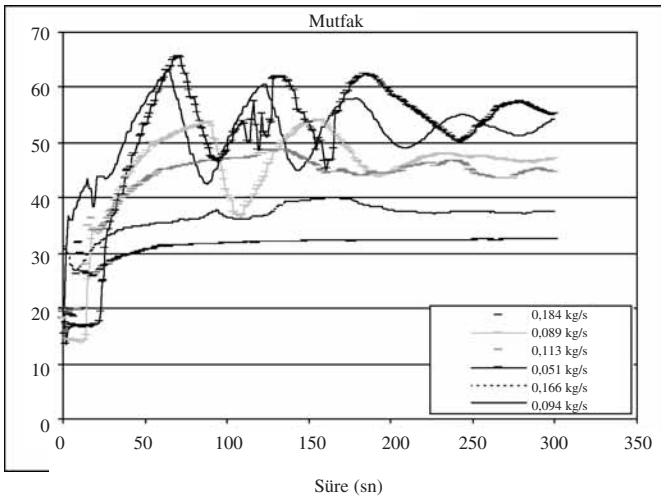
3. Sayısal Sonuçlar



Şekil 1. Dijital termometre ve K tipi daldırma probu.

Ölçümler, iki farklı evde yapılmıştır. İlk ölçümün yapıldığı ev (Ev1) 5 dk'lık süre boyunca, ikinci ev (Ev2) ise 1,5 dk'lık süre boyunca incelenmiştir. Farklı sıcak su debilerinde hem mutfak hem banyo için ölçümler, grafiklere dökülmüştür. Tam açık, kısık halde ve ara hallerde zamanla sıcaklığın değişimi, mutfak için Şekil 2'de banyo için Şekil 3'de verilmiştir. Ayrıca enerjiden yararlanma verimi mutfak ve banyo için Şekil 4'de verilmiştir.

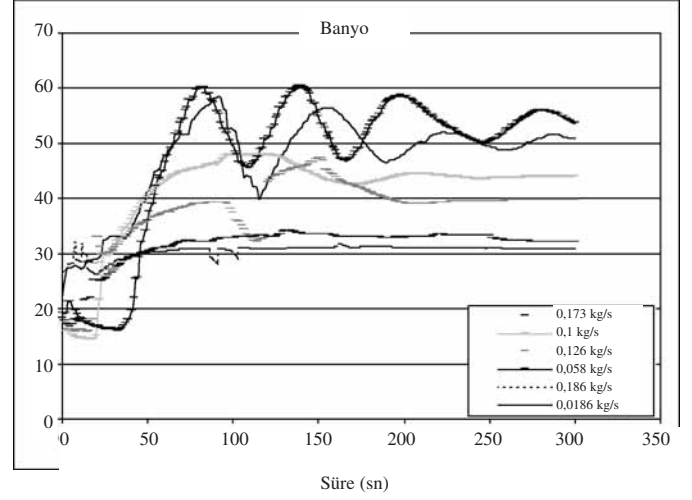
Şekil 2 ve 3 incelendiğinde sıcak su debisi azaldıkça kombide istenilen su sıcaklığına yaklaşmaktadır. Ancak tam açık halde,



Şekil 2. Mutfakta farklı debilerde zamanla su sıcaklığı değişimi.

de istenilen su sıcaklığına ulaşamaz iken rejime daha kısa sürede girilmektedir. Bu halde Şekil 4'deki verimler incelendiğinde, tam açık durumda sistem en düşük verime sahiptir. Ayrıca Şekil 4'de düz ve kesik çizgiler ile gösterilen eğrilerde su sıcaklıklarının başlangıç anlarında yüksek sıcaklıklarda olduğu görülmektedir. Bu durum, boru ve boru içinde enerjinin depolandığını göstermektedir.

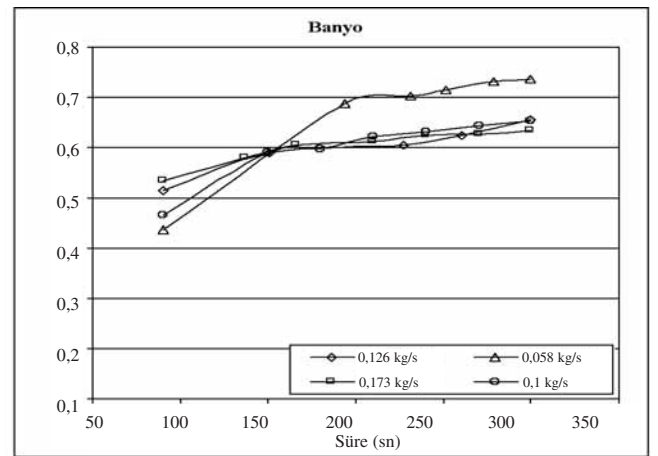
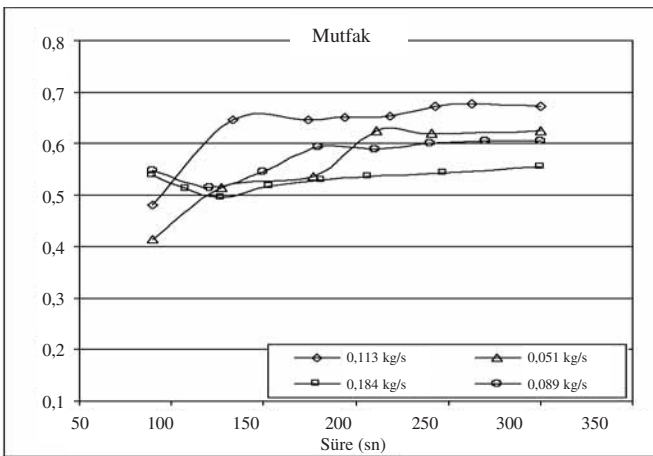
Hem mutfak hem de banyo, su sıcaklığının ısıtmanın % 90'ına ve hissedilen su sıcaklığına (30°C) ulaştığı anda incelenmiştir. Burada en yüksek sıcaklıkla en düşük su sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkının % 90'ına ulaşma durumu ele alınmıştır. Bu andaki verimleri ve su tüketim miktarları farklı sıcak su debilerinde Şekil 5 ve 6'da verilmiştir. Şekillerden görüldüğü üzere sıcak su debisinin artmasıyla verim artmaktadır. Verimler, Şekil 4'de verilen 5 dk'lık ölçüm sonuçlarından elde edilen verimlerden farklıdır. Sıcak su debisi azaldıkça verim artmakta-



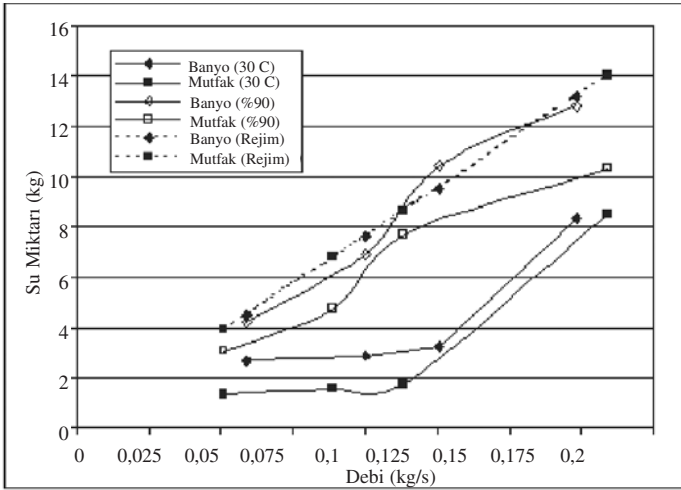
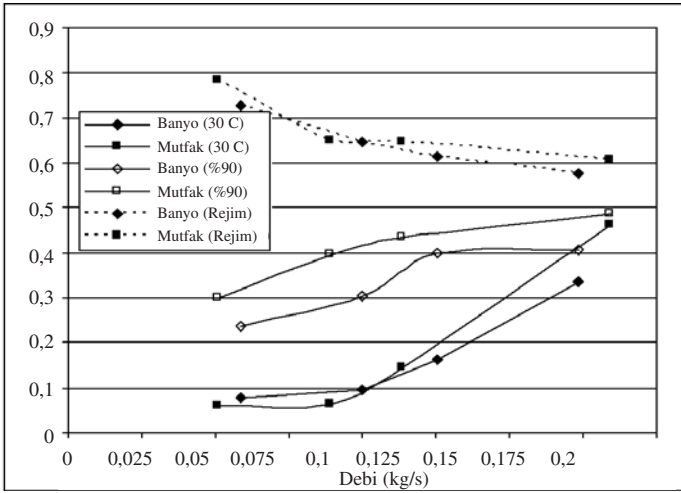
Şekil 3. Banyoda farklı debilerde zamanla su sıcaklığı değişimi.

dır. Ayrıca banyoda sıcak su debisi arttıkça 30°C sıcaklığa sırasıyla 46, 29, 26, 48 sn'de ulaşmaktadır. Mutfakta ise 26, 17, 15, 46 sn'de ulaşmaktadır. Görülmektedir ki; mutfakta 30°C su sıcaklığına daha kısa sürede ulaşmaktadır. Aynı zamanda sıcak su debisi arttıkça en yüksek debiye kadar 30°C sıcaklığa ulaşma süreleri azalmaktadır. Buradan istenilen su sıcaklığına daha kısık debilerde ulaşılırken Şekil 5'de sıcak su debisi arttıkça verimin arttığı görülmektedir. Şekil 4 incelendiğinde musluk yarı açık iken hem su sıcaklığının kombi sıcaklığına ulaştığı hem de daha verimli olduğu görülmektedir. Ayrıca Şekil 5'de ısıtmanın % 90'ına ulaşması durumunda mutfak muslukları, banyo küvetindeki musluklara göre ortalama % 6,8 daha verimlidir. Banyo ve mutfak boru uzunlukları arasındaki fark 7,3 m olup borudan birim uzunluk için % 1,07 enerji kaybı olmaktadır.

Enerji kaybı ve su tüketimi bir örnek çalışma düşünülerek in-



Şekil 4. Mutfakta ve banyoda farklı sıcak su debilerinde verim eğrileri.



Şekil 5. Mutfakta ve Banyoda 30°C sıcaklığa ve ısıtmanın % 90'ına ulaşması halinde verim eğrisi ve tüketilen su miktarı.

celenmiştir. 5 dk boyunca alınan verilerden yararlanılarak ortalama yakıt ve sıcak su tüketiminin etkisi görülmüştür. Dört kişilik bir ailenin böyle bir evde bulunduğu varsayılarak 30°C hissedilen su sıcaklığa ulaşmaya kadar harcanan ve başlangıçta bolarlarda ısınmadan/kullanılmadan atılan su kaybı incelenmiştir. Her bir aile ferдинin banyoyu, haftada 3 defa kullandığı ve bir kişinin mutfak musluğunu günde 3 defa mutfak işleri için kullandığı düşünülerek hesaplama yapılmıştır. Musluklardan yıl sonunda açılıştan kullanılmadan atılan su miktarı 10,123 m³'dür. 30°C sıcaklığa ulaşmaya kadar kaybedilen su miktarı 16,463 m³ ve tüketilen yakıt 88,945 m³ olmaktadır. Bursa'da su birim fiyatının ortalama 1,945 YTL/m³ olduğu durumda yıl sonunda 19,7 YTL fazla para ödenmiş olmaktadır. 0,58163 YTL/m³ doğal gaz birim fiyatı için doğal gaza 51,7 YTL daha fazla para harcanmaktadır.

Çalışma, farklı bir evde 1,5 dk'lık deneyler yapılarak elde edilen verilerle karşılaştırma yapılmıştır. Tablo 2, her iki evde hem mutfak hem banyo için ölçüm sonuçlarını ve elde edilen analiz sonuçlarını göstermektedir. Ölçülen yakıt tüketimi, sıcak su debisi ve boru boyu uzunluğuna göre yakıtın verdiği enerji, sıcak suya aktarılan enerji ve enerjiden yararlanma verimi belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlarda musluk kısık halde iken en iyi verime ulaşılmaktadır. Ayrıca mutfak ve banyo verimleri arasındaki fark boru boyu uzunluğu boyunca kayıp enerjiyi göstermektedir.

Ürün ve sistemleri ile doğal kaynaklar daha az tüketiliyor, çevreye daha az zarar veriliyor...



EY-modulo 2
Güvenli bir yatırım için uygunluk

EY-modulo 4
Lon Mark® standartları için uygunluk



EY-modulo 5
Bina yönetim sisteminde mükemmellik



novaPro
Açık, esnek ve enerji verimli Bina Yönetim Sistemleri



Oda Kontrol
Sauter EY-modulo ile her koşulda verimlilik, esneklik

Yer	Oda	L (m)	Tam Açık					Kısık				
			$V_{\text{sayaç}} (\text{m}^3/\text{s})$	$m (\text{kg}/\text{s})$	$Q_{\text{yakıt}}$	Q_{su}	n_g	$V_{\text{sayaç}} (\text{m}^3/\text{s})$	$m (\text{kg}/\text{s})$	$Q_{\text{yakıt}}$	Q_{su}	n_g
Ev1	Mutfak	3,4	0,000684	0,1089	2233	919,422	0,422	0,000389	0,0538	1347,5	607,886	0,451
	Banyo	10,7	0,000589	0,180	2040,5	694,254	0,340	0,000478	0,073	1655,5	705,289	0,426
Ev2	Mutfak	4,44	0,000572	0,0805	1982,7	775,358	0,391	0,000294	0,0416	1020,2	523,057	0,512
	Banyo	9,2	0,000656	0,124	2271,5	584,724	0,259	0,000517	0,102	1790,2	567,684	0,317

Tablo 2. Mutfak ve banyo için hesaplama sonuçları.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Sıcak su hazırlama sistemlerinin ve konumlarının, enerji ve su kayıpları üzerinde önemli etkisi olduğu görülmüştür. Cihaz özelliklerinin ve yapı malzemelerinin etkisi burada ele alınmamıştır. Mutfak ve banyo veya banyo lavabosu arasında ortalama 6 m mesafe bulunmaktadır. Sonuç olarak;

a. Sıcak su kullanım süresi azaldıkça enerji kayıpları artmaktadır. Enerjiden faydalanma verimleri düşmektedir. Ancak debi arttıkça verimde artma gözlenmektedir. Buna karşılık su kayıpları artmaktadır. Kayıplar, hat uzunluğu arttıkça artmakta ve verimler hat uzunluğu ile düşmektedir.

b. Sıcak su kullanım süresi arttıkça ortalama verim artmaktadır. Su sıcaklıkları rejim sıcaklığına yaklaşmaktadır. Buna karşılık su kayıpları artmaktadır. Mesafe arttıkça kayıplar artmaktadır.

c. Rejim haline ulaşıldıktan sonra durum değişmektedir. Debi artışı ile verimler azalırken, mesafeye bağlı verim azalması da düşmektedir. Diğer taraftan istenilen su sıcaklıkları, debi artışı ve mesafe ile azalmaktadır.

d. 5 dakikadan daha kısa süreli kullanımlarda belli debilerde maksimum verim elde edilirken rejim halinde debi artışı ile verimde azalma gözlenmektedir.

e. Su sıcaklıkları debi artışı ile daha kararlı hale gelirken düşük debilerde ortalama sıcaklık civarında salınmaktadır. Bu durumda cihazın sürekli çalıştığı anlaşılırken düşük debilerde kesikli çalışmanın etkisi gözlenmektedir.

f. İstenen sıcaklıklar önemli olup ancak belli debilerde belli sıcaklıklara ulaşılabilir. Aynı zamanda mesafe ile de sıcaklıklar değişmektedir. Uygun debilerin veya orta debilerin seçilmesi verimli olabilir.

g. Kullanım sürelerinin kısa olması tercih edilmez ancak genelde kısa sürelerde kullanım (el, yüz yıkama gibi) çoğunluktadır. Ancak mutfak ve banyo için uzun süreli kullanımda verim artarken su kaybı da artmaktadır. Su kaybının bir kısmı boru içindeki soğuk sudan kalanı ise boru ve civarının ısınması

süresinden kaynaklanmaktadır. Her ikisinden de enerji ve su kaybının az olması, boru hattının kısa olmasına ve izolasyona bağlıdır. Bu nedenle tesisatlar bu durum dikkate alınarak yapılmalıdır. 4 kişilik bir ailede yıllık bazda yakıt kaybı 51,7 YTL ve su kaybı 19,7 YTL eşdeğer olacaktır. Bunun ülke geneli için hesaplandığında ciddi boyutların ortaya çıkacağı açıktır.

Çalışma, sıcak su tesisatlarında hat uzunluğu, yalıtım ve kombi veriminin toplam verim ve enerji maliyeti üzerine önemli katkısının olduğunu göstermektedir. Ayrıca kullanım süresi ve rejim girme süreleri de gerek enerji ve gerekse su kaybı açısından oldukça önemli görülmektedir. Bu çalışma, kullanıcı sayısının artırılmasıyla ve farklı mevsim dönemlerinde yapılarak genişletilebilir. Elde edilen verilerden yararlanılarak, enerji tasarrufu sağlayabilecek cihazlar/tesisatlar geliştirilebilir.

5. Kaynaklar

- [1] Çelimli, İ., Sıcak su elde etme sistemlerinin karşılaştırılması, VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi 17, 269-285, 2005.
- [2] Doba Kadem, F., Oğulata, R. T., Kadem, M. G., Tekstil işletmelerinde tesisat ısı yalıtımı, VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi 19, 297-303, 2005.
- [3] Küçükçalı, R., Merkezi ve bireysel sistemlerde enerji tüketimi, VII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi 15, 225-248, 2005.
- [4] Liao, Z., Dexter, A.L., The potential for energy saving in heating systems through improving boiler controls, Energy and Buildings 36, 261-271, 2004.
- [5] Takuma, Y., Inoue, H., Nagano, F., Ozaki A., Takaguchi, H., Watanabe, T., Detailed research for energy consumption of residences in Northern Kyushu, Japan, Energy and Buildings 38, 1349-1355, 2006.
- [6] Ueno, T., Inada, R., Saeki O., Kiichiro, T., Effectiveness of an energy-consumption information system for residential buildings. Applied Energy 83, 868-883, 2006.

Yazarlar;

Mak. Yük. Müh. Numan YÜKSEL,

1977 yılında Balıkesir'de doğdu. 1999 yılında U.Ü. Makine Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 1999'da Timgaz LTD. ŞTİ.'nde ve 2000'de Elit Mühendislikte çalıştı. 2001 yılı Ağustos ayında U.Ü. Makine Mühendisliğine Araştırma Görevlisi olarak atandı. 2004 yılında aynı üniversitede yüksek mühendis ünvanını aldı, halen aynı üniversitede doktora öğrenimine ve görevine devam etmektedir.

Prof. Dr. Atakan AVCI,

1982 yılında Bursa Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 1985'de İ.T.Ü.'de yüksek lisans ve 1990'da Uludağ Üniversitesinde doktora çalışmalarını tamamladı. İç balistik, siklon ayırıcılar, yanma, doğal gaz uygulamaları ve tesisat konularında çalışmalar yaptı. 1985 yılından beri Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünde öğretim üyesi olarak çalışmaktadır.