ISSN 1302-2415

TTMD

Isıtma, Soğutma, Havalandırma, Klima, Yangın ve Sıhhi Tesisat E-Dergisi • HVAC, Refrigeration, Fire Safety and Sanitary E-Journal



TTMD Kitap Yayında

https://www.ttmdkitap.com/

- Dubois ve Dubois Eşitliği: İnsanların Vücut Yüzey Alanlarının Hesaplanması
- Radyant Soğutma: Mahalleri Değil, İnsanları Şartlandırmak
- Merkezi HVAC Filtrasyonuna Karşı Taşınabilir Hava Temizlemeli Filtrasyon: Kamusal Alanlarda COVID-19'un Önlenmesi
- Kripto Para Veri Merkezi Gelişimini Zorluyor
- Bir Binanın Yerleşim Planlarının Soğutma Yükü Üzerine Etkisinin Sayısal Olarak Araştırılması
- Dr. Drury Crawley ile Söyleşi

OCAK-MART 2022
Sayı 133
Bilimsel Sektör Dergisi
Üç ayda bir elektronik ortamda yayımlanır.

133


DÜNYANIN EN BÜYÜK
HAVALİMANI PROJESİNİN
YANGIN KORUNUMUNDA
NORM TEKNİK İMZASI
İSTANBUL YENİ HAVALİMANI
NORM®
TEKNİK
Yangın Korunum Sistemleri
Norm Teknik A.Ş.
0 216 311 40 41
norm@normteknik.com.tr
www.normteknik.com.tr

DAIKIN Doğru Hava Uzmanı

VRV

DOĞRU HAVA, DAIKIN VRV IV+ İLE GELECEĞE HAZIR!



YENİ DAIKIN SCROLL KOMPRESÖR İLE LOT21 - ErP 2021'e* ŞİMDİDEN UYUMLUDUR.



37 PATENT

- Kısmi Yüklerde Üstün Performans
- Daha Yüksek Sezonsal Verimlilik

Variable Refrigerant Temperature

ErP 2021 UYUMLU

En İyi İş Ortağı YEŞİL BİNA DESTEĞİ BREEAM

BIM Application Suite web sitemizi ziyaret ediniz. www.daikin.eu/BIM

*Sezonsal verimlilik 2009/125/EC Ecodesign (ErP) Direktifi ENER Lot 21(EU) 2016/2281 Yönetmeliği uyarınca hesaplanır. Minimum sezonsal verimlilik şartları 2 kademeli olarak belirlenmiştir. VRV IV + dış ünite serisi , 1/1/2021 'de yürürlüğe girecek LOT21-Kademe 2 minimum verimlilik şartlarına (ısıtma ηs,h %137, soğutma ηs,c %189) şimdiden uyumludur.

ELİNİZİ CEBİNİZE ATMAYACAKSINIZ!



Konutlar için yüksek enerji tasarruflu, güvenilir pompa ve hidrofor sistemlerinden oluşan ETNA PLUS satış konseptimizi tercih eden müşterilerimiz,

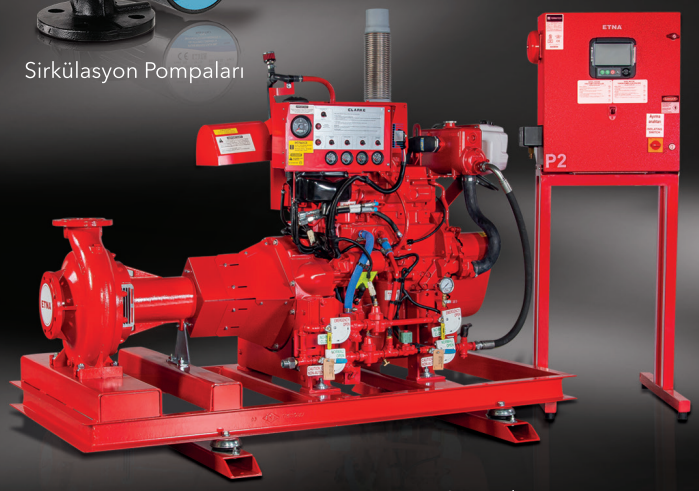
5 yıl boyunca yedek parça, periyodik bakım ve servis hizmeti için ilave hiçbir bedel ödememektedirler.

5 YIL GARANTİ

ETNA® PLUS+



Sirkülasyon Pompaları



Yangın Pompa Sistemleri



Sirkülasyon Pompaları



Drenaj Pompaları



Hidrofor Sistemleri

www.etna.com.tr • info@etna.com.tr

+ÜRÜN BİLGİ HATTI
0850 432 38 62

B Sınıfı yangın dayanımı

μ7000 yoğuşma kontrolü

Yüksek ısı yalıtımı

CFC içermez

Çevre dostu

İZOCAMFLEX



İzocamflex ile iklimlendirme, ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinizdeki boru hatlarının yüzeylerinde yüksek ısı yalıtımı ve yoğuşma kontrolü sağlayın!

www.izocam.com.tr

izocam
izocam
izocamofficial
izocamofficial
izocamofficial

#arkasındaizocamvar

İZOCAM®

Vitoclima
Viessmann'dan her ihtiyaca uygun klima programı



Vitoclima ürün programı:

Vitoclima 100-S / Vitoclima 242-S ve 333-S / Vitoclima 200-S/HE bireysel ve ticari split kimalar
Vitoclima 300-S/HE Free joint çoklu sistem klimaları
Vitoclima 444-S ve 333-S ALL DC INVERTER VRF klima sistemleri

Viessmann 2,6-7 kW kapasite aralığında Vitoclima 200-S/HE High Seasonal, Pro ve Dynamic serisi duvar tipi split klimalar, 7-14 kW kapasite aralığında Vitoclima 100-S, 200-S ve 242-S ve 333-S ticari tip split klimalar, 5 iç üniteye kadar tek dış üniteye bağlanabilen Vitoclima 300-S/HE Free Joint DC Inverter çoklu-multi split-klimalar ve maksimum 272 kW (104 HP) dış ünite kapasitesine sahip Vitoclima All DC Inverter VRF klima sistemleri eksiksiz bir ürün programı ve her ihtiyaca uygun çözümler sunmaktadır.

www.viessmann.com.tr

VIESMANN

Değerli meslektaşlarım,

İnşaat sektörü içinde yer alan bina makina mühendisliği disiplininin önemi gün geçtikçe artıyor. Özellikle 2019 yılı sonunda ortaya çıkan Covid-19 küresel salgın hastalığı kapalı ortamların standartlara uygun şekilde havalandırılmasının önemini, taze hava-temiz hava kavramlarını, hava filtrasyon tekniklerini, iç ortam CO_2 seviyelerinin ölçüm-takip ve değerlendirilmesinin anlamını ve bütün bunların mesleğimizle olan ilişkisini iyice ortaya koymuştur. Hatta insan yoğun kapalı ortamların birçok solunum yolu hastalığının bulaşmasında da ne derece tehlikeler yaratabileceğini de göstermiştir. Ömrümüzün %80'inden fazlasını harcadığımız kapalı alanların sağlığımız ile doğrudan ilişkisi, kapalı alanlarda yaşam ve konfor şartlarını tasarlayan Bina Makina Mühendisliğinin insan sağlığını koruyucu bir mühendislik disiplini olduğunu açıkça göstermektedir.
Diğer yandan binalarımız küresel ısınma ve iklim değişikliği yaratan etkenler arasında en ön sırada yer alıyor. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) verilerine göre sanayi ve ulaşım sektörlerinin de önünde geliyor. Birleşmiş Milletler Paris Antlaşması ve Avrupa Yeşil Mutabakatı çerçevesinde, Bina Makina Mühendisliğinin üstüne düşen çok büyük sorumlulukların ister istemez oluştuğunu hissediyoruz. Önümüzdeki 30 yıl mesleğimizin önemini ortaya koyabilme açısından son derece önemli. Çünkü 2050'ye giden süreçte küresel ısınmanın 1,5°C üzerine çıkmaması için COP 26 Değerlendirme Raporu'nda belirtildiği gibi kullanabileceğimiz toplam hesap edilmiş karbon bütçesinin 350Gton mertebelerini geçmemesi gerekiyor. Hatta bu bütçenin ortalama yılda 40Gton tüketerek 2040 yılında sona ereceği de konuşuluyor. Sözün kısası hedefin 2050 değil 2040 olduğu da vurgulanıyor. Bu yaklaşıma paralel olarak da Bina Makina Mühendisliği içinde tasarım mühendisliği yapan, bina ruhsatlarına imza atan proje mühendislerinin sorumluluklarının çok artacağını şimdiden tahmin ediyoruz. Hatta mevcut bina stokunda bulunan büyük ölçekli binalardan başlayarak mekanik sistemlerin öncelikle verimli hale getirileceği ve de yenilebilir enerji kaynaklarının hızlıca kullanılmaya da başlanacağı ve bunun için de retrofit projelerinin çok hızlanacağı bir döneme giriyoruz.

Önümüzdeki dönemde Mekanik Tesisat Proje Müelliflerinin inşaat sürecindeki katkı paylarının ve sorumluluklarının binaların sağlıklı oluşumunda son derece önemli olacağını şimdiden düşünüyoruz. Bunun için proje müelliflerinin görev alanının genişletilmesinin faydalı olacağını düşünüyorum. Proje müellifleri ruhsat projelerini bitirdikten sonra aşağıda belirtilen kapsam dahilinde de çalışmalarına devam etmeliler.

1-Sahadaki olası değişikliklere göre imalat esnasında oluşan revizyonların projeye doğru şekilde işlenmesinin takibi,
2-Ekipman ve malzemelerin proje ve ihale dokümanlarına uygun satın alımının kontrolü,
3- Otomasyon sisteminin nokta analizlerinin oluşturulması,
4- Test-Ayar ve Dengeleme (TAD) işlemlerinde ve de "Commissioning" dediğimiz performans testlerinde nezaret ederek bilgi paylaşımında bulunulması,
5- Shop Drawing ve As-Built projelerine onay vererek proje dokümanlarının nihai hale getirilmesi yatırımcı ve/veya işletmeciye aktarılmasının takibi,
6-İşletme personeline olası sistem senaryoları ile bilgi aktarımında bulunması.

Bütün bu çalışmalar yapılırken de proje müelliflerinin mesleki sorumluluk sigortası kapsamı dahilinde çalışıyor olması son derece önemlidir. Mesleki sorumluluk sigortasının ülkemizde devreye girmesi halinde proje müellifinin hizmet kalitesini de ister istemez artıracağı kesindir.
Önümüzdeki süreçte binaların karbon emisyonlarının ruhsat aşamasında beyan edilen ortalama miktarın işletmede gerçekleşen kg CO_2 miktarı ile mukayese edilebileceği ve buna göre tedbirlerin alınabileceği bir dönem olacağını da öngörüyoruz. Bu kapsamda ortaya çıkan CO_2 emisyonu bir nevi proje müellifinin başarısının da göstergesi olabilir eğer gerçekten yukarıda belirtilen sorumluluk verilirse.

Meriç Sapçı
TTMD 15. Dönem Yönetim Kurulu Başkanı

KÜNYE

ISSN 1302 - 2415
www.ttmd.org.tr

TTMD
ISITMA, SOĞUTMA,
HAVALANDIRMA,
KLİMA, YANGIN VE SIHHİ
TESİSAT E-DERGİ
HVAC, Refrigeration, Fire
Safety & Sanitary E-Journal

TTMD Adına Sahibi
Meriç Sapçı

Dergi Yayın Yönetmeni
Doç. Dr. M. Zeki Yılmazoğlu

Dergi Yayın Yönetmeni Yrd.
Doç. Dr. Ziya Haktan Karadeniz

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Ozan Yavuz

Dergi Yayın Kurulu

Prof. Dr. İbrahim Atmaca
Sinan Soğancı
Hamit Mutlu
Dr. Ece Kalaycıoğlu Özdemir
Emre Özmen
Nermin Köroğlu Isın
Ece Fırat
Berke Çelikel
Hande Melek Ultav

Danışma Kurulu

Abdullah Bilgin
Prof. Dr. Ahmet Arısoy
Akdeniz Hiçsönmez
Bahri Türkmen
Prof. Dr. Birol Kılkış
Prof. Dr. Bülent Yeşiltata
Cafer Ünlü
Erdinç Boz
Ersin Gökbudak
Doç. Dr. Gülsu Harputlugil Ulukavak
Gürkan Arı
Prof. Dr. Halime Paksoy
Hüseyin Erdem
Kani Korkmaz
Dr. Kazım Beceren
Prof. Dr. Macit Toksoy
Dr. Muhyettin Sirer
Nevroz Karakuş
Prof. Dr. Nilüfer Eğrican
Numan Şahin
Ömer Kantaroğlu
Sarven Çilingiroğlu
Serdar Gürel
Yalçın Katmer

İletişim

TTMD Genel Merkezi:
Bestekar Caddesi Çimen Apt.
No:15/2 Kavaklıdere / Ankara
Tel: 0312 419 45 71 - 72
Faks: 0312 419 58 51
Web: www.ttmd.org.tr
E-posta: ttmd@ttmd.org.tr

Yapım

Doğa Ajans
Alinazım Sok. No: 30
Koşuyolu, Kadıköy-İstanbul
www.dogaajans.com.tr

TTMD E-Dergi, elektronik ortamda yayımlanmaktadır.

TTMD Yönetim Kurulu

Meriç Sapçı (Başkan), Tamer Şenyuva (Başkan Yrd.), Dr. Kemal Gani Bayraktar (Başkan Yrd.), Nermin Köroğlu Isın (Başkan Yrd.), Kemal Gökay (Genel Sekreter), Ceren Ercan (Muhasip Üye), Arkun Andıç (Üye), Prof. Dr. İbrahim Atmaca (Üye), Merve Sabay (Üye), Oktay Güven (Üye), Seçil Kızanlık İskender (Üye), Seçkin Erdoğmuş (Üye), Sinan Soğancı (Üye)

Temsilcilikler

Adana - Savaş Geçgeldi
Ankara - Yusuf Eren Gürdal
Antalya - İsmail Cem Çetin
Bursa - Hamit Mutlu
Denizli - Fatih Yaşa
Diyarbakır - İlhan Güler
Erzurum - Mustafa Yalçın Özçelik
Eskişehir - Ferhat Gül
Gaziantep - Mehmet Cihan Beyhan
İstanbul - Hediye Pınar Gürler
İzmir - Hakan Kocaova
Kayseri - Murat Karasakal
Kocaeli - Serkan Demir
Konya - Kenan Özsağlam
Samsun - Cem Gürel

Uluslararası Temsilciler

Belçika - Dr. Mehmet Mersinligil
Birleşik Krallık - Okan Sever
Fransa - Kıvanç Ezer
İsviçre - Yalçın Katmer

Uluslararası İşbirlikleri

- IEA EBC TCP - International Energy Agency Energy in Buildings and Communities Technolog Collaboration Programme
- IEA ECES TCP - International Energy Agency Energy Conservation Through Energy Storage Technology Collaboration Programme
- IEA SHC TCP - International Energy Agency Solar Heating Cooling Technology Collaboration Programme
- IBPSA - International Building Performance Simulation Association
- AEE - The Association of Energy Engineers
- ASHRAE - American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
- EHPA - European Heat Pump Association
- ISHRAE - Indian Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
- PHVACR - Pakistan HVACR Society
- REHVA - Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations

TTMD Dergisi Makale Yazım Kuralları

1. Değerlendirme için editöre iletilen makaleler yazarların istediği yazı ve referans formatında (your paper your way) ilk sunuş için hazırlanabilir.
2. Makalede sırasıyla Türkçe Başlık, Özet, Anahtar Kelimeler, İngilizce Başlık, Özet ve Anahtar kelimeler, Giriş, Metot, Sonuçlar, Değerlendirme, Bilgi, Semboller, Kaynaklar ve yazarların kısa özgeçmişleri (maksimum 50 kelime) yer almalıdır.
3. Makaleler ".doc" ya da ".docx" uzantılı olarak editöre iletilmelidir.
4. Makaleler değerlendirme kolaylığı açısından 1.5 satır boşluğu, tek sütun ve iki yana yaslı olarak hazırlanmalıdır.
5. Tablo başlığı tablonun üzerinde, şekil başlığı şeklin altında olmalıdır.
6. Değerlendirme için editöre gönderilen makaleler öncelikle editör kontrolünden geçmektedir. İçerik yönünden uygun bulunmayan makaleleri editör değerlendirmeye almama yetkisine sahiptir.
7. Editör içeriği uygun bulması halinde makaleyi hakemlere gönderecektir. Değerlendirmede single blind review sistemi kullanılmakta olup hakem bilgileri yazarlarla paylaşılmamaktadır.
8. Hakem raporu doğrultusunda kabul edilen makalelerin referansları yazar soyadına göre alfabetik olarak düzenlenmeli ve metin içinde yazar soyadı ve yayın yılı olarak belirtilmelidir.
9. Makaledeki resimler ve fotoğraflar yüksek kalitede olmak zorundadır.
10. Kabul edilen makalelere ait Telif Hakkı Devir formu sorumlu yazar ya da tüm yazarlar tarafından imzalandıktan sonra basıma alınacaktır.
11. Makaleler direkt olarak ttmd@ttmd.org.tr e-posta adresine gönderilebilir.
12. Yayınlanan makalelerin olduğu dergi sayısı sorumlu yazarın adresine e-posta yoluyla gönderilecektir.

TTMD Dergisi Makale Yazım Etik Kuralları

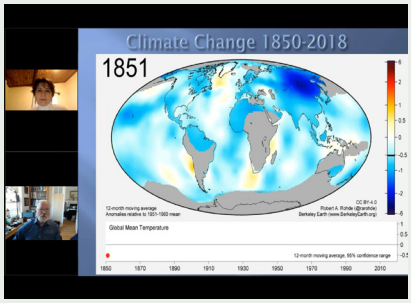
1. Makalelerin konusu, mekanik tesisat mühendisliği uygulamaları, projelendirme ve hedef kitlenin genel mesleki ilgisine yönelik konulardan seçilmelidir.
2. Makalelerde ciddi ve teknik bir dil kullanılmalı, genel ahlak kurallarına riayet edilmelidir.
3. Makalelerde geçerli dil Türkçe'dir. Teknik bir zorunluluk olmadıkça kullanılan kelimelerin yabancı dilde olmamasına özen gösterilmelidir.
4. Makalelerde belirli bir zümre, sınıf, kişi, şirket veya şirketler topluluğunun menfaati öne çıkarılamaz veya hedef gösterilemez. Bu konuda reklam veya propaganda yapılamaz.
5. Özellikle sistem veya cihaz tanıtımı yapılan makalelerde ürünün (veya sistemin) markası kesinlikle belirtilmediği gibi; imalatçı, uygulamacı vs. firmaların tanıtım ve reklamı da yapılamaz.
6. Makale başlıkları herhangi bir firmaya ait reklam sloganlarıyla aynı olamaz veya benzerlik göstermez.
7. Yayımlanması teklif edilen makaleler daha önce herhangi bir dergi veya kitapta yayımlanmamış olmalıdır.
8. Aynı makale, farklı tarihlerde de olsa, iki defa yayımlanamaz.
9. Makalelerde bilerek veya yönlendirme amacıyla yanlış bilgiler verilemez.
10. Makalede anlatılan konu yazarın sorumluluğundadır.


TURKISH SOCIETY OF HVAC & SANITARY ENGINEERS
TTMD
1992
TURKEY
XV TTMD INTERNATIONAL HVAC&R TECHNOLOGIES SYMPOSIUM
Future and HVAC Systems
20-23 September 2022
A+
www.ttmd.org.tr/2022sempozyum/en/
symposium@ttmd.org.tr
ONLINE

Ocak / Mart 2022

Başkandan **05**

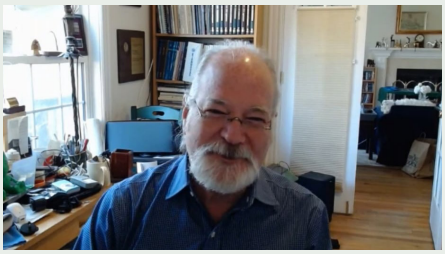
Haberler **10**







- TTMD 2022 Olağan Genel Kurulu Yapıldı
- TTMD AB Projesi Bilgilendirme
- XV. TTMD Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu
- TTMD Akademi HVAC Tasarım Esasları Kursu Tamamlandı
- TTMD ve İSİB Özbekistan'a Ziyaret Düzenledi
- TTMD Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Projesi Enerji Performans Verimliliği Çalıştayına Katıldı
- TTMD-AUTODESK Çevrimiçi Semineri: Bina Mühendisliğinde Dijital Dönüşüm
- Absorpsiyonlu Soğutma Grupaları-Tercih-Seçim Kriterleri ve İşletme Problemleri Anlatıldı
- TTMD Çevrimiçi Semineri: Parametrik Modelleme Yöntemi ile Bina Günışığı Etkisinin İncelenmesi
- Trijenerasyon Uygulamaları ve Kapasite Seçiminde Optimizasyon
- Yangın Pompa İstasyonlarında Uygulama Hataları Semineri Yapıldı
- Yapı Sektöründe Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yöntemi Anlatıldı
- TTMD Semineri: "Güvenli ve Tasarruflu Buhar Üretimi - Buhar Jeneratörleri"
- Yarı Kapalı Sera Konsepti Uygulamaları Anlatıldı
- TTMD Çevrimiçi Semineri: İklim Değişikliği ve Kentleşmenin Gelecekteki Bina Performansı Üzerindeki Etkileri
- Çevrimiçi Seminer: "Mühendisler Geleceğin Hekimleridir" ve "Sağlık Bakımıyla İlişkili Enfeksiyonlar ve Hastane İç Hava Kalitesi"
- CLIMA 2022'de REHVA Kursu: "Sıfıra Yakın Enerjili Binaların Tasarım Stratejileri, Akdeniz Bölgelerindeki Konut Binaları için Sistemler, İlkeler ve En İyi Uygulamalar"
- TTMD COP 26 Toplantılarına Katıldı
- TTMD Eko İklim Zirvesi'ne Katıldı
- 80. Carrier HAP Eğitimi
- TTMD II. Dönem Mentorluk Programı Başladı
- Mekanik Tesisat Sektörünün Çınarlarından Haçik Eram Aramızdan Ayrıldı



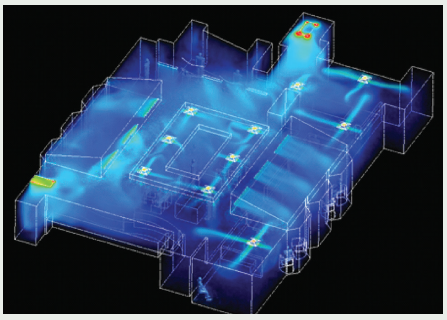
28



34



26



50



TTMD Üyelik Ayrıcalıkları 26

Dr. Drury Crawley ile Söyleşi 28

Yaklaşan Etkinlikler 32

Makale 34

DuBOIS ve DuBOIS Eşitliği: İnsanlarin Vücut Yüzey Alanlarinin Hesaplanm

Makale 46

Radyant Soğutma: Mahalleri Değil, İnsanları Şartlandırmak

Makale 50

Merkezi HVAC Filtrasyonuna Karşı Taşınabilir Hava Temizlemeli Filtrasyon: Kamusal Alanlarda COVID-19'un Önlenmesi

Makale 60

Kripto Para Veri Merkezi Gelişimini Zorluyor

Makale 64

Bir Binanın Yerleşim Planlarının Soğutma Yükü Üzerine Etkisinin Sayısal Olarak Araştırılması

TTMD 2022 Olağan Genel Kurulu Yapıldı

Türk Tesisat Mühendisleri Derneği 2022 yılı Olağan Genel Kurulu, 26 Mart 2022 tarihinde yeterli çoğunluğun katılımıyla Ankara Latanya Otel'de gerçekleştirildi. TTMD Yönetim Kurulu Başkanı Meriç Sapçı'nın açılış konuşmasıyla başlayan toplantıda, saygı duruşu ve İstiklal Marşı'nın ardından Genel Kurul Divan Başkanlığı'na Levent Tosun, yardımcılığına M. Samet Uslu, yazmanlığa Cengiz Üner seçildi.

Gündem maddelerinin karara bağlanmasının ardından Yönetim Kurulu Başkanı Meriç Sapçı ve Genel Sekreter Kemal Gökay, 2022 faaliyet raporuyla ilgili Genel Kurul'a bilgilendirmede bulundu. 2021-2022 Dernek ve İktisadi İşletme mali tablolarının sunumunun ardından dernek ve bütçe çalışmaları oybirliği ile kabul edildi. Genel Kurul Toplantısı, dilek ve öneriler bölümünden sonra Meriç Sapçı'nın kapanış konuşmasıyla tamamlandı.





TTMD 2022 Faaliyet Raporu: https://ttmd.org.tr/haberler/ttmd-faaliyet-raporu-2022

TTMD AB Projesi Bilgilendirme

İklimlendirme alanında toplumun tüm kesimlerinin kendi ihtiyaçları doğrultusunda öğrenme olanağı bulduğu, sosyal ve ekonomik kalkınmayı destekleyen, istihdama hazır, yenilikçi ve kaliteye dayalı bir eğitim sistemi oluşturmak amacıyla hazırlanan projemiz kapsamında, tesisat teknolojisi ve iklimlendirme alanında çalışan 180 meslek lisesi öğretmenin nitelikli eğitici eğitimi alması sağlanacaktır. TTMD, HARUSEM ve ISKAV işbirliğinde Şanlıurfa'da gerçekleştirilecek eğitimler ile öğretmenlerin sektördeki yenilikçi teknolojik gelişmelerden haberdar olması, kamu kurumları, özel sektör temsilcileri ve sektörel sivil toplum kuruluşları arasında mesleki eğitim konusunda işbirliği ortamı oluşturulması hedeflenmektedir.

Tesisat teknolojisi ve iklimlendirme sektöründeki ülkemizdeki eğitim sistemi için bir boşluk analizi yapılacaktır. Almanya'daki uygulamayı detaylıca incelemek adına IKKE ile işbirliği yapılarak teknik gezi gerçekleştirilecektir. Mevcut durum doğrultusunda, sektörün tüm tarafları ile belirlenen bu boşluklar için çözüm üretmek amacıyla iki diyalog aktivitesi yapılacaktır. İstihdamın gerçekleşeceği özel sektör ihtiyaçlarının doğrultusunda hazırlanacak olan içerik ile 180 öğretmene 7 gün boyunca eğitim verilecektir. Bu sayede hem eğitmenlerin kapasite gelişimi hem de eğitimin kalitesinin artırılması hedeflenmektedir. Aynı zamanda eğitim içeriklerine çevrimiçi ulaşımın sağlanması için bir e-öğrenme platformu da hazırlanacaktır. Projede kurulacak olan merkez ile de eğitimlerin sürdürülebilir olması sağlanacaktır.

Destek Programı: Sektörel Mükemmeliyet Merkezleri Kurulması Yoluyla Mesleki ve Teknik Eğitimin Kalitesinin Artırılması (IQVETIII)

Proje Adı: Tesisat Teknolojisi ve İklimlendirme Sektöründeki Mesleki Eğitim ve Öğretim Kalitesinin Artırılması

Proje Ortakları: Türk Tesisat Mühendisleri Derneği (TTMD), Isıtma Soğutma Klima Araştırma ve Eğitim Vakfı (ISKAV), Harran Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi (HARUSEM)

Proje Süresi: 18 Ay

XV. TTMD Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu

İki yılda bir yapılan "Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu"nun on beşincisi 20-23 Eylül 2022 tarihlerinde sanal olarak yapılacaktır. Bu sempozyum, uluslararası ve ulusal kuruluşların destekleri, yurt içi/yurt dışı üniversite ve firma temsilcilerinin katkıları ile gerçekleştirilecektir. TTMD tarafından düzenlenen ve teknolojik gelişmeleri tanıtacak bildirilerin sunulacağı bu büyük buluşmaya sizi de davet ediyoruz.



SEMPOZYUMUN AMACI

İlki 1994 yılında gerçekleştirilen ve on beşincisi yapılacak olan Uluslararası Yapıda Tesisat Sempozyumu, sürekli gelişerek her yeni dönemde daha geniş kitlelere ulaşmaktadır. İki yılda bir yapılan bu sempozyumun amacı; Isıtma, Soğutma, Havalandırma, İklimlendirme ve Sıhhi Tesisat alanlarında bilimsel ve teknolojik gelişmeleri tartışabilmek, ayrıca tasarımcı, uygulayıcı, araştırıcı ve işletmecilerin deneyimlerinden faydalanabilecek uygun bir platform yaratmaktır. Doğu ve Batı arasında coğrafi, ticari, bilgi ve teknoloji alanlarında bir buluşma merkezi, bir köprü olacaktır.

SEMPOZYUMUN TEMASI

Gelecek ve HVAC Sistemleri

SEMPOZYUM KONU BAŞLIKLARI

1.Covid-19 ve HVAC Sistem Çözümleri
2.Bina İşletim Sistemleri: Modelleme, Veri ve Simülasyon
3.Dijitalleşme, Bilgi Teknolojileri ve İşletim Teknolojileri
4.İç Mekan Çevre Kalitesi ve Yeni Tasarım Kriterleri
5.Mikroklima, Bina Etkileşimleri ve Dayanıklılık/Esneklik
6.Enerji Etkin Binalar
7.Yeni HVAC Sistem Tasarım Yaklaşımları
8.Yenilenebilir Enerji Kullanımı

ÖNEMLİ TARİHLER

Bildiri Gönderim: 15 Nisan 2022
Bildiri Kabul: 20 Mayıs 2022

Ücretsiz Kayıt Olmak İçin: https://www.ttmd.org.tr /2022sempozyum/tr/

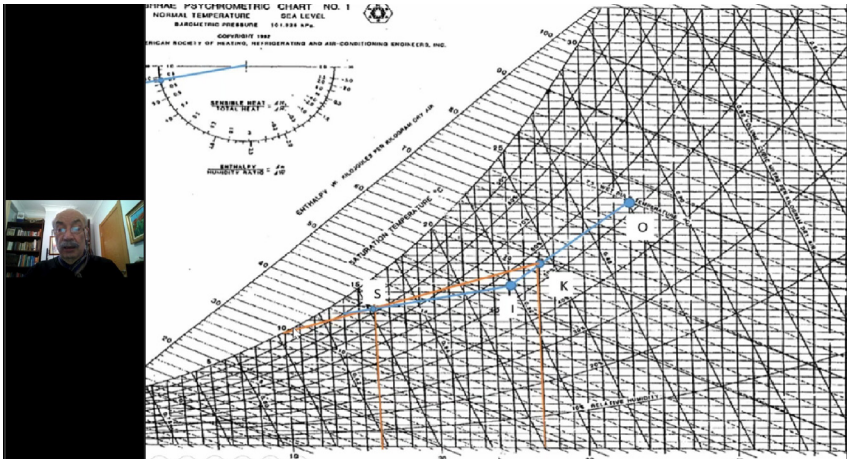
TTMD Akademi HVAC Tasarım Esasları Kursu Tamamlandı

TTMD AKADEMİ, tesisat mühendisleri için daha önce gerçekleştirdiği ve ASHRAE HVAC Fundamentals ile CIBSE Guide A Environmental Design ciltlerinin esas alındığı kursu, 22 Şubat - 23 Mart 2022 tarihleri arasında gerçekleştirildi.

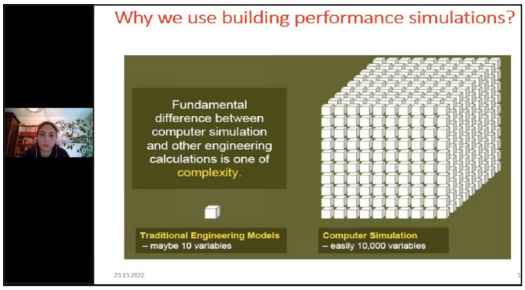
Prof. Dr. Ahmet Arısoy ve Prof. Dr. Yakup Erhan Böke ve Dr. Ece Kalaycıoğlu Özdemir tarafından GoToMeeting uygulaması üzerinden çevrimiçi düzenlenen dördüncü eğitime 30 kişi katıldı.

Tasarım becerisi kazanmak isteyen mühendisler, HVAC sektöründe yeni olan ve deneyim kazanmak isteyen tasarımcılar, mimarlar ve satış mühendislerine yönelik kursta şu içeriklere yer verildi.

- Proje temel bilgileri
- Psikometri
- İç ortam tasarım koşulları, ısıl konfor
- İç hava kalitesi
- Havalandırma esasları



- Dış ortam tasarım koşulları, iklim verileri
- Isıtma yükü hesapları
- Soğutma yükü hesapları
- Enerji tüketiminin hesabı



TTMD Akademi'nin düzenleyeceği eğimlerden haberdar olmak için www.ttmd.org.tr ve TTMD sosyal medya hesaplarını takip edebilirsiniz.

TTMD ve İSİB Özbekistan'a Ziyaret Düzenledi

TTMD ve İklimlendirme Sanayi İhracatçıları Birliği (İSİB), 8-11 Şubat 2022 tarihleri arasında Özbekistan'a büyük bir ticari heyet programı düzenledi. Ticari heyet programı dışında pek çok üst düzey kamu görüşmeleri ve firma ziyaretleri de yapıldı.

Türkiye'den 32 firmanın iştirak ettiği ticari heyet organizasyonuna TTMD'yi temsilen Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı Nermin Köroğlu Isın ve TTMD Üyesi Burcu Kocaova Karaman katıldı. İkili iş görüşmelerinin yapıldığı 9 Şubat 2022 tarihinde Nermin Köroğlu Isın TTMD, tesisat mühendisliği sektörü ve Türk tasarımcıların ürünleri olan büyük binalar ve prestijli mühendislik çalışmalarını tanıtan iki ayrı sunum gerçekleştirdi. Daha sonra başlayan ikili iş görüşmelerine Özbekistan'dan 157 firmadan 204 yetkili katılım sağladı. Programda 400'den fazla ikili iş görüşmesi ve ziyaret gerçekleştirildi.





TTMD Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Projesi Enerji Performans Verimliliği Çalıştayına Katıldı

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından düzenlenen "Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Projesi Enerji Performans Verimliliği" Çalıştayı 17 Mart 2022 tarihinde gerçekleştirildi. Toplantıya TTMD adına Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı Nermin Köroğlu Isın, TTMD BİD Komitesi Başkanı Cüneyt Mert ve Başkan Yardımcısı İlkin Sevigen katıldı.

"Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Projesi" (KABEV) Dünya Bankası kredisi ile Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. Toplam 200 milyon ABD Doları kredi sağlanan projenin ana hedefi, kamu binalarında enerji kullanımını azaltmak ve ulusal bir programı desteklemek için uygun sürdürülebilir finansman ve kurumsal mekanizmalar geliştirmek ve ölçeklendirmek için bir geçiş planı geliştirmektir. KABEV Projesi ile kamu binalarında enerji verimliliğine yönelik iyileştirmeler yapılarak enerji tüketimlerinin azaltılması ve tasarrufun sağlanması, fosil yakıtlardan kaynaklı atmosfer ve insan sağlığı için zararlı karbondioksit emisyonunu azaltarak çevrenin korunması, enerjiden kaynaklı cari açığın azaltılması, ulusal düzeyde sosyal ve ekonomik fayda sağlanması, kamu binalarının öncü olarak enerji verimliliği ve çevrenin korunması konularında farkındalığın artırılması amaçlanmaktadır.

Proje ile Türkiye genelinde okul, hastane, üniversite binası, idari bina gibi kamu binalarında ısı yalıtımı, ısıtma sisteminin iyileştirilmesi, binanın enerji ihtiyacı için güneş enerjisi uygulamaları gibi yenilenebilir enerji sistemlerinin kurulması, v.b. enerji verimliliği önlemleri uygulanacaktır. Enerji verimliliğinin yanı sıra kamu binalarında çalışan ve bina ziyaretçilerinin bina içi iklimlendirme, aydınlatma gibi unsurların iyileştirilmesi ile konfor şartları da artırılacaktır. Aşağıda belirtilen uygunluk kriterlerini sağlayan kamu binaları KABEV projesi kapsamına alınacaktır:



- Bina mülkiyetinin merkezi hükümete ait olması
- Aday binaların kapatılma, yıkılma ya da özelleştirmeye dair herhangi bir kararı olmaması
- Yapı ruhsat tarihi itibariyle kamu binasının 2014 yılı ve öncesinde inşa edilmiş olması
- Binaların deprem güçlendirme ihtiyacı olmaması ve yapı ruhsat tarihi 2000 yılı öncesi olan binaların deprem analiz raporunun olması
- Son 10 yılda enerji verimliliğine esas kapsamlı bir iyileştirme yapılmamış olması

TTMD-AUTODESK Çevrimiçi Semineri: Bina Mühendisliğinde Dijital Dönüşüm

TTMD ve AUTODESK tarafından düzenlenen "Bina Mühendisliğinde Dijital Dönüşüm" konulu çevrimiçi seminer 13 Ocak 2022 tarihinde gerçekleştirildi. TTMD Yönetim Kurulu Başkanı Meriç Sapçı'nın moderatörlüğünde yapılan etkinliğine Ümit Balaban ve Evren Arın konuşmacı olarak katıldı.



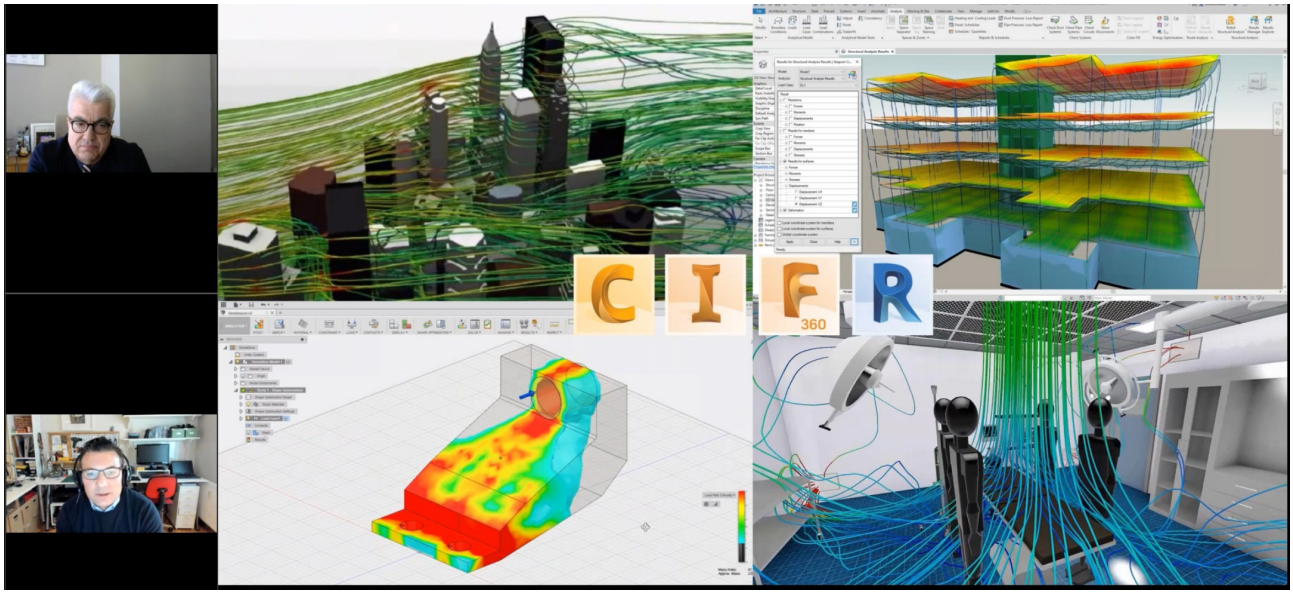
Açılışta konuşan TTMD Başkanı Meriç Sapçı; "Bina mühendisliği konusunda çalışan makina mühendisleri olarak dijital teknolojilerin bizim çalışma yöntemlerimizi değiştirdiğinin farkındayız. Sektörümüzde artan bu dijitalleşme tasarım, üretim, tedarik ve montaj konularında construction 4.0'a doğru büyük ama yavaş bir geçiş yaşatmaktadır. Dijitalleşme bu süreçte sadece aralıksız çalışmayı mümkün kılmak için değil aynı zamanda maliyet, verimlilik, sağlık ve güvenlik faydaları nedeniyle de hayatımızda ön plana çıkmıştır" dedi.

Dijital Dönüşüm ve BIM konulu kısa bir sunum gerçekleştiren Autodesk Ülke Yöneticisi Evren Arın ise, insan hayatını özellikle son zamanlarda etkileyen pandemi, iklim değişikliği, nüfus artışı, otomasyon gibi etkenleri sıraladıktan sonra inşaat sektörünün dijital dönüşümünün tarihsel sürecinde yer alan CAD, BIM, Bulut ve Yapay Zeka evreleri hakkında bilgi verdi. Arın, Dijital dönüşümün dijitalleşme, bağlantı, optimizasyon ve evrilme olmak üzere 4 aşaması olduğunu belirterek bu aşamalara kısaca değindi.

Dijitalleşmeyi "yeni gelir ve değer üreten fırsatlar sağlamak için dijital teknolojileri bir iş modeline değiştirilerek kullanılması" şeklinde tanımlayarak sunumuna başlayan Ümit Balaban, diğer sektörlere göre inşaat verimliliğini gösterdikten sonra inşaat firmalarının artık daha iyi kararlar vermek, verimliliği artırmak, iş sahası güvenliğini artırmak ve riskleri azaltmak için Büyük Veri yönetimini kullandığını söyledi. Veri yönetimindeki zorlukları veri siloları, veri depoları geliştirme, veri ve mimari karmaşası, veri kalitesi, personel kalitesi ve veri dostu bir kültür oluşturma şeklinde sıralayan Balaban, veri yönetiminin gelir artışı, müşteri memnuniyetini arttırma, verimliliği arttırma, yeni uygulamalara geçme, analitik sonuçların gelişmesi ve rekabetçi avantaj gibi birçok yararı olduğunu belirttikten sonra big data yönetimine ilişkin örnek tablolar sundu.

Ortak veri platformu (CDE) sayesinde doğru bilginin doğru zamanda doğru kişiye ulaşmasının sağlandığını söyleyen Balaban sunumunun devamında Autodesk Construction Cloud platformu içinde yer alan çeşitli tasarım, işbirliği ve koordinasyon modülleri hakkında detaylı bilgiler aktardı.

Katılımcıların yoğun ilgi gösterdi soru-cevap bölümünün ardından seminer sona erdi.

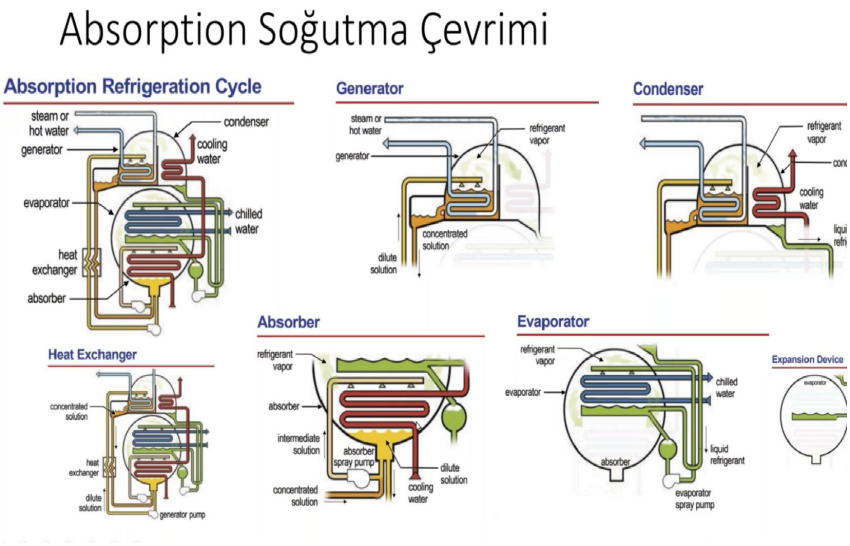


Absorpsiyonlu Soğutma Grupaları-Tercih-Seçim Kriterleri ve İşletme Problemleri Anlatıldı

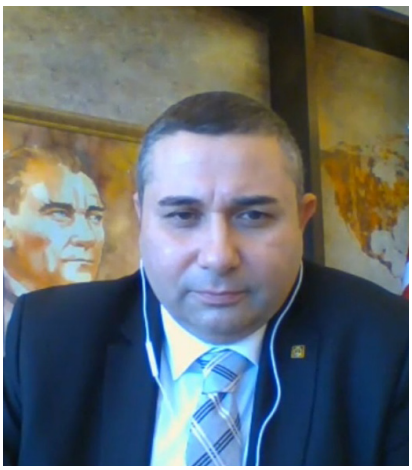
TTMD tarafından düzenlenen Absorpsiyonlu Soğutma Grupları-Tercih ve Seçim Kriterleri, Karşılaşılan İşletme Problemleri konulu çevrimiçi seminer 20 Ocak 2022 tarihinde gerçekleştirildi. Mustafa Sarıca ve İsmail Yazıcı'nın konuşmacı olarak katıldığı seminerin moderatörlüğünü TTMD Yönetim Kurulu Üyesi Prof. Dr. İbrahim Atmaca yürüttü.

Sunumuna absorpsiyonlu soğutma gruplarının çalışma prensibi, özellikleri ve çeşitleri hakkında bilgi vererek başlayan Mustafa Sarıca; absorpsiyonlu soğutma gruplarının ayırıcı özelliklerini mekanik kompresör olmaması, ana enerji kaynağının elektrik olmaması, soğutucu akışkanın su olması, COP değerinin çok küçük olmakla birlikte enerji kaynağı olarak atık ısı kullanması ve çok az elektrik tükettiği için standart COP değerlendirmesinin sağlıklı olmadığı şeklinde sıraladıktan sonra absorbsiyon soğutma çevrimini grafikleri üzerinden anlattı.

Absorpsiyonlu soğutma gruplarının tercih edilme nedenleri hakkında konuşan Sarıca: "Atık ısı varsa, elektrik sarfiyatı yüksekse, soğutucu akışkan ile ilgili çevresel duyarlılıkla yaklaşma mecburiyeti varsa, ses problemi mevcutsa ve trigenerasyon uygulaması için koşullar uygunsa absorpsiyonlu soğutma grupları tercih edilebilir. Seçim kriterlerine bakarsak, sistemde sürekli soğutma yükü bulunması gereklidir. Soğutma yükünün ani olarak dalgalanmaması, soğutma gruplarının yüksek yükte çalışacak şekilde boyutlandırılması önemlidir. Isı kaynağının özelliklerine uygun seçim ve boyutlandırma yapılması, soğutma kulesinin doğru boyutlandırılması, otomatik sıcaklık kontrolüne sahip olması, ısı kaynağının kısmi yüklere uygun otomatik olarak reglajının



sağlanması, kontrol sisteminin kısmi yük senaryosuna tam uyumlu olması, işletme teknik personelinin orta ve uzun vadede ihtiyaç duyulan becerilere sahip olmasının planlanmış olması sayılabilecek diğer seçim kriterlerindendir" dedi. Uygulamalarda meydana gelebilecek kristalizasyon gibi problemlere de değinen Mustafa Sarıca ve İsmail Yazıcı, işletme ve bakımla ilgili bilgiler verdikten sonra katılımcılardan gelen soruları yanıtladı.



Çevrimiçi seminer videosu: https://youtu.be/bfLFzjv9mmg

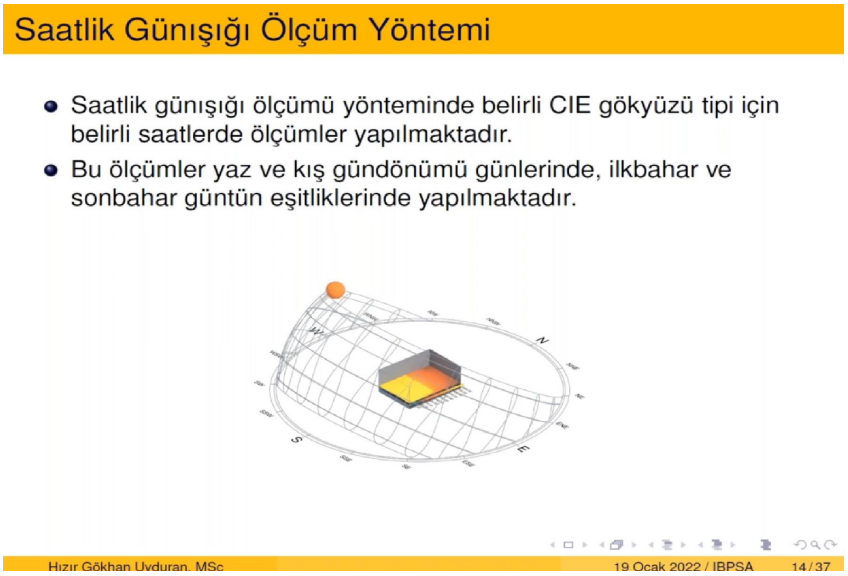


TTMD Çevrimiçi Semineri: Parametrik Modelleme Yöntemi ile Bina Günışığı Etkisinin İncelenmesi

TTMD tarafından düzenlenen Parametrik Modelleme Yöntemi ile Bina Günışığı Etkisinin İncelenmesi konulu çevrimiçi seminer 19 Ocak 2022 tarihinde gerçekleştirildi. Moderatörlüğünü Baran Tanrıverdi'nin yaptığı seminere Hızır Gökhan Uyduran konuşmacı olarak katıldı. Günışığını neden etkili kullanılmalı sorusuna yapay aydınlatma talebinin azaltılması, farklı gölgelendirme elemanlarının değerlendirilerek kamaşma riskinin azaltılması, yazın istenmeyen ısı kazançlarını azaltma ve kışın güneş ışınımlarından yararlanma şeklinde yanıt vererek sunumuna başlayan Hızır Gökhan Uyduran, günışığının şehir yoğunluğu, oda özellikleri, açıklık boyutları gibi sınırlamalar nedeniyle düzgün kullanılamadığını söyledi. Günışığını ölçmek için durağan günışığı modelleme yöntemleri ve iklim tabanlı günışığı modelleme yöntemleri olduğunu belirten Uyduran, günışığı çarpanı, saatlik günışığı miktarı, faydalı günışığı aydınlığı, günışığı otonomisi, yıllık günışığına maruz kalma gibi modeller hakkında bilgi verdikten sonra parametrik tasarımla ilgili olarak; "Parametrik tasarım değişimdir ve parametrik modelleme değişimi temsil eder. Belirgince oluşturulmuş parametreler ile tasarım oluşturulabilir, değerlendirilebilir ve tekrardan oluşturulabilir. Parametrik modelle çalışan mimarlar, ne tasarladıklarını düşünmenin yanı sıra, tasarımlarını nasıl oluşturacaklarını açıklayan formüllerin parametrelerin ve ilişkilerin mantıksal sırasını da düşünmelidir. Parametrik tasarım bu yüzden her bir geometrik ilişkiyi düşünmeye zorlamaktadır. Parametrik günışığı modelleme ise farklı tasarımların insan girdisine gereksinim olmadan denenmesine olasılık vermektedir" dedi. Konuşmacı son bölümde parametrik tasarım modellemesinde kullanılan programlar hakkında bilgi vererek örnek durum incelemesi sundu.



Çevrimiçi Seminer Videosu: https://youtu.be/Ue9GfnnZwsU





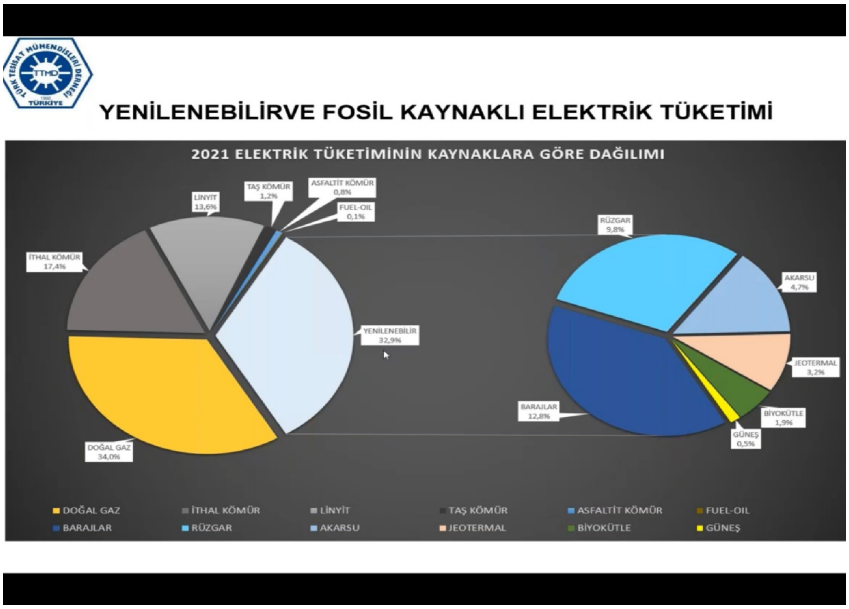
Trijenerasyon Uygulamaları ve Kapasite Seçiminde Optimizasyon

TTMD'nin düzenlediği Trijenerasyon Uygulamaları ve Kapasite Seçiminde Optimizasyon konulu çevrimiçi seminer 26 Ocak 2022 tarihinde yapıldı. Prof. Dr. İbrahim Atmaca'nın moderatörlüğünde gerçekleşen etkinliğe Hamdi Hoplamaz konuşmacı olarak katıldı.

Bugün yaşanan küresel ısınmanın etkilerini, karbon dioksit miktarı, küresel sıcaklık, arktik buzul, buzul tabakaları, deniz seviyesi verileri üzerinden göstererek sunumuna başlayan Hamdi Hoplamaz, salım azaltımı yol haritasına değindikten sonra ülkemizin 2020-2021 yılında yenilenebilir enerji kaynaklı ve fosil kaynaklı elektrik tüketimi verilerini, Türkiye'nin yıllık doğalgaz görünümünü, sektörlere göre doğal gaz tüketim miktarlarını ve enerji yoğunluğunu sergileyerek elektrik üretiminde atmosfere CO_2 salımına değindi.

Kojenerasyon tanımı ve sistemlerinde kullanılan üreteçlerden bahsettikten sonra kojenerasyon ve trijenerasyon sistemlerinde kullanılan yakıt çeşitlerini hidrojen, biyogaz, çöpgazı, doğalgaz, kömür, kok gazı şeklinde sıralayan Hoplamaz, basit çevrim, kombine çevrim ve kojenerasyon elektrik üretim çevrimlerini kıyaslayarak anlattı. Kojenerasyonun neden kullanılması gerektiğiyle ilgili konuşan Hoplamaz; "Kojenerasyon ile elektrik ve ısı enerjisi kullanım verilerini toplamda %90'a kadar çıkarmak olasıdır. Elektrik+ısıtma+soğutma yani trijenerasyon mümkündür. Maliyeti düşük elektrik ısı üretiminden dolayı kullanıcıların rekabet şansı artar. Yüksek verimlilik kullanımı ile düşük sera gazı üretilir, tesisin karbon ayak izi küçülür. Diğer santrallara göre daha kısa devreye alma süresine sahiptir. Temiz ve kesintisiz kaliteli elektrik üretimi gerçekleşir. İletim ve dağıtım kaybı olmaması elektrik verimliliğini artırır, iletim ve dağıtım sistemlerinde ilave yatırım gerekmez. Kojenerasyon sistemleri gıda, tekstil, kimya, kağıt, çimento, demir-çelik gibi birçok fabrikada kullanılabilir" dedi.





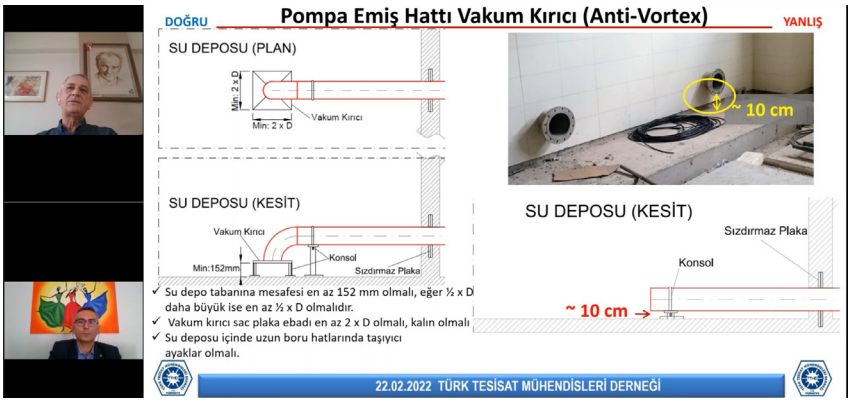
Sistem seçiminde optimizasyonu maksimize etmek için, elektrik tüketimin maksimum oranda karşılanması, soğutma ve ısıtma ihtiyacının maksimum oranda karşılanması, kojenerasyon sisteminin maksimum kapasite ile çalışması şeklinde 3 temel kriter olduğunu belirten Hamdi Hoplamaz; maksimizasyon için kısıtları, elektrik ve tüketimin mevsimsel ve günlük etkilerde değişkenlik göstermesi, yüksek verimli kojenerasyon için yasal mevzuat ve kojenerasyon ünitelerinin nominal güçlerinin belirli aralıklarla üretilmesi olarak sıraladı. Sunumunun son bölümünde mevcut tüketim değerleri, fizibilite hesaplamaları ve uygulama örnekleri veren konuşmacı daha sonra dinleyicilerin sorularını yanıtladı.

Çevrimiçi seminer videosu: https://youtu.be/L9bJsbxPlgM

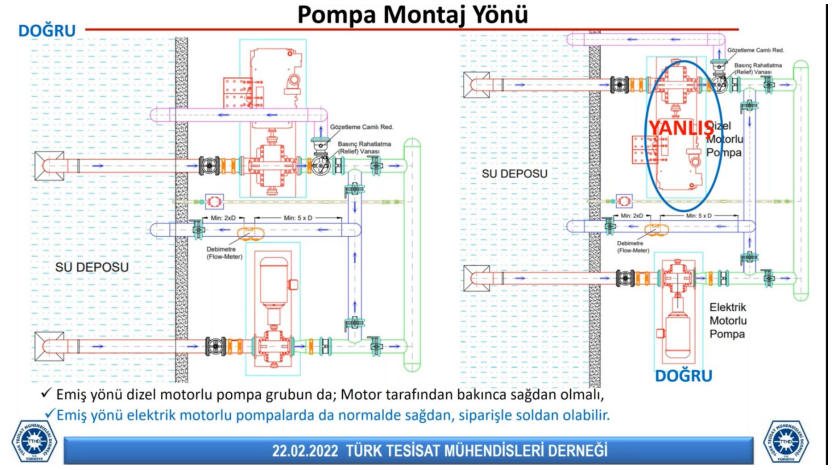
Yangın Pompa İstasyonlarında Uygulama Hataları Semineri Yapıldı

TTMD'nin düzenlediği Yangın Pompa İstasyonlarında Uygulama Hataları konulu çevrimiçi seminer 22 Şubat 2022 tarihinde gerçekleştirildi. Moderatörlüğünü Cüneyt Deniz Küheylan'ın yürüttüğü seminere Sıtkı Engin konuşmacı olarak katıldı.

Yangın pompası tipleri ve yangın pompası tesisat boru çapları hakkında kısa bilgi vererek sunumuna başlayan Sıtkı Engin, pompa emiş hattı vakum kırıcı, pompa emiş hattı uzunluğu, vana tipi, vana çapı ve kompansatörü anlatarak doğru ve yanlış uygulamaları örnekledi. Pompa emiş hattı, yangın pompası basınç rahatlatma vanası ve hatları, yangın pompası debi ölçer sistemi, itfaiye su verme ağız, dizel motorlu pompa montaj yönü gibi konu başlıklarında teknik bilgiler paylaşan Engin, yangın pompa odası havalandırmasıyla ilgili olarak; "Taze hava giriş -çıkışı motorlu damper veya fan ile olmalı, motor hava soğutmalı ise ve zeminden aşağıda ise kanal ile taze hava giriş ve çıkışı olmalı, pompa odası en çok 49°C olmalı, zararlı duman, buhar dışarı atılabilmeli, doğal havalandırmada hava girişi alt kotta, çıkışı üst kotta ve birbirine çapraz olmalı, damper ve panjur ebatları üretici tavsiyelerine göre olmalı, damper ve panjurlar motorlu olmalı, pompalar çalışınca ilgili panolardan gelen komut ile açılmalı, zemin altında olan pompa odalarında hava, fan vasıtasıyla, dış ortamdan alınarak istenen debilere uygun basılmalı" dedi.







Konuşmacı Sıtkı Engin "Pompaların çalıştı, arıza, durum bilgileri merkezi ihbar sisteminden izlenmelidir. Dizel motor aküleri zeminden ~30 cm yüksekte olmalı, eğer 2 adet elektrikli pompa var ise, otomatik transfer kumanda panolu olmalı ve jeneratörden beslenmelidir. Yangın pompaları otopark vb. alanlara bitişik ve dizel motorlu pompa var ise; taze hava emişi bu alanlardan yapılmamalı, dış ortamdan olmalıdır. Pompa odası yangına dayanıklı (1&2 saat) veya binadan en az 15,3 m uzaklıkta olmalı, pompa odasının dışarıya direkt çıkış kapısı olmalıdır. Yer altındaki pompa odası içine çevreden su girişi engellenmeli, su baskınına karşı su kaçak sensörü olmalı, drenaj pompaları yedekli ve UPS den beslenmeli, pompa odasının acil aydınlatması olmalıdır. Yangın pompa servislerinin devreye alma sırasında standartların gerektirdiği kontrolleri yaparak raporlaması, sistemlerin sağlıklı çalışması için önemlidir" diyerek sunumunu tamamladı. Katılımcılardan gelen soruların yanıtlanmasıyla seminer sona erdi.

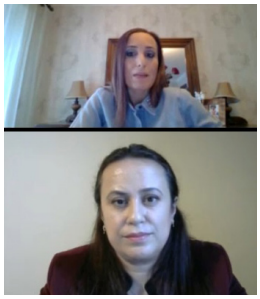
Çevrimiçi seminer videosu: https://youtu.be/SEjhP2zpall

Yapı Sektöründe Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yöntemi Anlatıldı

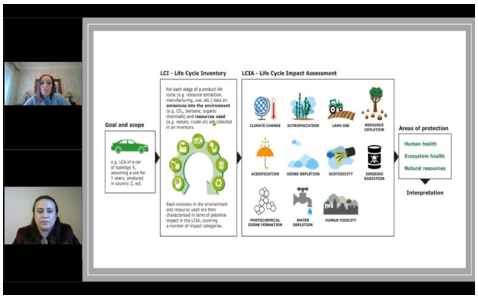
TTMD'nin düzenlediği Yapı Sektöründe Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yöntemi konulu çevrimiçi seminer 24 Şubat 2022 tarihinde yapıldı. Doç. Dr. Arzuhan Burcu Gültekin'in konuşmacı olduğu seminerin moderatörlüğünü Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül Tereci yürüttü.

Endüstriyel ürünlerin çevresel etkilerinin yaşamları boyunca değerlendirilmesine yönelik çalışmalar kapsamında "Yaşam Döngüsü Değerlendirme (YDD)"nin ortaya çıktığını belirterek sunumuna başlayan Doç. Dr. Arzuhan Burcu Gültekin, YDD yönteminde yaşam döngüsü kavramının bir ürün veya hizmetin beşikten kapıya, beşikten mezara veya beşikten beşiğe izlenmesi olarak tanımlandığını söyledikten sonra YDD yöntemine ilişkin güncel standartlar hakkında bilgi verdi. YDD'nin kullanım alanlarını anlatan Gültekin; "YDD bir ürün veya hizmetin farklı yaşam döngüsü evrelerinde çevreyle ilişkisinin tanımlanarak bu ürün veya hizmetin geliştirilmesi ve iyileştirilmesinde, kamuda ve özel sektörde, stratejik planlama, öncelik belirleme, ürün ve hizmetlerin tasarımı ve mevcut tasarımların yenilenmesi konularında karar verilmesinde, ölçüm tekniklerini de içerecek şekilde çevresel performans göstergeleriyle ilgili kamu politikası oluşturulmasında, çevresel bildirgeler ve çevre etiketi gibi pazarlama araçlarının geliştirilmesinde kullanılabilir" dedikten sonra, YDD'de sistem yaklaşımı ve YDD yönteminin çerçevesiyle ilgili detaylı bilgiler aktardı. Yapı sektöründe YDD yönteminin kullanımı ve kullanıma yönelik yapı sektörü özelinde problemlere değinen konuşmacı, yapı ürünlerinin yaşam döngüsü evreleri tanımını yaptıktan sonra yapı ürünlerinin sistem düzeylerini anlattı. Dr. Gültekin sunumunun son bölümünde YDD yöntemine ilişkin veri tabanları ve yazılım araçları hakkında bilgi verdikten sonra farklı veri tabanları ve yazılım araçlarının karşılaştırmasını paylaştı.

Çevrimiçi seminer videosu: https://youtu.be/c6CTWIj9U_U







TTMD Semineri: "Güvenli ve Tasarruflu Buhar Üretimi - Buhar Jeneratörleri"

TTMD tarafından düzenlenen Güvenli ve Tasarruflu Buhar Üretimi - Buhar Jeneratörleri konulu çevrimiçi seminer 24 Mart 2022 tarihinde yapıldı. Moderatörlüğünü TTMD Erzurum Temsilcisi Yalçın Özçelik'in yürüttüğü seminere H. Tarık Güner konuşmacı olarak katıldı.

Buhar kazanlarının, ilk yatırım ve işletme giderleri bakımından oldukça pahalı enerji üreteçleri olduğuna ve bu nedenle, amaca uygun kazan seçilerek bakımına özen gösterilmesi, işletmenin yıllık, aylık ve günlük bazda mevcut buhar ihtiyaçlarının bilinmesi gerektiğine dikkat çekerek sunumuna başlayan Tarık Güner; kazanların yakıt cinsine, yakıtın yakıldığı ocağın cinsine, ürettikleri akışkana, yapım tarzına, imalat malzemesine göre sınıflandırıldığını belirttikten sonra kazan verimi hakkında şunları söyledi: " Baca gazı analizörü ile



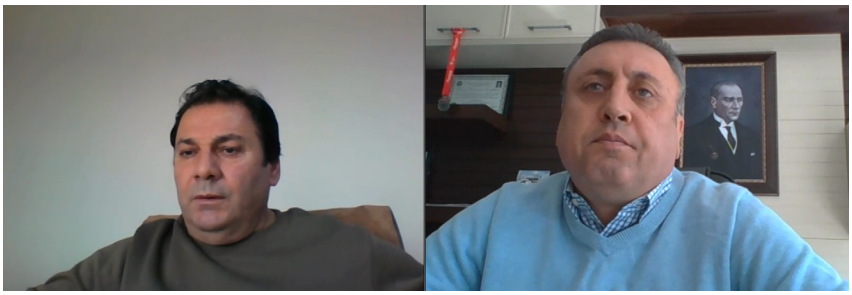
yapılan hesabın sonucu kazan verimini değil, yanma verimini vermektedir. Yanma veriminden yola çıkarak kazan verimine bakmak istersek, yanma veriminden belirli bir oranda azaltma yapmak gerekir."

Kazan verimini etkileyen faktörleri eksik yanma, baca gazındaki su buharı nedeniyle olan ısı kaybı, kuru baca gazı nedeniyle olan ısı kaybı, fazla hava, baca gazı sıcaklığı, yakıt cinsi, brülörler, buhar basıncı, kazan yükü olarak sıralayan Güner, daha sonra pratik kazan verimi hesaplama yöntemini anlattı. İki buhar üreteci arasında verim farkına neden olan temel kriterler, kazan yükü, kazan yüzeyinde olan ısı kayıpları, yakma havası sıcaklığı gibi konularda bilgiler aktaran konuşmacı; buhar jeneratörlerinin tanımı, çalışma prensibi, avantaj ve dezavantajları hakkında görüşlerini paylaştıktan sonra seminer sonunda verim mukayesesi yaptı.

Çevrimiçi seminer videosu: https://youtu.be/DwRslyvrp6U

Yarı Kapalı Sera Konsepti Uygulamaları Anlatıldı

TTMD'nin düzenlediği Yarı Kapalı Sera Konsepti Uygulamaları konulu çevrimiçi seminer 17 Mart 2022 tarihinde yapıldı. Prof. Dr. Ahmet Kürklü'nün konuşmacı olduğu seminerin moderatörlüğünü Devim Kılıç yürüttü.



Sunumuna sera tanımı ve yarı kapalı sera fikrinin ortaya çıkışıyla ilgili bilgi vererek başlayan Prof. Dr. Ahmet Kürklü, "Yarı kapalı sera fikri, ABD'de büyük bir sera işletmesine sahip olan Casey Houweling adlı üreticinin, sera içerisine bitkilere zarar veren böceklerin girmesini engellemek üzere kapalı bir sera konsepti geliştirilmesi üzerine 2007 yılında ortaya çıkmış ve bugün Ultra-Clima olarak dünya çapında patenti alınmış bir sisteme dayanmaktadır. Bu 'sera üzerindeki böcek baskısını' azaltmak üzere 'pozitif basınçlı' sera düşünülmüş ve geliştirilmiştir, sera içerisinde normal atmosfer basıncından 100Pa daha fazladır. Farklı firmalar tarafından aynı isimde olmasa da farklı isimlerle yarı-kapalı sera konseptleri ve sistemleri geliştirilmiş ve dünya çapında artık modern seracılığın standartı haline gelmektedir. Yani gelecekteki sera yatırımlarında, konvansiyonel seralar (havalandırma pencereli plastik ve cam seralar) zaman içerisinde yerini yarı kapalı seralara bırakacaktır" dedi.

Yarı kapalı sera uygulamalarında sera için havalandırma üzerine konuşan Kürklü; hava dağıtımı, hava yönetim ürünleri, fanlar hakkında bilgi verdikten sonra yarı kapalı sera avantajlarını sıraladı: %15 daha fazla seraya ışık girişi(çatıda havalandırma unsurlarının olmaması ve daha büyük camlar kullanılması), %30'dan fazla CO_2 tasarrufu, düşük kaliteli enerji kaynaklarını kullanabilme, %25-30 yakıt(enerji) tasarrufu, verimde toplamda %30-50 arasında artış, sulama suyundan %50 tasarruf, kimyasal ilaç kullanımında %80 azalma.

Sunumunun sonunda yarı kapalı seraların ülkemizde büyük potansiyele sahip olduğunu, yakın gelecekte mecburen bu seraların tercih edileceğini vurgulayan konuşmacı, sera uygulama örnekleri verdikten sonra son bölümde katılımcılardan sera kurulumu ve maliyetler üzerine gelen soruları yanıtladı ve yarı kapalı sera alanında çalışma yapmak isteyen özel sektör firmalarına yardımcı olabileceğini belirtti.

Çevrimiçi seminer videosu: https://youtu.be/3Z2iMq7bNX8

TTMD Çevrimiçi Semineri: İklim Değişikliği ve Kentleşmenin Gelecekteki Bina Performansı Üzerindeki Etkileri

TTMD'nin düzenlediği İklim Değişikliği ve Kentleşmenin Gelecekteki Bina Performansı Üzerindeki Etkileri (Impacts of Climate Change and Urbanization on Future Building Performance) konulu çevrimiçi seminer 2 Mart 2022 tarihinde gerçekleştirildi. Moderatörlüğünü IBPSA Türkiye Bina Performans Simülasyonları Komitesi Başkanı Doç. Dr. Gülsu Ulukavak Harputlugil'in yaptığı etkinliğe Drury B. Crawley Ph.D. konuşmacı olarak katıldı.



Sunumuna dünya genelinde ve Amerika'da endüstri, ulaşım ve konutlarda enerji kullanım verilerini aktararak başlayan Drury B. Crawley hava durumu ve iklimin farklı kavramlar olduğunu belirterek hava durumunun değişkenliğine değindi. 1850-2018 yılları arasındaki iklim değişikliği durumuna dikkat çeken Crawley, bina performansı simülasyonlarının dizayn ve işletmedeki rolüne ilişkin bilgiler aktardı.

Konuşmacı, insan faaliyetleri tarafından yönlendirilen iklim değişikliğine artan ilgiyle birlikte, son araştırmalar iklim değişikliğinin veya kentsel ısı adasının dünya genelinde bina işletimi ve performansı üzerindeki etkisine dair görüşlerini paylaştı.

Çevrimiçi seminer, katılımcılardan gelen soruların yanıtlanmasıyla son buldu.

Çevrimiçi seminer videosu: https://youtu.be/OLvYFq7VuT8

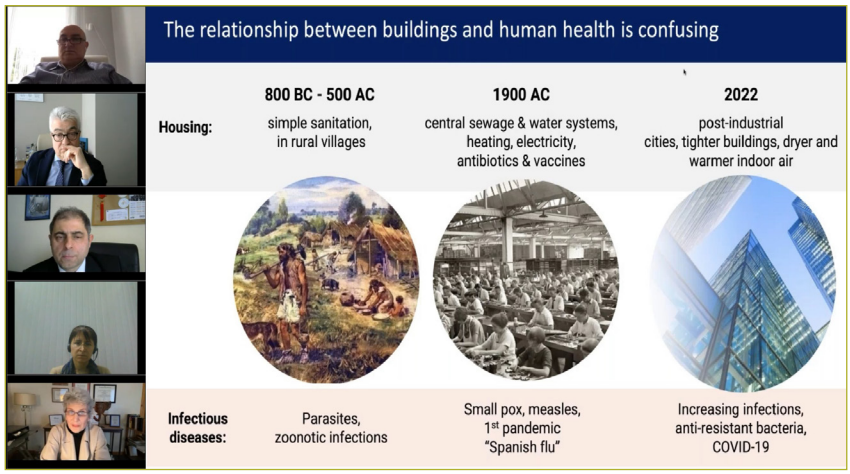
Çevrimiçi Seminer: "Mühendisler Geleceğin Hekimleridir" ve "Sağlık Bakımıyla İlişkili Enfeksiyonlar ve Hastane İç Hava Kalitesi"

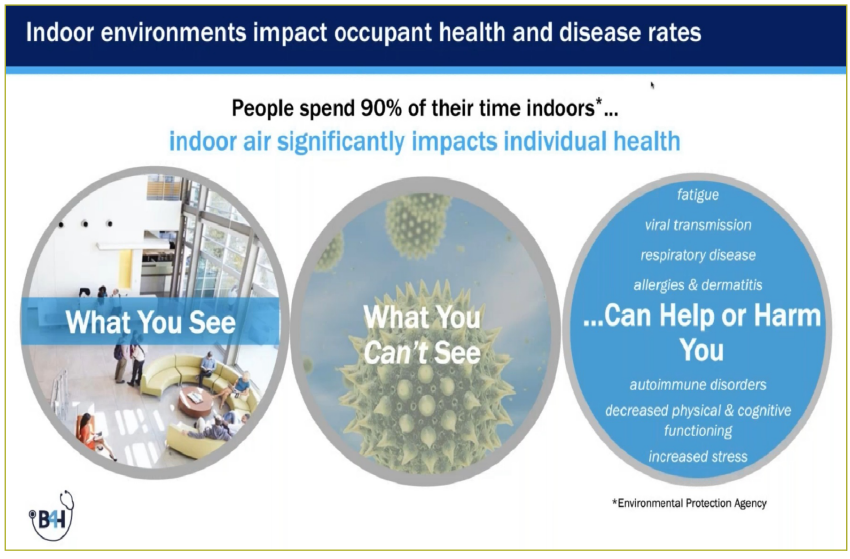
TTMD ve ASHRAE Turkish Chapter işbirliği ile düzenlenen "Engineers are the Physicians of the Future" ve "Healthcare-Associated Infections and Hospital Indoor Air Quality" konulu çevrimiçi seminer 23 Şubat 2022 tarihinde gerçekleştirildi. TTMD Yönetim Kurulu Başkanı Meriç Sapçı ve ASHRAE Turkish Chapter Başkanı Prof. Dr. Atilla Bıyıkoğlu'nun moderatörlüğünde yapılan seminere ASHRAE DL & Epidemic Task Force Member Dr. Stephanie Taylor konuşmacı olarak katıldı.



Çevrimiçi seminer videosu: https://youtu.be/lj32mokzHdY

Binalar ve insan sağlığı arasındaki ilişkinin kafa karıştırıcı olduğunu belirterek sunumuna başlayan Dr. Taylor, binaların tarih boyunca geliştiğine ancak bulaşıcı hastalıkların da arttığına dikkat çekerek binaların hem patojen bulaşıcılığını azaltacak hem de insan bağışıklığını destekleyecek şekilde yönetilmesi gerektiğini söyledi. İnsanların zamanlarının %90'a yakın kısmını kapalı alanlarda geçirdiğini ve iç ortamların, bina sakinlerinin sağlığını ve hastalık oranlarını etkilediğini ifade eden konuşmacı, iç ortamda birçok zararlı bakteri barındırdığı gibi yararlı organizma ve patojenlerin de bulunduğunu söyledi. İç mekandaki nem oranının önemine dikkat çeken Taylor, havadaki düşük nem oranının enfeksiyon bulaşma oranını artırdığını ifade ederek binalar için insan sağlığı standartlarının belirlenmesi gerektiğini belirtti.





Dr. Stephanie Taylor sunumunu şöyle tamamladı: "İç mekan ortamının sağlık üzerindeki etkisine görünürlük kazandırarak, bina sakinlerinin sağlığını, üretkenliğini ve öğrenimini desteklemek için iç mekan hava kalitesini yönetme konusunda bilimsel bir temele sahibiz. Yapıların etkileşimi hakkında bilgi sahibi olarak iç mekan kirleticilerinin zararlı etkileşimlerini azaltabiliriz. Sonuç olarak sağlıklı insanlar işletmelerin karlılığını ve türümüzün başarısını artırır."

Katılımcıların yoğun ilgi gösterdiği soru-cevap bölümünün ardından seminer sona erdi.

CLIMA 2022'de REHVA Kursu: "Sıfıra Yakın Enerjili Binaların Tasarım Stratejileri-Akdeniz Bölgelerindeki Konut Binaları için Sistemler, İlkeler ve En İyi Uygulamalar"

REHVA 14. Dünya HVAC Kongresi 22-25 Mayıs tarihleri arasında Rotterdam Hollanda'da gerçekleştirilecektir. CLIMA 2022, Delft Teknik Üniversitesi ve Eindhoven Teknik Üniversitesi işbirliği ile Hollanda Bina Hizmetleri Derneği olan TVVL tarafından organize edilecek. Kongre kapsamında "Sıfıra Yakın Enerjili Binaların Tasarım Stratejileri-Akdeniz Bölgelerindeki Konut Binaları için Sistemler, ilkeler ve en iyi uygulamalar" konulu eğitim düzenlenecektir. Bu dersin amacı, Akdeniz ikliminin soğutma talebinin baskın olduğu gereksinimlerine uygun ekipman, teknoloji ve mekanik sistemlerin kullanımını sunmak ve teşvik etmektir. Ders, Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme sistemlerinin tasarımı, enerji geri kazanımı ve serbest soğutma hususları, yenilenebilir enerji adaptasyonu ve yenilikçi sistem tasarımı yaklaşımlarını kapsar. Eğitim, aşağıdaki temel kriterler çerçevesinde yapılandırılmıştır:

- Enerji stratejileri iç ortam koşullarıyla yakından bağlantılı olduğundan, aynı zamanda IEQ stratejileri de dikkate alınmalıdır.
- Optimum sonuçlara ulaşmak ve aşırı ısıtma veya soğutmayı en aza indirmek için pasif ısıtma ve soğutma stratejileri birleştirilmelidir.
- Enerji stratejileri tüm mevsimleri dikkate almalıdır.
- Daha soğuk bölgeler için mevcut stratejiler, yararları ve sakıncaları değerlendirilmeden uyarlanmamalıdır.
- Yerel yenilenebilir enerji kaynaklarının analizi, bunların kullanımı için en uygun seçimleri yapmak için gereklidir.



Tarih: 22 Mayıs 2022
Eğitmenler: Doç. Dr. Ziya Haktan Karadeniz, Öğr. Üyesi Dr. Murat Çakan
Kayıt: https://clima2022.org/programme/scientific/rehva-courses/
Kongre hakkında detaylı bilgi için: https://clima2022.org/

TTMD COP 26 Toplantılarına Katıldı

26. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı (COP26) 31Ekim - 12 Kasım 2021 tarihleri arasında Glasgow'da gerçekleştirildi. Birleşik Krallık'ın ev sahipliğinde düzenlenen Uluslararası İklim Değişikliği Zirvesi, iklim değişikliğiyle mücadele için eşgüdümlü eylem konusunda anlaşmaya varmak üzere aralarında devlet başkanları, iklim uzmanları ve bu alanda kampanya düzenleyenlerin yer aldığı 30.000'den fazla delegeyi bir araya getirdi. TTMD, COP 26 Toplantılarına ilk kez gözlemci statüsünde kabul edilirken, toplantılara TTMD adına Yönetim Kurulu Başkan Yardımcısı Dr. Kemal Gani Bayraktar katıldı.

Zirvede, küresel sıcaklık artışının yüzyıl sonuna kadar 2 °C altında tutulması, hatta 1,5 °C ile sınırlandırılabilmesi için 2050'ye kadar sıfır karbon salım hedefine nasıl ulaşılacağı masaya yatırıldı. 2 hafta süren müzakereler sonunda anlaşma, genel kurula katılan 197 ülkenin tamamı tarafından kabul edildi.

Anlaşma, ülkelerin 2030 ulusal iklim eylemi hedeflerini yeniden gözden geçirmelerini ve güçlendirmelerini talep ediyor, böylece Paris Anlaşması'nın ısınmayı 2 °C'nin "çok altında" tutma hedefi ve 2022'nin sonuna kadar sıcaklık artışını 1,5 °C ile sınırlama çabalarını sürdürmeleri hedefleniyor. Ülkeleri temiz enerjiye geçmeye ve verimsiz fosil yakıt sübvansiyonlarını azaltma çabalarını hızlandırmaya çağırıyor.

Özellikle gelişmekte olan ülkelerden iklim değişikliği etkilerini azaltmak için güçlü iklim politikaları ve uygulama projeleri istenirken, STK'lar faaliyetleri ile bu konularda önemli bir kaldıraç olacaktır. STK'lar, iklim eylemlerine ve müzakerelere daha olumlu katkıda bulunmalarını sağlayacak şekilde iklim politikalarına dahil edilmelidirler. Bu yönde devlet desteği STK'ları daha fazla etkili yapacaktır. Dikkat edilmelidir ki; NDC'lerin uygulanması, STK'lar da dahil olmak üzere farklı aktörler ve paydaşlar arasında uygun çaba, bağlılık ve şeffaf iletişim gerektirmektedir. STK becerileri ve kapasiteleri iklim değişikliği politikaları üzerinde daha fazla etki sağlayacak ve katkı sunacak şekilde güçlendirilmelidir. Bağımsız çalışmaları için gerekli fon destekleri sağlanmalı, daha güçlü desteklenen STK'lar daha nitelikli projeleri hayata geçirebilecektir. İklim politikaları daha fazla katılımcılığı ve danışmayı gerektirdiğinden, süreçlere STK'ların geniş katılımı mutlaka sağlanmalıdır.



TTMD Eko İklim Zirvesi'ne Katıldı

İklim Değişikliği ile Yeşil Dönüşüm konularının ele alındığı EKO İKLİM Zirvesi 30-31 Mart tarihlerinde Ankara Ticaret Odası Congresium'da yapıldı. Yoğun katılımla gerçekleştirilen açılışta, iklim değişikliği ve etkilerine dikkati çeken video gösterimi yapıldı, ardından konuya ilişkin çeşitli sahne gösterileri gerçekleştirildi.



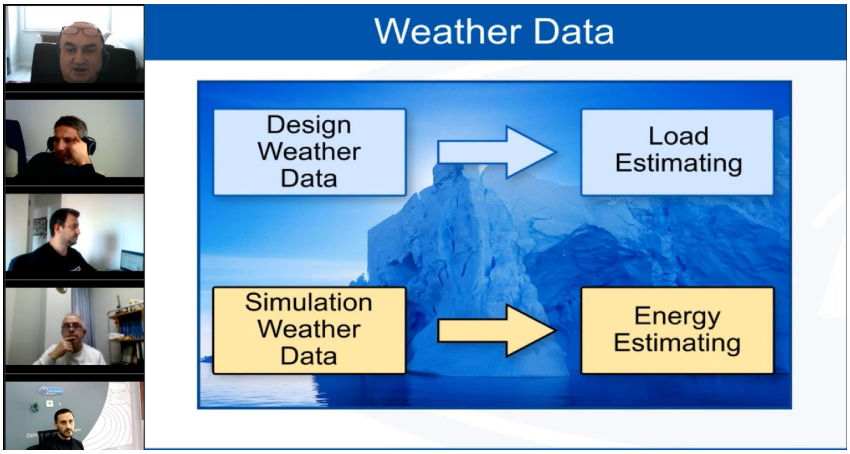
Zirve'nin ikinci günü yapılan ve Moderatörlüğünü İSİB Yönetim Kurulu Başkanı Mehmet Şanal'ın yürüttüğü ''İklimlendirme Sistemlerinde Enerji Verimliliği ve Karbon Salımı Sıfır Olan Yapılar'' oturuma, TTMD Yönetim Kurulu Başkanı Meriç Sapçı, TTMD 11.Dönem Yönetim Kurulu Başkanı Bahri Türkmen ve TTMD Üyesi Filiz Pehlivan panelist olarak katıldı. Meriç Sapçı, "Mevcut binaların ve 2050'ye giden süreçte yeni yapılacak binaların küresel ısınma ve iklim değişikliği üzerindeki etkisi" üzerine bir sunum yaptı.

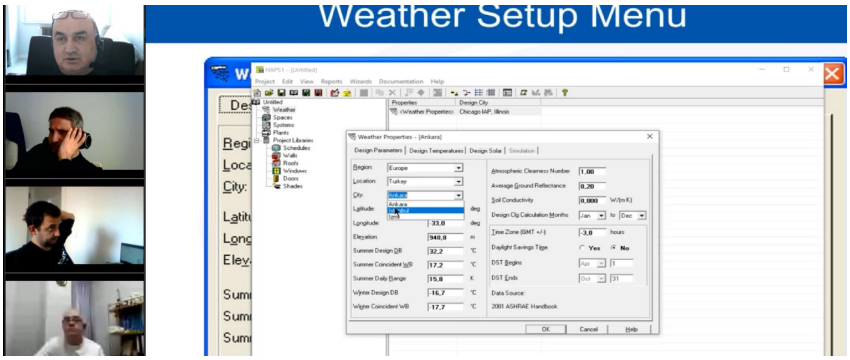


80. Carrier HAP Eğitimi

Türk Tesisat Mühendisleri Derneği ve Alarko Carrier işbirliğiyle hayata geçirilen Carrier HAP 5.11 – Isı Kazancı ve Sistem Tasarım Programı kursu, 16-20 Şubat 2022 tarihleri arasında 80. kez düzenlendi.

Çevrimiçi olarak gerçekleştirilen eğitime 10 kişi katılırken, eğitim Dr. Mustafa Kemal Sevindir tarafından verildi. Carrier HAP programı eğitiminde kursiyerlere 5 gün boyunca program hakkında veri yönetimi, soğutma yükü tahmin prosedürleri, ASHRAE 62.1 standartı, program terminolojisi, proje detayları, iklim verileri, sistem bazlı tasarımın avantajları, ısıl yükler ve sistem yükleri, proje detayları ve ekipman seçimi gibi konular detaylı şekilde anlatıldı. Örnek proje ile kişisel çözüm çalışmasının ardından sınav soruları yanıtlandı. Eğitimin sonunda kursiyerlere dijital katılım sertifikaları gönderildi.





TTMD'nin çevrimiçi eğitimlerinden haberdar olmak için: https://ttmd.org.tr/

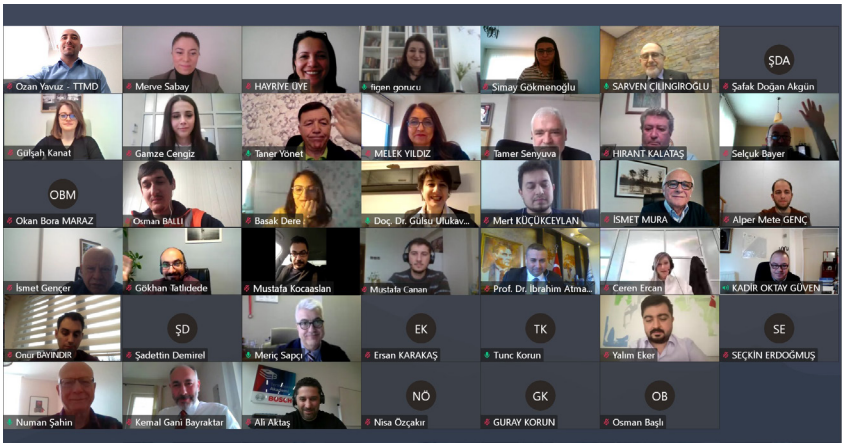
TTMD II. Dönem Mentorluk Programı Başladı

Sektörümüzde faaliyet gösteren genç meslektaşlarımız ile deneyimli meslektaşlarımızı bir araya getirmek amacıyla; TTMD ilk kez 2021 yılı Mart-Haziran döneminde gerçekleştirilen TTMD Mentorluk Programı'nın ikincisi 17 Mart 2022'de yapılan Lansman Toplantısı ile başladı.

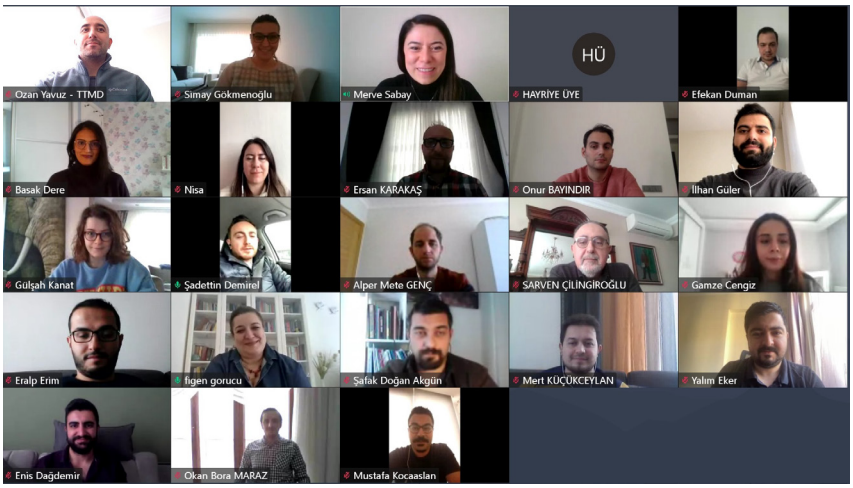
TTMD Yönetim Kurulu Üyeleri, TTMD Mentorluk Programı Koordinasyon Komitesi, mentor ve mentilerin katılımıyla başlayan toplantının açılışında konuşan Yönetim Kurulu Başkanı Meriç Sapçı, programın hazırlığında emeğe geçenlere teşekkür ederek menti ve mentorlara başarı diledi.

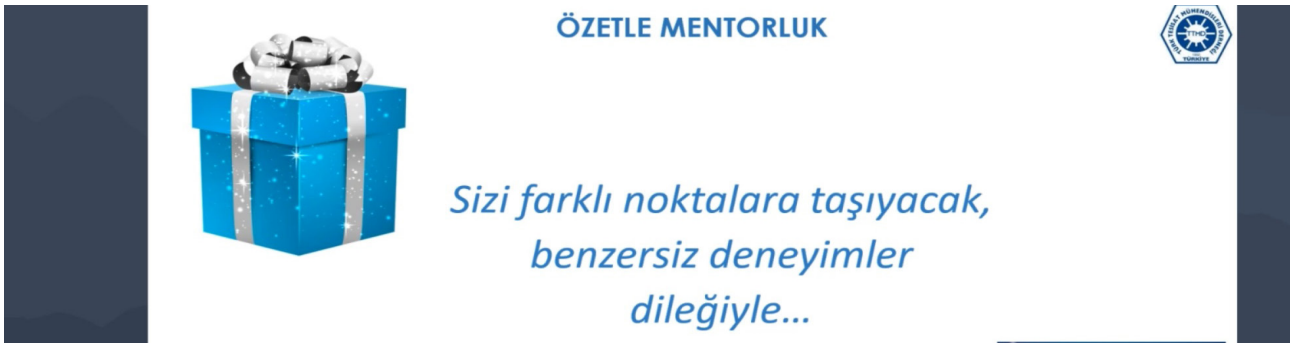
Toplantıda bir sunum yapan TTMD Mentorluk Programı Koordinasyon Komitesi Başkanı Sarven Çilingiroğlu, Mentorluk Programı'nın öncesinde yapılan anket çalışmalarından elde edilen veriler, bu veriler ışığında yapılan hazırlıklar ve TTMD'nin bu programdan beklentileri ve sektör kazanımları hakkında bilgi paylaşımında bulundu. Sunumun ardından TTMD Mentorluk Programı Yürütücüsü Figen Görücü, programa katılan 19 Mentor ve 19 Mentinin eşleştirmelerini açıkladı. Tüm Mentor ve Mentilerin tanıtımlarının ardından lansman toplantısı sona erdi.

TTMD'nin II. Mentorluk Programı kapsamında 19 Mart 2022 tarihinde Mentilere, 22 Mart 2022 tarihinde ise Mentorlere 6 ay sürecek program hakkında bilgi vermek amacıyla iki ayrı toplantı gerçekleştirildi. TTMD olarak Mentorluk Programı sürecine ait bilgiler sektörümüzle paylaşılmaya devam edecektir.









Mekanik Tesisat Sektörünün Çınarlarından Haçik Eram Aramızdan Ayrıldı

1929 yılı İstanbul doğumlu, İTÜ Makina Fakültesi'nin 1953 yılı mezunlarından Haçik Eram, meslek hayatına 1950 yılında Tesisat Yurdu Kolektif Şirketi'nde başladı. Kurucu ortakları arasında yer aldığı, "Tesisat Proje Bürosu" yolculuğuna TESHAN adıyla devam etti. Değerli büyüğümüz Haçik Eram'a Tanrıdan rahmet, yakınlarına ve Türk Mekanik Tesisat Sektörüne başsağlığı dileriz. Haçik Eram'ın kendi anlatımıyla hayatından kısa bir bölümü aktarmak istiyoruz:

TESHAN adı nereden geliyor?

"Yaptığımız işi yansıtması için Tesisat sözcüğünden TES kısmını aldık, diğer üç harf ise şirketin üç ortağının isimlerinin baş harfleri.

TTMD'nin toplantısında anlattığım ve beni en çok mutlu eden bir anım var, tekrar anlatayım. Önce bir okul anısı; 1950'li yıllarda İTÜ'de sayın öğretmenimiz Prof. Dr. Fikret Narter, tesisat dersi adı altında kalorifer anlatırdı ve en sevdiği konu, kazanlardı. En sevdiği kazan da Fransız imalatı Babcock Wilcox kazanları idi. Bir sene süre ile hocamızdan Babcock Wilcox dinledik.

1970'li yıllarda Oyak, Fransız Renault firması ile, Bursa'da otomobil fabrikası kurulması için bir sözleşme imzaladı. Sözleşmenin bir maddesine göre fabrikanın tüm projeleri, Türk mühendisler tarafından çizilecekti. Fabrikanın mekanik tesisat projelerinin çizimi işi de bana verildi. Proje çalışmaları başlamadan, Renault tarafından bir itiraz geldi: 'otomobil fabrikaların tesisatı, çok özel bir tesisattır. Türkiye'de bu çapta bir tesisatın çizimi için gerekli bilgiye sahip mühendislerin bulunabileceğini tahmin etmiyoruz. Dolayısıyla bu projeleri biz çizeceğiz'.

Oyak, sözleşme maddesine dayanarak itirazı kabul etmedi, projeler Türkiye'de çizilecekti. Bunun üzerine Renault, 'o zaman çizecek mühendis Fransa'ya gelsin, biz fabrikalarımızda o mühendisi eğitelim' önerisinde bulunuyor ve bana Paris yolu görünüyor. Paris'te beni Renault camiasından iki makine mühendisi



karşıladı. Sordum; 'nereye gidiyoruz ?'. Cevap; 'Efendim, bizim en modern fabrikamız, 1964'te yapılan Renault motor fabrikasıdır, oraya gidiyoruz. Bir arabaya bindik, fabrikaya gittik. Bizi fabrikanın teknik müdürü karşıladı. Sordular 'neyi, nereleri görmek istersiniz?' Tesisatın merkezi kazan dairesi olduğuna göre, önce kazan dairesini görelim dedim. İndik, kapı açıldı, ışıklar yandı ve Babcock Wilcox karşıma dikildi. Gayet ukala bir şekilde üç beye dönerek; 'Ha, siz burada 1964 yapımı Babcock Wilcox kazan kullanmışsınız' dedim. Üçü birbirine baktı, bir elektrik feneri bulup kazana tırmandılar, tabelayı bulup okudular: BABCOCK WILCOX 1964. Teknik müdür aşağı indi, beni götüren mühendislere dönerek; 'yahu bir şey bilmez diye getirdiğiniz adam, bir bakışta kazanın markasını söylediği gibi, yapım yılını da söyledi. Ben şimdi bu adama ne göstersem beni teknik yönden mahcup edecek. Onun için fabrikayı dolaştırmıyorum, bir şey anlatmıyorum' dedi. Odasına çıktık, kahvemizi içtik, döndük. Sonrası, Fransız Renault firması, teknik bilgilerinin düşük olduğuna peşinen inandığı Türk mühendislerinin, fabrikanın mekanik tesisat projelerini hazırlamasını 'Lütfen' kabul etti. Uygulanan projeler tarafımızca hazırlandı. Fikret Narter hocamı şükranla ve rahmetle anarım. Bunu şahsım adına değil, Türkiye adına, Fransızlar karşısında önemli bir konum kazanımı olarak görüyorum. Tabii bugüne geldiğimizde, mesleğimizin algısı çok daha iyi görünüyor. Ama, tasarım bedelleri, eskiye oranla önemli ölçüde düştü. Eskiden tesisat projelerini hocalar çizerdi, şirketlerdeki mühendisler çizerdi.."

TESHAN'IN GERÇEKLEŞTİRDİĞİ PROJELERDEN BAZILARI

- Tüm ARÇELİK Fabrikaları
- OYAK-RENAULT Otomobil Fabrikası
- BEKO-TEKNİK Televizyon Fabrikası
- LASSA Otomobil Lastiği Fabrikası
- TÜRK DEMİRDÖKÜM Bozüyük Tesisleri
- Türkiye Elektrik Kurumu Çayırhan Termik Santrali
- Trakya Cam Sanayi Fabrikası
- Assan Alüminyum Fabrikası dahil 45 fabrika
- Büyükada Anadolu Kulübü Plaj Tesisi
- Kalyon Otel
- Yapı Kredi Bankası Bayramoğlu Tesisleri
- Marmaris Yat Limanı Tesisleri
- Lapis Holding İş Merkezleri
- Net Holding İş Merkezleri
- Hürriyet Binası (Yenileme)
- Milliyet Binası (Yenileme)
- Tokatlıyan Han
- Koç Holding İş Merkezi (Kabataş'taki ilk merkez binası)
- Büyük Beşiktaş Çarşısı
- Toyota Plaza (Nataş)
- Karayolları 1. Bölge Sosyal Tesisleri
- Kuzey Deniz Saha Komutanlığı Konutları
- Soytaş Bodrum Tatil Köyü
- Halk Bankası Merkez Şubesi
- İş Bankası Merkez Şubesi
- Ziraat Bankası Merkez Şubesi
- Pamukbank Merkez Şubesi
- Yapı Kredi Hizmet Binaları
- Emlak Bankası Banka ve Çarşı Binası
- Adıyaman, Sakarya, Hatay, Kocaeli Hükümet Konakları
- Sepetçi Kasrı (Başbakanlık Basın Yayın Müdürlüğü)
- Adana, Çorum, İzmit, Çanakkale, Niğde, İçel, Burdur, Van Devlet Hastaneleri, SSK Okmeydanı Hastanesi dahil 23 hastane
- Fenerbahçe, Beşiktaş Statları
- Edirne-Kırkpınar Er Meydanı
- Erzurum Atatürk Üniversitesi
- Ege Üniversitesi

BOSCH
Yaşam için teknoloji

Yeni Bosch Air Flux **VRF Klima Sistemleri** ile işinize taze hava geliyor.

İç ünitelerin sahip olduğu DC fan motoru, dış ünitelerin sahip olduğu buhar enjeksiyonlu scroll kompresör ve iki aşamalı sub cool teknolojisi sayesinde yüksek enerji tasarrufu sağlar. Mükemmel derecede sessizdir. Eco tasarım direktiflerinden ****ENER LOT21 yönetmeliklerine** uygun olarak üretilmiştir.

Siz de işinizi kolaylaştıran **yeni Bosch Air Flux VRF Klima Sistemleri** ile hemen tanışın.



ENER LOT21

**Avrupa'da enerji verimliliğini artırma ve karbon emisyonlarını azaltma hedefleri doğrultusunda 1 Ocak 2018 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

BOSCH
Termoteknoloji
Müşteri İletişim Merkezi
444 2 474

www.bosch-thermotechnology.com/tr
/boschtermoteknoloji

TTMD Üyelik Ayrıcalıkları

Bunları biliyor muydunuz?

Türk Tesisat Mühendisleri Derneği, değer yaratırken Üyelerine özel ayrıcalıklar da sunmaktadır.

1- Üyelere Özel Avantajlar

• **TTMD Yayınları:** TTMD Üyeleri, TTMD'nin bünyesinde bulunan özgün yayınlara indirimli sahip olabilmektedir.

• **Ücretli Eğitimler:** Türkiye'de sadece TTMD'nin eğitimini verdiği Alarko Carrier HAP Eğitimi TTMD Üyelerine indirimli olarak verilmektedir. Başta İstanbul olmak üzere TTMD Temsilciliklerinde 70'in üzerinde düzenlenen kurslarda 500'ün üzerinde mezun, hem program bilgisine, hem de programın ömür boyu kullanım lisansına sahip olmuştur.

• **ISK SODEX Fuar Alanı:** Türkiye'nin ısıtma, soğutma, klima, havalandırma, yalıtım, pompa, vana, tesisat, su arıtma ve güneş enerjisi sistemleri alanlarında en büyük fuarı olan ISK SODEX iki yılda bir TTMD'nin eş organizatörlüğünde düzenlenmektedir. Bu fuara katılmak isteyen TTMD Üyeleri, fuar alanındaki stantlarda indirime sahip olmaktadır.

• **TTMD Sempozyumu:** İki yılda bir gerçekleşen Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu'nda TTMD Üyelerine özel kayıt şartları sağlanmaktadır.

2- Teknik Bilgi Paylaşımı

• **Seminerler:** Bilgi paylaşımı ve eğitimi kendisine kuruluş amaçlarından biri olarak belirleyen TTMD, 15 ayrı Temsilciliğinde düzenli olarak eğitim seminerleri vermektedir. Ücretsiz olarak gerçekleştirilen bu seminerler, TTMD üyelerini ve tüm sektör paydaşlarını bir araya getirme şansı yaratmaktadır. TTMD Üyeleri seminerlerden sürekli haberdar olurlar.

• **TTMD Sempozyumları:** TTMD düzenli olarak her iki yılda bir "Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu" düzenleyerek alanında uzman çok sayıda bilim insanını ve sektör paydaşını bir araya getirmektedir. Sempozyuma gönderilen bildirilerin, uluslararası akademik hakem heyetinden geçmesiyle en sağlıklı ve kaliteli bilgilerin sektöre ulaşması sağlanır.

• **Çalıştay:** Yılda bir farklı tema ile düzenlenen çalıştaylarla, ihtiyaçlar, sorunlar ve çözüm önerileri sorgulanmakta; sektöre, politika yapıcılara ve karar vericilere katkı sağlayıcı somut çıktılar üretilmektedir. Elde edilen sonuçlar her yıl üyelerle ve sektörle paylaşılmakta, bu sayede farkındalık ve sürdürülebilir bilgi üretimi sağlanmaktadır.

• **TTMD Yayınları:** TTMD kuruluşundan günümüze çok sayıda basılı kitap ve dergi yayımlamıştır. Alanında uzman isimlerin yazdığı özgün ve çeviri kitapların yanı sıra TTMD, dergisi ile sektörün gelişimine katkıda bulunmaktadır. 2019 yılı itibariyle TTMD Dergisi, e-dergi formatında çağın gereklerini karşılayacak şekilde yayımlanmaya devam etmekte; eğitici makaleler ve dergi ekleriyle bilgi paylaşmaktadır. Uluslararası işbirliği sürdürülen ASHRAE ve REHVA Yayınlarının tercümeleri TTMD tarafından tesisat sektörüne kazandırılmıştır. TTMD üyeleri tüm bu yayınlara öncelikli ve indirimli sahip olmaktadır. Ankara, İstanbul ve İzmir'deki TTMD ofislerinin yanı sıra bu yayınlara web sitesi üzerinden de erişilebilmektedir.

3- Komiteler

TTMD Üyeleri birçok komite içinde görevler üstlenerek bilgi üretimine katkıda bulunabilir. Hali hazırda çalışmalarını sürdüren, Bina Enerji Performansı Simülasyonları (IBPSA Türkiye), Dijitalleşme, Enerji Mühendisliği (AEE Türkiye), Enerji Depolama ve Isı Pompası, İç Çevre Kalitesi ve Commissioning Teknik Komitelerinde yer alan Üyeler, dernek içinde daha etkin görevler üstlenebilir. Komiteler hakkında geniş bilgi, TTMD web sitesinde yer almaktadır.

TTMD Üyelik Ayrıcalıkları

4- Dijital Yaşam

• **TTMD Portal:** Dijital çağı yakından takip eden TTMD, Üyeleri ile olan iletişimini TTMD Portal üzerinden sağlamaktadır. Portala giriş yapan TTMD Üyeleri, TTMD'nin dijital veri arşivine ulaşabilir, TTMD Dergilerini elektronik ortamda okuyabilir, geçmiş dönemlere ait seminer sunumlarına erişebilirler. TTMD Temsilciliklerinde günümüze kadar yapılan yüzlerce seminerin sunumu, yalnızca TTMD Üyeleri için arşivlenerek portal üzerinden paylaşıma açılmıştır. Ayrıca TTMD Üyeleri; portalda bilgilerini güncelleyebilir, aidat, vb. gibi işlemleri de yapabilir. https://portal.ttmd.org.tr

TTMD Sosyal Medya Hesapları: Çağımızın etkili iletişim yolu olan sosyal medyada TTMD'yi takip ederek en güncel haber, etkinlik ve duyurulardan haberdar olabilirsiniz. TTMD'yi Facebook, Instagram, Linkedin, Twitter ve Youtube üzerinden "ttmdtr" rumuzu ile takip edebilirsiniz.

• **TTMD Web Sitesi:** Sürekli güncellenen içerik ve haberleriyle TTMD web sitesini takip edebilir, TTMD e-dergisine ulaşabilirsiniz. TTMD geçmiş dönem tüm dergileri pdf olarak web sitesinden ücretsiz yayımlamaktadır. http://ttmd.org.tr/

• **TTMD Youtube Kanalı:** 50'den fazla video ve 75 saatten fazla içeriğin yer aldığı Kanalımızda; 2014-2016-2018 yıllarına ait TTMD Sempozyum görüntüleri, 2017-2018-2019 Çalıştayları, TTMD Eğitim seminerleri, toplantılar ve 25.Yıl Galası gibi çok sayıda video izlenebilmektedir. TTMD, YouTube Kanalı ile geçmiş ve gelecek görsel arşivini sektörün yararına sunmaya devam etmekte ve sürekli yeni içerikler ekleyerek güncellemektedir.

5- TTMD Sosyal Ağ

Tesisat sektöründe öncü ve çatı dernek olan TTMD, sosyal etkinliklerinde çok sayıda saygın ve nitelikli meslektaşını bir araya getirmektedir. Bu sayede sosyal ağınız ve mesleki çevreniz genişleyerek yeni işbirlikleri geliştirme fırsatını yakalayabilirsiniz. TTMD her yıl geleneksel hale getirdiği "Boğaziçi Buluşması", "Yeni Yıl Kutlaması", "Bowling Turnuvası" gibi etkinliklerle üyelerine sadece teknik bilgi değil, aynı zamanda sosyal bir aile ortamı da sunmaktadır.

6- Uluslararası İlişkiler

• **IEA, REHVA, CLIMAMED, ASHRAE vb. uluslararası bağlantılar:** TTMD, ASHRAE (American Society of Heating and Refrigeration Engineers), ISHRAE (IndianSociety of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers), PHVACR (Pakistan HVACR Society) ile işbirliği içinde olup, 2005 yılında REHVA (Federation of European Heating and Air Conditioning Association) ve 2009 yılında CLIMAMED (Joint Organization of HVAC&R Associations of France, Italy, Portugal, Spain) üyesi olmuştur. 2018 yılından itibaren IBPSA Türkiye ve 2019 yılından itibaren AEE Türkiye TTMD tarafından temsil edilmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı Güneşle Isıtma Soğutma (IEA SHC TCP), Uluslararası Enerji Ajansı Binalarda ve Topluluklarda Enerji (IEA EBC TCP) ve Uluslararası Enerji Ajansı Enerji Depolama ile Enerji Tasarrufu (IEA ECES TCP) Teknoloji İşbirliği Programları Çalışma Gruplarında da görev alabilirler. İşbirliği kurulmuş uluslararası kurumların üyeleri ile işbirliklerini geliştirmek mümkün olduğu gibi; üyeleri için sunulan olanaklardan, yayınlarını alırken ve faaliyetlerine katılırken bu kurumların üyeleri gibi TTMD Üyeleri de yararlanabilmektedirler.

7- TTMD E-Dergi ve Duyurular

TTMD e-dergisi ve düzenli olarak yaptığı duyurular ile Üyelerini bilgilendirmekte; Derneğin etkinliklerinden ve sektörü ilgilendiren gelişmelerden Üyelerini haberdar etmektedir.

8- AB Projeleri

TTMD çok sayıda AB projesi tamamlayarak yeni proje çalışmalarını sürdürmekte, bu sayede bilgi üretimi ve transferi için en doğru adımları atarak sektörü ileri taşımaktadır. Projelerde uzmanlıkları çerçevesinde Üyelerimiz de görev alabilmektedir.

Dr. Drury Crawley ile Söyleşi

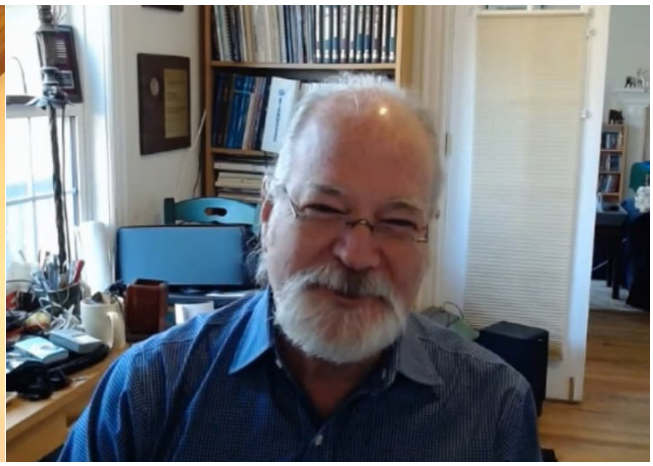
IBPSA Türkiye uluslararası ölçekte faaliyet gösteren Uluslararası Bina Performansı Simülasyonları Birliği (IBPSA)'nın Türkiye'deki ulusal temsilcisidir ve Türk Tesisat Mühendisleri Derneği bünyesinde Bina Performansı Simülasyonları Komitesi olarak faaliyet göstermektedir.

IBPSA Türkiye'nin hedefi, bina performansı simülasyonu ve ilgili konularda araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde bulunanlar ve uygulayıcılar arasında bilgi alışverişi sağlayacak bir platform oluşturmaktır. Bu platform sayesinde, bina performansının iyileştirilmesini hedefleyen modelleme ve simülasyonlar konusunda çalışmakta olan araştırmacı, geliştirici ve uygulayıcılar arasında bilgi alışverişinin sağlanması, verimliliğinin ve kalitesinin artırılması amaçlanmaktadır.

IBPSA Türkiye Komitesi olarak, hedeflerimiz doğrultusunda, TTMD Dergi okuyucuları için, bina performansı simülasyonları alanında uzun yıllar emek harcamış, söz sahibi olan, sektörü yönlendiren uzman profesyoneller ile bir dizi söyleşi planlamış bulunmaktayız. Bu söyleşiler sayesinde, bina performansı simülasyonlarının amaçları, kullanımı, geleceği gibi konularda uzman kişilerin görüşlerini, fikirlerini ve öngörülerini, ulusal sektörümüze aktarmayı amaçlamaktayız.

IBPSA-Turkey olarak, söyleşi dizilerimizin ikincisini Dr. Drury Crawley ile gerçekleştirdik. Dr. Crawley, halen IBPSA başkan yardımcısı ve IBPSA ülke şubelerinin koordinatörü olarak görev yapmaktadır. Dr. Drury Crawley (DC) ile çevirim içi ortamdaki görüşmeyi, IBPSA_TR başkanı Doç. Dr. Gülsu Ulukavak Harputlugil (GUH) gerçekleştirdi.





Dr. Drury Crawley (DC) ile çevirim içi ortamdaki görüşmeyi, IBPSA_TR başkanı
Doç. Dr. Gülsu Ulukavak Harputlugil (GUH) gerçekleştirdi.

GUH- Dr. Crawley, görüşme isteğimizi kabul ettiğiniz için çok teşekkür ederim. Öncelikle kendinizi kısaca bize tanıtabilir misiniz?

DC – Ben Dru Crawley, Bentley üyesiyim (Fellow) ve Bentley Systems'de sürdürülebilirlik, dijital ikiz, BIM, bina performansı gibi konulara odaklı olmak üzere bina performans simülasyonları araştırmacısıyım. Şu anda bir kaç doktora öğrencisi ile birlikte araştırma çalışmaları yürütüyorum. Ayrıca çeşitli çalışmalara ESG (Environmental Sustainability Goal) desteği sunuyoruz. Ben şu anda uzun zamandır yönetim kurulunda yer aldığım IBPSA'nın başkan yardımcısıyım, aynı zamanda ASHRAE yönetim kurulu üyesiyim. Lisans eğitimim mimarlık, ancak hiç uygulamam olmadı. Doktoramı Strachclyde Üniversitesi (Glasgow-UK)'nden aldım. 40 yıldan fazla bir zamandır çalışıyorum. Bentley'e katılmadan önce DOE (Department of Energy)'deydim ve sıfır enerjili binalar üzerine ve Energy Plus yazılımının ortaya çıkmasına yardımcı olmak üzere çalıştım.

GUH- Ben yanlış bilmiyorsam, siz Energy Plus programını geliştirenlerden birisiniz.

DC– Evet, beni "Energy Plus'ın babası" olarak anıyorlar.

GUH- Ne kadar güzel. Şimdi tüm bu bina performans simülasyonları üzerine olan birikiminize dayalı olarak, ilk soruyu sormak isterim: Bina performans simülasyonu nedir, ya da ne değildir? Bunu tanımlarken belki bize bina simülasyonunun kilometre taşlarından da bahsedersiniz.

DC– Peki. Bina performans simülasyonu uzun zamandan beri var. Daha önceleri el hesaplamaları ile gerçekleştirilen ve bina fiziği hesaplamaları gerektirdiği için oldukça zor bir süreçti. 60'ların başında, programlar kullanılmaya, simülasyon yazılımları geliştirilmeye başlandı. Tabi hesaplamaların çok fazla süre gerektirmesi nedeniyle, bu yazılımlar bazı basitleştirmeler içermektedir. Binanın performansını anlamak üzere tasarlanan veya bitmiş bir bina modeli oluşturmak, binanın ısıl karakteristiğini, fiziksel tepkilerini ve kullanıcı profilini matematiksel olarak tanımlamak ve uygun iklim verisi ile simüle etmek gerekir. Bu sadece bir modeldir, pek çok belirsizliği de içerdiği için gerçeği göstermez. Ama karşılaştırma için güçlü bir araç olabilir. Mesela yeşil bina standartı veya enerji standartı karşılaştırmak için, duvarda daha fazla yalıtım gerekir mi, veya daha verimli bir ısıtma-soğutma sistemi uygulanabilir mi sorularını değerlendirmek üzere kullanılabilecek güçlü bir araçtır. Mevcut bir bina için, modeli kalibre ederek ve gerçek iklim verisi ile gerçek durum tahmini de yapılabilir, ama çoğu kişi için bu çok daha zor ve zaman alıcı bir süreçtir. Kilometre taşlarına geldiğimizde, çoğu mühendis yıllık bazda, sistem seçimi için ısıtma ve soğutma yüklerini hesaplamak üzere bazı "formal" simülasyonları kullanıyor. Bir model oluşturarak tasarım koşulları üzerinden nasıl işletileceği tanımlanıyor. Dolayısıyla bu çok çeşitli durumları gösteriyor, her zaman Energy Plus simülasyon aracı gibi çok kapsamlı bir program kullanılmayabilir, daha basit bir araç seçilebilir. Buradaki ortak amaç binanın performansını anlamak, enerji, konfor veya diğer açılardan.

GUH- Bu noktadan hareketle, bu araçları tasarım sürecinin başından itibaren tasarım stratejisini geliştirmek üzere de kullanmak mümkün değil mi?

DC– Evet, elbette. Bu açıdan da simülasyon çok faydalı. Tasarımla ilgili çok detay yokken bile, örneğin biçime karar verirken, bazı yargılarda bulunmanıza yardımcı oluyor.

GUH- Tasarım alternatifleri arasından seçim yapabilmeyi kolaylaştırıyor belki de.

DC– Elbette.

GUH- Peki bugüne geldiğimizde, pek çok simülasyon aracı var kullanılmakta olan. Ayrıca yine bugün için sıkça karşılaştığımız, BIM (Bina Bilgi Modelleme), Dijital ikiz gibi kavramlar da var. Peki performans simülasyonları ile bunları birer anahtar kelime olarak aldığımızda, bu kavramlar arasındaki ilişkileri ve/veya çelişkileri nasıl tanımlarsınız?

DC– Aslında tüm bunlar birbirlerine dönüştürülebilen ve birlikte çalışan sistemler. BIM genellikle üç boyutlu olarak bir binanın nasıl inşa edileceğini modelliyor, aslında CAD sistemlerinin bir sonraki nesli olarak tanımlanabilir. Çünkü BIM modeli içinde her bir kolon, her bir pencere veya HVAC sistem ekipmanı üç boyutlu olarak açıkça kendini var ediyor. BIM araçları ayrıca bina bileşenlerinin pek çok termo-fiziksel özelliklerini de tanımlamaya imkan veriyor -ki mimarlar bunu tanımlamaz; çünkü buradaki ana amaç yapının nasıl inşa edileceğinin tam olarak tariflenmesi olduğundan, tasarımcı açısından bunun bitmiş bir model olması gerekiyor. Sonrasında müteahhittin bu modeli alarak, inşa ediyor. Dijital ikiz ise, aslında aynı mantığa sahip olmakla birlikte, daha fazla bilgi içermesi gerekiyor. Dijital ikiz de bir BIM modelinden üretilebilir, performans gerekliliklerini içerebilir ama bir topluluk veya kent için de uygulanabilir. Bununla ilgili pek çok girişim görüyoruz. Dijital ikiz binanın ihtiyaçlarına göre kendini yenileyebilir, bir başka deyişle gerçek durumun yaşayan bir modeli denilebilir. İyi bir şekilde tanımlandığında bir simülasyon platformu olarak da kullanılabilir. Tıpkı simülasyonda olduğu gibi zaten bir modeliniz var, dijital ikizde de binayı iyileştirmeye dönük alternatifler veya diğer binalarla nasıl etkileşimli çalışacağının araştırması yapılabilir. Dijital ikizler, sadece BIM değil, BIM ile kombine fotogrametrik çalışma ile aydınlatma veya diğer pek çok konuda üç boyutlu kısmını temsil edebilir. Bugün için dijital ikizin daha gideceği çok yol var ama ne yazık ki kamuoyunda temel bir kavram olarak kullanılıyor. Çoğu kişi dijital ikiz oluşturduğunu söylüyor ama dijital ikiz pek çok detay barındırıyor ve benim gördüğüm çoğu dijital ikiz sadece blok modellerden ibaret. Dijital ikiz dediğimizde her şeyi ile bir modelden söz ediyoruz, tıpkı bir BIM modeli gibi ama sürekli güncellenebilen bir model .

GUH- Bir de bu modellerin IoT (Intenet of Things) ile de ilişkilenmesi gerekiyor değil mi?

DC– Evet, IoT bunun bir parçası olmalı. Dijital ikiz bilgi verisi olarak IoT'ye dayanmalı, ve performans simülayonu için

veri sağlamak üzere de kullanılmalı. Bir kent için dijital ikiz kavramı, mesela ulaşım ile ilişkili durumu kolaylaştırmada kamera ve sensörlerle trafik yoğunluğunu düzenlemek gibi durumlar için de kullanılabilir.

GUH- Aslında dijital ikizin pek çok fırsatı barındırdığını anlıyoruz. Ama halen tüm potansiyeli ile kullanılmıyor diyebilir miyiz?

DC– Evet aslında pek çok kişi bununla ilgili konuşuyor. Bu nedenle biz dijital ikiz demonstrasyonu için kişilere yardımcı oluyoruz. Hindistan'da, Haydarabad için Rajad Rawal'ın projesine desteğimiz var, Rajad Haydarabad'ın tamamının dijital ikizini oluşturuyor, bu şimdiye kadarki en kompleks çalışmalardan biri olacak. Daha önce on yıldan fazla oldu, Finlandiya, Helsinki için çalışmıştık. O zaman dijital ikizin 3. Nesli kullanılıyordu ve çözünürlüğü 10 cm. üzerindeydi ve oldukça iyi bir detaylandırmaydı. Ben helikopterden çekilen on binlerce fotoğraf üzerinden fotogrametri kullanarak çalışmıştım. Dijital ikiz ile yapacağınız bazı başka ilginç şeyler, yapay zeka ve derin öğrenme ile ilişkilendirilmesi yoluyla da mümkün. Bazı başka üniversite kampüsleri için de dijital ikiz ile modellenerek IoT desteği ile takip edilebilirliğinin sağlanmasına çalışıldı.

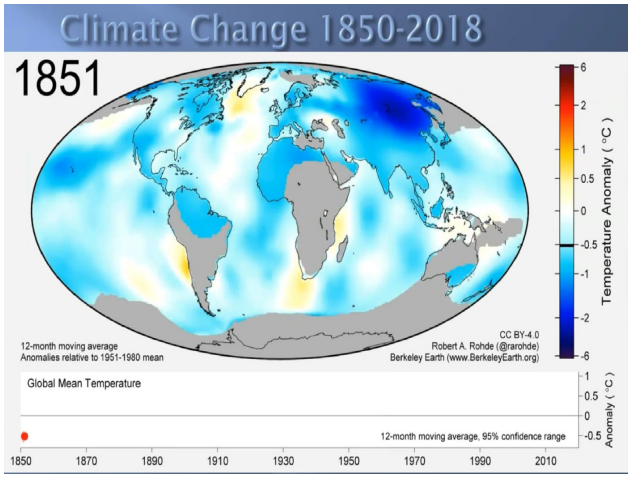
GUH- Gerçekten çok ilginç. Bizim üniversitemiz için de bir dijital ikiz oluşturmalı diye geçirdim içimden. Peki, performans simülasyonuna geri dönecek olursak, tüm geçmiş birikiminiz ve bugün gelinen durumu gözeterek, yüzlerce yeni simülasyon aracı geliştirilirken, acaba her problem alanı için kendi özel aracımızı geliştirmeye devam etmeli miyiz; kendi kodunu yazabilmek bir simülasyon uzmanlığı için şart mıdır, kod yazmadığı halde birine yine de simülasyon uzmanı denilebilir mi?

DC–Tamamen bir kod yazmak gerekmeyebilir ama bazı durumlar için bazı parçalara ihtiyaç duyulabilir. Energy Plus gibi araçlarda Python gibi script dili üzerinden kod yazılabilir. TRYNSYS çok uzun yıllardır kod yazarak geliştirilmeye imkan verir.

GUH- Esp-r da sanıyorum açık kodlu bir program

DC– Evet, aslında burada önemli olan hangi kodlamayı kullanıyor olursanız olun, ne işe yaracağını anlamış olmak. Herhangi bir kodlama yapıp bunun neyi simüle ettiğini bilmiyorsanız bunun bir anlamı olmayacak, simülasyon sonucu da anlamlı çıkmayacaktır. Ama bir simülasyon uzmanının bir ya da bir çok programın kodunu bilmesinin önemli olduğunu düşünüyorum. Örneğin DOE-2 (Energy Plus'tan önceki DOE'nin simülasyon aracı) radyant duvar analizi yapamıyordu, bu nedenle böyle bir sistem kullanmak gerektiğinde çok dikkatli olmak lazımdı. Energy Plus daha açıkça farklı enerji akışlarını ayrı ayrı değerlendirebiliyor. Sonuçta hangi aracı kullanacak olursanız olun, hepsini sınırlılıklarına dayalı yapabilecekleri var. Elinizdeki araçları geliştirebilmek için de pek çok açık kod var, bunlardan yararlanmak da mümkün.

GUH- Belki biraz daha netleştirmek için, şöyle sorayım,



biz kime simülasyon uzmanı diyoruz, kendi kodunu yazana mı, yoksa pek çok yazılımı doğru şekilde kullanabilmek uzman olmak için yeterli mi?

DC– Aslında kod yazabilen uzmanlar özel kişiler, hem bina fiziğini, hem de simülasyonu iyi biliyor olmaları gerekiyor. Diğer taraftan karmaşık problemleri çözmek için simülasyon kullanan, yazılımı anlamış, her aşamasını test edebilen, ve hassasiyet analizleri yapabilen kişiler de bence simülasyon uzmanlarıdır. Simülasyon kullanan pek çok kişiyi yüreklendirmek lazım, simülasyon kullanabilir ama kodlama bilmiyordur, olabilir. Burada bir kez daha söylemek isterim ki yazılımın sınırlılıklarını bilmek önemlidir, bilmiyorsanız tehlikelidir. Ben geçmişte bana gelen bir sürü mail hatırlıyorum, bir yazılımı nasıl "doldurursam" çalıştırabilirim diye soruluyordu. Bu elbette ki hiç seçilmemesi gereken bir yol. Çünkü belki program sizi "doldurabilir".

GUH- Ah evet bu gerçekten önemli. Peki bu noktada uzun zamandan beri süren bir tartışmayı sormak isterim. Bina performans simülasyonu uygulamalarına kim liderlik eder; mühendisler mi, mimarlar mı, yoksa başka bir profesyonel mi? Örneğin bir şirkette ideal simülasyon sorumlusu kişi kim olmalıdır?

DC– Genellikle, tüm bina fiziği süreçlerini ve sistemlere olan hakimiyetleri nedeniyle makina mühendisleridir. Ama daha doğru olanı, simülasyonu pratiği en fazla olan, sürekli simülasyon üreten kim ise, odur. Mimarlar için de grafik desteği sağlayan çok iyi programlar var artık, mimarlar da bunları kullanabilirler. Makina mühendisleri bazen tasarım bittikten sonra sürece dahil olabiliyor. Burada mimar veya mühendis olmasından çok bu sorumluluğu alacak yeterli donanımdaki kişi diye bakmak gerekiyor. Eğer şirket yeterince büyükse, bir ya da bir kaç kişinin sadece simülasyon için atanmış olması beklenebilir. Burada tasarım hakimiyeti de önem kazanıyor tabi.

GUH- Bu durumda aslında eğer tasarımın erken evrelerinde çözüm aranıyorsa, tasarım hakimiyeti nedeniyle mimarın öncülüğü kabul edilebilir diyebiliriz? Ama tabi simülasyon konusunda fikri ve bilgisi olan mimarlar...

Elbette. Aslında pek çok mimarın simülasyon konusunda en ufak bir fikri yok.

GUH- Aslında belki bilmeleri de gerekmeyebilir ama en azından simülasyon kullanımının önemini bilmelerinin gerekli olduğunu düşünüyorum.

DC– Kesinlikle, burada Amerika Birleşik Devletleri'ndeki mimarlar için, simülasyonun nerede, ne zaman gerekli olduğuna dair Amerikan Mimarlar Birliği bir simülasyon kılavuzu yayınladı. Yani gerçekten önemli.

GUH- Peki simülasyonun geleceği konusunda ne düşünüyorsunuz? Bu alanda gelecekteki dönüşüm ve değişim nasıl olacak?

DC– Aslında görebildiğimiz kadarıyla, değişim oldukça esnek ve özellikle kullanıcıların gereksinimine göre uyumlanabilen, daha grafik ağırlıklı olacak. Bugün de grafik etki iyi ancak veri ile geometri ve grafik arasındaki dilin dönüşümünde halen zorluklar var. Sanıyorum dijital ikizin bu konuda önemli bir etkisi olacak, konu bina simülasyonu çekirdek ekibinden çıkarak daha geniş olarak ele alınacak, bunun için önemli bir çaba var. Dijital ikiz yardımıyla, kentsel ölçekte IoT yardımıyla pek çok faydalı bilginin toplanması mümkün olacak. Bu aynı zamanda kültürel gereklilikleri de içeren kabul edilebilir prototipler oluşturmak üzere simülasyonları çalıştırmak için bir temel bilgi teşkil edebilecek. Örneğin biz ABD'de bazı bilgilere sahibiz belki ama tamamen ABD'ye özgü veriler bunlar; mesela inşa yöntemleri. Bu başka bölgeler için yeniden geliştirilmek zorunda. Bunu bir kez elde ettiğinizde bunun parçalarını bir araya getirmek daha pratik olacak. Burada IoT'nin de veri kaynağı olarak önemli bir yeri olacak.

GUH- Gelecekten söz etmişken, genç tasarımcılara geleceğe dair ne önerileriniz olur?

Eğlenmelerine baksınlar... Şu anda ellerinin altında kullanabilecekleri pek çok güçlü simülasyon aracı var. Özellikle binalarla ilişkili veri bilimi üzerine çalışmaları çok önemli. Bunun için pek çok bedava kurs bile var, yeni veya mevcut bina modelleme ve tasarımında veriyi nasıl kullanmak gerektiğine dair. Bu gerçekten önemli. Bilgisayar araçları gittikçe daha yetenekli hale geliyor, makina öğrenmesi var, yapay zeka var, hepsi bir arada veri manipülasyonuna açık konular. Bunların tümünü bir arada değerlendirmeye ihtiyaç var. Tüm bu beceriyi ve gücü iyi kullanmak gerekiyor.

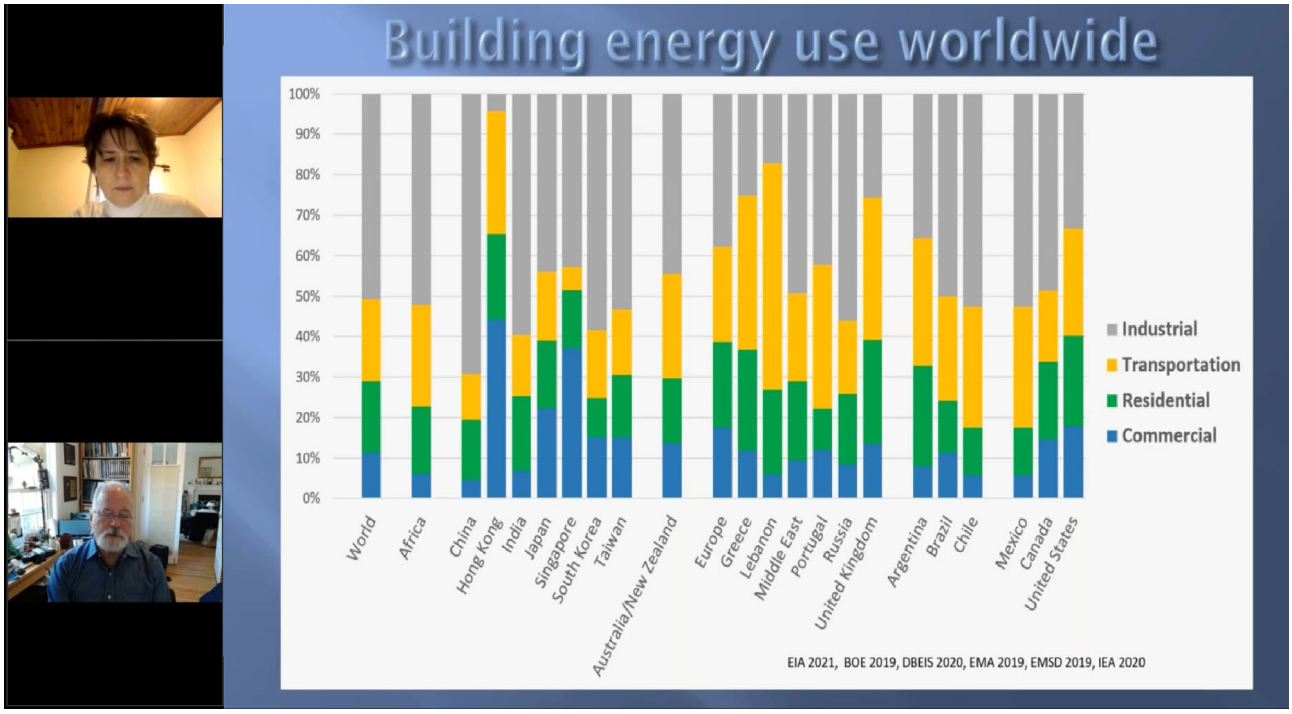
GUH- Aslında bugün için şöyle diyebiliriz galiba, herhangi bir genç tasarımcı için bir simülasyon programı kullanıyor olmak çok da özel bir durum değil, hatta onlar için bir zorunluluk, değil mi?

DC– Evet, elbette. Özellikle mimarlar çoğunlukla bina fiziği ve ilgili konulara çok hakim olmamalarına rağmen, binaları buna ihtiyaç duyuyor. Bu konuların hem mühendisler, hem mimarlar için üniversitelerde daha kapsamlı ele alınması gerektiğini sanıyorum.

GUH- Çok teşekkürler Dru, senden son sözlerini alabilir miyiz, Türkiye'nin genç profesyonellerine, TTMD ve IBPSA-Türkiye üyelerine ne söylemek istersin?

DC– Simülasyonun Türkiye'de de ele alınıyor olmasından büyük mutluluk duyuyorum. Bunu desteklemek ve bina simülasyon uzmanlarının birbirlerinden öğrenmelerine yardımcı olmak üzere IBPSA-Türkiye'nin önemli bir rol üstlendiğini görüyorum. IBPSA aracılığıyla, diğer ülkelerle ve diğer organizasyonlarla iletişim için de IBPSA Türkiye 'nin önemli bir gücü olduğunu düşünüyorum.

GUH- Benim sorularım tamamlandı. Çok keyifli ve bilgilendirici bir sohbet oldu. Bu söyleşiyi kabul ettiğin ve bize zaman ayırdığın için çok teşekkür ederim.



SHC Solar Award 2022

Son Başvuru: 1 Nisan 2022

IEA Güneşle Isıtma Soğutma Programının SHC Solar Ödülü, güneş enerjisiyle ısıtma ve soğutma teknolojilerinin piyasa etkisini artırmak için çalışanların başarısını kutlamak amacıyla veriliyor. Bu yılın kazananı, sosyal konutlarda konforu korumanın veya artırmanın maliyetlerini ve çevresel etkisini azaltmak için güneş enerjisiyle ısıtma ve soğutmayı destekleyen, son 5 yılda yürütülen bir program veya projeden önemli bir başarı elde etmiş olacak. Adaylıklar, güneşle ısıtma, soğutma ve/veya günışığı teknolojilerini kullanarak mali açıdan hassas kullanıcılar için uygun fiyatlı konutlarda konforlu ve düşük maliyetli yaşam koşulları sağlayan bir program veya projeyi uygulamaktan sorumlu bir kişi veya kuruluş için olacak.
Adaylık için: https://iea-shc.org/solar-award/nomination
Detaylı bilgi için: https://iea-shc.org/solar-award

CLIMA 2022 REHVA 14. HVAC Dünya Kongresi

15-18 Mayıs 2022, Rotterdam, Hollanda

REHVA CLIMA Dünya Kongresi,ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) alanında önde gelen uluslararası bilimsel kongredir. Kongre üç yılda bir, REHVA'nın üye derneklerinden biri tarafından düzenlenmektedir. CLIMA 2022, hem Delft Teknik Üniversitesi hem de Eindhoven Teknik Üniversitesi ile işbirliği içinde Hollanda Bina Hizmetleri Derneği olan TVVL tarafından organize ediliyor.
CLIMA 2022 Kongresinin beş ana teması; Enerji, Dijitalizasyon, Sağlık&Konfor, Öğrenme&Eğitim ve Döngüselliktir. Gelen çok sayıda talep ve bildiri özeti gönderimi nedeniyle, CLIMA 2022 Bilimsel Komitesi tam metin son gönderim süresinin 03 Ocak 2022 tarihine kadar uzatıldığını duyurdu.

Healthy Homes Design Competition 2022

15-18 Mayıs 2022

REHVA, ana ortak ve sponsor olan VELUX Group ile birlikte Healthy Homes Design Competition (Sağlıklı Evler Tasarım Yarışması)'nı düzenliyor. Bu yepyeni girişim, genç ve geleceğin mühendislerinin zihinlerini sağlıklı evlerin nasıl hayata geçirileceğine dair çözümler belirlemeye teşvik etmeyi amaçlıyor. Bina ve bina hizmet sistemleri, işletme ve inşaat alanında çalışan öğrencilere ve genç profesyonellere hitap eden yarışma, yaşam ortamlarında insanların sağlığı ve iç mekan iklim çözümlerine odaklanan projeler için çağrıda bulunuyor. Tüm projeler sektördeki uzmanlardan oluşan uluslararası bir jüri tarafından incelenecek ve zaman çizelgesine göre adaylardan oluşan bir kısa liste projelerini 15-18 Mayıs 2022 tarihlerinde Rotterdam'da yapılacak CLIMA 2022 kongresinde sunacak.

GF Silenta Extreme

Sessiz Koruyucunuz!

+GF+

hakan PLASTiK

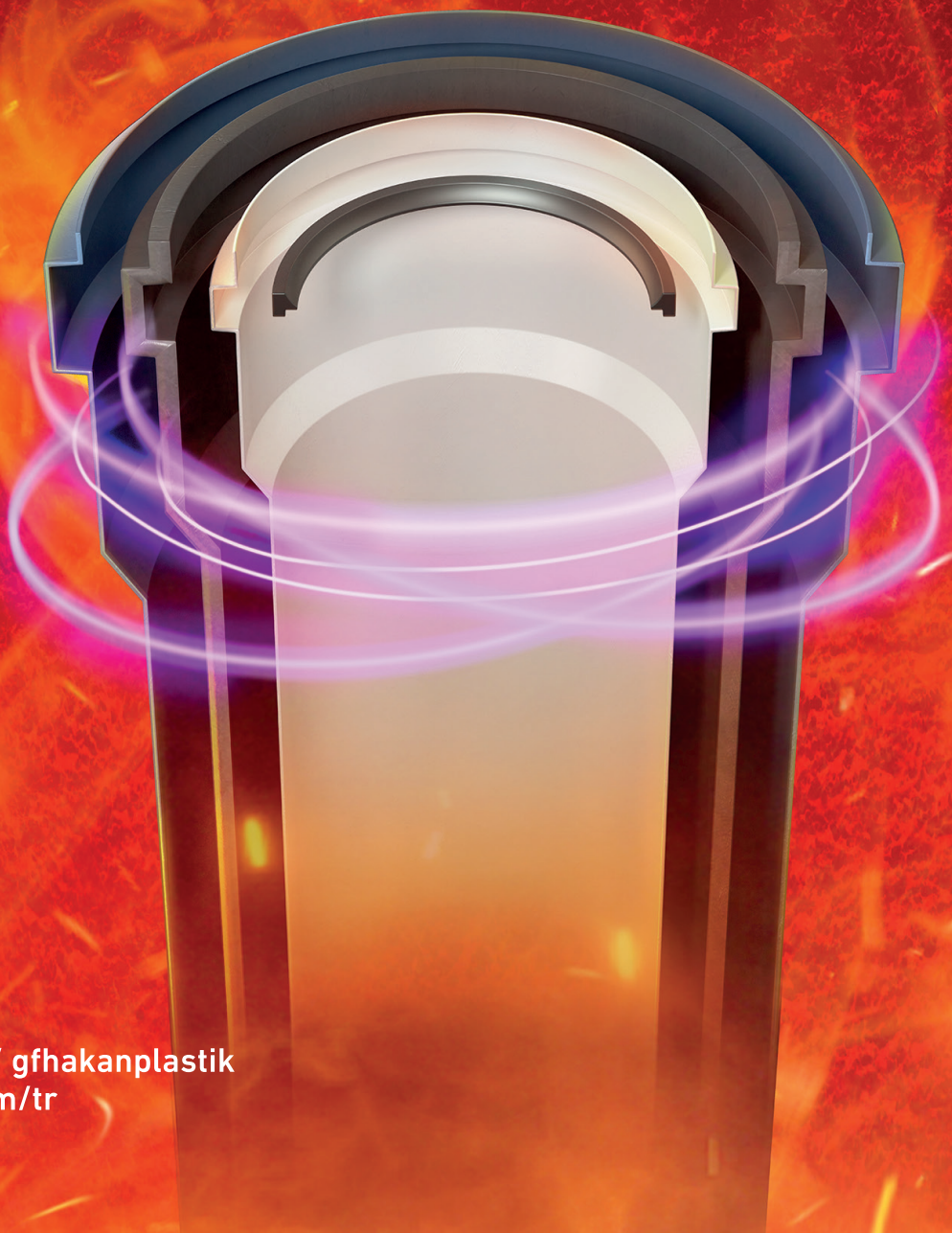
Polipropilen (PP) bazlı, yangına dayanıklı, halojen içermeyen ve ses yalıtımlı GF Silenta Extreme Boru Sistemleri ile şimdi binalar daha güvenli, daha sessiz.

5 PP
Polipropilen ham maddesi

B-s1;d0 EN13501

HF
Halojen İçermez

4 lt/sn'de 18 dB(A) EN14366



/ gfhakanplastik

www.gfps.com/tr

DuBOIS ve DuBOIS EŞİTLİĞİ: İNSANLARIN VÜCUT YÜZEY ALANLARININ HESAPLANMASI

Macit TOKSOY[1]

"Çözülen her küçük problem, bir adım daha atmayı gerektiren bir başka bir problem ortaya çıkartır ve bu adım genellikle daha temel bilime doğru geriye doğru bir adımdır".
Eugene F. DuBOIS

ÖZET

Bu çalışmanın konusu, vücut yüzey alanının belirlenmesi için, yüzyıl önce (1916) DuBOIS kuzenlerin[2] biri çocuk diğerleri yetişkin dokuz insanın vücut yüzey alanlarını ölçmeleri sonucu geliştirdikleri, çoğunlukla DuBOIS eşitliği olarak anılan, bu çalışmada tercih edildiği üzere nispeten daha az da olsa DuBOIS ve DuBOIS eşitliği olarak anılan deneysel (amprik) eşitliktir.

İnsanların vücut yüzey alanlarının (A_D) büyüklüğü tıp ve mühendislik alanlarında kullanılan önemli bir fizyolojik ve biyometrik özelliktir. Vücut yüzey alanın hesabı ile ilgili ilk eşitlik sadece ağırlığın değişken olduğu MEEH Eşitliği'dir. Sonrasında yapılan çalışmalar bu eşitliğin yeterince hassas olmadığını göstermiştir. MEEH Eşitliği'nden 37 sene sonra yayımlanan çalışmalarıyla DuBOIS kuzenlerin önerdikleri DuBOIS ve DuBOIS Eşitliği, günümüzde geçerliliğini korumakta, geniş kullanım alanı tıp olmakla birlikte, mühendisliğin diğer alanlarında olduğu gibi Tesisat Mühendisliği alanında ısıl konfor, iç hava kalitesi ve iklimlendirme sistem tasarımında, insanlardan kaynaklanan ısı ve karbondioksit yükünün hesabında kullanılmaktadır. Mühendislik alanlarındaki bilim insanlarının isimleriyle anılan eşitlikler dünyasında, yaptıkları titiz çalışmalarıyla, DuBOIS kuzenler de övgüyü hak etmektedirler.

Bu çalışmada yüzyılı geçen bir zaman önce vücut yüzey alanını belirlenmesini öncelikleyen gelişmeler, vücut yüzey alanının önemi, vücut yüzey alanının belirlenmesine yönelik ilk çalışmalar ve eşitlikler, ölçüm yöntemleri, DuBOIS kuzenlerin kısa biyografileri ve çalışmalarında kullandıkları yöntem ve 21. yüzyılın ilk çeyreğine kadar önerilen eşitliklerin geniş bir tablosu verilmiştir.

1. GİRİŞ

Dünya tarihi eşitsizliklerin, bilim tarihi de eşitliklerin tarihidir. Bu cümledeki eşitlik ve eşitsizlik kelimeleri, birbirine zıt anlamlar taşıyan iki kelime olarak kullanılmamıştır ama fel-

[1] Dr. Mak.Yük.Müh. RD&PM. macittoksoy@gmail.com.
[2] Eugen Floyd DuBois ve Delafield DuBois

sefi açıdan zıt anlamda kullanılması da tartışılabilir. Dünya tarihini tanımlarken kullanılan eşitsizlikten, sosyal ve ekonomik eşitsizlik vurgulanmak istenmiştir. Bilim tarihindeki eşitliklerden (ve hiç şüphesiz eşitsizliklerden) ise fiziksel olayların mekanizmalarını sembolize eden, eşit sembolini içeren, matematik ifadeler, eşitlikler, formüller, denklemler kastedilmiştir: Newton Kanunu, Termodinamik Kanunları, Einstein Kütle Enerji Eşitliği, Navier Stokes Denklemleri gibi, isimleri ön ad olarak daha sonra gelen bilim insanları tarafından onları keşfedenlere saygı anlamında konulmuş eşitlikler.

Bu çalışmanın konusu insanların vücut yüzey alanının (A_D), boy ve ağırlığının kullanılarak hesaplanmasını mümkün kılan DuBOIS ve DuBOIS Eşitliği'dir. Bu eşitlik Türkçe ve İngilizce literatürde çoğunlukla DuBOIS Eşitliği olarak anılmaktadır. Bu çalışma da DuBOIS ve DuBOIS Eşitliği olarak anılmasının sebebi, ilgili çalışmanın aynı soyadlı iki araştırmacı tarafından yapılması ve her ikisinin de ilgili krediyi hak ettiğinin düşünülmesidir.

Bu çalışmanın yazarı, DuBOIS Eşitliği'yle, ilgili pekçok araştırmacı gibi "ısıl konfor"a ilgi duyduğu anda [1] karşılaşmıştır. Bu karşılaşma üç bakımdan şaşırtıcıdır: Bunlardan ilki, dijital teknoloji ile birlikte yüzey metrolojisinin (3 boyutlu laser tarayıcılar gibi) modern ölçerlerinin 20. yüzyılın sonunda geliştirilmelerinden yüzyıla yakın bir zaman önce bu eşitliği, irregular-düzgün olmayan bir geometrik yapıdaki insan vücutları üzerinde yaptıkları ölçümlere dayalı olarak geliştirmiş olmalarıdır. İkincisi çalışmanın [2] yayımlandığı 1916 yılından bu yana, en azından ısıl konfor ve iç hava kalitesi araştırmalarında revize edilmeden güvenilir olarak kullanılır oluşudur. Üçüncüsü ise modern yüzey ölçüm teknikleri ile yapılacak araştırmalarla sınanmaya ihtiyaç olup olmadığıdır; eşitliğin çok uzun veya çok kısa, çok kilolu veya zayıf insanlar ve 10 yaşından küçük çocuklar için yeterince hassas olmadığı ifade edilmektedir [3,4]. İstatistiklere göre de insanların geometrik büyüklüklerinde değişimler söz konusudur ve en azından yeni antropometrik istatistiklere göre bir revizyon veya başka bir model gerekmekte midir? Bu sorular yaklaşık 100 yıl boyunca pekçok araştırmacı tarafından da sorulmuş ve cevaplar için pekçok çalışma yapılmıştır. Ancak yapılan onca çalışmaya rağmen DuBOIS ve DuBOIS Eşitliği günümüzde de kullanılmaya devam etmektedir. Şüphesiz eşitliğin daha hassas olduğu alanlarda (örneğin 10 yaşından küçük çocuklarda) daha hassas sonuçlar veren eşitlikler vardır. Yine antropometrik olarak farklı ırklar için önerilen eşitlikler de söz konusudur. İç hava kalitesi ve ısıl konfor sistemleri tasarım literatüründe ise yetişkinler için yeterince hassas olan DuBOIS ve DuBOIS Eşitliği yer almaktadır.

(VÜCUT) YÜZEY YASASININ KEŞFEDİLMESİ

İnsanların vücut yüzey alanlarını önemli yapan nedir? Bu soruya 2021 yılında çok kapsamlı bir cevap vermek mümkündür. Ancak bu çalışmanın bağlamı içinde verilmesi gereken cevabı, 20. yüzyılın başında vermek daha doğru olur. Çünkü vücut yüzey alanının ölçümüne ve deney sonuçlarından, herhangi bir insanın diğer fiziksel büyüklüklerinden (ağırlık ve boy) vücut yüzey alanını tahmin etmeye yarayacak eşitliklerin türetilmesi, bu yıllarda başlamıştır. Bu çalışmaları yapan ilk bilim insanları, MEEH ve DuBOIS Kuzenler, kendilerine gelene kadar yapılan çalışmalardan böyle bir ihtiyacın olduğunu görmüş olmalıdırlar. Daha önce yapılan ilgili çalışmalar metabolizma ile ilgili olan çalışmalardır.

Metabolizma

Diğer canlılarda olduğu gibi insan vücudu bir açık sistem olarak, su da içinde olmak üzere sindirim sistemine besin ve diğer atmosferik gazlarla birlikte oksijen alır, dışarıya enerji, katı, sıvı ve gaz artıklar verir. Fizyolojik metabolizma insan vücuduna girenlerin çıkanlara dönüşmesi esnasındaki tüm prosesleri/reaksiyonları içerir: Besinlerin enerjiye-ısıya dönüşmesi, besinlerin vücudun ihtiyacı olan maddelere (proteinler, yağlar, karbondidratlar vs) dönüşmesi ve atıkların giderilmesi.

Fizyolojik metabolizma hücre metabolizması, iç ve dış metabolizma (akciğerdeki değişim, hücredeki değişim), anabolik ve katabolik metabolizma vs gibi yeri ve işlevine göre (bileşenlerin bozulması, bileşenlerin oluşturulması vs) farklı sınıflara da ayrılmaktadır.

Enzimlerin rol aldığı metabolizma reaksiyonları organizmaların

- büyümesini,
- yapılarının korunmasını,
- hareketlerini,
- çoğalabilmesini
- sağlar ve
- çevreye karşı davranışlarını belirler [5,6]

Hastalık durumlarında (tip II diyabet, kanser vs) normal metabolizma bozulur.

Metabolizma, bir başka açıdan da, biyolojide önemli bir konudur. Diğer bilimlerde özellikle fizikteki görülen teori ve deneycilik (empricism) birlikteliğinin teori kısmı, yüzyıllar boyunca gözleme dayalı bilgi toplama, tanımlama ve sınıflandırma araştırma algoritmasına sahip biyoloji biliminde 20. yüzyıla kadar yoktur; genetik kodların taşınması konusunda "Büyük Birleşik Teori"[3] olarak "Hayatın Bilgi Teorisi" [4] ile, teori de biyolojinin yöntemi olmuştur [7]. Biyolojide birleşik teorilerden bakılacağı yerlerden biri de, metabolizmadaki hayatın kimyasal ve fiziksel temelidir [7].

[3] Grand Unified Theory, GUT.
[4] Informational Theory of Life.

Metabolizma: Etimolojik ve Tarihsel

Metabolizma kelimesi ilk defa Alman fizyolojist Theodor Schwann (1810–1882)] tarafından (metabolische) kullanılmıştır. 1860'larda Fransızca dokümanlarda görülmüş, İngilizcede ise 1878 senesinde Michael Foster'ın "Textbook of Physiology" eserinde görülmüştür [8].

Metabolizma fizyolojide ve biyokimyada kullanılan önemli bir terim olmasına karşın, analojik olarak metabolizmanın çok farklı alanlarda da kullanılan bir terim olduğu görülmektedir: Sosyal Metabolizma, Ekonomik Metabolizma, Sosyo-Ekonomik Metabolizma, Endüstriyel Metabolizma, Bitki Metabolizması; Mimaride Metabolizma, Şiirde Metabolizma, Teolojide Metabolizma, Entomolojide Metabolizma…

Metbolizma kavramını ilk defa, kelimenin Yunanca anlamıyla (değişim) uyumlu olarak, insan vücudundaki değişimlerle ilgili ilk görüşleri (hipotezi) içinde Arap bilim insanı İbnü'n-Nefîs[5] (1213-1288) ortaya attığı anlaşılmıştır [9,10]. İbnü'n Nefis, bir tıp ve sosyal bilimci, bir felsefecidir.[6] Tıp literatüründe küçük kan dolaşımını doğru olarak keşfeden ve bu yüzden "dolaşım fizyolojisinin babası" (the father of circulatory physiology) olarak tanınan bilim insanıdır [11]. Döneminde ikinci İbni Sina olarak anılmaktadır [12]. Birkaç yüz kitabı olduğu bilinmektedir.

İbnü'n Nefis'in prototip bilim kurgu romanlarının ilklerinden sayılan ve onun felsefi düşüncelerini içeren "The Treatise of Kāmil on the Prophet's Biography" veya "Kamiliyah Treatise" olarak İngilizce literatürde yer alan "er-Risâletü'l-Kâmiliyye fi's-sîreti'n-nebeviyye" (Al-Risalah Al-Kamiliyyah fil Siera Al-Nabawiyyah) adlı kitabında, metabolizma kavramını, ruh ve beden ile yeniden dirilişi tartıştığı bölümünde aşağıdaki hipotezle vermiştir [10]:

"Vücut ve parçaları sürekli bir bozunma ve beslenme hali içindedir ve bu yüzden kaçınılmaz olarak kalıcı değişim geçirirler"

Bu hipotez, etimolojik olarak Yunanca değişim (metabolismo) kelimesinden gelen metabolizmayı kavramsal olarak bütünsel bir yaklaşımla çok doğru olarak tanımlamaktadır. Metabolizma bir anlamda tüm canlıların sürekli olarak canlı kalabilmek, çoğalabilmek, yapılarını koruyabilmek gibi amaçlarla vücutlarında sürekli ve kaçınılmaz olarak yaşadıkları değişimlerdir. Ayrıca AL-ROUBİ'nin [10] yorumuna göre bu hipotez aynı zamanda metabolizmanın içerdiği anabolik ve katabolik prosesleri de ifade etmektedir. Bozunma (dissolution), büyük bileşenlerin enzimler yardımıyla bozunarak karbondioksit ve su gibi küçük bileşenlere dönüşürken enerjinin de açığa çıktığı anabolik prosesleri, beslenme ise besinlerden vücudun gereksinim duyduğu proteinlerin, yağların ve karbonhidratların oluştuğu katabolik prosesleri temsil etme anlamında uygun tanımlar olarak görülmektedir. İbnü'n-Nefîs makro anlamda, bir açık sistem olan vücut sınırlarından olan madde alışverişini ve bu süreçteki değişimi de kastetmiş olabilir. Ancak değişimin vücut ve parçaları için yapılmış olması anabolik ve katabolik prosesler yorumunu desteklemektedir.

Metabolizma canlılığın temel mekanizmasıdır. Bu yüzden, neden besinlere ihtiyacımız var, yediğimiz besinlere ne oluyor, neden nefes alıyoruz sorularının sorulduğu ilk zamanlardan itibaren cevabın arandığı yer olmalıdır.

Bilimsel anlamda metabolizma ile ilgili ilk kontrollu deneyler Santorio (1561-1636) tarafından yapılmış ve sonuçlarını 1614'de Art de Statica Medecina adlı kitabında yayımlamıştır. Santorio oturduğu sandalyeyi bir teraziye asmış ve yemek yedikten, uyuduktan, çalıştıktan, oruç tuttuktan vs gibi aktivitelerden önce ve sonra ağırlığını ölçmüştür (Şekil 1). Sonuçta aldığı yiyeceklerin büyük bir kısmının vücuttan "perspiratio insensibilis" (insensible perspiration – hissedilmeyen terleme) yoluyla atıldığını bulmuştur [6,13]; hissedilmeyen terleme, vücuttaki suyun deri yüzeyinden ve solunum yoluyla kaybıdır [14].

Metabolizmadan vücut yüzey alanına geçiş

'Obezite, vücut indeksi, yağ oranı, fit olma, sağlıklı yaşam ve benzeri pek çok kelimenin yanında metabolizma kelimesi de günlük kelimelerimizin içine girmiştir. Metabolizma yoksa yaşam da yoktur: "Organizmalar yiyeceklerden elde ettikleri


LA MEDICINA
STATICA
DI SANTORIO DE' SANTORJ
DA CAPO D'ISTRIA
Pubblico Professore nell'Università di Padova.
Divisa in Sette Sezioni: co' Comentarj di MARTIN LISTER Medico Inglese, e i Canoni della Medicina de' Solidi di GIORGIO BAGLIVI Professore di Medicina nello Studio di Roma.
AGGIUNTIVI
Gli Aforismi d'Ippocrate, e i suoi Presagj: nelle due lingue, Latina ed Italiana con molte altre cose che saranno notate nella pagina seguente.
IDEA, e FATICA
DELL'ABATE CHIARI
Da Pisa.
IN VENEZIA MDCCXLIII.
Appresso Domenico Occhi.
CON PRIVILEGIO.

Şekil 1. Santorio Deneyi [6]

[5] İngilizce literatürde İbnül Nafees veya Ibn al-Nafis olarak anılıyor; İslam Ansiklopedisine göre İbnü'n-Nefis.
[6] Hekim, anatomi uzmanı, fizyolog, cerrah, oftalmolog (göz hekimi), psikolog, astronom, kozmolog, jeolog, muhaddis, Şafii (mezhebi) hukukçusu, teolog, İslam Filozofu, sosyolog, romancı, bilim kurgu yazarı, gramerci, dilbilimci, ve tarihçi [https://en.wikipedia.org/wiki/Ibn_al-Nafis].

enerjinin bir kısmını organizma fonksiyonları (çoğalma, büyüme, vs) için kullanırlar, gerisini ise hareketsiz halde çevreye enerji olarak verirler" [14]. Özellikle insanlarda çevre ile olan enerji-ısı alışverişinin aracısı vücut yüzey alanıdır. En azından ilk insanlardan bu yana sağlıksız ve sağlıklı insanların yüzey sıcaklıklarının farklılıkları, en başta bebekleri için endişelenen annelerin dikkatini çekmiş olmalıdır. Aman vermez hastalıkların bir kısmı deri yüzeyinde gözlenir; soğukta vücut yüzeyi alanı kapatılır, sıcakta açılır; yanıklar, yaralanmalar deride başlar. Vücut yüzey alanı enerji-ısı transfer aracı olduğu kadar, sağlık için bir gözlem alanıdır da.

İnsanların hareketsiz/dinlenme halinde gereksinim duydukları enerji bazal metabolizma olarak tanımlanmıştır. İnsanların bazal metabolizma hızı, genel olarak vücut yüzeyinin birim alanına indirgenmiş kcal birimindeki enerji – ısı olarak ifade edilmektedir. Bu işlemin esası günümüze göre yaklaşık 170 yıl önceki bir teoriye dayanmaktadır. Bu teori farklı büyülüklerdeki hayvanların metabolizma hızlarının vücut yüzeyleri ile orantılı olduğunu ifade etmektedir ve "Yüzey Kanunu" olarak bilinmektedir; KLEIBER'e [15] göre 1839'da Fransa Kraliyet Akademisinin bir toplantısına adlarına sunulan bir tezle SARRUS ve RAMEAUX, "Büyük veya küçük hayvanların ısı üretimleri vücut ağırlıklarının 2/3 üssü ile orantılıdır" olarak ifade etmişler ve bu kanunu teolojik yaklaşımla doğanın amaç ve anlamlarından biri olarak göstermişlerdir: "Doğa bir amaca çeşitli araçlarla ulaşabildiğinde, bu araçlardan hiçbirini sınırına kadar kullanmaz, bu araçları rekabete sokar, böylece her biri toplam etkinin eşit bir bölümünü üretir" [15]. Bu teolojik yaklaşım, günümüzde biyoloji alanında bir Büyük Birleşik Teori (Grand Unified Theory) arayışına dönüşmüştür [16,7].

SARRUS VE RAMEAUX, büyük hayvanların neden küçük hayvanlardan daha yavaş solunum yaptıkları fizyoloji sorusuna, matematik ve fizik bilimlerini kullanarak bir cevap geliştirmişlerdir [17]. Matematik ve fiziğin fizyolojik bir prosesi açıklamak için kullanılması biyofizik tarihinde çığır açıcı bir ilerleme olmuştur. Galilei'nin de kemiklerin taşıma kapasitesini analiz ederken benzeri bir yaklaşım kullandığı belirtilmektedir [17].

SARUS ve RAMEAUX vücut sıcaklığının sabit kalması için, vücutta üretilen enerji ile vücuttan yayılan enerjinin dengesini göz önüne alan teorik bir yaklaşımdan hareket ederek, bazal metabolizmanın (Mbas), kütlenin (M) 2/3 kuvveti ile oranıtılı olduğunu ifade etmişlerdir.

$$M_{bas} = C\,M^{b} = C\,M^{2/3} \;;\; C: \text{sabit} \qquad (1)$$

SHOUR [17], SARRUS ve RAMEAUX Yüzey Yasası[7] olarak adlandırılan bu eşitlikteki 2/3 katsayısının RUBNER tarafından deneysel olarak doğrulandığını belirtmiştir. RUBNER, 1880'lerde "benzeri görülmemiş bir hassasiyetle, köpeklerin metabolizma hızını ölçtüğü" deneyler yapmış ve 1883'de hayvanların bazal metabolizma hızlarının kütlelerinin 2/3 kuvveti ile değiştiğini ifade etmiştir [7,18]. DuBOIS kuzenlere göre de metabolizma ile kütle arasındaki bu ilişki aslında BERGMAN tarafından 1848'de önerilmiştir [18]. Eşitlik 1 "RUBNER Yüzey Yasası" olarak da anılmaktadır.

Max RUBNER bu eşitliği açıklamak için, hayvanların gereksinim duyduğu enerjinin yüzeyleri ile değiştiğini belirterek buradan hareketle yüzey/hacim ilişkilerini kullanarak 2/3 katsayısına ulaşmıştır [14]. RUBNER Yüzey Kanunu olarak adlandırılan hipoteze göre belli bir hayvan grubu için metabolik hız yüzey/hacim oranı ile azalmaktadır. Bu düşüncenin allometrik ölçü prensipleri ile uyuştuğu ve yukarıda belrtildiği üzere söz konusu gözlemin tarihte ilk defa Galileo GALILEI tarafından not edildiği belirtilmektedir [7,17]. RUBNER yüzey - hacim ilişkisini (L^2, L^3) kullanarak 2/3 üssünü rasyonalize etmiştir ancak hiçbir deneyinde yüzey ölçmemiştir.

1920'lerde KLEIBER başka hayvanların metabolizma hızını ölçmüş ve sonuçta metabolizma hızının kütlenin 0.74'üncü kuvveti ile değiştiğini ifade etmiştir: bu değer daha sonraları 1963 yılındaki "Üçüncü Enerji Metabolizması Sempozyumunda[8] 0.75 (=3/4) olarak kabul edilmiştir [14].

$$M_{bas} = M^{3/4} \qquad (2)$$

KLEIBER Yasası olarak ifade edilen kütle ile metabolizma arasındaki bu ilişki biyolojideki genel prensiplerden biri olarak kabul edilmektedir [19] ve (3/4) üssü 1997 yılında Los Alamos Ulusal Laboratuarındaki araştırmacılar tarafından Fractal Geometri prensipleriyle açıklanmıştır [7]. KLEIBER Yasası'nın başlangıçta bitkiler dahil tüm canlılar için geçerli olduğu belirtilirken, daha sonra değişiklikler söz konusu olmuştur [19]. Son yıllarda, bu yasanın biyolojideki Büyük Birleşik Teorilerden (Grand Unified Theory) biri olup olmadığı tartışılmaktadır [7,16] .

Yüzey Kanununun savunucuları daha sonra birçok fizyolojik fonksiyonun ve organ büyüklüklerinin de üretilen ısı veya metbolizma ile ilintili olduğunu öngörmüşlerdir [20]. Yine "Yüzey Alanı Yasası" savunucuları aşağıdaki, fizyolojik fonksiyonlar ve büyüklükler ile vücut yüzey alanı arasında bağıntılar önermişlerdir.

- Metabolizma hızı
- Kardiak debi (kalbin dakikada bastığı kan hacmi)
- Oksijen tüketimi
- Böbreklerdeki plazma debisi
- Organ büyüklükleri

VÜCUT YÜZEY ALANININ ÖNEMİ

İnsanların vücut yüzey/deri alanı[9] hem bazı fizyolojik fonksiyonlar açısından bir gösterge hem de vücudun enerji

[7] Literatürde "Yüzey Yasası" olarak birden fazla araştırmacıya refarans verilmektedir.
[8] The Third Symposium on Energy Metabolism
[9] Vücut Yüzey Alanıı (AD) : Body Surface Area (BSA)

çevresi ile enerji ve madde alışverişinde rol alan önemli bir büyüklüktür. PINKEL [21] tarafından yapılan öncü bir literatür değerlendirmesi, özellikle klinik tıbbı açısından vücut yüzey alanının önemini ortaya koymaktadır. PINKEL'in [21] çalışmasına göre:

- 1883'de RUBNER tarafından yayımlanan araştırmaya göre, küçük hayvanlar izafi olarak büyük hayvanlardan daha fazla oksijen tüketirler ve daha fazla ısı üretirler; küçük hayvanların vücut yüzeyleri izafi olarak büyük hayvanlardan daha büyüktür; ancak aynı cins hayvanlarda büyüklükleri farklı olsa da birim vücut yüzeyi başına oksijen ve enerji tüketimleri aynıdır.
- Ağırlık başına hacimsel kan miktarı hayvan (tavşan, Gine Domuzları, fare) ağırlığı arttıkça azalmakta ancak hacimsel kan miktarının vücut yüzey alanına oranı sabittir.
- Bu çalışmalar vücut yüzeyinin önemini ortaya koyan ilk ve önemli çalışmalardır. RUBNER'dan sonra yapılan araştırmalarla bazal metabolizma hızının ağırlık yerine vücut yüzeyi ile ifade edilmesi standart hale gelmiştir.
- Benzer olarak yapılan araştırmalar sonucunda, bir insanın toplam kan hacmi yine vücut yüzey alanı ile hesaplanabilir.
- Dinlenme esnasındaki kardiak debi ile vücut yüzey alanı arasında ilişki söz konusudur.
- Glomeruli ve böbrek ağırlıkları yine vücut yüzey alanı ile doğrudan orantılıdır.
- Böbrek fonksiyonlarının test edilmesinde vücut yüzey alanı önemlidir.
- Klinik tıpta, hastaların paranteral akışkan ve elektrolit gereksinimlerinin belirlenmesinde vücut yüzey alanının kullanılması pratik bulunmuştur.
- Bebeklerin ve çocukların kalorifik olarak besin gereksinimleri vücut yüzey alanı bazında yaklaşık olarak büyüklüklerle aynıdır.
- Kanser kemoterapisinde ilaç miktarı için vücut yüzey alanının ölçüt olarak kullanılması önerilmektedir (1958 yılında kanser tedavisinde yüzey alanının ölçüt olarak kullanılması önerilirken, günümüzde bu standart uygulama haline gelmiştir).

Vücut yüzey alanı normal fizyolojik standartlarda bir indeks olarak tanımlanmıştır [20]. Afrikalılar ve Suudiler ile ilgili vücut yüzey alanı araştırmaları yapan ve DuBOIS ve DuBOIS Eşitliği'nden farklı eşitlikler öneren NWOYE'e [22] göre "fizyoloji, klinik tıp, vücudun ve hidrodinamik modellenmesi açısından insanların vücut yüzey alanının oldukça önemi söz konusudur" [22,23].

Vücut yüzey alanının önemi kullanıldığı alanlar, güncel yayınlara göre aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Vücut yüzey alanı fizyolojide, klinik tıbbında ve kritik tedavi tıbbında kullanılan bir parametredir. Fizyolojide vücut yüzey alanı, bazal metabolik hız, kan hacmi, kardiak debi, böbrek plazma debisi ve solunum gibi, farklı ölçülerdeki bireylerin vücut metabolizmalarına bağlı fizyolojik indekslerin normalizasyonunda en uygun biyometrik birim olarak, klinik tıpta anesteziyoloji, gastroenteroloji ve kanser kemoterapisinde, transplantolojide, farmakolojide, toksikolojide, ilaç dozunun belirlenmesinde, tedavi tıbbında (care medicine) ise yanık tedavisinde, damar yolu ile verilen besleyici sıvıların (parenteral sıvılar) ve elektrolitlerin uygun miktarının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır [22,24].

Vücut yüzey alanı Tesisat Mühendisliğinde olduğu gibi ısı transferi, ışınım absorbsiyonu, rüzgar aerodinamiği hesaplamalarında, çarpma alanlarının incelenmesinde, koruyucu ekipmanların yastıklama (dolgu) alanlarının analizinde, oturma ve dizlik çalışmalarında olduğu gibi diğer mühendislik alanlarında da kullanılmaktadır [25]

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ AÇISINDAN VÜCUT YÜZEY ALANIN ÖNEMİ

Vücut yüzey alanı tesisat mühendisliğinde ısıl konfor, iklimlendirme sistemi tasarımı ve iç çevre kalitesi modellemelerinde kullanılmaktadır.

Isıl Konfor

İnsanların bulundukları ortamdaki ısıl konforu, insan vücudu ile çevresi arasındaki enerji-ısı alışverişi ile doğrudan ilgilidir. Vücut ile çevresi arasındaki enerji dengesi denklemi vücut birim alanı için modellenir ve her terimi vücut çıplak yüzey alanı ve giysilerle kaplı alan kullanılarak hesaplanır [26]. Enerji dengesi denkleminin kararlı ve kararsız farklı vücut modellerinde kullanılmasıyla elde edilen çözümlerin ve deneysel verilerin kullanılmasıyla, insan aktivetelerinin ve giysilerin belirlediği ısıl şartlar kümesi öngörüsünde, söz konusu ısıl çevrenin ısıl konfor açısından uygun olup olmadığı belirlenir [1].

İklimlendirme Sistemleri Tasarımı

İklimlendirme sistemlerinin tasarımının ilk adımlarından biri binayı oluşturan hacimlerdeki ısı kayıp ve kazançlarının zamana bağlı olarak hesaplanmasıdır. Isı kazançlarının bileşenlerinden biri ise hacimde yaşayacak/bulunacak insanlardan olan duyulur ve gizli ısı kazancıdır. Kapalı hacmin insanlardan olan duyulur ve gizli ısı kazançları aynı zamanda kapalı hacmin enerji dengesi denkleminin bileşenlerinden biridir. İnsanlardan olan duyulur ısı kazancı, söz konusu hacmin fonksiyonuna göre hacmi kullananların antropometrik ve aktivite tanımlarından, birim vücut yüzey alanına göre belirlenen metabolizma hızları ile vücut yüzey alanlarının çarpımından elde edilmektedir [27].

İç Hava Kalitesi

Kapalı yaşam hacimlerinde (binalarda) havalandırma sistemlerinin tasarımında göz önüne alınan giriş parametresi, kapalı hacmin iç hava kalitesini etkileyen kirlilik kaynaklarının emisyon hızıdır. Kapalı hacim için, enerji dengesi denklemine benzer olarak kararlı ve kararsız kirletici kütle dengesi denkleminin geliştirilmesi ve çözümleri ile kapalı hacim iç hava kalitesinin insanlar için uygun olup olmadığı belirlenir [28]. Söz konusu hacimlerdeki kirlilik kaynaklarından biri de insanlar tarafından metabolizma sonucu iç ortama verilen karbondioksit (CO_2) gazıdır. CO_2 hem diğer kirleticilerin konsantrasyonu için dolaylı bir gösterge hem de 1000 ppm konsantrasyonun üzerinde, insanların zihinsel ve fiziksel sağlığını etkileyen bir gazdır. İnsanların bulundukları ortama verdikleri CO_2 miktarını hesaplamak için gerekli parametrelerden biri vücut yüzey alanıdır [29].

VÜCUT YÜZEY ALANININ ÖLÇÜLMESİ

Vücut yüzeyinin/derisinin sağlık gözlem alanı olması, metabolizma yoluyla üretilen enerji nedeniyle insanın çevresi ile arasında olan enerji alışverişinin gerçekleştiği ve kontrol edildiği yüzey olması sebepleriyle, vücut yüzey alanının ölçülmesi ilgi çeken önemli bir araştırma alanı olarak ortaya çıkmıştır.

Vücut yüzey alanının ölçülmesi ile ilgili ilk çalışmanın 1793 yılında, ABERNETHY tarafından vücut parçalarının küre, silindir vs gibi düzgün geometrik formlarda simülasyonları yapılarak ve ortalama karakteristik büyüklükleri ile bu parçaların yüzey alanlarının hesaplanıp toplanmasıyla ile yapıldığı gözlenmiştir [30]. Bu Yöntem literatürde Lineer Yöntem olarak [20] veya Geometrik Yöntem olarak [4] anılmaktadır. ABERNETHY, yaptığı ölçümlere ait sadace bir tek değer açıklamıştır; bu değer 5 feet 6 inç (167.6 cm) boyundaki bir erkeğe aittir ve ölçülen yüzey alanı 2700 inç karedir (1,742 m^2) [30]. Bu değer literatürde yer alan ilk yüzey alanı değeridir.

Vücut yüzey alanının ölçülmesi ile ilgili kullanılan yöntemler çok detaylı olarak KROVETZ [20], WILIAMS [31], ve NWOYE'e [22] tarafından verilmiştir. Kullanılan yöntemler ilk araştırmalardan itibaren yaklaşık olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilirler:

Doğrudan yöntemler:
- Lineer Yöntem
- Kaplama yöntemi
- Yüzey integrasyonu yöntemi
- Üçgenleme (Triangulation) yöntemi

Dolaylı yöntemler:
- Fotoğraf temelli yöntemler
  - Fotografik
  - Steriofotogrametrik
  - Fotometrik

Bu yöntemlere bilgisayar ve optik veri sistemlerindeki gelişmelerle aşağıdaki yöntemlerin katıldığı görülmektedir [25,32,33,34,35].
- Koordinat ölçme makinası teknolojisi
- Bilgisayarlı Tomografi (Computed-Tomography, CT)
- Optik tarayıcılar
- Endüstriyel lazer tarayıcılar

Yukarıda verildiği üzere ilk kullanılan yöntem lineer (geometrik) yöntemdir. Bu yöntemin DuBOIS kuzenler tarafından da kullanıldığı görülmektedir [18]. Kaplama yöntemi, vücudun yüzey alanının bilinen veya ölçülebilen bir madde ile kaplanmasıdır. MEEH, 1879 da yayımlanan öncü çalışmasındaki ölçümlerini, kaplama ve üçgenleme tekniklerini birlikte kullanarak yapmıştır; kaplamada gevşek bir kağıt kullanmasından ötürü, bu ölçümlere dayalı olarak geliştirdiği eşitlikle hesaplanan değerlerin hassasiyetinin düşük olduğu belirtilmiştir [30]. Kaplama yöntemini hassas ölçümlere imkan verecek şekilde geliştiren DuBOIS kuzenler olmuşlardır [2]. İntegrasyon yöntemi ilk defa modifiye edilmiş planimetreler ile 1899'da Roussy tarafından, doğrudan vücut yüzeyi alanının ölçülmesi ile uygulanmıştır ve daha sonraki yıllarda söz konusu planimetrelerin de modifiye edilerek araştırmalarda kullanıldığı görülmüştür [20]. Üçgenleme yöntemi, bilinen düzgün geometrilerin, çoğunlukla üçgenlerin, deri üzerine çizilmesi ve bunların lineer boyutlarından alanlarının hesaplanmasıdır. Zor bir yöntem olduğu için sınırlı sayıda araştırmada kullanılmıştır [20].

İlk yöntemler özellikle kaplama, yüzey integrasyonu ve üçgenleme yöntemleri (doğrudan yöntemler), uygulanması zor yöntemler oldukları için fotograf temelli yöntemler geliştirilmişlerdir. İster doğrudan ölçüm ister dolaylı ölçüm olsun, söz konusu yöntemlerin kendilerine özgü uygulama zorlukları olduğu gibi, vücut deri yüzeyi gibi düzensiz morfoljik yapının, yaş ve cinse göre, kısa ve uzun olmaya göre, sağlıklı ve sağlıksız (obez) olmaya göre farklılık gösteren, kısıtlamaları olan yöntemlerle ölçülmesi, bu ölçümlerden çıkan sonuçların da güvenilirliğini tartışır hale getirmektedir. Ancak DuBOIS kuzenlerin ölçümlerinin, bu ölçümlere dayalı olarak geliştirdikleri eşitliklerinin günümüzde de kullanılır olmasını sağlayacak hassasiyetle olması övgüye değer çalışmalardır.

EUGEN FLOYD DuBOIS (1882-1959)

Eugne Floyd DuBOIS, Ulusal Bilim Akademisi (National Academy of Science - ABD) tarafından yayınlanan biyografik anılara [36] göre, Amerika'nın metabolizma ve beslenme üzerine çalışan ilk bilim adamlarındandır. Söz konusu biyografiden akademik yaşamı kısaca aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

'16 yaşında iken erkek kardeşi ile birlikte yaz tatillerinde askeri bir hastahanede gönüllü olarak, çok ağır tifo, sıtma ve dizanteri hastalarına hemşirelik yapmış, bu deneyim onun klinik tıbba ilgi duymasına neden olmuştur. Klinikte söz konusu hastalıklarla yakın teması, sonunda, ateşlenmenin, soğuk algınlığının ve enfeksiyonların metabolizmaya etkisi üzerine onda bilimsel bir ilgi doğurmuştur. Columbia Üniversitesinde

tıp eğitimini 1906'da tamamladıktan sonra, Berlin'de pataloji çalışmış, iki yıl New York'ta Presbitarian Hastanesinde çalıştıktan sonra, tekrar Berlin'e dönmüş ve iki yıl metabolizma üzerine çalıştıktan sonra Cornell Üniversitesinde aldığı iş teklifini kabul etmiştir; DuBOIS Amerika'da insan metabolizması ve beslenme üzerine çalışmak üzere kendisini hazırlamış ilk insanlardan biridir. Bir bilim insanı olarak hayatı bu üniversitede geçmiştir. DuBOIS I. ve II. Dünya savaşları esnasında Amerikan ordusunda, denizaltı içinde ve uçaklardaki yüksek irtifa, yüksek basınç gibi ekstrem ortamlarda solunum ve çevresel fizyoloji üzerine araştırmalar yapmış, hem yaptığı bilimsel çalışmalar ve hem de insanlara yaptığı yardımlar nedeniyle madalyalar almıştır. Denizaltı ve uçak kabinleri üzerinde yaptığı çalışmalar iç çevre kalitesi ve havalandırma ile ilgili çalışmalardır. Eşi onu "insanları öldürmek için değil yaşatmak için yaşadı" diye tanımlamıştır'.

Eugene F. DuBOIS'nın 120 civarında bilimsel yayını vardır. DuBOIS'nın tıp bilimine olan temel katkısı, konumuz olan soyadıyla anılan eşitlik olduğu belirtilmiştir [36]. Bu eşitlik insanların boyları ve kilolarına göre vücutlarının yüzeyinin hesaplanmasını sağlayan eşitliktir. "DuBOIS and DuBOIS" eşitliği olarak da [3,4,37] anılan bu eşitlik daha çok DuBOIS eşitliği olarak anılmaktadır.

DELAFIELD DuBOIS (1890-1965)

Eşitliğin DuBOIS and DuBOIS olarak anılmasının nedeni, ağırlığı ve boyu ile insan vücut yüzeyi alanı arasındaki ilişkiyi araştırdıkları deneysel çalışmayı, matematik zekasına ve mühendislik bilgisine sahip bazı kaynaklara göre kuzeni [36], bazı kaynaklara [3] göre kardeşi Delafield DuBOIS ile birlikte yapmaları ve soyadları ile anılan eşitliği türetmeleridir. Delafield DuBOIS kuzeni kadar yaygın olarak bilinen bir araştırmacı değildir. Özet olarak, ölüm haberinin yer aldığı gazete sütununda [38] özgeçmişi aşağıdaki şekilde verilmiştir. Görüleceği üzere de DuBOIS eşitliğini geliştiren kişi Delafield DuBOIS olarak belirtilmiştir.

"1890'da, atalarının hemen hemen tümüne sahip olduğu New York'taki Staten Island'da doğmuştur. İngiltere'de Cambridge Üniversitesinden mezun olmuş, II. Dünya Savaşından önce 1931'de Yale Üniversitesinde Elektrik Mühendisliği Bölümünde 18 yıl süren akademik kariyerine başlamıştır. II.Dünya Savaşında atom bombasının yapıldığı Manhattan Projesinde çalışmıştır. DuBOIS bazal metabolizma için bir deri testini geliştirmiştir ve kendi adıyla anılan eşitliği oluşturmuştur".

Anlaşıldığı kadarıyla, kariyerini Elektrik Mühendisliği alanında yapmış olan DELAFIELD'ın metabolizma hesaplarında kullanılacak yüzey hesaplamasına ilgi duyması pek beklenemez. Eugen'in biyografik anılarında açıklandığı üzere, kuzenler bir araya gelmişler ve insan yüzeyinin hesaplanmasına imkan verecek test düzenini biri tıp uzmanlığıyla, diğeri matematik uzmanlığıyla birlikte tasarlamışlardır. Bir mühendis olarak muhtemelen test sisteminin planlanmasına DELAFIELD'in katkısı daha çok olmuştur. Yüzyılı geçen bir zaman önce, insan yüzeyini ölçme testleri aşağıda verildiği şekilde gerçekleştirilmiştir.

DuBOIS KUZENLERİN VÜCUT YÜZEY ALANI ÖLÇÜMLERİ

"İki araştırmacı, insan yüzeyini belirlemek için çok zeki bir teknik tasarlamışlardır. Gerçek yüzeyin belirlenmesi, vücudun tamamının yumuşak kağıtla kaplanması, bu kaplamanın küçük parçalar halinde kesilerek düzleştirilmesi ve bu küçük parçaların fotoğrafının çekilmesi ve sabit (üniform) ağırlıklı bir kağıda baskı yapılması yoluyla gerçekleştirilmiştir. Yapılan fotoğraf baskılarında kağıt parçacıklarının bulunduğu kısımlar kesilmiş, toplam ağırlık ölçülmüş ve fotoğraf kağıdının bütününün ağılığına orantıyla yüzey alanı hesaplanmıştır. Yüzey alanları ölçüldükten sonra sonra, alanı verecek formül bilinen ağırlıklar ve boylar kullanılarak türetilmiştir" [36].

DuBOIS kuzenler bu testlerini ve sonuçlarını, DELAFIELD'in ilk yazar olduğu iki makalede [2,18] 1915 ile 1916 yılında yayımlamışlardır. Eugene F. DUBOIS ilk baskısı 1924 yılında yapılan "Basal Metabolism in Health and Disease" adlı kitabında yapılan deneyi çok daha detaylı olarak vermektedir [30]. Eugene, yapıştırılarak vücudun kalıbının (Şekil 2) alındığı kağıdın Manila kağıdı[10] olduğunu, bu kağıdın bandaj makası ile kesildikten sonra, erimiş parafin ile kaplandığını ve daha sonra fotoğraf işleminin yapıldığını yazmıştır (Şekil 3). EUGENE, yöntemin çok hassas olduğunu, aynı testin büyük boy bir bowling topuna uygulandığını, ortalama çap ile hesaplanan yüzey ile kağıt kaplama yöntemi ile ölçülen yüzey arasında %0,13 fark olduğunu belirtmiştir [30].

Bu çalışmada, pekçok çalışmada olduğu gibi, DuBOIS kuzenlerin önerdikleri eşitliğin DuBOIS ve DuBOIS Eşitliği olarak anılmasının daha doğru olacağı düşünülmüştür. Böylelikle çalışmanın bir kişi tarafından yapıldığı algılanmasının önüne geçilmiş olacak, buna bağlı olarak her iki araştırmacı da hak ettikleri saygıyı görmüş olacaklardır.

VÜCUT YÜZEY ALANI EŞİTLİKLERİNİN GELİŞİMİ

Metabolizma hızı ile vücut yüzey alanı (A_D) arasındaki ilişkinin ilk defa 1883 tarihinde Max RUBNER'in hipotezi ile ortaya atıldığı ve daha sonra, metabolizma hızının kalorimetreler ile hassas olarak ölçülmesi sonucunda vücut yüzey alanının metabolizma hızını yansıtan bir büyüklük olduğu görülmüştür [3,22]. Böylelikle vücut yüzey alanının hesaplanmasına yönelik araştırmalar ve bu araştırmalardan geliştirilen eşitlikler önem kazanmıştır. Yapılan araştırmalar, vücut yüzey alanı ile ağırlık veya ağırlık ve boy arasında, büyük çoğunluğu lineer olmayan, ilişkiler olduğunu göstermiştir.

[10] Genellikle ambalaj ve zarf yapımında kullanılan açık kahverengi renkli ağartılmamış ucuz kağıt.

MEEH Eşitliği

Vücut yüzey alanının hesaplanması konusunda ilk çalışma ve ilk eşitlik, 1879 yılında Alman fizyolojist MEEH tarafından yayımlanmıştır [24]. MEEH, düzgün olmayan vücut bileşenlerinin yüzey ölçümlerinde milimetrik kağıtlar, düzgün parçalarda geometrik bağıntılar, hacim yüzey ilişkileri kullanarak vücut yüzey alanını ağırlık cinsinden

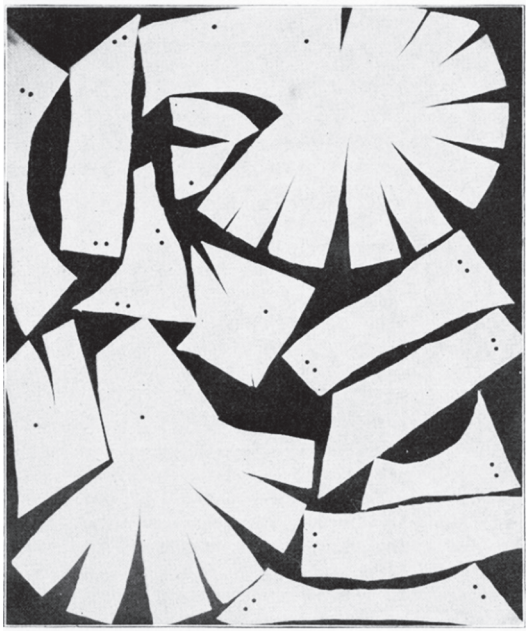
$$A_D = 0.1053\ m^{2/3} \quad (3)$$

şeklinde ifade etmiştir [2]; A_D vücut - deri yüzey alanı (m^2), m ağırlık (kg).

Bu eşitlik, 6 yetişkin ile 10 çocuğun yüzey ölçümlerinden elde edilen verilerle boyut analiz yapılarak türetilmiştir. Bu eşitlik DuBOIS ve DuBOIS Eşitliği yayımlanıncaya kadar 37 sene kullanılmıştır.



Şekil 2. Manila kağıdı ile alınmış yüzey alanı kalıbı [18].



Şekil 3. Deneklerinden birinin baş ve boyun kalıplarından çekilmiş fotoğraflar oluşturulmuş düzlemsel şablonlar [11][18].

DuBOIS ve DuBOIS Eşitliği

MEEH'in çalışmasından sonra, günümüzde de kullanılan ikinci eşitlik DuBOIS kuzenler tarafından geliştirilmiştir. Vücut yüzeyi ile ağırlık ve boy arasındaki ilişki, DuBOIS kuzenler tarafından vücudun bileşenlerinin geometrik özellikleri (hacim yüzey ilişkileri) göz önüne alınarak

$$A_D = C\ m^a\ L^b \quad (4)$$

şeklinde ifade edilebileceği tartışılmış, yapılan yüzey ölçüm testlerinden sonra söz konusu sabitleri (C, a,b) belirlenmiş ve

$$A_D = 71{,}84\ m^{0{,}425}\ L^{0{,}725} \quad (5a)$$

eşitliğiyle ifade edilmiştir [36]. Bu eşitlikte birimler yüzey (A_D) için cm^2, ağırlık (m) için kg ve boy (L) için cm 'dir. DuBOIS ve DuBOIS eşitliği farklı birimlerle aşağıdaki eşitliklerle ifade edilmektedir.

$$A_D = 0{,}007184\ m^{0{,}425}\ L^{0{,}725} \quad A_D\ (m^2)\ ;\ m(kg);\ L(cm) \quad (5b)$$

$$A_D = 0{,}202473\ m^{0{,}425}\ L^{0{,}725} \quad A_D\ (m^2)\ ;\ m(kg);\ L(m) \quad (5c)$$

DuBOIS kuzenler yaptıkları çalışmada MEEH Eşitliği'nin yeterince hassas olmadığını da göstermişlerdir.

VÜCUT YÜZEY ALANI İLE İLGİLİ DİĞER ÇALIŞMALAR

DuBOIS kuzenlerin yaptıkları çalışmalara göre vücut yüzey alanı (A_D),

$$A_D = C\ m^a\ L^b$$

eşitliğiyle ağırlığa ve boya göre değişmektedir. Ancak bu eşitlikteki a, b ve C katsayılarının ölçüm yapılan gruba bağlı olarak değiştikleri gözlenmektedir.

DuBOIS kuzenlerin önerdiği eşitlikten sonra aynı ve farklı yöntemler kullanılarak yapılan ölçümlere dayalı olarak, farklı gereksinimler için de olmak üzere (obezite, çocuklar, etnik gruplar vs.) birçok araştırma yapılmış ve eşitlikler (formüller) önerilmiştir. Ayrıca, değişik zamanlarda, o zamana kadar önerilen eşitliklerin hassasiyetlerini, birbirleriyle ve farklı tekniklerle yapılmış ölçümlerle karşılaştırmak üzere çalışmalar [3,24,33,35,39,40,41] yapılmıştır. Tablo 1'de bu çalışmalarda yer alan eşitliklerin birleşim kümesi verilmiştir.

Bu eşitliklerin türetilmesinde geometrik analizler, boyut analizleri, çoklu regresyon analizleri gibi matematiksel teknikler, vücut yüzey alanı ölçümlerinde de kağıt kaplamadan 3 boyutlu Laser taramaya kadar çeşitli teknikler kullanılmıştır. Bu eşitlikler arasında yüksek bir korelasyon olmasına karşılık, diğerlerinin bugün de en iyi bilinen ve en çok kullanılan DuBOIS Eşitliği'ne karşı hiçbir üstünlüğünün olmadığı ifade edilmiştir [3]. Buna karşılık tek bir eşitliğin tüm yaşlar ve tüm insanlar için aynı hassasiyette sonuçlar vermesi realistik bulunmamaktadır; örneğin 10 yaşından küçük çocuklar ve aşırı kilolu insanlar için DuBOIS Eşitliği en iyi sonuçları vermemektedir [3]. HAYCOCK ve diğerleri [4] tarafından yapılan çalışmada DuBOIS ve DuBOIS Eşitliği'yle 10 yaşından küçük çocukların yüzey alanının %7,98 kadar daha küçük hesaplandığı gösterilmiştir. Bu nedenle pratik nedenlerle de Tablo 1'deki HAYCOCK ve diğerlerinin önerdiği eşitliğin [4] 10 yaşından küçük çocuklar için kullanılması önerilmiştir. İnsan morfolojilerinin iklim ve beslenme alışkanlıklarına göre değiştiği gözlenmiştir. Bu nedenle bir ırk için belirlenen A_D eşitliğinin tüm ırklar için geçerli olma-

[11] Fotoğraf tekniğiyle geliştirilen şablonlar, çok eski zamanlardan beri terziler ve günümüzde de tekstil sektöründe kullanılan kumaş kesim şablonlarıyla karşılaştırılabilir (MT).

	Yazar/lar	Eşitlik
1	Meeh (1879)	$A_D = 0{,}1053\ m^{2/3}$
2	DuBois ve DuBois (1916)	$A_D = 0{,}007184\ m^{0{,}425}\ L^{0{,}725}$
3	Bardeen (1920)	$A_D = 0{,}000143\ [2\ m\ 1000/L + 4\ L\ (1000/m\ L)^{0.5}]$
4	Faber ve Melcher (1921)	$A_D = 0{,}007850\ m^{0{,}425}\ L^{0{,}725}$
5	Takahira (1925)	$A_D = 0{,}007246\ m^{0{,}425}\ L^{0{,}725}$
6	Niya (1931)	$A_D = 0{,}00054\ [m(g)\ L]^{0.5}$
7	Breitman (1992)	$A_D = 0{,}0087\ (m + L) - 0.26$
8	Boyd (1935)	$A_D = 0{,}017827\ m^{0{,}4838}\ L^{0.5}$
9	Stevenson (1937)	$A_D = 0{,}0128\ m + 0{,}0061\ L^{-0{,}1529}$
10	Brody (1945)	$A_D = 0{,}0240\ m^{0{,}53} + L^{0{,}4}$
11	Sendroy ve Cecchini (1954)	$A_D = 0{,}0097\ (m + L) – 0{,}545$
12	Banerjee ve Sen (1955)	$A_D = 0{,}007466\ m^{0{,}425}\ m^{0{,}725}$
13	Choi (1956) – Erkekler için (1956)	$A_D = 0{,}005902\ m^{0{,}407}\ L^{0{,}776}$
14	Choi (1956) – Erkekler için (1956)	$A_D = 0{,}008692\ m^{0{,}407}\ L^{0{,}776}$
15	Mehra (1958)	$A_D = 0{,}001131\ m^{0{,}4092}\ L^{0{,}6468}$
16	Isaksson (1958)	$A_D = 1 + (L - 160 + m) / 100$
17	Banerjee ve Bhattacharya (1961)	$A_D = 0{,}0070\ m^{0{,}425}\ L^{0{,}725}$
18	Costeff (1966)	$A_D = (4\ m + 7) / (90 + m)$
19	Fujimoto vd. (1968)	$A_D = 0{,}008883\ m^{0{,}444}\ L^{0{,}663}$
20	Gehan ve George (1970)	$A_D = 0{,}0235\ m^{0{,}51456}\ L^{0{,}42246}$
21	Gehan ve George (1970) <5 yaş	$A_D = 0{,}0267\ m^{0{,}539}\ L^{0{,}382}$
22	Gehan ve George (1970) 5≥yaş>20	$A_D = 0{,}0305\ m^{0{,}544}\ L^{0{,}351}$
23	Gehan ve George (1970) ≥ 20 yaş	$A_D = 0{,}0155\ m^{0{,}463}\ L^{0{,}545}$
24	Haycock vd. (1978)	$A_D = 0{,}02465\ m^{0{,}5378}\ L^{0{,}3964}$
25	Meban (1983)	$A_D = 0{,}00069554\ m^{0{,}562}\ L^{0{,}320}$
26	Anderson (1985)	$A_D = 0.0239\ m^{0{,}517}\ L^{0{,}417}$
27	Takai ve Shimaguchi (1986)	$A_D = -0{,}2142 + [0{,}2453\ L^2 + 617\ m^{2/3} + (\text{Baş çevresi-cm})^2]/10^4$
28	Mosteller (1987)	$A_D = (m^{0.5}\ L^{0.5}) / 60$
29	Nwoye (1989)	$A_D = 0{,}001315\ m^{0{,}2620}\ L^{0{,}12139}$
30	Mattar (1989)	$A_D = (m + L - 60) / 100$
31	Kurazumi (1994)	$A_D = 0{,}010015\ m^{0{,}693}\ L^{0{,}383}$
32	Shuter ve Aslani (2000)	$A_D = 0{,}00949\ m^{0{,}441}\ L^{0{,}655}$
33	Livingston ve Lee (2001)	$A_D = 0{,}1173\ m^{0{,}6466}$
34	Tikuisis – Erkekler için (2001)	$A_D = 0{,}01281\ m^{0{,}44}\ L^{0{,}60}$
35	Tikuisis – Kadınlar için (2001)	$A_D = 0{,}01474\ m^{0{,}47}\ L^{0{,}55}$
36	Lee (2008)	$A_D = 0{,}007331\ m^{0{,}425}\ L^{0{,}725}$
37	Nwoye ve Al-Shehri (2003)	$A_D = 0{,}02036\ m^{0{,}427}\ L^{0{,}516}$
38	Yu vd. (2003)	$A_D = 0{,}015925\ (m\ L)^{0{,}5}$
38	Wang ve Hihara (2004)	$A_D = 0{,}0168\ m^{0{,}5}\ L^{0{,}5}$
40	Reading ve Freeman (2005)	$A_D = m^{0{,}5}\ L^{0{,}5} / 60$
41	Yu vd. (2010)	$A_D = 0{,}00713989\ m^{0{,}404}\ L^{0{,}7437}$
42	Schlich (2010) - Erkekler için	$A_D = 0{,}000579479\ m^{0{,}38}\ L^{1{,}24}$
43	Schlich (2010) - Kadınlar için	$A_D = 0{,}000975482\ m^{0{,}46}\ L^{1{,}08}$
44	KURHNAPFEL vd (2017)	$A_D = 0{,}0151\ m^{0{,}4529}\ L^{0{,}5751}$

Tablo1 : Vücut yüzey alanı (A_D) eşitlikleri (A_D m^2; Ağırlık m, kg; Boy L, cm) [3,24,33,35,39,40,41].

dığı gösterilmiştir. DuBOIS ve DuBOIS Eşitliği'nin Nijeryalı erkeklerde yapılan ölçümlerde %6 ile %22 arasında sistematik olarak düşük değerler verdiği gözlenmiş ve DuBOIS ve DuBOIS Eşitliği'nin formu ($A_D = a\ A^b\ B^c$) aynı kalmak üzere farklı eşitlikler verilmiştir. Benzeri çalışmalar Suudi erkekler [23], Çinliler [25] gibi farklı uluslar için de yapılmıştır.

Tabloda listelenen eşitlikler 2017 tarihine kadar olan eşitlikleri içermektedir ama az sayıda da olsa bu tarihe kadar olan çalışmaların tamamının sonuçlarını içermemektedir (Örnek: JACOBSON [42]). Herhangi bir alanda kullanılacak eşitlik için, kullanım alanına bağlı olarak ilgili literatürün incelenmesi ve uygun eşitliğin seçilmesi önemlidir. Örneğin, altısı bu tabloda biri bu tabloda yer almayan 7 eşitlik

göz önüne alınarak yapılan bir çalışmada 2 aylık ile 5 yaş aralığında olan 471 çocuk için Tablo 1' deki MOSTELLER Eşitliği'nin en hassas eşitlik olduğu gösterilmiştir [33]. Aynı eşitlik benzeri yaşlarda düzeltici kalp ameliyatı geçiren 68 çocuk için de uygun görülmüştür [41]. Yine bu tabloda yer alan 25 eşitlik, standart yetişkin fiziği kullanılarak karşılaştırılmış, hesaplanan vücut yüzey alanları arasında 0,5 metrekareye kadar farklılıklar bulunmuş, farkların özellikle bazı durumlarda tehlikeli sonuçlar doğurabileceği belirtilmiştir [24]. REDLARSKI vd [24], mevcut eşitliklerin sonuçları arasındaki farklılığın temel nedenlerini vererek, özellikle kanser ve diğer hastalıkların tedavisinde kullanılmak üzere, vücut yüzey alanının hassas olarak hesaplanmasını mümkün kılacak eşitliklerin araştırılmasının önceliğini vurgulamıştır.

Tesisat mühendisliğindeki hesaplamalar için ise, daha önce verildiği üzere ASHRAE, DuBOIS ve DuBOIS eşitliğini önermektedir [26].

HESAPLAMA ZORLUĞU (!)

Tablo 1'de verilen üstel fonksiyonların kullanıldığı AD hesaplamalarının, DuBOIS ve DuBOIS eşitliği örnek gösterilerek, kompleks hesaplamalar olduğu, zihinsel aritmetiğin ve basit hesap makinalarının yeteneği dışında olduğu, bir klinisyenin bu eşitlikleri kolayca kulllanamayacağı, birimlerin girilişinde hataların yapılabildiği gerekçesiyle, kısacası hesaplama pratiği açısından, dört işleme dayalı ve DuBOIS ve DuBOIS eşitliğiyle benzer sonuçları veren JACOBSON eşitliği önerilmiştir [42]:

$$A_D\,(m^2) = [m(kg) + L(cm) - 60]/100 \qquad (6)$$

Bu eşitliğin avantajlarından birinin de, ağırlık yerine boy, boyun yerine ağırlık girilmesinin sonucu değiştirmeyeceği olarak belirtilmiştir ki böyle bir hata DuBOIS ve DuBOIS Eşitliği'nde şüphesiz büyük farklara neden olacaktır. Enteresan olan, klinik şartlarda DuBOIS ve DuBOIS Eşitliği'nin kompleks ve kullanımının zor olduğunun belirtilmesi olduğu kadar, JACOBSON'ın bu eşitliği nasıl bulduğunu belirtmemesi ve doğrulamasını vermemesidir[42].

Tablo 1'de verilen eşitliklerden A_D'nin hesaplanmasında görülen zorluktan bahsedilmesi, MEEH eşitliğinin hesaplamasına kadar geriye gitmektedir. Eugene DUBOIS 1927 yılında yayımlanan kitabında [30], MEEH'in yayımlanmış

$$A_D = 12{,}312\ \sqrt[3]{m^2} \qquad (7)$$

şeklindeki eşitliğini hesaplamak için her iki tarafın logaritmasının alınarak, sağ tarafın logaritma cetvelleri kullanılarak basit aritmetik işlemlerle hesaplanmasını ve daha sonra bulunan toplamın antilogaritmasının alınarak A_D'nin bulunmasını detayı ile anlatmıştır. 19. yüzyıl sonunda başlayan hesaplama zorluğunun tıp alanında 2008 yılına kadar sürmesi [42] şaşırtıcı olmamalıdır; dört işlem yapan hesap makinaları 20. yüzyılın son çeyreğinde kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde bu hesaplamaları hiç şüphesiz cep telefonları ile de yapmak mümkündür.

SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

100 yıldan fazla bir zaman önce DuBOIS kuzenler tarafından, zamanına göre geliştirilmiş kaplama yöntemiyle yapılan ölçmelere dayanılarak geliştirilen DuBOIS ve DuBOIS Eşitliği, aynı alanda yapılan pek çok sonraki çalışmaya rağmen, yeterince hassas bir eşitlik olarak günümüzde de ısıl konfor, iç hava kalitesi ve havalandırma modellemelerinde kullanılmaktadır ve DuBOIS kuzenlerin 1916 tarihli makaleleri referans verilerek ASHRAE El Kitabı "Fundamentals" da tek eşitlik olarak yer almaktadır [26].

Mühendislik pratiği anlamında eşitliğin hesaplama açısından kompleksliği söz konusu değildir. Tıp alanında ise klinik tıpta veya A_D'nin kullanıldığı diğer alanlarda, insanların güncel öykülerinin (anamnez) belirlenmesi sürecinde, 3D Lazer tarayıcı ile her hastanın vücut yüzey alanının güncel değerinin hassas olarak ölçülmesi ve kaydedilmesi günümüz teknolojisiyle artık mümkündür. Havaalanlarındaki döner güvenlik taramalarına benzer sistemlerle bu ölçümler yapılabilir ve A_D hasta verilerine kayıt edilebilir.

Sonrasında yapılan pekçok benzer çalışmalara karşın, DuBOIS ve DuBOIS Eşitliği'nin yüzyılı aşan bir zaman dilimi öncesi günümüzde de çeşitli alanlarda kullanımı için tercih edilecek derece hassas olması, DuBOIS kuzenlerin yaptıkları çalışmaya özel ve takdir edilecek bir önem kazandırmaktadır. 3D optik tarayıcılar ile yapılan bir araştırmada 36 deneğin ölçülen yüzey alanları ile, DuBOIS ve DuBOIS Eşitliği'nden hesaplananlar arasında yüksek bir uyum görülmektedir [34]. Klinik pratiğinde kullanılan doğrulanmış beş eşitlikten biri DuBOIS ve DuBOIS eşitliğidir [43]. DuBOIS kuzenler biri çocuk olmak üzere dokuz kişi üzerinde kaplama tekniği ile vücut yüzey alanı ölçerek eşitliklerini geliştirmişlerdir. REDLARSKY ve TOJZA, DuBOIS kuzenlerin eşitliğini biri 270 diğeri 2951 kişi üzerinden modern 3D taratıcılar yoluyla alınan ölçülere dayalı eşitliklerle karşılaştırmışlar ve DuBOIS kuzenlerin çalışması konusunda şu yorumu getirmişlerdir: "Sürpriz olan bahsedilen metodlarının yaklaşık olarak yirminci yüzyılın başında geliştirilen DuBOIS yöntemine yakınsamasıdır" [44].

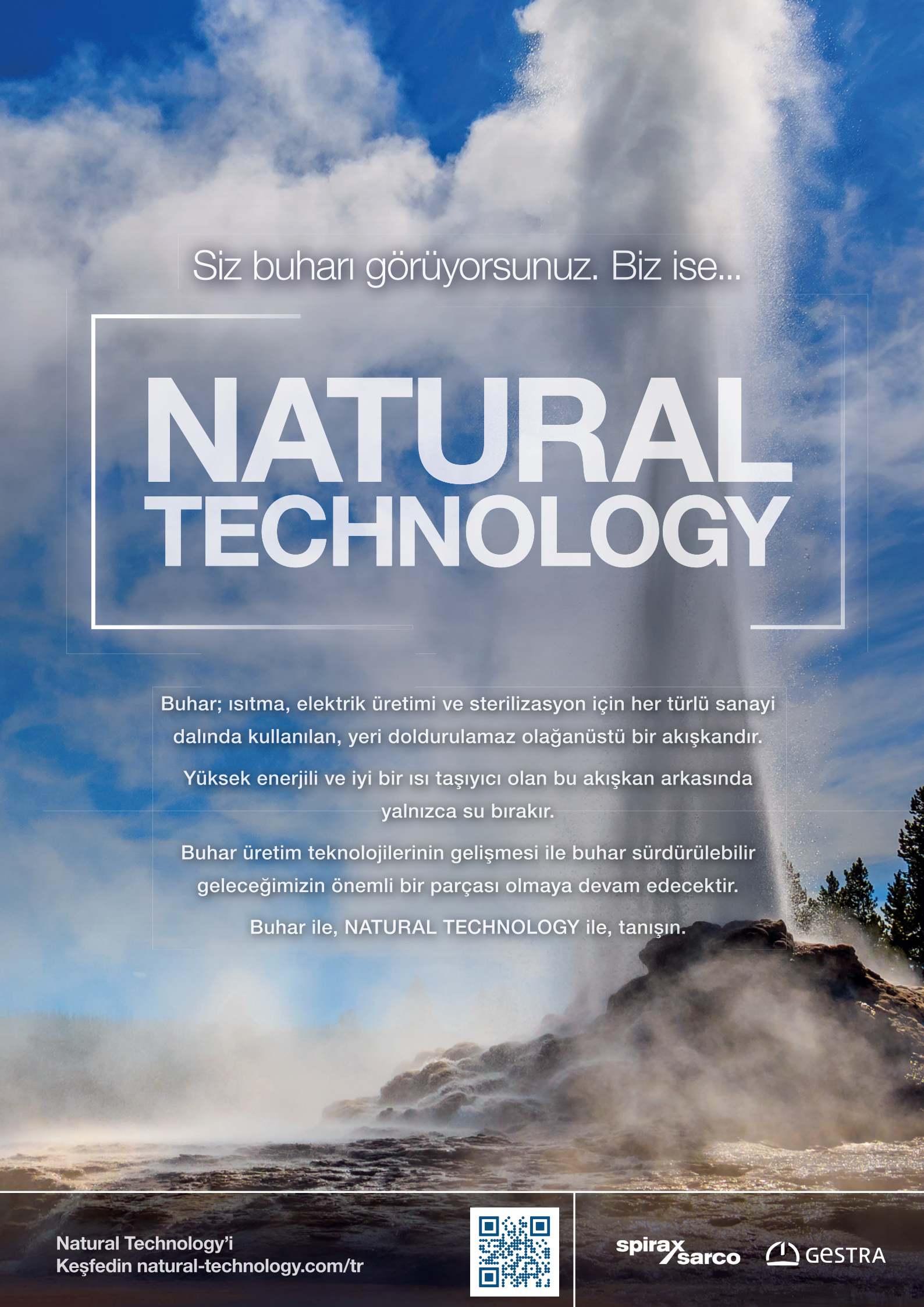
Bilim, tıp ve mühendislik dünyası DuBOIS kuzenlere şükran borçludur.

KAYNAKLAR

1. TOKSOY, M. "Isıl Konfor", Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, TESKON 1993.
2. DuBOIS, D. ve DuBOIS, E. F. "A Formula To Estimate The Approximate Surface Area if Height and Weight be Known". Clinical Calorimetry, Tenth Paper, 1916.
3. HOSTE, L ve POTTEL, H. "Is Body Surface Area Appropriate for Glomerular Filtration Index". 2012. https://www.researchgate.net/publication/221926556.
4. HAYCOCK, J. B. vd. "Geometric Method for Measuring Body Surface Area: A Height-Weight Formula Validated

in Infants, Children, and Adults". The Journal of Pediatrics, July 1978.

5. https://en.wikipedia.org/wiki/Metabolism.
6. https://www.newworldencyclopedia.org/entry/Metabolism.
7. MADERSPACHER, F: "GUTs in Biology". Current Biology Vol.17, No.14, 2007.
8. https://en.wikipedia.org/wiki/Theodor_Schwann.
9. JOHNSTON, R. ve VALENTINUZZI, M. "Metabolism: The Physiological Power-Generating Process". IEEE Engineering in Medicine & Biology Society Posted on 23 MAY 2016. https://www.embs.org/pulse/articles/metabolism-the-physiological-power-generating-process/.
10. AL-ROUBI, A. S. "Ibnul-Nafees as a Philosopher". Symposium on Ibn al-Nafis, Second International Conference on Islamic Medicine: Islamic Medical Organization, Kuwait, 1982. https://web.archive.org/web/20080206072116/http://www.islamset.com/isc/nafis/drroubi.html
11. https://en.wikipedia.org/wiki/Ibn_al-Nafis.
12. https://islamansiklopedisi.org.tr/ibnun-nefis.
13. BING, F.C. "The History of the Word 'Metabolism'". Journal of the History of Medicine and Allied Sciences, Volume XXVI, Issue 2, Pages 158–180,01 April 1971.
14. https://www.news-medical.net/life-sciences/Metabolism-History.aspx.
15. https://www.biologyonline.com/dictionary/insensible-perspiration.
16. KLEIBER, M. "Body Size and Metabolic Rate". Physiological Reviews, Vol. 27, October 1947.
17. ROBINSON, D., Biology's Big Idea". Nature, Vol. 444/16, November 2006.
18. SHOUR, R. "Metabolic Scaling and Heat Dissipation". October 2018. https://www.researchgate.net/publication/328563355.
19. DuBOIS, D ve DuBOIS, E. F. "The Measurement of the Surface of Man". Ctlinical Calorimetry, Fifth Paper, 1915.
20. https://universe-review.ca/R10-35-metabolic.htm.
21. KROVETZ, L. J. "The Physiologic Significance of Body Surface Area". Medical Progress, Vol. 67, No. 5, November 1965.
22. PINKEL, D. "The Use of Body Surface Area as a Criterion of Drug Dosage in Cancer Chemotherapy". Cancer Research, Vol. 18, August, 1958.
23. NWOYE, L. O. "Body Surface Area of Africans: A Study Based on Direct Measurements of Nigerian Males". Human Biology, Vol. 61, No. 3, pp. 439-457, June 1989.
24. NWOYE, L. O. vd. "A Formula for the Estimation of the Body Surface Area of Saudi Male Adults". Saudi Med. J., Vol. 24 (12), 1341-1346, 2003.
25. REDLARSKI, G. vd. "Body Surface Area Formulae: An Alarming Ambiguity". Sci. Rep. 6, 27966; doi: 10.1038/srep27966, 2016.
26. YU, C. Y. vd. "The 3D Scanner for Measuring Body Surface Area: A Simplified Calculation in the Chinese Adult". Applied Ergonomics, 34, 273–278, 2003.
27. ASHRAE Handbook of Fundamentals, Chapter 9, 2013.
28. ASHRAE Handbook of Fundamentals, Chapter 17 ve 18, 2013.
29. KALEMA, T. ve VIOT, M. "Methods to Reduce the CO2 Concentration of Educational Buildings Utilizing Internal Ventilation by Transferred Air". Indoor Air, 24: 71–80, 2014.
30. PERSILY, A. ve JONGE, L. "Carbon Dioxide Generation Rates for Building Occupants". Indoor Air, 27, 868–879, 2017.
31. DuBOIS, E. F. "Basal Metabolism in Health and Desease". Second Edition, Lea and Febiger, Philadelphia, 1927.
32. WILLIAMS, A. R. "A Survey and Assessment of Photographic Methods of Measurement Applied to Medicine" . Phd. Thesis. Faculty of Medicine of the University of London, September 1980.
33. TRELEAVEN, P. ve WELLS, J. "3D Body Scanning and Healthcare Applications". Computer, 2007.
34. CHHAPOLA, V. "Accurate Estimation of Body Surface Area in Under-5 Children with Non-Edematous Severe Acute Malnutrition". Journal of Tropical Pediatrics, Vol. 59, No. 6, 2013.
35. NG, B.K. vd. "Clinical Anthropometrics and Body Composition from 3D Whole-Body Surface Scans". European Journal of Clinical Nutrition, 70, 1265–1270, 2016.
36. KUEHNAPFEL, A. vd. "Body Surface Assessment with 3D Laser-Based Anthropometry: Reliability, Validation, and Improvement of Empirical Surface Formulae". Eur. J. Appl. Physiol., 117, 371–380, 2017.
37. AUB, J. C. "Eugene Floyd DuBOIS". Biographical Memoir. National Academy of Sciences, 1962.
38. BOOTHBY, W. M. ve SANDIFORD, I. "A Comparison of the DUBOIS and the HARRIS and BENEDICT Normal Standards for the Estimation of the Basal Metabolic Rate" J. Biol. Chem., 783, 1922.
39. "Delafield DuBOIS Dies, Developed Metabolism Test". Hartford Courant, Hartford, Connecticut, 1965.
40. LEE, J.Y. vd. "Determination of Body Surface Area and Formulas to Estimate Body Surface Area Using the Alginate Method". J. Physiological Anthropology, 27, 71–82, 2008.
41. BURTON, R. F. "Estimating Body Surface Area from Mass and Height: Theory and the Formula of DuBois and DuBois". Annals of Human Biology, March–April, 35(2), 170–184, 2008.
42. SIGURDSSON, T. S. ve LINDBERG, L. "Six Commonly Used Empirical Body Surface Area Formulas Disagreed in Young Children Undergoing Corrective Heart Surgery". Acta Pædiatrica, 109, 1838–1846, 2020.
43. STORY, D. A. ve HAASE, M. "A Simple Method To Estimate Body Surface Area in Adults". British Journal of Anaesthesia, Volume 101, Issue eLetters Supplement, 29 December 2008.
44. FAISAL, W. vd. "Not All Body Surface Area Formulas Are the Same, but Does It Matter?". Journal of Global Oncology, Vol. 2, Issue 6, December 2016.
45. REDLARSKI, G. ve TOJZA, P. M. "Computer Supported Analysıs of the Human Body, Surface Area". Int. Journal of Innovative Computing, Information and Control, Vol. 9, No 5, May 2013.


Siz buharı görüyorsunuz. Biz ise...
NATURAL
TECHNOLOGY
Buhar; ısıtma, elektrik üretimi ve sterilizasyon için her türlü sanayi dalında kullanılan, yeri doldurulamaz olağanüstü bir akışkandır.
Yüksek enerjili ve iyi bir ısı taşıyıcı olan bu akışkan arkasında yalnızca su bırakır.
Buhar üretim teknolojilerinin gelişmesi ile buhar sürdürülebilir geleceğimizin önemli bir parçası olmaya devam edecektir.
Buhar ile, NATURAL TECHNOLOGY ile, tanışın.
Natural Technology'i
Keşfedin natural-technology.com/tr
spirax sarco
GESTRA

Radyant Soğutma Mahalleri Değil, İnsanları Şartlandırmak

RÖPORTAJLAR: MARY KATE MCGOWAN

Havayı kullanıcılara konforlu alanlar oluşturmak için kullanmayan membran destekli bir radyant soğutma teknolojisini ortaya koyan araştırmacılara göre, "Hava nefes almak içindir – ısıtma ya da soğutma için değil".

Doktoralı ASHRAE Üyesi Forrest Megger ve Princeton Üniversitesi'ndeki Mimari Olarak Optimize Edilmiş Sistemler için Soğutma ve Isıtma (CHAOS) laboratuvarı ekibi, "Cold Tube (Soğuk Boru)" olarak bilinen, soğutulmuş suyu bir radyant soğutma paneli içerisinde sirküle eden, membran destekli bir radyant soğutma teknolojisi üzerine çalışıyorlar.

Bu teknolojiyle şartlandırılan mahaldeki hava soğutulmuş yüzeyle temas etmiyor. Princeton Üniversitesi'ndeki Doktora çalışması kapsamında bu radyant soğutma teknolojisi üzerine çalışmaya başlayan ve Singapur - Federal Teknoloji Enstitüsü (ETH) Merkezi'nde çalışan Dr. Eric Teitelbaum, kullanıcılardan yayılarak membrandan geçen vücut ısısının panel tarafından absorbe edildiğini ve soğutulmuş su aracılığıyla uzaklaştırıldığını belirtti.

AIL Research mühendisi Teitelbaum, "Bu proses, - enerji dengesi perspektifiyle vücudunuzun serin kalmasını sağlayan –net bir ısı çekme prosesidir ve klima ile atılacak kadarlık ısının aynısının vücuttan atılmasıdır." dedi.

Araştırmacılar, hava ile taşınımlı ısı aktarımına konforun tek yolu gibi bağlı kalınmadan ısıl olarak konforlu ortamların tesis edilmesini öneriyorlar. Teitelbaum, bu kavramların benimsenmesinin konforla ilgili bir düşünce değişikliği gerektirdiğini, ancak bunun temelde mevcut endüstrinin düşüncesinden tamamen farklı olmadığını söyledi.

"Termal konforu sağlamak için ısının kullanıcılardan uzaklaştırılması gerektiği savunuluyorsa, sistemimiz halihazırda bunu gerçekleştiriyor. Konveksiyon yerine radyant ısı transferinin kullanımı, hala birçok pratik araştırma soruları olan büyük bir değişimdir. Ancak ilk umut verici araştırma girişimimiz gelecekteki birçok heyecan verici çalışmaya ön ayak oluyor." dedi.

Radyant soğutma en üst düzey kontrol için sıklıkla iklimlendirme sistemleriyle birlikte kullanılır. Teitelbaum "Bu durumu gerçekten tersine çevirmeyi ve öncelikli olarak radyant soğutmanın tercih edilir olmasını istiyoruz." dedi.

"Cold Tube" Nasıl Çalışır?

Teitelbaum, "Cold Tube içerisindeki membran, termal kızılötesi radyasyonun geçişine izin verirken, panelin soğuk tarafını havadaki ısıya ve neme karşı yalıtır. Arka ve yan tarafları sert köpük yalıtım malzemesiyle yalıtılır. Ön tarafı ise kullanıcılara doğru dönüktür." şeklinde açıklıyor.

Soğutulmuş panel yüzeyinin ortam havasından ayrılması, havanın paneli ısıtamayacağı, dolayısıyla panelin verimli bir şekilde çiğ noktası sıcaklığından daha düşük bir sıcaklıkta tutulabileceği, böylece yoğuşma olmaksızın yalnızca rad-



Fotoğraf 1. Cold Tube, bir radyant soğutma panelinde soğutulmuş suyu sirküle eder. Bu teknolojiyle birlikte hacim içerisindeki hava, soğutulmuş hava ile temas etmemektedir.



Fotoğraf 2. Cold Tube'un soğutulmuş panel yüzeyi ortam havasından ayrılmıştır. Bu, havanın paneli ısıtamayacağı, böylece panelin verimli bir şekilde havadan daha düşük bir sıcaklıkta tutulabileceği anlamına gelir, bu da yalnızca radyant soğutmaya izin verir.

yant soğutmanın mümkün olacağı anlamına gelmektedir. Yoğuşma riski, radyant soğutma kullanımını nispeten tercih edilmeyen bir alternatif yapan şeydir.

Teknolojinin Test Edilmesi

Araştırmacılar 2020 yılında teknolojiyi dünyanın en sıcak ve nemli iklimlerinden birinde: Singapur'da test ettiler. Bunun için açık havada, yoğuşma olmaksızın çiğ noktasının altındaki sıcaklıklarda radyant soğutma sağlayan kızılötesi geçirgenlikli bir membran kullanan radyant soğutmalı temsili bir konteyner yapmışlar (Fotoğraf 1 ve 2).1 Araştırmaya göre otuz yedi kişi bu çadırdaki ortamı deneyimlemiş ve – sıcak ve nemli iklim şartlarına ve düşük hava hareketine rağmen - %79 oranında "tatmin edici" bir ısıl duyum bildirmiş.

Teitelbaum, "Singapur'daki membran destekli radyant soğutma denememiz, insanları sıcak ve nemli ortamlarda yalnızca termal radyasyon kullanarak nasıl konforlu halde tutabileceğimize iyi bir örnek oldu." dedi.

Princeton Üniversitesi'nin Andlinger Enerji ve Çevre Merkezi ve Mimarlık Okulu'nda bir doçent olan Megggers "Soğuk Tüp'te yoğuşma olmadı, yani membran, soğuk yüzeyi sıcak ve nemli havadan başarıyla korudu, havaya olan ısı kaybını en aza indirdi ve öbür türlü Singapur'da soğutma panellerinin açık havada kullanılmasına engel olan yoğuşma problemini önledi." şeklinde belirtti.

Meggers "İnsanların heyecanlanması gerçekten doğal, çünkü sektördeki bir çok insan radyant derecede soğuk herhangi bir şey üzerindeki yoğuşmadan kaynaklanan zorlukların farkında ve yoğuşma ile nem şu an binalarda ve genel olarak inşaatta gerçekten çok önemli bir sorundur." dedi. "Fakat aynı zamanda yoğuşmanın önlenmesi, bu teknolojinin binaların nasıl ısıtılacağı ve soğutulacağı hakkındaki düşünce yapısını daha yaygın bir şekilde değiştiren taraflarından yalnızca biridir."

Radyant Soğutma ve Isıl Konfor

Teitelbaum "Cold Tube'un radyant soğutma teknolojisi oldukça basittir." dedi.

"Çoğu popüler ve yüksek teknolojili konfor sistemi, çok karmaşık, çok pahalı ve çok küçük ölçeklerde denenmiş çılgınca fikirlerdir" dedi. "[Soğuk Tüp] ise çok pahalı, teknolojinin kendisi bakımından çok çılgın bir şey değildir."

Hava sıcaklığı, hava hızı ve nemin termal konforu önemli ölçüde ve sezgisel olarak etkilediğini söyleyen Teitelbaum, termal radyasyonun da eşit derecede önemli bir girdi olduğunu sözlerine ekledi.

"Termal radyasyon, sıcaklıklarıyla ve yayıcılıklarıyla ile orantılı olarak bütün yüzeylerden yayılır ve insanlar bu termal ısı ile etkileşim içinde olur. Hava sıcaklığı ve yüzey sıcaklığı, bütün yüzeyler hava ile temas ettiğinden dolayı genellikle birbirine bağlıdır. Ancak konfor termal radyasyon ile hava sıcaklığından bağımsız olarak ayarlanabilir." dedi.

Araştırmaları, enerji faturalarında büyük artışlar olmadan, mahaller içerisine daha fazla taze hava gelmesini sağlayarak, bunun nasıl daha etkili ve verimli şekilde yapılabileceğine odaklanmaktadır.

Teitelbaum, "Eğer tüm konfor radyant sistemlerle sağlanıyorsa, ısı transfer akışkanı gerekmediğinden, hava artık yalnızca radyant ısıtma ve soğutma yapmak için gerekli bir konfor akışkanı değildir." dedi. "Bunun havalandırma havasının artırılması gerektiğinde çok büyük etkileri vardır, çünkü gelen havayı koşullandırmadan uzaklaştırmak, artık iklimlendirme ünitesinden daha fazla temiz havanın içeri alınabileceği anlamına gelir, bu da bina sakinlerinin sağlığını, kiracının elektrik faturasını iyileştirir ve termal konfordan ödün vermez." dedi.

"Klasik radyant soğutma ile bağlantılı, genellikle bir fayda olarak düşünülen bir miktar hava soğutma vardır. Bir tavan paneli soğutulduğunda, panelin termal radyasyonu ve bir miktar iklimlendirme doğrudan termal konforu arttıracaktır." şeklinde belirtti. "Ancak hava, konvansiyonel radyant

soğutma ile birlikte önden soğutulmalı ve nemi alınmalıdır, böylece soğutulmuş panellerde küflenmeye ve performansın düşüşüne neden olan yoğuşma gerçekleşmeyecektir."

Teitelbaum, "Şu an nemi alınmış havanın üretimi için açık ara ticari olarak mevcut olan en yaygın yöntem havanın soğutulmasıdır, dolayısıyla radyant soğutma iklimlendirme ve sıkı sızdırmaz bina dış cephesi olmadan var olamaz." dedi.

Şuan en büyük yanlış düşüncelerden birisinin radyant soğutmanın sızdırmaz dış cephe ve sıkı nem kontrolü gerektirdiğinin sanılması olduğunu söyledi.

Teitelbaum, "Bu, geçtiğimiz yüzyılda havayla soğutmaya odaklanan bir sektörün aklıdır. Cold Tube, tamamen radyant açık hava binasının gerçek anlamda ticari bir versiyonu olmak için biraz geliştirme ve panel iyileştirme gerektirse de ihtimaller dahilinde, ve görevi yerine getirebilecek bir teknoloji olarak tanımladık." dedi. "Bu bakımdan radyant soğutma, klima ile hayal bile edilemeyecek oranlarda temiz havanın, binalara verimli bir şekilde girmesini sağlama potansiyeline sahiptir."

HVAC Yaklaşımlarını Yeniden Değerlendirmek

Daha Fazla Taze Hava Alınması

Meggers'e göre, "Radyant soğutmanın kullanımının yaygınlaşması yaklaşımların değişmesini gerektirecektir. Cold Tube araştırmacılarının değiştirmek istediği şey, insanların konforunun sağlanması için yalnızca havaya bağımlı olmaktır. HVAC mühendisleri havalandırma sistemlerini, kanal boyutlandırmasını ve hava işleme ünitelerini öncelikle binanın ısıtma ve soğutma yüklerine göre tasarlarlar ve kurarlar, ardından ne kadar hava gireceğini kontrol eden taze hava damperlerine yoğunlaşırlar."

Teitelbaum, teknolojilerinin dış havayı şartlandırmadığı için, %100 taze havanın enerji kaybı olmadan alınması seçeneğine imkan tanıdığını söyledi.

"Şu anda HVAC verimliliği büyük oranlarda hava resirkülasyonunu gerektirir. Bu durum, iç ortamlarda hava resirkülasyonu bir hastalık bulaşma vektörü eklediği için en sağlıklı uygulama olmayabilir. Hava temelli yaklaşımlarda yüksek bir enerji maliyeti olmadan %100 taze hava beslemek mümkün değildir. Bizim teknolojimiz %100 taze havaya imkan tanır." şeklinde belirtti.

HVAC&R endüstrisinin, taze havanın önemi üzerine artan şekilde odaklanmasının, membranlı radyant soğutma teknolojisinin gelişiminin ve yaklaşım değişimlerinin ortaya çıkmasına yardımcı olabileceğini söyledi.

Alışılmamış Konfor Modelleri

Diğer bir yaklaşım değişimi alışılmamış konfor modellerine doğru yönelim olabilir. Teitelbaum, son yıllarda konfor modellemesinin başlıca amacının, "dengelemeler (trade-off)" ve "azaltmalar (setback)" üzerine çok sayıda araştırma yapılmasına neden olan ısıtma ve soğutma enerjisiyle birlikte nasıl mümkün olan en verimli şekilde olabileceğinin anlaşılması olduğunu söyledi.

"Yani artık mevsimsel değişiklikleri karşılayan uygun mevsimsel giyim seviyelerini teşvik ederek sıcaklık azaltımları yapabilir, benzer şekilde gelişmiş radyant ısıtma ve soğutma ile daha soğuk veya daha yüksek sıcaklıkları karşılayarak hava sıcaklığında daha fazla düşüş ve verimlilik elde edebiliriz" dedi.

Teitelbaum, "Ancak birçok yaklaşım, klasik bir konfor modelini – insanların konforlu olup olmadığını tahmin etmek için bir dizi çevresel koşulu baz alan matematiksel ya da kavramsal cihazları – tercih etmektedir. Çoğu radyant soğutma için alan bırakmaz ve insan vücudunun – iletimli, taşınımlı ve ışınımlı enerji dengelerini simüle eden – geniş kapsamlı ısı transferi modelleri ile karşılaştırıldığında kabadır." dedi.

"Ole Fanger'ın tahmini ortalama oy (PMV) modeli belki de en iyi bilinen araçtır. Konfor modellerindeki en büyük sorun girdilerin oldukça karmaşık hale gelebilmesidir ve dolayısıyla, gerçekte bir çalışmada neyin değişkenlik gösterdiği hakkında net sonuçlar alabilmek için girdileri sadeleştirmek yaygındır." dedi.

Teitelbaum, "Çoğu araştırma Fanger'ın yöntemini sadeleştirme üzerine yoğunlaşmıştır, ancak bu çoğunlukla iklimlendirmenin birincil soğutma stratejisi olmasından kaynaklanmış, radyant soğutmanın pek çok gömülü karmaşıklığı göz ardı edilmiştir." dedi. "Bu aşırı sadeleştirme, temel olarak radyant soğutmayı, kurulduğunda klimanın arka planına iter."

"Radyant soğutmanın tek konfor soğutma sistemi olduğu bir bina var mı bilmiyorum. Radyant soğutmanın konforu arttırdığı tam tersi durum yaygındır." şeklinde belirtti. "Mevcut teknoloji aynı zamanda dış ortam sıcaklığı ve nemi alınmış hava beslemekte zorlanacaktı, ancak sıvı kurutuculu adanmış taze havalı sistemlerinin (DOAS) mevcut gelişimi, özellikle karşılanması gereken yüksek gizli ısı yükünün bulunduğu durumda tamamen radyant konfor sistemi ile verimli bir şekilde uyumlanan bir sistem ortaya çıkarabilir."

KAYNAKLAR

1. Teitelbaum, E., K. Chen, D. Aviv, K. Bradford, et al. 2020. "Membrane-assisted radiant cooling for expanding thermal comfort zones globally without air conditioning." Proceedings of the National Academy of Sciences 117(35):21162 – 21169.
2. Aviv, D., K.W. Chen, E. Teitelbaum, D. Sheppard, et al. 2021. "A fresh (air) look at ventilation for COVID-19: Estimating the global energy savings potential of coupling natural ventilation with novel radiant cooling strategies." Appl Energy 292:16848. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.116848

BUGÜNDEN

Evinizin havasını da suyunu da ısıtır.





Vaillant Home VFR sistemlerinde ihtiyacınız olan her şeyin çözümü var.

- Tek modülde çoklu çözüm
  - Mahal iklimlendirmesi
  - Su ısıtma (Kullanım suyu, yerden ısıtma.)
- Kullanım talebine göre esnek çözümler
  - İklimlendirme + sıcak su
  - İklimlendirme + yerden ısıtma
  - İklimlendirme + sıcak su + yerden ısıtma
- 3 boyutlu ısıtma teknolojisi
- 3 farklı kapasite seçeneği (4HP-5HP-6HP)
- Su kaynaklı defrost teknolojisi ile kesintisiz ısıtma konforu

0 850 222 2 888
www.vaillant.com.tr

Vaillant

Merkezi HVAC Filtrasyonuna Karşı Taşınabilir Hava Temizlemeli Filtrasyon

Kamusal Alanlarda COVID-19'un Önlenmesi

ZHIGIANG (JOHN) ZHAI, Ph.D., ASHRAE ÜYESİ; ROBERT BAHL; KEITH TRACE; BHAVESH GUPTA; HE LI, Ph.D.

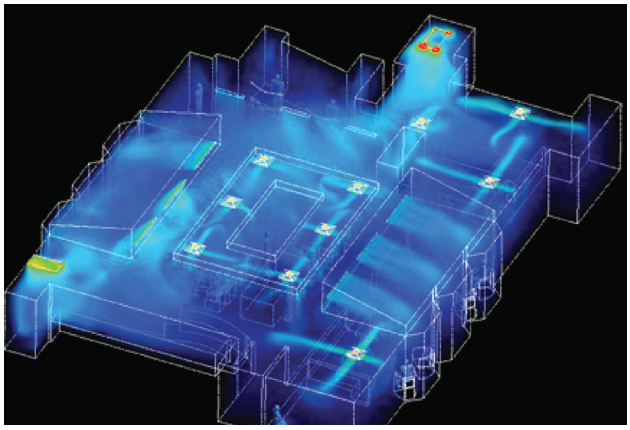
Konaklama sektörü COVID-19 bulaş riskini azaltmak için ne yapabilir? Bu bölüm, HVAC sistemlerinin, COVID-19'un hava yolu ile bulaş riskinin önlenmesinde oynadığı rolü anlatmaktadır.1 Salgının başlangıcında otel ve restoranları içeren konaklama tesisleri, CDC[2,3] WHO[4] ve ASHRAE[5,6] gibi diğer güvenilir kuruluşların, işletme kılavuzlarında; mümkün olan her yerde müşteri ve çalışan konforunu koruyarak arıtılmış taze havanın artırılmasına ve filtrasyonun geliştirilmesine yönelik değişiklikler yaparak yönlendirmesiyle birlikte hızlı bir şekilde uyumlu hale geldiler. Bu makale, yazarlar tarafından yakın zamanda yürütülen, taşınabilir hava temizleyicilerin, kamusal alanlarda hava kalitesinin artırılması üzerindeki etkinliğini inceleyen kapsamlı bir çalışmayı ele almaktadır.

Filtrasyonun iyileştirilmesi, daha yüksek MERV derecelerine sahip filtreler kullanılarak gerçekleştirilebilir. Örneğin; yüksek partikül tutma verimli hava filtreleri (HEPA filtreler), "bütün boyutlardaki partiküller için %99.97 ya da daha fazla" partikülün giderilmesinde etkilidir.7 Ancak, yüksek dereceli filtreler basınç kaybını arttırabilir ve bu da bazı uygulamalar için elverişsiz olmalarına neden olabilir. Ve bir merkezi HVAC sistemindeki en verimli filtreler bile, dönüş hava menfezlerine giriş yapmayan ve belirli bir alanda yayılabilecek daha ağır damlacıkları ya da diğer partikülleri önlememektedir.

Sistemin sağladığı taze hava miktarının artırılması partikül konsantrasyonunu ve bulaş riskini daha da azaltabilir. Ancak, sıcaklık, nem ve hava kalitesi gibi dış hava şartları, kullanıcı konfor seviyelerini koruyarak alınabilen taze hava miktarını sınırlayabilir.

Bina kılavuz ve yönetmelikleri havalandırma gereksinimlerini ana hatlarıyla belirtmektedir ve otel ısıtma ve iklimlendirme sistemleri bu standartları karşılayacak şekilde tasarlanmaktadır. Ancak, bu gereklilikleri önemli derecede arttırmak üzere tasarlanmamışlardır. Ayrıca otel misafir odası ısıtma ve iklimlendirme sistemleri bir miktar pozitif basınç ile tasarlanmalıdır, böylece hava bir odadan diğerine geçmez.

Havalandırmayı arttırmanın bir diğer yolu da, filtreleme ve sirkülasyon yoluyla eşdeğer hava değişimleri sağlamak için hava temizleyicilerinden yararlanmaktır. EPA,



Şekil 1. Simülasyonun gerçekleştirildiği lobinin yerleşimi. Bar, salon mobilyaları, toplantı masası, resepsiyon masası ve HVAC kanalları bulunan lobideki mobilyaları içermektedir. Besleme havası menfezleri, menfezden çıkan hava akımı ile temsil edilmektedir. Biri üst kenarda, diğeri çevresindeki kırmızı noktalarla sol alt köşede olan menfezler, dönüş havası menfezlerini temsil etmektedirler.

"Özellikle yeterli havalandırmanın elde edilmesinin zor olduğu alanlarda, artan HVAC sistemi havalandırmasını ve filtrelemesini desteklemek için portatif hava temizleyicilerin kullanımını değerlendiriniz." şeklinde belirtmiştir. Bir CDC örneği, "taşınabilir HEPA ünitesinin eklenmesi, etkili havalandırma oranını artırmış ve mahal havasının karışımını iyileştirmiş, bu da mahalin potansiyel olarak bulaşıcı havadaki partiküllerden temizlenmesi için gereken süreyi %80 oranında kısaltmıştır." sonucuna varmıştır.9 Bir resepsiyon alanı için yapılan başka bir çalışma, "yüksek hacimli HEPA ile filtrelemenin [bireysel enfeksiyon riskini] on kat azalttığını" göstermiştir.10

Kapsamlı çalışmamız için, Şekil 1'de gösterildiği gibi hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) modelleri, normal koşullar altında kamusal alanlardaki insanlar nefes alırken ve konuşurken oluşan hava akışı biçimlerini simüle etmek için geliştirilmiştir. Avantajlarını analiz etmek ve optimum sayı ve konumlarını belirlemek için modellere taşınabilir hava temizleyicileri eklenmiştir. Taşınabilir hava temizleyicilerin temizleme performansını doğrulamak ve görselleştirmek için termal mankenler kullanılarak saha deneyleri de yapılmıştır.

Genel amaç, aşağıdaki üç hedefle hava kalitesini iyileştirmek ve restoranlarda ve kamusal alanlarda hava yoluyla bulaşma risklerini azaltmak olmuştur:

- Oteller gibi kamusal alanlarda daha güvende olduklarına dair konuklara güven aşılamak; böylece seyahat etmek istemelerini ve çalışanların işe dönme konusunda kendilerini daha güvende hissetmelerini sağlamak.
- İç mekan hava sirkülasyonunu iyileştirmek ve havadaki kirleticilerin konsantrasyonlarını seyreltmek.
- Havadaki zararlı parçacıkları en önemli yerde, yani insanların bulunduğu alanda gidermek.

Konaklama Tesislerindeki Kamusal Alanlar

Otel kamusal alanları; özellikle lobiler, restoranlar ve balo salonları başta olmak üzere, öncelikle estetik ve işlev için tasarlanmıştır. Mimarlar ve tasarımcılar, bu güzel mekanları çok fazla açık alan ve yüksek tavanlara sahip bir şekilde oluştururlar. Daha sonra çizimleri makine mühendislerine verirler ve onlardan mekanları sakinler için rahat hale getirmelerini isterler; onlar da bunu sıcaklık ve nemi kontrol ederek yaparlar. Otel HVAC sistemleri tipik olarak mükemmel bir hava karışımı sağlamak için ya da hastanelerdeki gibi bölgelere ayırma, izolasyon ve patojen kontrolü için tasarlanmamaktadır.

Otel HVAC sistemleri, hem daha büyük alan hacmi, hem de potansiyel dikey hava katmanlaşması nedeniyle belirli kirletici kaynaklar için daha fazla hava seyreltmesi sağlasa da, daha yüksek tavanlar daha büyük hacimlerde hava koşullandırma ve besleme sağlamakta ve dönüş menfezleri, kullanıcının nefes alma bölgesinden daha uzakta olmaktadır. Merkezi sistem tarafından sağlanan filtreleme ve temizleme, bu zorlukların üstesinden gelmek zorunda kalacaktır.

Balo salonlarında, sosyal mesafe olmadan, özellikle büyük toplantılar ve konferanslar için kurulum yapıldığında yüksek insan yoğunluğu olabilmektedir. Ve mekanın konfigürasyonu gün boyunca değişebilmektedir. Sabah bu mahal, kahvaltı için “sıralar halinde” ayarlanabilir, ve daha sonra gün boyu süren toplantı için bir sınıf düzenine dönüştürülebilir. Ardından akşam için bir ayaküstü resepsiyonuna dönüşmektedir.

Restoran müşterileri yemek yemek için maskelerini çıkaracakları ve muhtemelen birlikte yemek yedikleri insanlarla konuşacakları için, restoranların ek bir zorluğu vardır. Aralarında enfekte bir kişi oturuyorsa, potansiyel olarak havaya çok sayıda bulaşıcı partiküller saçabilmektedir.

Merkezi HVAC Filtrasyonuna Karşı Taşınabilir Hava Temizlemeli Filtrasyon: Artıları ve Eksileri

Filtrasyonun iyileştirilmesi, merkezi HVAC seviyesinde veya alanda taşınabilir hava temizleyicileri kullanılarak yapılabilir. Her iki seçeneğin de artıları ve eksileri vardır.

Merkezi HVAC Filtrasyonu

Herhangi bir hava filtreleme teknolojisi genellikle en az aşağıdaki iki bileşene sahiptir: hava hareketini sağlamak için bir fan ve filtrelemeyi gerçekleştirmek için bir filtre ortamı. Her ikisi de her merkezi HVAC sisteminde bulunmaktadır. Tek fark, normal düşük MERV dereceli ortam filtresinin, yüksek MERV dereceli veya HEPA dereceli ortam filtresine kıyasla, partiküller, aerosoller, vb. üzerine binen partiküller ve mikroplar için daha düşük filtrasyon verimliliğine sahip olmasıdır. Daha basit seçeneklerden biri, HVAC

ortam filtresini, partikül boyutuna bağlı olarak, örneğin 0.1 mikronda yaklaşık %50 gibi, bu kirleticileri ve mikropları daha iyi etkinlikle filtreleyebilen MERV13 veya üzeri gibi daha yüksek bir MERV dereceli filtreyle değiştirmektir.

Bu filtrelerin verimliliğini ne kadar artırabileceğimizin bir sınırı vardır, çünkü daha yüksek dereceli filtreler doğru seçilmezse hava akışını kısıtlayabilir ve hava basıncında bir azalmaya neden olabilir. Bu da kullanıcıların konforunu tehlikeye atabilir. Filtre ortamında yapılacak bu tür herhangi bir değişiklik, daha sık filtre değişimi gerektirebilir ve bu da artan tekrarlayan işletme maliyetlerine neden olabilir.

Artıları:

• Tek noktadan müdahale, ekstra alan gereksinimi yok.

• Mekanda estetik veya akustik rahatsızlığa neden olmayacak şekilde, kullanıcıların görüş alanı dışında.

• Karmaşık bir çalışma gerektirmeyen tasarım veya kurulum.

• Bakım ihtiyaçlarında minimum değişiklik.

Eksileri

• Partiküller ve aerosoller, yerçekimi tarafından aşağı çekilmeden, mobilyalara veya diğer yüzeylere (insanlar gibi) çarpmadan veya HVAC dönüş havası menfezine çekilmeden önce boşluk içinde hareket etmeye devam ettiğinden, mahal içi etkinlik sınırlı olabilir.

• Bir MERV filtresi, daha yüksek MERV derecesine sahip bir filtreye yükseltilirse, daha sık filtre değişimi gerekebilir ve tekrarlayan işletme maliyetlerinde artış olabilir.

• Göz önünde olmadığı için, kullanıcıların hangi hava kalitesi iyileştirme önlemlerinin alındığını bilmelerinin bir yolu yoktur.

• Uygun etkinlik için, beklenen temizleme verimliliğini elde etmek üzere boşluksuz ve iyi montajlanmış filtreler gerektirir.

Taşınabilir Hava Temizleyici

Herhangi bir hava filtreleme teknolojisi gibi, HEPA bazlı portatif bir hava temizleyicide bile bir fan ve bir filtre ortamı bulunur. HEPA bazlı portatif hava temizleyicinin seçilmesinin nedeni, yaygın olarak bulunabilmesi ve uygun fiyatıdır. HEPA filtre tabanlı portatif bir hava temizleyici, genel olarak iki nedenden dolayı karşılaştırmalı olarak daha iyi bir iş çıkarabilir: 1) HEPA filtreleri, 0,3 mikrona kadar olan parçacıkların %99,97'sini ortadan kaldırır ve NASA araştırması, bunların mikron altı ve nanoparçacık boyutlarını bile ortadan kaldırmada çok etkili olduklarını öne sürer.11 2) İnsanların yakınına yerleştirilmiş ve emme girişleri insanlara bakacak şekilde konumlandırılmış portatif hava temizleyicileri, partiküller ve aerosoller etrafa yayılmadan önce alan içinde filtrelemeyi etkili ve hızlı bir şekilde yapabilir. Bu daha iyi bir alternatif olabilir, ancak her şeyde olduğu gibi artıları ve eksileri vardır.

Artıları

• Taşınabilir, tak-çalıştır, ve herhangi bir altyapı değişikliği veya özel montaj becerisi gerektirmez.

• HEPA filtre, mikron altı ve nano partikül boyutunda bile filtrelemede MERV13 filtresinden daha etkilidir.

• Aynı seviyede partikül giderme elde etmek için HEPA filtre, MERV13 filtresine kıyasla daha az zaman alır.

• Alana yerleştirme, temizleyicinin yayılmayı daha da azaltmada nispeten daha etkili olmasına izin verebilir.

• Kullanıcılar için daha sağlıklı bir alanın görsel güvencesine katkıda bulunabilir.

Eksileri

• Kullanılabilir alanı ve duvar prizlerini kaplar.

• Yüksek hızlarda çalışırken gürültü nedeniyle kullanıcılar için sıkıntı olabilir.

• Optimum etkinliğe ulaşmak için kurulumdan önce alandaki hava akışının karmaşık CFD çalışmasının yapılmasını gerektirebilir.

• Kullanıcılar/sakinler tarafından kapatılabilir veya hareket ettirilebilir, bu da onları o alanda/hacimde etkisiz hale getirir.

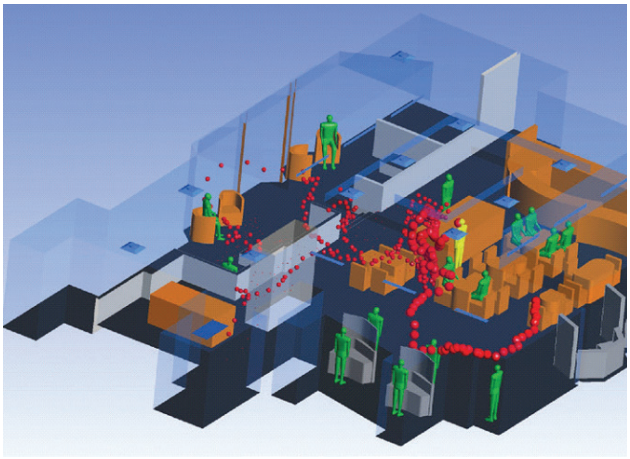
• Hava temizleme ünitelerinin bakımı ve gerektiğinde filtrelerin değiştirilmesi için ek bakım gereklidir.

Hava Temizleyicilerin Etkili Yerleşimi

Ayrıntılı akışkan dinamiği modelleri, hava temizleyicinin devreye alınması için en iyi stratejinin belirlenmesinde üç temel kritere işaret eder.

1. Enfekte kişi hava temizleyicinin emme girişine ne kadar yakınsa, etkinliği o kadar yüksek olur. Sezgisel olsa da, havadaki küçük sıvı parçacıklarının bir oda içinde yayılabileceği hız bir endişe kaynağıdır. Tipik HVAC sistemleri, havayı boşluklara verimli bir şekilde dağıtmak için tasarlanmıştır; bu nedenle, sıvı parçacıklarının yayılmasından itibaren geçen süre ne kadar fazlaysa, parçacıkların yayılma yarıçapı o kadar büyük olur. Damlacıklar genellikle yerçekimi ile aşağı çekilene, mobilyalara veya diğer yüzeylere (insanlar gibi) çarpana veya HVAC dönüş hava menfezine çekilene kadar odanın etrafında hareket eder.

2. Hava akışı biçimlerine, HVAC besleme ve dönüş havalandırma konumlarına, odanın şekline ve diğer faktörlere bağlı olarak, havanın iyi şekilde karışmadığı ya da hareket etmediği konumlar olacaktır, bu da daha yüksek bir sıvı partikül konsantrasyonu ihtimalini doğuracaktır (Şekil 1, sayfa 29).



Fotoğraf 2. Cold Tube'un soğutulmuş panel yüzeyi ortam havasından ayrılmıştır. Bu, havanın paneli ısıtamayacağı, böylece panelin verimli bir şekilde havadan daha düşük bir sıcaklıkta tutulabileceği anlamına gelir, bu da yalnızca radyant soğutmaya izin verir.

3. Hava temizleyicinin yüksekliği de etkinlik üzerinde etkilidir. Hava temizleyici daha az tıkalı olduğunda, cihaz girişi belirli bir süre içinde daha fazla havayı tedavi edebilir. Denemeler, masa üstü seviyesindeki bir temizleyicinin zemin seviyesindeki bir temizleyiciden daha etkili olduğunu göstermektedir.

Kararlı bir durumda, iyi tasarlanmış ve iyi konumlandırılmış verimli bir hava temizleyici, bir boşluktaki 0,3 µm parçacıklardan oluşan parçacıklı maddenin %99,97'sini bir saatten daha kısa bir sürede giderebilmektedir. Mankenin yanındaki masa üstünde bir hava temizleyici ile bir hapşırma modellenirken, akış analizi, hava temizleyicinin küçük ve orta büyüklükteki partiküllerin tamamını tutmada %80 etkin olurken, kalan büyük partiküllerin ise mankenin 1.8 – 2.7 m gibi göreceli olarak dar bir yarıçapı içerisinde mobilya yüzeyinde tutulduğunu ya da yerçekimi nedeniyle halıya düştüğünü göstermektedir (6 ft ila 9 ft) (Şekil 2).

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Modellemesi İle Örnek Olay Çalışmaları

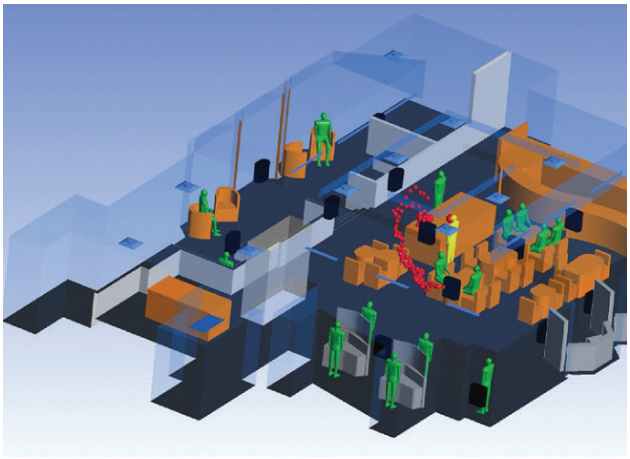
Bu çalışmada, bir otel içerisindeki tipik bir restoran yemek alanında hava akış biçimini ve virüs taşıyan partikül taşınmasını öngörmek için ticari bir hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) aracı kullanılmıştır. İç mekan hava akışı oldukça kaotik olduğundan, doğru akış öngörüsü için uygun bir türbülans modelleme yöntemi ve modeli kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada, etkili olduğu ve iç mekan hava akımı simülasyonu için uygun olduğu kanıtlanmış olan RNG k-epsilon türbülans modeli12 ile kararlı durum RANS simülasyon yöntemi kullanılmıştır.13 Kaynaklardan (örn. ağızdan) salınan partiküllerin zamana bağlı yörüngeleri, etkileşmeyen tekil dağılımlı küresel partiküller kabulüyle, yazılımın ayrık partikül modeli (discrete particle model) kullanılarak gözlemlenmiştir. Hacimdeki virüs partiküllerinin az olması nedeniyle partiküllerin hava türbülansına olan momentum etkisi ihmal edilebilir düzeydedir.14 Yeterli sayısal doğruluk ve makul hesaplama maliyeti sağlamak için birden fazla nümerik hücre sayısı test edilmiştir. CFD modeli için yaklaşık 650.000 nümerik hücre kullanıldı ve bunlar arasında yolcular ve arıtıcılar için daha ince menfezler tahsis edildi.

Örnek Olay Tanımı

Bir oteldeki tipik bir ayrı restoran yemek alanı, tam yemek kapasitesi (177 kullanıcı) ve tasarlanan HVAC koşulları (konumlar, boyutlar ve kapasiteler) (Şekil 3'te gösterildiği ve Tablo 1'de özetlendiği gibi) ile modellenmiştir.

Simülasyonda çeşitli model, kapasite, sayı ve yerleşim kombinasyonları ile bir dizi taşınabilir hava temizleyici test edilmiştir. Bu makale, taşınabilir hava temizleyicilerinin etkisini göstermek için piyasada bulunan iki tür hava temizleyicisi kullanımının sonuçlarını sunmaktadır (Tablo 2). Restoranın her iki ucuna, mahal havasını temizleyicinin bir tarafından çeken ve ünitenin üst tarafından temizlenen havayı ortama atan sekiz adet kat hava temizleyici (KHT) (beş adet bir uca ve üç adet diğer uca) yerleştirilmiştir. Her yemek masasının ortasına, ünitenin tüm çevresinden oda havasını çeken ve temizlenmiş havayı üstten tahliye eden bir masa hava temizleyici (MHT) yerleştirilmiştir.

Bu çalışma, yemek ve balo salonu etkinlikleri sırasında ana endişe olan konuşmaya odaklanmıştır. Araştırmalar, konuşmanın 1 m/s ila 5 m/s (197 fpm ila 984 fpm) hızında saniyede 2.600 damlacık salabileceğini göstermiştir.15 Konuşurken ağızdan çıkan toplam hava debisi yaklaşık 284 cm3/s ila 759 cm3/s (0.60 cfm ila 1.61 cfm) aralığındadır. 500 cm3/s (1.06 cfm) değerinin ortalama olarak kullanılması ve ağzın açılma alanının 1.8 cm^2 (0.28 in2) kabul edilmesi, konuşurken hava hızının 2.77 m/s (545 fpm) olması demektir, bu da görüntülü partikül hız test sonucunun 3.1 m/s (610 fpm) seviyesinde olması anlamına gelmektedir.17



Şekil 3. Oturma bölgesinin bitişiğine yerleştirilen taşınabilir hava temizleyicisi ile birlikte partiküllerin dağılımı. Sarı renkli kullanıcı enfekte taşıyıcıyı temsil etmektedir.

Tablo 1. Restoran koşulları.		
Nesne	**Ölçüler**	**Şartlar**
Difüzör Girişi	1.22 m x 0.30 m	T_{giris}=17.6 °C
Yemek Masası	0.87 m x 0.87 m x 0.75 m	Adyabatik
Egzoz Çıkışı	0.61 m x 0.61 m	T_{cikis}= 20 °C
Kullanıcılar	0.30 m x 0.43 m x 1.30 m	T=27 °C
Tavan Işığı	-	10.7 W/m^2
Toplam Hava Değişimi	-	5/saat
Hava Besleme Hızı	-	0.3429 m/s

Tablo 2. Temizleyici özellikleri.		
Ünite	**Kat Hava Temizleyici**	**Masa Hava Temizleyici**
Ölçüler	0.56 m x 0.33 m x 0.61 m	0.42 m × 0.2 m × 0.2 m
Giriş Boyutu	0.1291 m^2	0.1935 m^2
Çıkış Boyutu	0.0452 m^2	0.0316 m^2
Temiz Hava Dağıtım Debisi	0.156 m^3/s	0.056 m^3/s

Tablo 3. Partikül salınım koşulları.	
Nesne	**Değer**
Konuşurken Ağzın Açık Alanı[16]	1.8 cm^2
Konuşurken Ağızdan Çıkan Hava Debisi[20]	500 cm^3/s
Konuşurken Ağızdan Çıkan Havanın Sıcaklığı	27°C
Partikülün Aerodinamik Çapı	3 mm
Partikül Yoğunluğu	600 kg/m^3
Konuşurken Ağızdan Çıkan Partikül Sayısı	5,000

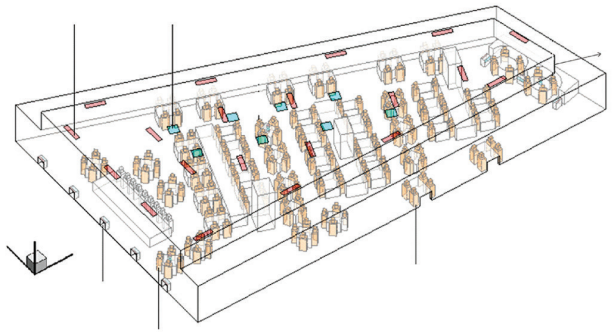
Çalışma, farklı konumlarda birden fazla konuşan kullanıcıyı simüle ederken, bu makale Şekil 3'te gösterildiği gibi yalnızca bir "kirletici kaynaktan" elde edilen sonuçları sunmaktadır. Tablo 3, simüle edilen virüs partikül ayrıntılarını özetlemektedir. Partikül istatistik sonuçlarındaki sapmanın %1'den az olmasını sağlamak için ağızdan salınan virüs partikül sayısı 5.000 olarak kabul edilmiştir.18

10 mikrondan büyük partiküller hızlı bir şekilde düşme eğilimi gösterirken, daha küçük partiküller hava ile akma eğilimindedir ve 3 mikron, konuşma sırasında havadaki salınan ortalama partikül boyutunu temsil etmektedir.19 CFD analizinde hassasiyet çalışmaları yapılmış, böylece 10 mikrondan daha küçük boyutlardaki partiküller havayla iyi taşınma davranışları göstermiştir; dolayısıyla 3 mikron partiküller modellenmiştir.

Farklı Havalandırma Koşulları İçin Performans Analizi

Restoranlar gibi kamusal alanlardaki iç hava akış modelleri, HVAC besleme ve dönüş konumları ve koşulları ile birlikte iç ortam nesne yerleşimleri ve bitişik hacim koşulları gibi birçok faktörden etkilendiği için, son derece karmaşıktır. Kullanıcıların hareketi, hava dağılımında burada dikkate alınmayan – sistem tasarımı/değerlendirmesi amaçları için tipik olan – ilave bozulmalara neden olur. Kullanıcı hareketlerinin (örneğin, konuşma sırasında başın sallanması) gerçek kirletici dağılımında önemli bir rol oynayabileceğini unutmayınız.

Seçilen sonuçlar, üç havalandırma senaryosu altında farklı performansları göstermektedir: (1) merkezi iklimlendirme sistemi (MS), (2) kat hava temizleyicili merkezi klima sistemi (KMS) ve (3) kat ve masa hava temizleyicilerinin her ikisine de sahip merkezi klima sistemi (KMMS). Şekil 4, masa üstü virüs taşıyıcı solunum bölgesinin (Z = 1,1 m [3.61 ft]) yüksekliğinde tahmin edilen hava hızı vektörlerini göstermektedir. Portatif hava temizleyicilerin kurulumu, akış yönlerini beklendiği gibi değiştirmekte ve çapraz enfeksiyona neden olabilecek çapraz masa hava akışını azaltmaktadır. Masa ünitesi, temizleyiciye doğru açık ve uygun iç ortam hava akışı sağlamaktadır. Sonuç olarak, kaynak ağızdan salınan partiküllerin çoğu hava ile birlikte akmakta ve temizleyicilere girmektedir (Şekil 5). Temizleyicilerden yukarı doğru gerçekleşen güçlü hava deşarjı, aynı zamanda partiküllerin merkezi HVAC



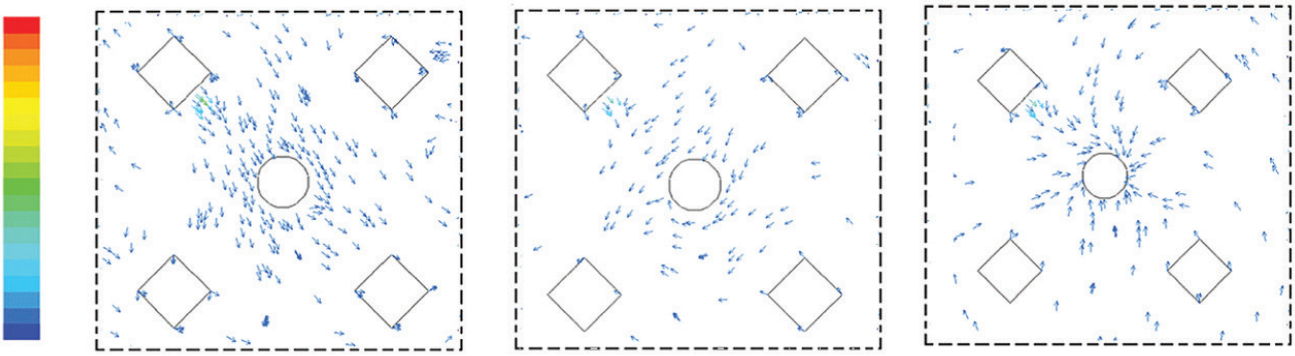
Şekil 4. Restorana ait bilgisayar modeli.

egzozlarının bulunduğu tavana doğru hareket etmesine de yardımcı olmaktadır.

Yalnızca MS kullanıldığında tavan egzozlarından yalnızca küçük bir partikül fraksiyonunun uzaklaştırılabileceği açıktır. Partiküllerin çoğu iç mekanlara yayılmakta ve nihayetinde kullanıcılar, masalar, zemin ve duvarlar üzerinde birikmektedir. KHT, ünitelere doğru aşağı yönlü akıştan dolayı çevreleyen duvarlar üzerinde partikül birikimini arttırırken (%48) partiküllerin %28'ini temizleyebilmektedir. MHT partiküllerin neredeyse %80'ini giderebilirken, kat ünitelerine kıyasla masadaki birikimi bir miktar arttırmaktadır (ancak MS'den daha iyi olmaktadır), yani umut verici bir performansa işaret etmektedir.

Balo Salonu

Büyük bir balo salonunda hem sınıf hem de ziyafet düzenleri test edilmiştir. Şekil 8, öksürük başladıktan sonra sırasıyla t = 5 s ve t = 20 s'de sınıf düzeni altında MHT kullanmadan ve kullanarak (114 m3/sa [67 cfm]) kirletici dağılımını göstermektedir. Konvansiyonel HVAC sistemleriyle kirletici, mekanda istikrarlı bir hareket göstermiş ve mekandaki kaynağın konumuna bağlı olarak birden fazla ön ve arka sıraya aktarımı mümkün olmuştur. Her iki kişinin arasına yerleştirilen hava temizleyici, kirleticiyi kaynak bölge içerisinde tutmayı ve kirleticiyi zamanında uzaklaştırmayı başarmıştır. Ziyafet durumu için de benzer dağılım modelleri gözlenmiştir. Ancak, ziyafet masasının boyutu ve ziyafet ortamındaki kişi yoğunluğu nedeniyle, uygun giriş/çıkış konumlarına ve akış hızına sahip hava temizleyicilerin daha fazla tanımlanması gerekmektedir.

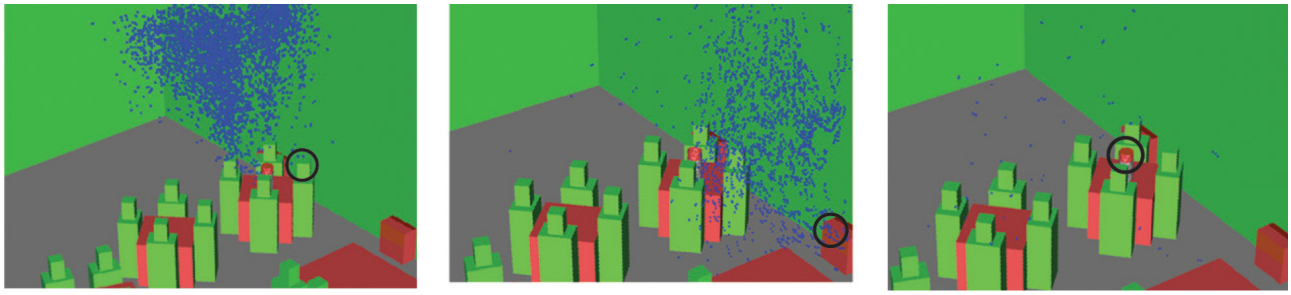


Şekil 5. Farklı havalandırma koşulları için solunum yüksekliğindeki hava akış vektörleri: (a) merkezi iklimlendirme sistemi (MS); (b) kat hava temizleyicilerle merkezi iklimlendirme sistemi (KMS); (c) kat ve masa hava temizleyicilerinin her ikisine de sahip merkezi iklimlendirme sistemi (KMMS). Kareler kullanıcıları temsil etmektedir.

Tablo 4. Partikül durumu karşılaştırması.

Havalandırma Modu		MS (%)	KMS (%)	KMMS (%)
Deşarj Edilen	Merkez Egzozları	3.26	2.02	1.62
Uzaklaştırılan	Kat Hava Temizleyicisi		28.08	1.42
	Masa Hava Temizleyicisi			76.4
	Kullanıcı Vücudu	32.64	4.10	1.72
Biriken	Masa	25.08	6.48	13.18
	Zemin	24.82	5.70	1.46
	Yan Duvarlar	11.36	48.04	1.58
	Tavan	2.84	5.58	2.62
Toplam		100.00	100.00	100.00

Tablo 4, partiküllerin varış yerlerini karşılaştırarak havalandırma performansını nicel hale getirmektedir. Sırasıyla merkezi egzozlardan veya portatif temizleyicilerden deşarj edilen veya farklı yüzeylerde biriken partiküllerin miktarları sayılmış ve yüzde olarak hesaplanmıştır (serbest bırakılan toplam 5.000 partikül içerisinden).



Şekil 6. Farklı havalandırma koşullarında salındıktan sonra t=30 s için partikül yörüngeleri: (a) MS; (b) KMS, (c) KMMS. Siyah yuvarlaklar; (a): kaynak kullanıcı; (b): kat temizleyicisi; (c): masa temizleyicisi

Daha fazla kişinin bulunduğu (1.320) ve yuvarlak masaların (165) olduğu büyük bir balo salonu için benzer CFD simülasyonları gerçekleştirilmiştir. Daha karmaşık iç hava akışları ve nispeten daha büyük masa boyutu nedeniyle, başarılı bir temizleme çözümü elde etmek için uygun MHT'yi (hem boyut hem de kapasite olarak) bulmak çok önemlidir.

Saha Çalışmalarıyla Örnek Olay Çalışmaları

Aralık 2020'de klasik bir otel restoranında ve balo salonunda mankenli bir saha deneyi gerçekleştirilmiştir. Aynı mahalde test edilen gerçek kişilerin vücut sıcaklıklarına denk olacak şekilde her biri 31 °C alın sıcaklığına ve 28 °C giydirilmiş vücut sıcaklığına sahip olan 65 W (220 Btu/sa) kapasiteli dört adet ısıtmalı termal manken yapılmış ve gerçek kullanıcıları temsil etmek üzere yerleştirilmiştir. Hem öksürme hem de konuşma senaryolarını simüle etmek için su-gliserin solüsyonu bazlı sis oluşturulmuş ve bir mankenin ağzından beslenmiştir. Öksürme eylemi, damlacık/sis verme hızı 5 m/s (1.000 fpm) civarındayken beş saniye, konuşma ise nefes verme hızı 1 m/s (200 fpm) ile 20 saniye sürmüştür. CFD tüm partikülleri 1 saniyede salarken, nefes verme hızı CFD simülasyonu ile aynı



(a) t = 5 s, Temizleyici Kapalı



(b) t = 12 s, Temizleyici Kapalı





seviyede olmuştur. Salınan partiküllerin/damlacıkların boyutları çoğunlukla (%70'in üzerinde) hemen havayla taşınan <PM2.5 aralığında olmuştur.

Kirleticinin zamana bağlı saçılma modeli profesyonel olarak videoya kaydedilmiş ve önemli kullanıcı konumlarındaki partikül konsantrasyonları birkaç partikül sayacı ve sensörle ölçülmüştür. Deneyde hava temizleyicilerin performansının doğrulanması ve karşılaştırılması için, hem hava temizleyicileri olmayan yaygın mahal koşulları, hem de çeşitli hava temizleyici tipleri ve konumlarına sahip durumlar test edilmiştir.

Restoran

Şekil 7, bir restorandaki yemek alanında bulunan kullanıcıların, öksürmenin başladığı andan sırasıyla t = 5 s ve t = 12 s sonra, kat hava temizleyicisi kullanılmadığında ve kullanıldığında (560 m3/sa [330 cfm]), çevrelerindeki kirletici dağılımlarının karşılaştırmasını göstermektedir. Aksi takdirde hacim içerisinde uzun bir süre hareket edecek olan partiküller (kirletici kaynağının göreceli konumuna ve merkezi iklimlendirme sisteminin besleme ve dönüş menfezlerine bağlı olarak), temizleyici tarafından hızlı bir şekilde uzaklaştırılabilmektedir.

Balo Salonu

Büyük bir balo salonunda hem sınıf hem de ziyafet düzenleri test edilmiştir. Şekil 8, öksürük başladıktan sonra sırasıyla t = 5 s ve t = 20 s'de sınıf düzeni altında MHT kullanmadan ve kullanarak (114 m3/sa [67 cfm]) kirletici dağılımını göstermektedir. Konvansiyonel HVAC sistemleriyle kirletici, mekanda istikrarlı bir hareket göstermiş ve mekandaki kaynağın konumuna bağlı olarak birden fazla ön ve arka sıraya aktarımı mümkün olmuştur. Her iki kişinin arasına yerleştirilen hava temizleyici, kirleticiyi kaynak bölge içerisinde tutmayı ve kirleticiyi zamanında uzaklaştırmayı başarmıştır. Ziyafet durumu için de benzer dağılım modelleri gözlenmiştir. Ancak, ziyafet masasının boyutu ve ziyafet ortamındaki kişi yoğunluğu nedeniyle, uygun giriş/çıkış konumlarına ve akış hızına sahip hava temizleyicilerin daha fazla tanımlanması gerekmektedir.

Sonuçlar

Bu araştırma, HEPA filtreli taşınabilir hava temizleyicileri kullanmanın hava kalitesini iyileştirmek ve patojenlerin hava yoluyla bulaşmasını azaltmaya yardımcı olmak için etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir. HEPA filtre, havadaki zararlı parçacıkların %99,97'sini gidermede etkili olduğu kanıtlanmış bir teknolojidir. Bulaş riskini azaltabilecek ilave eşdeğer hava değişimleri sağlamaktadırlar.

Taşınabilir hava temizleyiciler yerleştirmek, daha ayrıntılı çözümler kadar verimli olabilir. Kurulumu kolaydır ve mevcut ısıtma ve iklimlendirme sisteminde herhangi bir değişiklik gerektirmemektedir. Esnektirler ve ihtiyaçlar değiştikçe yeniden konuşlandırılabilirler. Portatif hava temizleyicileri de dahil olmak üzere herhangi bir çözüm için filtre, bakım ve enerji maliyeti de dikkate alınmalıdır.

Modelleme çalışmaları, en etkili yaklaşımın filtrasyonu insanlara mümkün olduğunca yakın yerleştirmek olduğunu göstermiştir. Ünitelerin emiş ve deşarjı da dikkate alınmalıdır. Çalışmalarımızda yandan girişli ve üstten



(a) t = 5 s, Temizleyici Kapalı



(b) t = 12 s, Temizleyici Kapalı



(c) t = 5 s, Temizleyici Açık



(d) t = 12 s, Temizleyici Açık

deşarjlı üniteler kullanıldı. Üniteler doğrudan bir kişiye doğru deşarj ettirilmemelidir. Portatif hava temizleyicilerinin en uygun konumu, insanların oturdukları, toplandığı veya sıraya girdiği, uzun süreler geçirdikleri veya yeterli sosyal mesafenin zor olduğu yerlere yakın bölgeler olacaktır. Örnekler, lobiler, toplantı alanları, restoranlar, barlar ve check-in alanları gibi kamusal alan hacimlerini içermektedir. Ayrıca soyunma odaları, dinlenme odaları, kafeteryalar ve toplantı odaları gibi alanlar için de idealdir.

Ek bir fayda, alerjisi veya astımı olanlar için sorun yaratan toz, kepek, polen, duman ve diğer parçacıkları ortadan kaldırarak hava kalitesinin genel olarak iyileştirilmesidir. Ancak, her alan benzersizdir ve ayrı ayrı değerlendirilmesi ve ele alınması gerekir.

Teşekkür

Araştırma Marriott International tarafından desteklenmiştir.

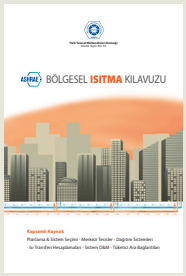
Kaynaklar

1. ASHRAE. 2020. "ASHRAE Issues Statements on Relationship Between COVID-19 and HVAC in Buildings." ASHRAE. https:// tinyurl.com/27bnhdbx
2. CDC. 2021. "Scientific Brief: SARS-CoV-2 Transmission." Centers for Disease Control and Prevention https:// tinyurl.com/ f72er6v4
3. CDC. 2021. "Ventilation in Buildings." Centers for Disease Control and Prevention. https://tinyurl.com/ j3fpertv
4. WHO. 2021. "Coronavirus Disease (COVID-19): How is It Transmitted?" World Health Organization. https:// tinyurl.com/ y2u4tmbz
5. ASHRAE. 2021. "Building Readiness." ASHRAE. https:// tinyurl. com/899sfp7s
6. ASHRAE. 2021. "In-Room Air Cleaner Guidance for Reducing Covid19 in Air in Your Space/Room." ASHRAE. https://tinyurl.com/ bctbdppa
7. EPA. 2021. "What is a HEPA Filter?" U.S. Environment Protection Agency. https://tinyurl.com/eh83tp78
8. EPA. 2021. "Air Cleaners, HVAC Filters, and Coronavirus (COVID-19)." U.S. Environment Protection Agency. https://tinyurl. com/4ex8ck5j
9. CDC. 2021. "Ventilation in Buildings." Centers for Disease Control and Prevention. https://tinyurl.com/ j3fpertv
10. Lelieveld, L., et al. 2020. "Model calculations of aerosol transmission of COVID-19 and infection risk in indoor environments." International Journal of Environmental Research and Public Health 17(21):8114. https:// doi. org/10.1101/2020.09.22.20199489
11. NASA. 2016. "Submicron and Nanoparticulate Matter Removal by HEPA-Rated Media Filters and Packed Beds of Granular Materials." National Aeronautics and Space Administration. https://ntrs.nasa. gov/api/ citations/20170005166/downloads/20170005166.pdf
12. Yakhot, V., S.A. Orszag. 1986. "Renormalization group analysis of turbulence." Journal of Scientific Computing (1):3–51.
13. Chen, Q., Z. Zhai. 2004. "The use of CFD tools for indoor environmental design." Advanced Building Simulation, Eds A. Malkawi and G. Augenbroe. pp. 119 – 140. New York: Spon Press.
14. Holmberg, S., Y. Li. 1998. "Modelling of the indoor environment— particle dispersion and deposition." Indoor Air 8(2):113 – 122.
15. Asadi, S., A.S. Wexler, C.D. Cappa, S. Barreda, et al. 2019. "Aerosol emission and superemission during human speech increase with voice loudness." Sci Rep 9:2348.
16. Gupta, J.K., C. Lin, Q. Chen. 2010. "Characterizing exhaled airflow from breathing and talking." Indoor Air 20(1):31 – 9.
17. Chao, C., M. Wan, L. Morawska, G.R. Johnson, et al. 2009. "Characterization of expiration air jets and droplet size distributions immediately at the mouth opening." J. Aerosol Sci 40(2):122 – 133.
18. Fang, T., S. Wang, T. Zhang. 2013. "Modeling particle filtration performance of a breathing wall." J Liaoning Univ (Natural Sci Ed) 40:125–131.
19. Sun, C., Z. Zhai. 2020. "The efficacy of social distance and ventilation effectiveness in preventing COVID-19 transmission." Sustainable Cities and Society 62:102390.
20. Stathopoulos, E., G. Weismer, G. 1985. "Oral airflow and air pressure during speech production: a comparative study of children, youths and adults." Folia Phoniatr (Basel) 37(3 – 4): 152 – 9.
21. Stelzer-Braid, S., B.G. Oliver, A.J. Blazey, E. Argent, et al. 2009. "Exhalation of respiratory viruses by breathing, coughing, and talking." J. Med. Virol. 81(9):1674 – 1679.
22. Zhao, B., Z. Zhang, X. Li. 2005. "Numerical study of the transport of droplets or particles generated by respiratory system indoors." Build Environ 40(8):1032 – 1039.

TTMD YAYINLARI

www.ttmd.org.tr

TTMD ÜYELERİNE VE ÖĞRENCİLERE İNDİRİM



ASHRAE®
Bölgesel Isıtma
Kılavuzu



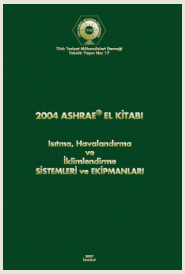
Endüstriyel Fanlar



Yenilenebilir Enerji
Kaynakları ile
Birleşik Isı ve
Güç Üretimi



ASHRAE®
Bölgesel Soğutma
Kılavuzu



2004 Ashrae®
El Kitabı



ASHRAE
Yeşil Rehber



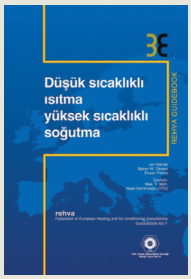
Duman Kontrol
Sistemleri



Otopark ve
Tünellerde Jetfan
Havalandırma ve
Duman Kontrolü



Konfor Modülü
Uygulama Kılavuzu



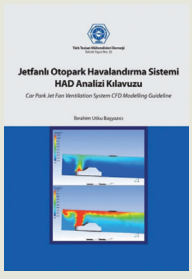
Düşük Sıcaklıklı
Isıtma Yüksek
Sıcaklıklı Soğutma



Sıhhi Tesisat
Teknolojisi



HVAC Akustiği
için Algoritmalar



Jetfanlı Otopark
Havalandırma
Sistemi
HAD Analizi
Kılavuzu



Mekanik Tesisat
Proje Hazırlama
Temel Kuralları

Kripto Para Veri Merkezi Gelişimini Zorluyor

DAVID QUIRK, P.E., ASHRAE ÜYESİ; MICHAEL STABINSKI

Eski fosil yakıtlı enerji santrallerinin yeniden kullanılması nedeniyle başlangıçta "kirli veri merkezi" teknolojisi olarak düşünülen günümüzün kripto para birimi ve blok zincir teknolojisi, veri merkezi sektörünü gelişime itiyor. Ve klasik veri merkezlerinin sahip olmadığı alanlarda sınırları zorluyor. Yenilikler arasında yeni soğutma yöntemleri, daha temiz enerji girişimleri ve gelişen bir veri merkezi mimarisi yer alıyor.

Yeni Soğutma Teknolojisi

Tarihsel olarak, kripto para (kripto) madenciliği işlemleri son derece yoğun olacak ve her zaman maksimum kapasitede çalışacak şekilde inşa edilmiştir. Bu yaklaşım, operatörlere kârlılıkta en büyük şansı sağlamaktadır (yani, toplanan kriptonun değeri, tüketilen enerjiden daha fazladır).

Bununla birlikte bu strateji, şiddeti klasik veri merkezi işlemleri için alışılmamış önemli ısı yüklerini dağıtma zorluğunu da beraberinde getirmektedir.1 Sonuç olarak, kripto madenciliği, veri merkezi sektöründeki büyük oyuncuların hızla dikkatini çeken, gelişmiş, yeni nesil soğutma teknolojilerine giden yolu açmıştır.

Kripto işlemlerin aksine kurumsal ve bulut veri merkezleri, alışıldık şekilde, büyük ölçüde iş yükü ve kullanıcı alışkanlıkları ile dalgalanan talebin bir sonucu olarak, her zaman tam kapasitede çalıştırılmamıştır. Bu durum, son zamanlarda pandeminin bir yan ürünü olarak değişmiştir. İşletmelerin ve kullanıcıların faaliyetleri değiştikçe (örn., daha büyük veri kümeleriyle çalışma, yapay zekanın [AI] daha fazla benimsenmesi vb.) ve daha fazla şirket bulut üzerinde çalışmaya geçtikçe bu tesislere olan talep hızla artmıştır.1

Daha yüksek performans ihtiyacını karşılamak için, bilgi işlem endüstrisi, bir bütün olarak daha büyük yükleri (yani artan sunucu yoğunluğunu) kaldırabilen çip mimarilerine yönelmiştir.2 Aslında, Uptime Institute tarafından

2020'de yapılan bir anket, veri merkezi raflarının ortalama yoğunluğunun hızla arttığını ve 20 kW ve daha yüksek yoğunlukların daha fazla sağlayıcı için bir gerçeklik haline geldiğini ortaya koymuştur.3 Ancak performanstaki bu artış, ilgili ısı yükü ve yoğunluklarını da şişirmektedir.

20 kW'ı aşan sunucu rafı yoğunluklarında, klasik hava soğutma dışındaki alternatif soğutma akışkanlarını değerlendirmek ekonomik olmaya başlamaktadır.3 Standart havaya kıyasla, sıvıların konvektif ısı transfer yetenekleri çok daha yüksek olabilmektedir. Otomobil motorları gibi kanıtlanmış sıvı soğutma uygulamalarının uyarlanmasını düşününüz. Ekipmanı soğutmak için sunuculara yerleştirilmiş metal plakalar aracılığıyla sıvının borularla aktarıldığı bu sistemin bir benzerini üretmeye yönelik çalışmalar devam etmektedir. Bununla birlikte, kripto endüstrisinin öncülük ettiği umut verici bir çözüm: sıvı daldırmalı soğutmadır.2

Daldırmalı soğutma gibi teknolojiler, yükseltilmiş zeminler veya geleneksel hava soğutması gerektirmeyen sızdırmaz tankların kullanılması nedeniyle etkileyici güç verimliliği sağlayabilmektedir. Microsoft tarafından yapılan bir araştırma, iki kademeli daldırmalı soğutmanın sunucu başına güç tüketimini %5 ila %15 oranında azaltma potansiyeline sahip olduğunu bulmuştur. Termal verimlilikteki bu önemli ilerlemeyi göz önünde bulunduran Microsoft, özellikle ani yükselişlerde sıvı soğutmalı tanklardaki sunuculara güç verilebildiği, dolayısıyla artan bir güç esnasında aşırı ısınma riski olmadan çalıştırılabildikleri için değişken talebi karşılayabilecek esnekliğe sahip olduklarını da bulmuştur.2

Ek olarak bu durum, büyük HVAC sistemleri ve sıcak/soğuk koridor muhafaza yapıları için gerekli alan tahsisini azaltarak veri merkezi zemin alanının çok daha verimli kullanılmasını sağlamaktadır. Bazı teoriler, sıvı daldırmalı soğutmanın ekipman arızalarında önemli bir azalma sağlayacağını savunmaktadır. Bu özellikler uyum içindeyken sıvı daldırmalı soğutma, örneğin uzak konumlara ve küçük hücresel iletişim tesislerine yerleştirilebilen dağınık bilgi işlem ekipman yerleşimini daha uygulanabilir hale getirmektedir.2 Kripto para madenciliği işlemlerinin sıvı soğutma ile uygulanabildiği yüksek yoğunluklu rafların diğer veri merkezi sahipleri ve operatörleri tarafından benimsenmesi, daha küçük veri merkezi ayak izlerine ve genel olarak daha düşük enerji tüketimine yol açabilir.

Azaltılmış Enerji Tüketimi ve Yenilenebilir Enerji

Kripto para ayrıca daha yeşil bir elektrik şebekesi için katalizör görevi görmekte ve yenilenebilir enerji altyapısının gelişimini teşvik etmektedir. Merkezi olmayan doğasına bakılmaksızın kripto, değerinin piyasada nasıl belirlendiği nedeniyle paydaşlarının inançlarından ve değer sistemlerinden ayrılamaz. Giderek her kesimden paydaş, diğer şeylerin yanı sıra, sürdürülebilirliğe daha fazla önem verilmesini talep eden çevresel, sosyal ve yönetişim (ESG) yönergeleri oluşturmaktadır.4

Ek olarak bu dizinin ilk köşe yazısında tartışıldığı gibi ("Dijital Para Birimi Veri Merkezlerini Nasıl Etkiler", Temmuz 2021, ASHRAE Dergisi) madenciliğin ekonomisi, doğası gereği enerjinin en ucuz ve en verimli kullanımını aramaya teşvik etmektedir. Kripto para madenciliğinin esnek doğası, giderek yenilenebilir bir elektrik şebekesinin karşı karşıya olduğu en büyük zorluklardan bazılarına bir çözüm sağlayabilir.5 Aynı esneklik, kripto para madencilerine, aksi takdirde boşa gidecek veya atılacak yeni ve hatta "ücretsiz" enerji kaynakları sunmaktadır.

Özellikle tipik veri merkezleriyle karşılaştırıldığında kripto para madencileri, oldukça esnek ve benzersiz enerji tüketicileridir.6 Büyük ölçekli tipik veri merkezleri genellikle istikrarlı, kesintisiz, yüksek hacimli bir güç kaynağı gerektirmektedir. Enerji tüketimleri genellikle öngörülebilir ve uzun süreler boyunca tutarlı olmaktadır. Öte yandan kripto para, genellikle internet bağlantısı olan herhangi bir yerde çıkarılabilir ve herhangi bir zamanda minimum çabayla duraklatılabilir/yeniden başlatılabilir.6

ABD'de şebeke ölçeğinde enerji tüketimi genellikle tahmin edilebilirdir ve genellikle "Ördek Eğrisi" kullanılarak temsil edilmektedir ve en yüksek tüketim sabahın erken saatlerine doğru yavaş yavaş düşmeden önce öğleden sonra geç saatlerde meydana gelmektedir.7 Enerji talebindeki bu salınım ve buna karşılık gelen üretim, şebeke ölçeğinde yenilenebilir enerjinin benimsenmesindeki en büyük zorluklardan birini oluşturmaktadır.7 Büyük ölçekli enerji depolamadaki teknolojik gelişmeler devam etse de, enerji genellikle üretildiği anda tüketilmelidir. Bu, doğası gereği, genellikle tutarsız ve tüketiciden uzak olan yenilenebilir enerji kaynakları uygulamak isteyen güç üreticilerini zorlamaktadır.7

Kripto para madenciliğinin esnekliği, bu zorluğa tamamlayıcı bir çözüm sunmaktadır. Madencilik işlemleri, potansiyel olarak yenilenebilir üretim kapasitesinin değişmesine yanıt olarak bile, kısa sürede duraklatılabilmekte ve yeniden başlatılabilmektedir.6 Kripto para madencileri ile koordinasyon, kamu hizmeti sağlayıcılarının, zaman içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan dalgalı üretime yanıt olarak talebi ayarlamasına (talep tarafı yönetimi/kontrolü) olanak tanıyabilmektedir. Bu potansiyel yük değiştirme kapasitesi, kamu hizmeti sağlayıcılarının geleneksel fosil yakıt kaynakları yerine hem baz, hem de pik yükler için daha fazla yenilenebilir enerji kaynağı kullanmasına imkan tanıyabilmektedir.6 Ek olarak, kripto para birimi bir internet bağlantısı ile hemen hemen her yerde çıkarılabildiğinden, aynı koordinasyon, aktarım kayıplarını sınırlamak için madencilik işlemleri ile üretim istasyonlarını yan yana yerleştirebilir.

Birçok veri merkezi operatörü gibi kripto madenciliği

operasyonlarının kârlılığı, enerji maliyetleriyle doğrudan ilişkilidir. Kripto madenciliğinin esnek ve mobil doğası, operatörlerin enerjinin ucuz ve bol olduğu yerlere taşınmasına olanak tanımaktadır. Sezgisel olarak bu esneklik, ortalamanın altında elektrik maliyetlerine sahip alanlardan işletme anlamına gelebilir, ancak daha fazla yararlanılabilir. Fosil yakıtlı santraller ile yan yana yerleştirilen kripto para madenciliği işlemleri, kârlılığı arttırmak ve enerji ile çevresel etkilerini azaltmak için konum esnekliğinden faydalanan madencilik işlemlerinin böyle bir örneğidir.

Ham petrol sondajı genellikle bir yan ürün olarak doğal gaz vermekte, bunun da genellikle ek altyapı olmadan işlenmesi kolay olmamaktadır. Çoğu zaman kolayca alevlenir. Bu doğal gaz patlaması, endüstrinin olumsuz çevresel etkisine katkıda bulunan önemli bir boşa harcanan enerji ve sera gazı emisyonu kaynağını oluşturmaktadır.8

Crusoe, bu boşa harcanan doğal gazın herkesin ortak yararına alevlenmesinden yararlanmaya çalışan birkaç şirketten biridir.9 Petrol sondaj sahalarının yakınına küçük ölçekli mobil doğal gaz üretim istasyonları kurarak, bu boşa harcanan enerjiyi yakalayabilmekte ve kripto para madenciliği yapmak için kullanabilmektedir.8

Bildirildiğine göre bu sistemler, geleneksel alev yakmaya kıyasla karbondioksit emisyonlarını %50'nin üzerinde kesmekte ve aksi takdirde boşa gidecek olan bu enerjiyi kullanmaktadır.8 Genellikle sondaj şirketi bu hasat edilen gaz için tazminat almakta ve onları istenmeyen gazın bertarafı için bu daha yeşil alternatifleri desteklemekte kullanmaktadır.8 Kuzey Amerika'da, örneğin Kuzey Dakota ve Güney Dakota'nın daha soğuk iklimlerinde ham petrol çıkarma işlemlerinin varlığı, büyük ölçekli bilgi işlemle ilgili soğutma zorluklarından bazılarını potansiyel olarak hafifletebilmektedir.10 Bu ekonomik teşvikler aynı zamanda geliştiricilerin, enerjiyi boşa harcamadan ya da sermaye harcamalarını kısmadan, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla "yoğun yapılaşabilmeleri" anlamına gelmektedir.

Kripto para madenciliğindeki enerji tüketimine artan ilgi, toplam enerji tüketiminde azalmaya yol açacak alternatif fikir birliği yöntemlerinin daha hızlı geliştirilmesine ve benimsenmesine yol açmaktadır. Örneğin, kripto para birimi Ethereum'un arkasındaki organizasyon olan Ethereum Foundation gibi gruplar, Bitcoin tarafından popüler hale getirilen mevcut Proof of Stake (Hisse Kanıtı) yöntemiyle karşılaştırıldığında işlem başına güç tüketimini %99,95 azaltacağını tahmin ettikleri Proof of Stake konsensüs yöntemini geliştirmektedirler.11

Ayrıca, kripto endüstrisi tarafından desteklenen blok zincir teknolojisi, ESG endişelerini ve yetkilerini ele almak için kendi benzersiz fırsatlarını sunmaktadır. BM'nin çevre ajansı, Danimarka Teknik Üniversitesi ve Danimarka İşler Bakanlığı ile yapılan bir ortaklık aracılığıyla, blok zinciri teknolojisinin çevresel eylemi hızlandırmaya yardımcı olabileceği üç temel alan oluşturmuştur. Bunlar arasında "işlemlerin değişmez ve kamu denetimi takibi, ucuz ve sınırsız değer aktarımı ve sözleşmelerin otomatik olarak yürütülmesi" yer almaktadır.

Blockchain'in, kamuyu rahatsız etmekten, utandırmaktan ve kötü faaliyetler için cezalandırılmaktan kaçınmak için, emisyon azaltımlarını teşvik eden bir şeffaflık ve hesap verebilirlik önlemi alarak hareket ettiği varsayılmaktadır. Ek olarak, aynı değişmez denetim takibini sürdürürken, belirli projelere yönelik işlemler belirlenmiş koşullar altında yapıldığından, yeni ve daha yeşil iş modellerini teşvik eden, merkezi olmayan bir finansal sistem sağlayabilmektedir.12

Veri Merkezi Mimarisinin Gelişimi

Günümüzün dijital ve güvenlik taleplerine ayak uydurmak için daha fazla endüstri blok zincir teknolojisine ve kripto para birimine yöneldikçe, veri merkezinin mimarisinin de gelişmesi gerekecektir.

Blok zincir piyasasının 2025 yılında 25 milyon dolara ulaşacağı ve blok zincir uygulamalarının, geleneksel finans sistemlerinin yerini alacağı ve emlak, fikri mülkiyet denetimi ve koruma, oy kullanma ve ilgili toplumsal hareketler gibi diğer alanların da ilgisini çekeceği öngörülmektedir.

Klasik sistemlerde veri merkezi trafiği, öncelikle üç kademeli bir ağaç ağ mimarisi tarafından desteklenen, istemciden sunucuya doğru olan işlemlerdir.

Alternatif olarak bulut bilişim ve dağıtılmış blok zinciri tabanlı sistemlerde, modern veri merkezlerinin ağ trafiği giderek sunucudan-sunucuya doğru olur ve bu da omurga ve yaprak ağ mimarisi tarafından daha iyi yönetilmektedir. Bu omurga ve yaprak tasarımı, blok zinciri ve artan veri işleme talepleri için optimize edilmiştir.

Kripto para ve diğer gelecek vaat eden teknolojileri mümkün kılan blok zinciri, veri merkezlerinin artan iletişim bant genişliği, bilgi işlem gücü, depolama ve güvenlik talebini karşılama yeteneğine bağlı olacaktır.

Bu nedenle veri merkezleri, finansal olarak rekabetçi ve geleceğe dönük kalırken, gelişen teknolojinin ihtiyaçlarını karşılamak için ömürleri boyunca birden fazla yükseltme yapmayı bekleyebilir.

Artan güç talebi, ek fiber bağlantılar ve omurga kablolama geliştirmeleri, beklenebilecek gerekli donanım değişikliklerinin örnekleridir.13,14

Yazılım değişiklikleri açısından, hizmet sağlayıcılar blockchain teknolojisini kullanmaya ve Asure Blok Zinciri (Microsoft), Denetimli Blok Zincir Servisleri (Amazon), Cloud Pak (IBM) ve diğerleri gibi hizmetler sunmaya başlamıştır. Gelecekteki bir bakış açısından, bunlar hala gelişmelerinin ilk aşamasındadır.

İlk köşe yazısında tartışılan kripto para birimi kabulünün daha belirgin hale gelmesi; istihdam oluşturması; ve erişilebilirlik, güvenlik, şeffaflık ile işlem maliyet ve verimliliği açısından itibari (geleneksel) para biriminin çok ötesine geçmesi yalnızca an meselesidir.

Yukarıdakilerin tümü, veri merkezlerinin önemli bir rol oynamaya devam edeceği mevcut merkezi olmayan ağ altyapısına bağlıdır; bu nedenle, yükseltmeleri planlamak ve yeni hizmetler sunmak, hizmet sağlayıcıların gündeminin gerekli bir parçası olacaktır.

Bu tür inovasyon gelişmeleri refahı mümkün kılacak ve geliştirmeleri mevcut temel çizgilerin daha da ötesine taşıyacaktır. Bu da bulut tabanlı hizmetlere olan talebi, veri merkezi boyutunda ve karmaşıklığında sürekli büyümeyi sağlayacak ve bu yaklaşan zorlukların üstesinden gelmek için gereken sektör değişikliğini teşvik edecektir.

Son Sözler

Veri merkezi sektörünün diğer bölümlerinde gördüğümüz gibi, yazılım uygulamaları, onu destekleyen altyapıdaki yeniliği ve değişimi yönlendirmektedir. Kripto para birimi ve blok zincir teknolojisi, dokunulmaz olduğu düşünülen veya pratik olmadığı için basitçe reddedilen alanlarda sınırları yeniden zorlayan başka bir yeni yazılım uygulamasıdır. Atık fosil yakıt yan ürünlerinin yeniden kullanımından ve sistem kullanımından daldırmalı soğutmaya ve alternatif ağ mimarilerine kadar, kripto para birimi ve blok zinciri teknolojisi, veri merkezi sektörünü yeniliğe doğru sürüklemektedir.

Kaynaklar

1. Menear, H. 2021. "3 Ways Crypto Mining is Impacting the Data Centre Industry." DataCentreMagazine.com. https://tinyurl.com/ zcwb4r66
2. Roach, J. 2021. "To Cool Datacenter Servers, Microsoft Turns to Boiling Liquid." Microsoft.com. https://tinyurl.com/p4shzhyz
3. Lawrence, A. 2020. "Rack Density is Rising." Uptime Institute. https://tinyurl.com/4tej3rev
4. Miller, R. 2021. "The Bitcoin Energy Debate: Lessons from the Data Center Industry." DataCenterFrontier.com. https://tinyurl. com/psndcpf9
5. Cuen, L. 2021. "The Debate about Cryptocurrency and Energy Consumption." TechCrunch.com. https://tinyurl.com/758tv66x
6. Square. 2020. "Bitcoin is Key to an Abundant, Clean Energy Future." Square. https://tinyurl.com/wb5ffyfe
7. DOE. 2017. "Confronting the Duck Curve: How to Address Over-Generation of Solar Energy." U.S. Department of Energy. https://tinyurl.com/nbvvx3mj
8. Robertson, H. 2021. "Meet the Company Mining Bitcoin Using the Flare Gas From Oil Drilling—and Drawing Investment from Coinbase and the Winklevii." BusinessInsider.com. https://tinyurl. com/mkmh7e5f
9. Crusoe. Undated. "Values." CrusoeEnergy.com. https://tinyurl. com/yyn36kps
10. Kearney, L. 2021. "Oil Drillers and Bitcoin Miners Bond Over Natural Gas." Reuters.com. https://tinyurl.com/2mvx392v
11. United Nations. 2021. "Sustainability Solution or Climate Calamity? The Dangers and Promise of Cryptocurrency Technology." United Nations. https://tinyurl.com/362k8cnc
12. UNEP DTU Partnership. 2019. "Climate Change Challenges and Blockchain Opportunities." UNEP DTU Partnership. https://tinyurl. com/d4ahwacj
13. Robinson, A. 2017. "Blockchain & the Cloud: Transforming Data Center Architecture for Tomorrow." dotmagazine. https://tinyurl. com/x9sa4adj
14. Cisco. 2020. "Cisco Data Center Spine-and-Leaf Architecture: Design Overview White Paper." Cisco. https://tinyurl.com/ yawavew8
15. Mearian, L. 2020. "How Blockchain Plays into Digital Transformation." IDC.com. https://tinyurl.com/vh7fufns

Bir Binanın Yerleşim Planlarının Soğutma Yükü Üzerine Etkisinin Sayısal Olarak Araştırılması

Sorumlu Yazar: Yasin KAYA

Kayseri Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, yasin-3858@hotmail.com

Sebahattin ÜNALAN

Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü

Adnan ONCA

Kayseri Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü

ÖZET

Günümüzde iklimlendirme yapılan binalarda enerji verimliliği için birçok araştırma yapılmaktadır. Soğutma yükü de enerji tüketimini etkileyen en büyük etkenlerden biridir.

Bu çalışmada U tipi mimariye sahip ve hali hazırda kullanılan Kayseri Vergi Dairesi Başkanlığı binasının soğutma yükü hesapları incelenmiştir. Işınım Zaman Serileri (RTS) yöntemini kullanan AUTODESK REVIT programıyla, binanın mimari projesi çizilmiş daha sonrasında farklı konumlarda soğutma yükleri hesaplanmıştır. Soğutma yükleri iki farklı proje modellemesi ile hesaplanmıştır. İlk modellemede tüm parametreler kullanılarak mevcut konumuyla beraber 9 farklı konumda toplam soğutma yükleri hesaplanmıştır. İkinci modellemede ise dış cephe bileşenlerinin yönlere göre soğutma yükü eğilimlerinin tespiti için iç ısı kazançları, havalandırma, sızma ve sistem ısı kazançları ihmal edilerek sadece duvar, pencere, kapı ve çatıların 8 farklı konumda soğutma yükleri hesaplanmıştır. İlk proje modellemesi hesaplamaları sonucunda; binanın mevcut konumunda maksimum soğutma yükü 1.688 kW ve pik yükü 1.427 kW iken, eğer bina saat yönünün tersine yaklaşık 67o döndürülse idi, maksimum soğutma yükünün 1.480 kW ve pik yükünün 1.243 kW ile en düşük değerine sahip olacağı tespit edilmiştir. Yani sadece bina konumunun değiştirilmesi ile maksimum soğutma yükü 208 kW, pik yükü 184 kW azaltılabilecekti. Bu da binanın mevcut konumuna göre hem maksimum soğutma yükünde hem de pik yükte ortalama %13'lük bir fark demektir. İkinci proje modellemesi hesaplamaları sonucunda ise; yüksek pencere alanlı cephelerin Güneybatı, Güney, Batı, Güneydoğu ve Doğu yönlerinde yüksek soğutma yükü ihtiyacına sebep olduğu tespit edilmiştir.

1. GİRİŞ

Günümüzde insanlar yaşamının önemli bir bölümünü kapalı mekânlarda geçirmektedir. Bu mekânlar gerek hacim gerekse barındırdıkları insan sayısı olarak büyük boyutlara

Anahtar Kelimeler: Binaların yerleşim planı; soğutma yükü, RTS yöntemi; REVIT

ulaşmıştır. Resmi binalar, okullar, bankalar, fuar, konferans, tiyatro, sinema salonlarının, alışveriş merkezlerinin, yüksek binaların daha yaşanabilir halde tutulması ve termal konfor için iklimlendirme sisteminin yapılması şarttır [1]. Bir iklimlendirme sisteminin yıl boyunca kusursuz olarak işlevlerini yerine getirebilmesinin ilk şartı, tasarım aşamasında, doğru cihaz kapasiteleri belirlemek için, binaların ısıl yüklerinin ısı kazancı ve ısı kaybı hesaplarının doğru bir şekilde yapılmasıdır [2].

Binaların arazilerdeki yerleşim planları, güneş ışınımı, hava sıcaklığı, hava hareketi ve nem gibi iklim elemanları, binaların çevresindeki öğeler, binaları çevreleyen mikro klimayı etkileyen önemli faktörlerdir. Binaların birbirlerine konumları, binaların doğrudan güneş ışınımından yararlanma oranını, dolayısıyla toplam ısı kazancını ve soğutma yükünü etkileyen en önemli tasarım parametrelerinden birisidir.

ASHRAE Temel El Kitabı'nda binaların soğutma yükü hesaplama yöntemlerine bakıldığı zaman; Toplam Eşdeğer Sıcaklık Farkı (TETD/TA), Soğutma Yükü Sıcaklık Farkı/ Güneş Enerjisi Soğutma Yükü Faktörü/Soğutma Yükü Faktörü (CLTD/SCL/CLF), Geçiş Fonksiyonu Yöntemi (TFM), Işınım Zaman Serileri (RTS) ve Isı Dengesi (HB) yöntemleri olduğu görülmektedir. Bu yöntemlerin sonuçları birbirinden farklı çıkmaktadır. Bununla birlikte, en doğru sonuçları verdiği kabul edilen ve bugün en çok önerilen soğutma yükü hesap yöntemlerinin temeli olan HB yöntemi oldukça karmaşık olup bilgisayar ve uygun bir yazılım kullanımını zorunlu kılmaktadır [3]. Diğer yöntemler daha az karmaşık ve bir bilgisayar kullanımını gerektirmese de oldukça karmaşık geometriye sahip binaların sayısal olarak modellenmesinde bir bilgisayar ve bir yazılımın kullanımı gerekli olmaktadır.

Soğutma yükü hesaplama yöntemleri "Makine Mühendisleri Odası Soğutma Yükü Hesaplamalarının Bilgisayar Destekli Analizi" Bildirisinde mukayeseli olarak araştırılmıştır. Sonuç olarak; analizlerde CLTD, TETD/TA ve RTS yöntemlerinden elde edilen mahal toplam soğutma yükü değerleri birbirine yakın sonuçlar vermesine rağmen, TFM yöntemi ile hesaplanan toplam mahal soğutma yükü değerlerinin diğer üç yönteme nazaran yüksek çıktığı sonucuna varılmıştır [4].

Yapılan bu çalışmada soğutma yükü hesaplama yöntemleri hakkında kısa bilgiler verilerek bir uygulama yapılmıştır. Literatür verilerine göre, HB yönteminden sonra en doğru sonuçları verdiği kabul edilen RTS yöntemi soğutma yüklerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Uygulama için, halen kullanılmakta olan U tipi mimariye sahip Kayseri Vergi Dairesi Başkanlığı binası seçilmiştir. Bina mimarisi üç boyutlu çizim programı olan AUTODESK REVIT programında çizilmiştir. Binanın arazideki mevcut yerleşim şekline göre hesaplamalar yapılmıştır. Daha sonra bina yerleşimi, güneş ışınlarının etkisini görmek için farklı konumda döndürülerek soğutma yükü hesaplamaları yapılmıştır. Binanın normal kullanımındaki soğutma yükleri ve sadece bina dış bileşenlerinden olan soğutma yüklerinin tespiti için iki farklı proje modeli oluşturulmuştur. İlk proje modellemesinde bina farklı 9 konumda döndürülerek minimum soğutma yüküne sahip olduğu konum belirlenmiştir. Diğer modellemede ise bina farklı 8 konumda döndürülerek cephelerin yönlere göre soğutma yükü davranışları belirlenmiştir.

Literatür Çalışmaları, Araştırmanın Amacı ve Önemi

Rini Mulyani, Inna Kholidasari ve Wardi, Bina Konumunun Enerji Kullanımı Üzerindeki Etkisi adlı çalışmalarında, Endonezya'nın Batı Sumatra eyaleti Padang Şehrindeki bir binanın enerji kullanımını farklı yönelimlere göre incelemeyi amaçlamışlardır. AUTODESK REVIT programını kullanarak 17 farklı konumda binayı analiz etmiştir. Binanın elektrik kullanımının ısıtma, havalandırma ve soğutma için %64, aydınlatma için %18 ve muhtelif teçhizat için %18 olduğu tahmin edilmiş ve enerji tüketimi açısından en uygun konumda binanın enerji tüketiminin %4 daha azalacağına, en kötü konum ile en iyi konum arasındaki enerji tüketiminin %8 olacağı sonucuna varmışlardır [5]. Kuzey Kore'de Ryu ve arkadaşları, ısıtma ve soğutma yükleri ile ilgili enerji tüketimi açısından optimize edilmiş bir geometri bulmak için 60 katlı ticari bir binanın yanal ve boylamsal boyutlarına ve güneş yönelimine BIM yazılımı kullanarak varyasyonlar uygulamışlardır. Yazarlar tarafından belirlenen optimum güneş yönü ve boyutları kullanılarak, binanın enerji tüketiminde %2,88'lik bir azalma elde etmenin mümkün olduğu sonucuna varmıştır. Yazarlar ayrıca, bu değerin düşük görünebileceğini, ancak uzun vadeli etkiler düşünüldüğünde (yıl boyunca veya tüm binanın yaşam döngüsü dikkate alındığında) değerlerin önemli hale geldiğini belirtmişlerdir [6]. Ramos Ruiz, G. ve Fernández Bandera, C., 28-30 Ekim 2014 tarihinde yapılan World SB14 Barcelona Konferansında, Bina Enerji Tasarrufunda Konumun Önemi adlı çalışmalarında; farklı pencere duvar alan yüzdelerine sahip üç farklı ev OpenStudio programıyla analiz edilmiştir. 1. durumda cephenin %10'u, 2. durumda %15; ve 3. durumda ise %20 olacak şekilde pencere duvar alanları tasarlanan bina her simülasyonda, 15° döndürülerek en iyi ve en kötü konum arasındaki farklı enerji miktarının tespit etmişlerdir [7]. Neveen Youssef Azmy ve Rania Elghamry, Bina Konumu ve Enerji Tüketimine Etkisi çalışmalarında, Kahire'de bulunan, alanı 7,2 x 3,6 m^2, yüksekliği 3,3 m, dış duvar ısı transfer katsayısı 0,704 $W/m^2.K$, tavan ısı transfer katsayısı 0,658 $W/m^2.K$, pencere güneş geçirgenliği 0,64 olan bir odanın, duvar cephelerinin yönlerini 15° değiştirerek ve The EnergyPlus simülasyon programını kullanarak analiz etmişlerdir. Sonuç olarak tek cepheli bir oda için; batı cephesinin en düşük yıllık enerji tüketimine, güney cephesinin ise batı cephesine göre %26

ile en yüksek yıllık enerji tüketimine sahip olduğunu tespit etmişlerdir [8].

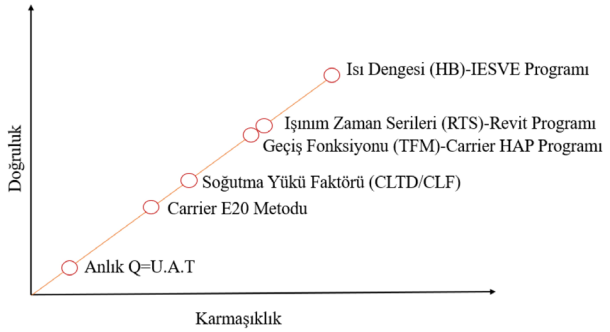
Literatür çalışmalarından da anlaşılacağı üzere artan enerji maliyetleri ve enerji tüketiminden kaynaklı yaşanan iklim değişiklikleri nedeniyle mimarlar ve mühendislerce enerji performansı analizleri yapılarak binanın optimum konumun hangisinin olacağına karar verilmesi kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu gerekçeler ile örnek verilen literatür çalışmalarındakine benzer olarak bu araştırmanın amacı ve önemi, Kayseri Vergi Dairesi Binasının soğutma yüküne bağlı olarak optimum konumunun, en uygun hesaplama teknikleri kullanılarak en doğru şekilde bulunmasıdır. Bu amaç doğrultusunda, aşağıda listelenen diğer hedeflere ulaşılacaktır:

- Bina cephelerinin yönlere bağlı olarak soğutma yükü davranışlarının tespit edilmesi.
- Soğutma yükünün konuma bağlı olarak optimizasyonunun yapılması.
- Vaziyet planı ve mimari proje hazırlama aşamalarında soğutma yükünün de göz önünde bulundurularak planların yapılması ve soğutma yükünün daha gerçekçi olarak hesaplanmasının sağlanması.

1. Yöntem

Soğutma yükü hesaplamalar yöntemlerine bakıldığı zaman birçok yöntem bulunmaktadır. Şekil 1'de ASHRAE soğutma yükü hesaplama yöntemlerinin, karmaşıklık ve doğrulukla olan ilişkisi görülmektedir. RTS yöntemi karmaşıklık ve doğruluk açısından ikinci sırada yer almaktadır.

Bir ısıl yük hesabı pek çok fazla fiziksel parametreden etkilenmektedir. Hesaplama yöntemlerinin başarısı da hesaplamalarda dikkate aldığı parametre sayısına bağlıdır. Hesaplama kolaylığı açısından ve daha az karmaşık analizler bazı parametrelerin ihmal edilmesi, sonuçların doğruluğunu etkilemektedir. Tüm fiziksel parametreleri dikkate alan en karmaşık yöntemler en doğru sonuçları vermektedir. Tablo 1'e göre en fazla parametre RTS ve HB yöntemlerinde kullanılmaktadır.



Şekil 1 Soğutma Yükü Hesaplamaları İçin Karmaşıklık-Doğruluk Arasındaki İlişki [9]

VERİLER	YÖNTEMLER				
	TETD/TA	CLTD/SCL/CLF	TFM	RTS	HB
Opak ve saydam elemanların ısı geçirgenlik katsayısı	X	X	X	X	X
Opak ve saydam elemanların alanları	X	X	X	X	X
Opak elemanlar için toplam eşdeğer sıcaklık farkı değeri	X	X	X	X	X
Dış ortam sıcaklığı	X	X	X	X	X
İç ortam sıcaklığı	X	X	X	X	X
Komşu oda sıcaklığı	X	X	X	X	X
Güneş-hava sıcaklığı			X	X	X
İç yüzey sıcaklığı					X
Dış yüzey sıcaklığı					X
Ortalama ışınımsal sıcaklık					X
Gölgeleme katsayısı	X	X	X	X	
Güneş ısı kazanç faktörü	X		X	X	
İletim geçiş fonksiyonu katsayıları (X, Y, Z)			X		X
Soğutma yükü sıcaklık farkı (CLTD-Tablo değerleri)		X			
Saydam elemanlar için güneş soğutma yük faktörü (SCL-Tablo değerleri)		X			
Geçiş katsayısı					X
Dış yüzey taşınım ısı transfer katsayısı					X
İç yüzey taşınım ısı transfer katsayısı					X
Opak ve saydam elemanların yüzey soğurma katsayısı				X	X
Düşey yüzeye gelen toplam güneş ışınım değeri				X	X
Düşey yüzeye gelen direkt güneş ışınım değeri				X	X
Düşey yüzeye gelen dağınık güneş ışınım değeri				X	X
Düşey yüzeyden yansıyan güneş ışınım değeri				X	X
Hava nem oranı	X	X	X	X	X
Havalandırma katsayısı	X	X	X	X	X
Havanın entalpisi	X	X	X	X	
Kullanıcı sayısı	X	X	X	X	
Duyulur ısı kazancı (Tablo değerleri)	X	X	X	X	
Gizli ısı kazancı (Tablo değerleri)	X	X	X	X	
Kullanım faktörü (Tablo değerleri)	X	X	X	X	
Aydınlatma tesisat verisi (Tablo değerleri)	X	X	X	X	
Soğutma yük faktörü (CLF-Tablo değerleri)		X			
Özgül ısı					X
Özgül hacim					X
Buharlaştırılan gizli ısı					X

Tablo 1 Soğutma Yükü Hesap Yöntemlerinde Kullanılan Veriler (ASHRAE, 2010; Box ve Jenkins, 1976)

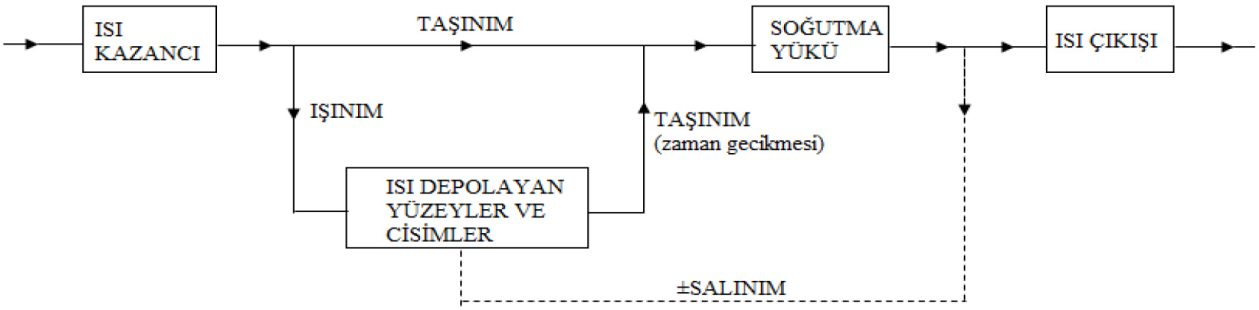
Tablo 2'de ise çok kullanılan bazı bilgisayar program veya yazılımları ile kullanılan hesaplama yöntemleri gösterilmektedir. Bu proje kapsamında hesaplama programı olarak REVIT programı kullanılmıştır. REVIT'te mimari proje çizimi yapıldıktan sonra soğutma yükü hesapları çalışmaları kolayca yapılabilmektedir.

REVIT programının kullanılma sebepleri şunlardır:

- Soğutma yükü hesaplamalarında HB yöntemine en yakın yöntem olan RTS yönteminin programda kullanılması.
- Soğutma yükü analizi yapılırken gerekli veri girişlerinin kolayca yapılabilmesi; birçok veri girişi penceresinde ASHRAE standartlarına göre hazırlanan kütüphane bilgilerinin bulunması.
- Kullanılan pencerelerin, duvarların, ısı yalıtım malzemelerinin vd. başka birçok yapı malzemesinin kütlesi, özgül ısısı, ısı yalıtım değerleri, ısı kazanç katsayısı gibi birçok fiziksel ve termal özelliklerinin program kütüphanesinde tanımlı olması.

Program/Yazılım	Hesaplama Yöntemi
IES Virtual Environment (IESVE)	Isı Dengesi (HB)
REVIT	Işınım Zaman Serileri Yöntemi (RTS)
FineHVAC	Carrier, Soğutma Yükü Faktörü (CLTD), Geçiş Fonksiyonu Yöntemi (TFM), Işınım Zaman Serileri (RTS) Yöntemi
Carrier HAP	Geçiş Fonksiyonu Yöntemi (TFM)
MTH	Toplam Eşdeğer Sıcaklık Farkı (TETD/TA)

Tablo 2 Programların Kullandığı Soğutma Yükü Hesaplama Yöntemleri [10]



Şekil 2 Anlık Mahal Soğutma Yükü [3]

- Mimari çizimin 3 boyutlu olarak görülebilmesi, hangi mahallin nerelerde ve hangi amaçla kullanılacağının çok iyi bir şekilde tarif edilebilmesi.
- Mimari projede çizildiği için oda-taban-tavan-çatı-duvar-pencere-kapı alanları gibi birçok mimari bileşen değerlerini elle girilmeye gerek kalmadan programın tarafından otomatik olarak algılanması ve hesaplanması.
- Mimari proje ile uyumlu olarak çalışılabilmesi; mimari projede değişiklik yapıldığı zaman hazırlanan mekanik tesisat projesinde de değişikliğin program tarafından otomatik olarak görülmesi, yani farklı mühendislik disiplinleri arasında bütünlüğü sağlaması.
- Bina konumunun herhangi bir veri girişini yeniden yapmaya gerek kalmadan istenilen şekilde döndürülmesi ve analizlerin yapılabilmesi.

1.1. Terminoloji

Soğutma yükü, bir iç ortamın istenen sıcaklık ve nem koşulunda tutulması için veya termal konfor şartlarının sağlanması için dışarıya atılması gereken ısı miktarıdır. Soğutma yükü; bina kabuğundan, dâhili kaynaklardan ve sistem bileşenleri gibi birçok ısı transfer işleminden meydana gelen ısı kazançlarını karşılar. Soğutma yükünü etkileyebilecek yapı bileşenleri veya içerikler aşağıda listelenmiştir [3]:

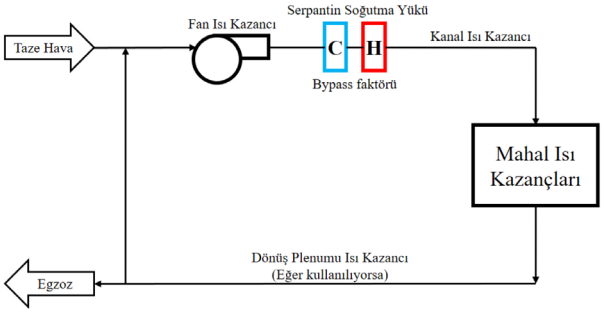
- Dış ısı kazançları: Duvarlar, çatılar, pencereler, çatı pencereleri, kapılar, tavanlar ve zeminler.
- İç ısı kazançları: Aydınlatma, insanlar, cihazlar, ekipmanlar ve diğerleri.
- Havalandırma ve sızma ısı kazancı: Hava sızıntısı ve nem.
- Sistem ısı kazancı: Kanal sızıntısı ısı kazancı, yeniden ısıtma veya soğutma, fan-pompa enerjisi ve enerji geri kazanımı.

Soğutma yükü hesaplamaları, iklimlendirme sistemi tasarım aşamasının temelini oluşturur. Bu hesaplamalar boruların, kanal sisteminin, difüzörlerin, hava şartlandırıcılarının, soğutucuların, kompresörlerin, fanların ve iç mekân koşullarının ve diğer tüm bileşenlerin boyutunu etkiler. Bunun yanında ısıtma ve soğutma yükü hesaplamaları, bina yapım maliyetini, bina sakinlerinin konforunu, işletme maliyetini ve enerji tüketimini önemli ölçüde etkiler.

Soğutma yükü hesaplamalarını etkileyen birçok değişken bulunmaktadır. Bunların genellikle tam olarak tanımlanması zordur ve her zaman karmaşık bir şekilde birbiriyle ilişkilidir. Birçok soğutma yükü bileşeni, 24 saatlik bir süre boyunca büyüklük ve yön bakımından büyük farklılıklar gösterir. Bu yüzden bir bina veya bölge için maksimum soğutma yükü belirlenmeli ve her bir bileşen analiz edilmelidir. Bölgelere ayrılmış bir sistem (yani her biri kendi sıcaklık kontrolüne sahip birkaç bağımsız mahalle hizmet veren), bir tasarım günü boyunca en büyük saatlik eşzamanlı bölge yüklerinden daha fazla toplam soğutma yükü kapasitesi sağlamalıdır; bununla birlikte, her bölge için en yüksek soğutma yükünü kendi pik saatinde kaldırması gerekmektedir.

Mahal Isı Kazancı: Anlık ısı kazancının bir mahale girmesi ve/veya bir mahal içinde üretilmesidir. Isı kazancı, mahale giriş şekline ve duyulur veya gizli olup olmadığına göre sınıflandırılır.

Anlık Mahal Soğutma Yükü: Anlık mahal soğutma yükü, sabit bir hava sıcaklığında ve nemde, duyulur ve gizli ısının mahalden atılması için gereken miktar olup nasıl oluştuğu Şekil 2'de gösterilmektedir. Herhangi bir zamandaki tüm anlık mahal ısı kazançlarının toplamı, aynı zamanda mahallin soğutma yüküne mutlaka (veya hatta sıklıkla) eşit değildir.



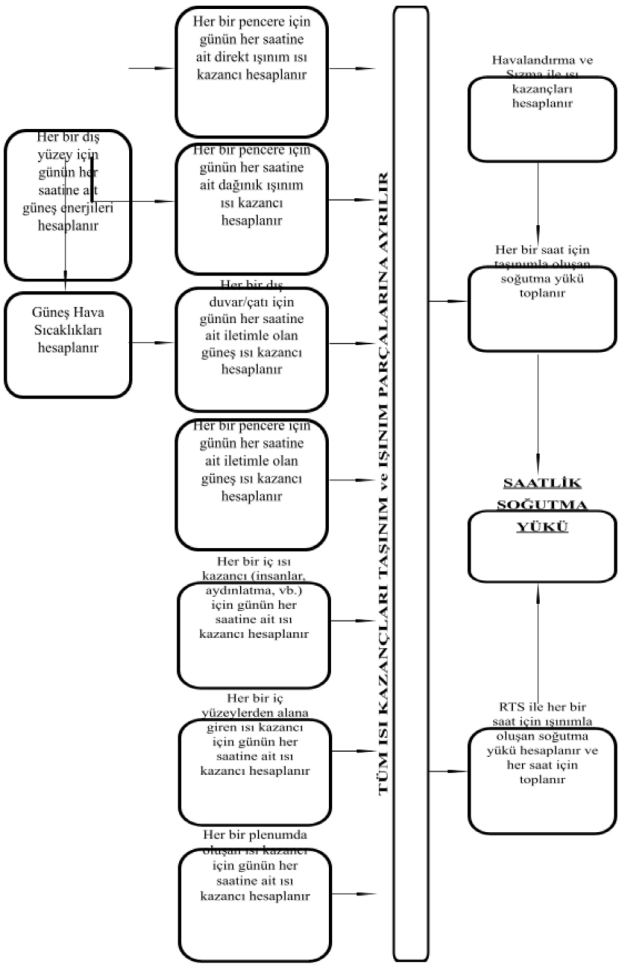
Şekil 3 Serpantin Soğutma Yükü

Serpantin Soğutma Yükü: Şekil 3'te gösterildiği gibi serpantin soğutma yükü, tüm sistem ısı kazançlarını karşılayan soğutma yüküdür.

1.2. Işınım Zaman Serileri (RTS) Yöntemi

Soğutma yükü tespiti, her bir oda yüzeyi için bir yüzeyden yüzeye iletim, taşınım ve ışınım ısı dengesi ve oda havası için bir taşınım ısı dengesi hesaplamasını içerir. Soğutma yükü hesaplamalarının temelini oluşturan HB yöntemi, dönüşüme dayalı prosedürler uygulamak yerine sorunu doğrudan çözer. Avantajları, keyfi olarak ayarlanmış hiçbir parametre içermemesidir ve hiçbir işlemi ortadan kaldırmamasıdır. Bu titiz yaklaşımın gerektirdiği bazı hesaplamalar bilgisayar kullanımını gerektirmektedir [3].

REVIT'te kullanılan RTS yöntemi ise HB yönteminden türetilmiş ve basitleştirilmiş bir yöntemdir. Bu yöntem, ısının dış ortamdan bina kabuğuna doğru ve daha sonra mahallere aktarılırken zaman gecikmesi etkisini dikkate alır [11]. RTS ile her bir yük bileşeninin (ışıklar, insanlar, duvarlar, çatılar, pencereler, cihazlar vb.) soğutma yükünü hesaplamak için genel prosedür aşağıdaki gibidir:



Şekil 4 Işınım Zaman Serileri (RTS) Yöntemi Hesaplama İşlemleri [11]

Tasarım günü için bileşen ısı kazançlarının 24 saatlik profili hesaplanır (iletim için, ilk olarak iletim zaman serileri (CTS) uygulanarak iletim süresi gecikmesi hesaba katılır).

Isı kazançları ışınım ve taşınım parçalarına ayırılır.

Soğutma yüküne dönüşümdeki zaman gecikmesini hesaba katmak için ısı kazançlarının ışınım kısmına uygun ışınım zaman serileri (RTS) uygulanır.

Her saat için her bir bileşeninin soğutma yükünü belirlemek üzere ısı kazancının taşınım kısmı ve ısı kazancının gecikmiş ışınım kısmı toplanır.

Her saat için her bileşenin soğutma yüklerini hesapladıktan sonra, toplam soğutma yükünü belirlemek için bunlar toplanır ve klima sisteminin tasarımı için pik yükün olduğu saat belirlenir. En yüksek yükün oluştuğu ayı belirlemek için bu işlem birden çok tasarım ayı boyunca tekrarlanır.

Şekil 4'te RTS yöntemi hesaplama işlemleri gösterilmekte olup RTS yönteminde kullanılan tüm denklemler ve işlem adımları Autodesk sitesinde [11], ASHRAE Handbook-Fundamentals [3] kitabında anlatılmaktadır.

2. Binanın Modellenmesi, Hesaplamalar ve Bulgular

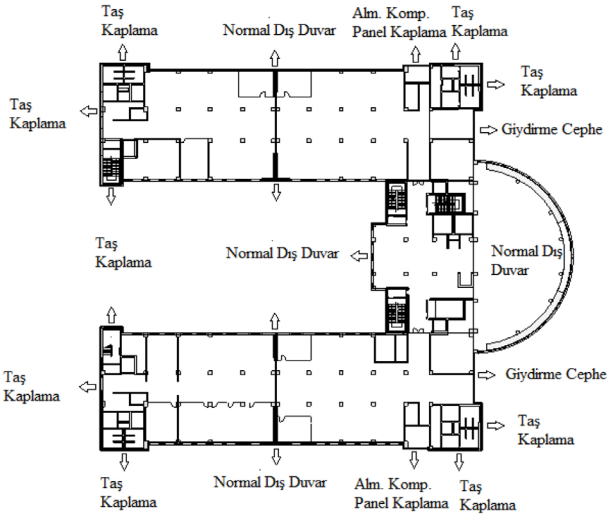
2.1. Mimari Projenin Hazırlanması

Bir binanın soğutma yükü hesaplarının yapılabilmesi için mimari projeye ihtiyaç vardır. Bu çalışma kapsamında 2 Bodrum, 1 Zemin ve 5 Normal kattan oluşan ve yapı yüksekliği 36 m olan U tipi mimari sahip Kayseri Vergi Dairesi Başkanlığı binasının 3 aylık bir süreçte mimari projesi çizilmiştir. Bina içerisinde ofisler, bekleme alanları, yemekhaneler, toplantı salonları, arşivler gibi birçok farklı işleve sahip kapalı alanlar bulunmaktadır.

Şekil 5'te mevcut kullanımda olan binanın fotoğrafı, Şekil 6'da mimari projesi çizilen binanın dış cephe malzemeleri, Şekil 7'de ise tasarımı yapılan binanın 3D görüntüleri bulunmaktadır. Binanın ön, yan ve iç avlu cepheleri fazla pencere alanlarına sahiptir. Binanın uzun cepheleri ve ön yuvarlak cephesi normalde alüminyum kompozit kaplı panel ile kaplıdır ancak REVIT'te mimari projenin çizimi yapıldıktan sonra hesaplama motoru bahsi geçen cephelerdeki pencereler için soğutma yüklerini hesaplamamıştır. Bunun için mimari proje revize edilerek uzun cepheler ve ön cepheler normal duvara çevrilmiştir. Her ne kadar projede kullanılan malzeme değişik olsa da alüminyum kompozit panel kaplamalı duvarla normal duvarın U ısı iletim katsayıları arasında çok bir fark bulunmamaktadır. Zaten duvarlardan olan ısı kazançları bir hayli düşük değerlere sahiptir. Ancak ısı kayıp ve kazançlarında pencereler büyük öneme sahiptir. Bunun için mevcut binada bulunan pencere alanlarının REVIT'te çizilen mimari projeyle aynı olmasına özen gösterilmiştir ve mekanik tesisat hesapla-



Şekil 5 Kayseri Vergi Dairesi Başkanlığı Binası



Şekil 6 Modellemede Kullanılan Dış Cephe Malzemeleri

malarında kullanılan SHCG değeri kullanılmıştır.

Soğutma yükü hesaplamalarında da kullanılacak olan yapı malzemeleri incelendiği zaman; normal dış duvar, giydirme cephe duvar, alüminyum kompozit panel kaplamalı duvar, taş kaplamalı duvar, teras çatılar, tavanlar, tabanlar, pencereler ve kapı malzemeleri bulunmaktadır.

2.2. REVIT Programında Modelleme

Soğutma yükleri hesaplanırken 2 farklı proje modeli tasarlanmıştır. İlk olarak tüm alanlarda mahaller oluşturulmuş ve veri girişleri yapılarak binanın mevcut konumu ile beraber toplam 9 farklı konum için toplam soğutma yükleri hesaplanmıştır. İkincisinde ise dış cephe elemanlarının yönlere göre soğutma yükü eğilimlerinin tespiti için iç ısı kazançları, havalandırma, sızma ve sistem ısı kazançları ihmal edilerek sadece duvar, pencere, kapı ve çatıların soğutma yükleri 8 farklı konumda hesaplanmıştır.

İlk modelleme de binanın konuma bağlı minimum soğutma yükü belirlenmiştir ve optimum konum tespit edilmiştir.

İkinci modellemede ise özellikle pencere bileşenlerinin, ışınıma bağlı yüksek ısı kazançları nedeniyle soğutma yüküne etkisi detaylı bir şekilde incelenmiştir. Pencereler, oluşturulan bölgelerde bulunan pik ay-saatte çok etkin olmaktadır. Bu göz ardı edilmeyip ayrıyeten incelenmesi gereken bir konu olduğu için ayrı bir proje modeli yapılmıştır.

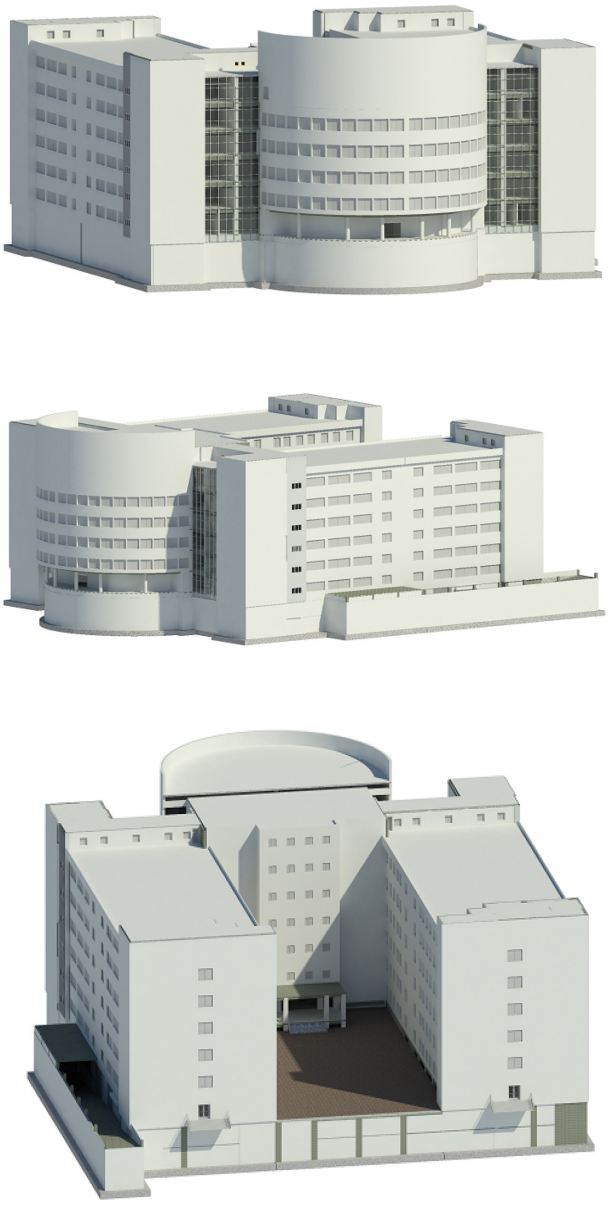
2.3. REVIT Parametrelerinin Seçimi

İki farklı proje modellemesi yapıldığından dolayı iki farklı proje yapılmış ve farklı bilgi girişleri yapılmıştır.

2.3.1. Binanın 1. Proje Modeli Parametreleri

Mahal Veri Girişleri

Normal bir binanın soğutma yükleri tasarımı yapılır gibi mahaller ve bölgeler oluşturulmuştur. Bodrum katlarda



Şekil 7 Tasarımı Yapılan Binanın 3D Görüntüleri

Yapı Elemanı	U, W/(m²·K)	SHGC
Normal Duvar	0,2411	
Taş Kaplamalı Duvar	0,266	
Alm. Komp. Panel Kaplamalı Duvar	0,2617	
Çatı	0,2314	
Tavan	0,3917	
Zemin	0,3596	
Dış Pencere	1,9873	0,76
Dış Kapı	1,817	

Tablo 3 Kullanılan Yapı Elemanlarının Özellikleri

ısıtma ve soğutma yapılmadığı için mahal oluşturulmamıştır, zemin ve üst katlar için mahaller oluşturulmuştur. Her katta, asma tavan ve üst kat arasında 1 m yüksekliğinde plenum alanları oluşturulmuş ve plenumda oluşacak soğutma yükleri de böylelikle hesaba katılmıştır. Yangın merdivenleri ve holleri, plenumlar, tesisat şaftları, soğuk hava depoları gibi alanlar şartlandırılmamış, diğer tüm mahaller için ısıtma ve soğutma hesaplaması yapılmıştır.

Mimari projeye uygun olarak ofisler, yemekhaneler, koridorlar, toplantı salonları ve arşivler için kişi sayısı girişleri yapılmıştır. Holler, WC'ler ve diğer mahallerdeki kişi sayıları için ise mahale özel hesaplama yapması seçeneği seçilmiş ve hesaplama motoru otomatik olarak kişi sayısını atamıştır. Duyulur ve gizli ısılar için programda tanımlı olan değerler kullanılmıştır. Kişilere ait çalışma saatleri 08:00-17:00 olacak şekilde ayarlanmıştır. REVIT içerisindeki tanımlı açık plan çalışma ofisi, konferans salonu, yemekhane, vd. mahal bilgi verileri kullanılmıştır.

Aydınlatma ve güç yükleri için mahale özel hesaplama yapılması seçeneği seçilmiş ve değerleri hesaplama motoru atamıştır. Aydınlatma çalışma saatleri 15:00-17:00, elektrikli cihaz çalışma saatleri kişilere ait çalışma saatleri olan 08:00-17:00 şeklinde ayarlanmıştır. Tavan, duvar ve zemin yansıtma için REVIT'te bulunan değerler kullanılmıştır.

WC'ler, sistem ve fotokopi odaları hariç tüm mahallerin havalandırma değerleri için insana ve alana göre WC'ler ve sistem odaları için ise 10 ACH değerine göre hesaplama yapılması tasarlanmıştır. Mahale göre hesaplama yapılması seçeneği işaretlenmiş ve mahal tipine göre kişi havalandırma değerlerini hesaplama motoru atamıştır.

Binanın dış cephesinde farklı yapı elemanlarından oluştuğu için her mahale özgü olarak farklı tanımlamalar yapılmıştır. Tablo 3'te kullanılan yapı elemanlarına ait U değerleri ve pencereler için SHGC değeri bulunmakta olup her yapı elemanı tipi için orijinal hesaplamalarda kullanılan U ve SHGC değerleri seçilmiştir.

Bölge Veri Girişleri

Mahaller oluşturulduktan sonra mahallerin bölgelere atanması işlemi yapılmıştır. Kişi sayısı, mahal tipi, mahallerin aynı cephede olması ya da iç kısımlarda olması gibi

Bölge Veri Girişleri	
Servis türü	Fan Coil
By pass faktörü	10%
Soğutma ayar sıcaklığı	24
Soğutma havası sıcaklığı	12
Isıtma ayar sıcaklığı	21,11
Isıtma havası sıcaklığı	32,22
Nem kontrolü	-

Tablo 4 Bölge Veri Giriş Bilgileri ve Seçimleri

esaslara bağlı olmak üzere bölgeler oluşturulmuştur. Farklı cephe yönlerine bakan, çalışma ortamları ve çalışan ya da mahalde bulunan kişi sayıları farklı olan mahallerin aynı bölgeye atanmaması gerekmektedir. Aksi takdirde hesaplanacak olan pik ay-saatte farklılıklar ortaya çıkar ve bu da yanlış hesap sonuçlarına neden olur. Tablo 4'te her bölge için REVIT'e girilen parametreler gösterilmektedir.

Eğer bölge için nem kontrolü istenirse ve belirli bir nem oranı girişi yapılırsa hesaplama motoru psikrometrik diyagramdan bunu kontrol eder ve eğer bu nem oranına göre iç hava sıcaklığı sağlanamaz ise motor, hesaplama yapmaz ve uyarı vererek bölge için nem oranı tavsiye eder. Ya da sıcaklıkların değiştirilmesi gerektiği uyarısını verir.

Isıtma ve Soğutma Yükleri Veri Girişleri

Tablo 5'te binanın ısıl yüklerinin hesaplanması için REVIT'te seçilen parametreler gösterilmektedir.

2.3.2 Binanın 2. Proje Modeli Parametreleri

Bu modelleme için iç ısı kazançları, havalandırma, sızma ve sistem ısı kazançları ihmal edilmiş ve tüm değerler sıfır olarak seçilmiştir. Mahaller oluşturulurken pencere ve duvarlara yakın yerlerde mahaller oluşturulmuş ve aynı cepheye bakan mahaller aynı bölgelere atanmıştır. Mimari projedeki asma tavanlar kaldırılmış ve plenum alanları oluşturulmayarak plenumdan olacak ısı kazançları da böylelikle ihmal edilmiştir. Isıtma ve soğutma yükleri veri girişleri aynı şekilde yapılmıştır.

2.4. Binanın Farklı Konumlarda Soğutma Yüklerinin Hesaplanması

Oluşturulan mahallere ve bölgelere veri girişleri yapıldıktan sonra Şekil 8'de gösterildiği gibi 1. konum referans olmak üzere; 1. proje modellemesinde bina, saat yönünün tersine döndürülmüş ve binanın mevcut konumu da dâhil

Isıtma ve Soğutma Yükleri Penceresi Girişleri			
Yapı Tipi	Ofis	**Bina Kabuğu**	İşlev
Konum	Kayseri	**Bina Servisi**	Fan Coil
Yaz Saati Uygulaması	-	**Şematik Tipler**	Tablo 3
Açıklık Katsayısı	1,0	**Bina Sızma Sınıfı**	Orta
Yer Yüzeyi	Zemin kat	**Rapor Şekli**	Detaylı
Proje Aşaması	Yeni yapı	**Kredi Yüklerini Kullan**	-
Şerit Mahal Toleransı	0		

Tablo 5 Isıtma ve Soğutma Yükleri Veri Giriş Bilgileri ve Seçimleri

olmak üzere 9 farklı konumda ayrı ayrı soğutma yükleri hesaplanmıştır, 2. proje modelinde ise mevcut konum haricinde 8 farklı konumda ayrı ayrı soğutma yükleri hesaplanmıştır. 2. proje modellemesi cephelerin soğutma yüklerine etkisinin anlaşılabilmesi için bina cephelerine 1. konumda gösterildiği gibi A, A', B, B', C, C', D, E, E', F ve G şeklinde isimlendirmeler yapılmıştır.

2.5. Bulgular

Bina konumunun değiştirilmesi ve hesaplama işlemleri bittikten sonra tüm data verileri kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda REVIT hesaplama motorunun, soğutma yükü hesaplamalarında bazı hatalar yaptığı tespit edilmiştir:

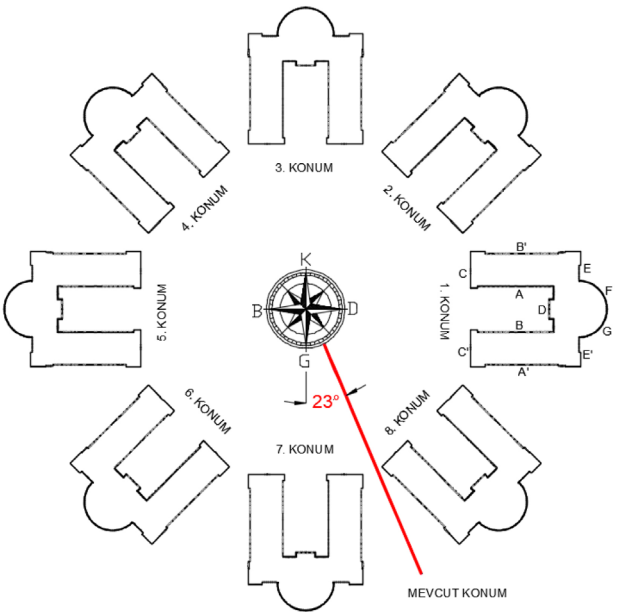
İç kolonları dış bileşen olarak görmektedir. Bu etki soğutma yükleri toplamını artırmaktadır.

Binanın yuvarlak cephesindeki giydirme cephe olan 5. kat bazı mahallindeki pencerelerden oluşan soğutma yükleri hesaplamamıştır. Bu etki soğutma yükleri toplamını azaltmaktadır.

Arka cephedeki taş kaplamalı duvarlardaki bazı katlarda pencere yüklerini daha az hesaplamıştır. Bu etki soğutma yükleri toplamını azaltmaktadır.

Proje modeli için bazı kat koridorlarında tavanı plenum yerine çatı gibi görüp ona göre hesaplamalar yapmıştır. Bu etki soğutma yükleri toplamını artırmaktadır.

Bu hatalar her konum için yapılan hatalardır ve toplam soğutma yüküne etkisi fazla olmamıştır. El ile yapılan hesaplamalar sonucunda 1. proje modellemesinde; maksimum soğutma yükünün en az çıktığı 1. konumda yaklaşık 3 kW, mevcut konum için ise 4,5 kW fazla yük etkisi oluşmuştur. Bu yüzden 1. proje modellemesi kapsamında programın hesapladığı soğutma yüklerinin kullanılmasında bir sıkıntı bulunmamaktadır. 1. proje modeli için hesaplanan



Şekil 8 Bina Konumları

Konum	Maksimum Soğutma Yükü (Watt)	Pik Yük (Watt)	Pik Ay-Saat
7	1.718.104	1.448.869	Temmuz-16:00
MEVCUT	1.688.352	1.427.054	Temmuz-16:00
6	1.611.896	1.438.047	Temmuz-16:00
8	1.611.256	1.383.489	Ağustos-16:00
3	1.599.471	1.442.231	Temmuz-16:00
4	1.552.780	1.461.262	Temmuz-16:00
5	1.514.219	1.372.781	Temmuz-16:00
2	1.509.903	1.336.827	Temmuz-16:00
1	1.479.580	1.243.387	Temmuz-16:00

Tablo 6 Binanın 1. Proje Modeli Soğutma Yükleri

soğutma yükleri, Tablo 6'da bulunmaktadır ve maksimum soğutma yükü değerlerine göre hazırlanmıştır.

2. proje modelinde ise dış cephe bileşenlerinin etkisinin daha iyi anlaşılabilmesi için iç kolonlardan ve cihaz fanları soğutma yükleri 0 (sıfır) kabul edilmiş, sadece hâkim yöndeki duvar, pencere, kapı ve çatı soğutma yükleri 8 farklı konumda hesaplanmış, hesaplanmayan pencere soğutma yükleri de hesaplamaya dahil edilerek tüm veriler manuel olarak Excel dosyasına aktarılmıştır. Dış havaya temasta bulunan cepheler için A, A', B, B', C, C', D, E, E', F, G, Çatı ve 6. katta bulunan farklı diğer cepheler şeklinde isimlendirilmeler yapılmıştır. 2. proje modeli için hesaplanan soğutma yükleri Tablo 7'de bulunmaktadır ve maksimum soğutma yükü değerlerine göre hazırlanmıştır.

Bu tabloların yanı sıra bir sonraki Tartışma-Sonuç ve Öneriler bölümde kullanılmak üzere; konumlara bağlı soğutma yükleri, bina cephelerinin yönlere göre soğutma yükü davranışları, bina konumuna bağlı cephelerin toplam soğutma yüküne etkileri grafik olarak hazırlanmıştır.

3. Tartışma-Sonuç ve Öneriler

3.1. Tartışma ve Sonuçlar

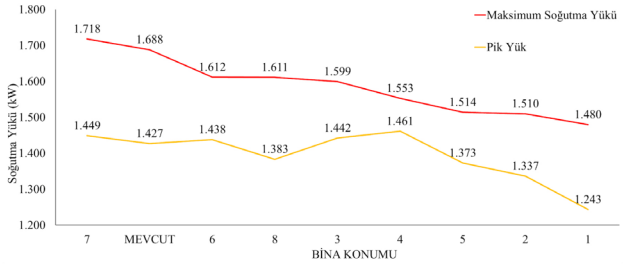
2 Bodrum, 1 Zemin ve 5 Normal kat kullanımına sahip, yapı yüksekliği 36 m olan U tipi mimari yapı 8 farklı konumda, 2 farklı proje modellemesi yapılarak soğutma yükü analizleri yapılmıştır. Analizler sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

Bina Konumuna Göre Soğutma Yükleri

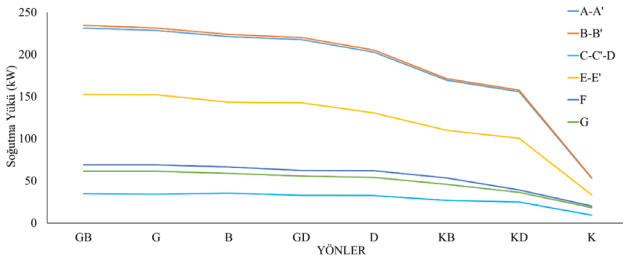
Şekil 9'da 1. proje modelinde yani tüm veri girişleri yapılarak elde edilen maksimum soğutma yükleri ve pik yüklerinin konumlara göre değişimi gösterilmektedir. Grafik incelendiği zaman hem maksimum soğutma yüklerinin hem de pik yüklerin konuma bağlı olarak azaldığı ve arttığı görülmektedir.

Konum	Maksimum Soğutma Yükü (Watt)	Pik Yük (Watt)	Pik Ay-Saat
7	750.580	450.306	Ağustos-16:00
6	728.389	476.044	Temmuz-17:00
8	713.427	450.306	Ağustos-15:00
4	653.184	645.026	Temmuz-17:00
2	635.996	385.375	Temmuz-09:00
3	618.334	636.438	Temmuz-17:00
5	608.566	619.957	Eylül-15:00
1	591.675	344.733	Eylül-10:00

Tablo 7 Binanın 2. Proje Modeli Soğutma Yükleri



Şekil 9 Bina Konumuna Göre Soğutma Yükleri Değişimi



Şekil 10 Yönlere Göre Cephelerin Soğutma Yükleri

Kayseri Vergi Dairesi Başkanlığı binasının mevcut konumunda maksimum soğutma yükü 1.688 kW ve pik yükü 1.427 kW'dır. Eğer bina saat yönünün tersine yaklaşık 67o döndürülseydi maksimum soğutma yükü 1.480 kW ve pik yükü 1.243 kW olan 1. konumun değerlerine sahip olacaktı. Binanın mevcut konumu ile en düşük soğutma yükü ihtiyacının olduğu 1. konum karşılaştırıldığında; maksimum soğutma yükünde 208 kW'lık, pik yükte ise 184 kW'lık fark oluşmaktadır. Bu da hem maksimum soğutma yükünde hem de pik yükte mevcut bina konumuna göre ortalama %13'lük bir fark demektir.

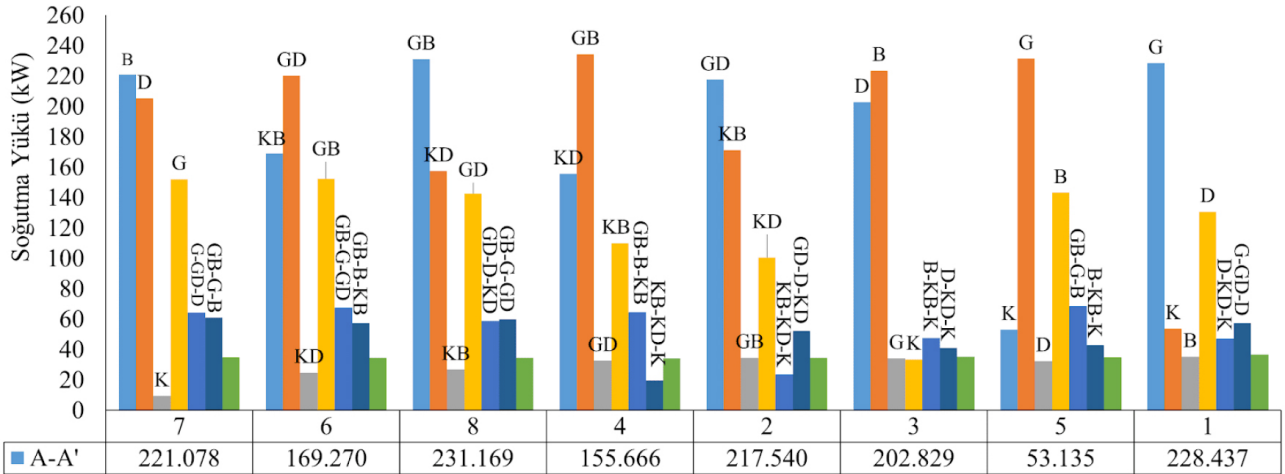
Şekil 9'da pik yüklerin konuma bağımsız olarak farklılıklar gösterdiği anlaşılmaktadır. Bunun sebebi ise REVIT'te hesaplama yapılırken bina için tüm mahallerin tek bir bölgeden oluştuğu varsayımı ile hesaplama yapmasıdır. Bu da konumun pik saatinin, oluşturulan diğer bölgelerin pik saatinden farklı çıkmasına sebep olmaktadır. Yani sistemin pik saati ve dolayısıyla soğutma ihtiyacı pik yükü, oluşturulan diğer bölgelerin pik yükünden farklıdır. Binanın pik saatteki soğutma yükü, tasarlanacak soğutma sisteminin kapasitesini, her bölge için hesaplanan maksimum soğutma yükleri ise mahallerin içerisine yerleştirilecek cihaz kapasitelerini tayin etmektedir.

Yönlere ve Bina Konumuna Göre Cephelerin Soğutma Yükleri

Şekil 10, 11 ve 12'de 2. proje modeli hesaplamalarından elde edilen veriler göstermektedir. Dış cephe bileşenlerinin yönlere ve konuma bağlı olarak nasıl davranışlar gösterdiği grafikler ve şekillerden anlaşılmaktadır.

Şekil 10'da A-A', B-B', C-C'-D, E-E', F ve G şeklinde isimlendirilen cephelerin yönlere göre en fazladan en az soğutma yükü ihtiyacına göre sıralama yapılacak olursa; GB (Güneybatı), G (Güney), B (Batı), GD (Güneydoğu), D (Doğu), KB (Kuzeybatı), KD (Kuzeydoğu) ve K (Kuzey) yönleri şeklindedir. GB, G, B, G ve D yönlerinin ısı kazancında önemli bir artışa neden olduğu yine şekilden açıkça anlaşılmaktadır. Yani bir cephenin farklı yönde olması farklı ısı kazançlarına sebep olmaktadır.

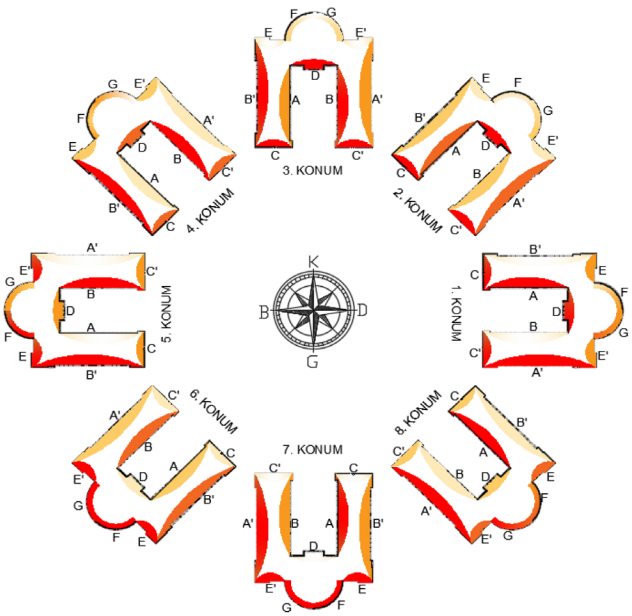
Şekil 11'de bina konumlarına göre cephelerin ve bulundukları yönlerin etkisi gösterilmektedir. Grafikte cephe-



	7	6	8	4	2	3	5	1
A-A'	221.078	169.270	231.169	155.666	217.540	202.829	53.135	228.437
B-B'	205.296	220.154	157.517	234.415	171.289	223.670	231.401	53.707
C-C'-D	9.394	24.821	26.760	32.665	34.622	34.141	32.501	35.307
E-E'	152.087	152.424	142.695	110.045	100.412	33.560	143.175	130.762
F	64.383	67.338	58.725	64.694	23.581	47.449	68.495	47.189
G	61.095	57.531	60.067	19.700	52.286	40.867	42.781	57.302
ÇATI	35.008	34.614	34.367	34.225	34.589	35.185	34.729	36.763

BİNA KONUMU

Şekil 11 Bina Konumuna Göre Cephelerin Soğutma Yükleri



Şekil 12 Bina Konumuna Göre Cephelerin Soğutma Yükü İhtiyacı Davranışları

lerin üzerinde yazan harfler yönleri ifade etmektedir. E-E' cephelerinin hesaplamalarda 3 farklı yöne baktığı da yine şekilden anlaşılmaktadır.

Hesap raporları incelendiğinde soğutma yüklerini oluşturan en büyük bileşenin pencereler olduğu görülmektedir. 7. konumda en fazla soğutma yükü ihtiyacının çıkmasının sebebi, pencerelerden kaynaklı soğutma yükü ihtiyacının fazla olduğu A-A' cephesinin Batı yönünde, B-B' cephesinin Doğu yönünde, E-E' cephesinin Güney yönünde, F ve G cephelerinin Güneybatı, Güney, Batı, Güneydoğu, Doğu yönlerinde olmasından kaynaklanmaktadır. Yani kısaca 7. konumda en fazla soğutma yükü ihtiyacının çıkmasının sebebi; fazla pencere alanları ile fazla ısı kazancı oluşturulan yönlerin bir araya gelmesinden kaynaklanmaktadır. 1. konumda en az soğutma yükü ihtiyacının çıkmasının sebebi de az pencere alanları ile az ısı kazancı oluşturulan yönlerin bir araya gelmesinden kaynaklanmaktadır.

Şekil 12'de soğutma yükü ihtiyacının cephelere göre davranışını göstermektedir. Kırmızı renk en fazla soğutma yükü ihtiyacını, turuncu renk orta düzey soğutma yükü ihtiyacını ve beyaza yakın açık renk ise en az soğutma yükü ihtiyacını göstermektedir. Binanın 7. konumunda; pencere alanı fazla olan A-A', E-E', F ve G cephelerin kırmızı renkte, pencere alanı fazla olan B-B' cephelerinin turuncu renkte ve pencere alanı az olan C-C'-D cephelerinin beyaz renkte olduğu, 1. konumunda ise; pencere alanı az olan C-C'-D cephelerinin kırmızı renkte, pencere alanı fazla olan A-A', E-E', F ve G cephelerinin turuncu renkte ve pencere alanı fazla olan B-B' cephelerinin beyaz renkte olduğu görülmektedir.

3.2. Öneriler

Bu çalışmada binaların yerleşim planlarının soğutma yüküne etkisi sayısal olarak incelenmiştir. REVIT'te soğutma yükü hesaplamaları yapılan ve halihazırda kullanılan Kayseri Vergi Dairesi Başkanlığı binasının; mevcut konumunda maksimum soğutma yükü 1.688 kW ve pik yükü 1.1427kW iken, eğer bina mevcut konumunun saat yönünün tersine yaklaşık 67o döndürülse idi maksimum soğutma yükü 1.480 kW ve pik yükü 1.243 kW ile en düşük değerine sahip olacaktı. Yani sadece bina konumunun değiştirilmesi ile maksimum soğutma yükü 208 kW, pik yükü 184 kW azaltılabilecekti. Bu da %13 bir fark demektir. Seçilecek olan cihaz kapasitelerinden, yapılacak olan detaylı enerji maliyetleri analizine kadar soğutma yükü kapasitesi önemli bir parametredir.

Hesap raporlarına bakıldığı zaman en fazla ısı kazançlarının pencerelerden olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle bu çalışma kapsamında incelenen bina gibi sadece ticari amaçlı olan ve konutlar gibi sürekli ikametin sağlanmadığı yapılarda; pencerelerden olan ısı kazançlarının düşürülmesi, soğutma yükü ihtiyacının da azalmasını sağlayacaktır. Bunun için binanın özellikle güney yönlerine bakan pencelere dış gölgeleme elemanlarının ve güneş kırıcılarının yapılması, soğutma yükü ihtiyacını minimize edecektir.

REVIT'te HB yönteminden türetilen RTS yöntemi kullanılarak soğutma yükü analizleri yapılmaktadır. Bunun yanı sıra IESVE programı, soğutma yükü hesaplamalarında direkt olarak HB yöntemini kullanmaktadır [11]. IESVE programı kullanılarak soğutma yükü hesaplamaların yapılması hesaplamalar açısından direkt çözüm sağlayacaktır.

Ülkemizin enerjide dışa bağımlı olması sebebiyle bu tür yerleşim planlarının soğutma yükü analizlerinin yapılması gerekmektedir. Böylelikle hem gerçek anlamda hesaplamalar yapılacak ve analizlerle optimum soğutma yükü ihtiyaçları belirlenecektir.

Kaynaklar

1. Bulgurcu, H., 2016. İklimlendirme ve çevresel konfor, s. 2, Klima Tesisatı. TMMOB Makine Mühendisleri Odası, İstanbul.

2. Bulgurcu, H., 2016. İklimlendirme yük hesapları, s. 661, Klima Tesisatı. TMMOB Makine Mühendisleri Odası, İstanbul.

3. Mark S., Owen, 2017. Nonresidential cooling and heating load calculations, pp. 18-18.66, ASHRAE Handbook-Fundamentals, Atlanta.

4. Yıldız A., Ersöz M. A., Altıner A., Bilki T. B., 2015. Soğutma yükü hesaplamalarının bilgisayar destekli analizi. Makine Mühendisleri Odası 12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi: Binalarda Enerji Performansı Sempozyumu, 12: 1343-1352.

5. Rini M., Inna K. and Wardi, 2017. The impact of building orientation on energy use: a case study in bung hatta university, indonesıa. International Journal of Real Estate Studies, 11 (1): 43-48

6. Ryu, H. S., Lee, K. H., Ryu, J. R., Choo, S. Y., 2011. Development of optimized geometry for low energy super tall office with BIM. In: International Conference on Education and research in Computer Aided Architectural Design in Europe, 29, Ljubljana, 2011. Proceedings… Ljubljana, eCAADe. 811-818.

7. Ramos Ruiz, G, Fernández B., 2014. Importance of orientation in building energy-savings, (Web sayfası: https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC28305.pdf), (Erişim tarihi: Aralık 2020)

8. Neveen Youssef Azmy and Rania Elghamry, 2017. Buildings orientation and it's impact on the energy consumption, (Web sayfası: https://www.researchgate.net /publication/327623184_Buildings_orientation_and_it's_impact_on_the_energy_consumption), (Erişim tarihi: Aralık 2020)

9. Köroğlu Isın N., Alaloğlu M., Erdoğan A., Acar L., 2011. Saatlik analiz programı, Isıtma Soğutma, Havalandırma, Klima, Yangın ve Sıhhi Tesisat Dergisi, Temel Bilgiler Tasarım ve Uygulama Eki, Sayı 73.

10. Web sayfaları: https://www.4msa.com.tr/index.php?option=com_content&view= article&id=127&Itemid=222&lang=tr,http://antmekanik.com/?page_id=169, https://www.carrier.com/commercial/en/us/software/hvac-system-design/, https://www.iesve.com/ software/loads (Erişim tarihi: Aralık 2020).

11. (Web sayfası: https://help.autodesk.com/view/RVT/2019), (Erişim tarihi: Aralık 2020).

ÖZGEÇMİŞLER

Yasin KAYA/Makine Yüksek Mühendisi

Yasin KAYA 1985 yılında Kayseri'de doğdu. İlkokul, ortaokul ve lise eğitimini Kayseri'de tamamladı. 2010 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Hasçelik Kablo San. Tic. A.Ş.'de 2010-2011 yılları arasında Üretim Şefi, Isısan A.Ş.'de 2012-2013 yılları arasında Üretim Şefi, Ağrı Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğünde 2013-2017 yılları arasında Proje ve Yapım Şubesinde, Kayseri Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğünde 2017-2020 yılları arasında Proje Şubesinde ve 2020 yılından bu yana da Yapı Denetim Şubesinde görev yapmaktadır. 2021 yılında Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisansını tamamlayan Yasin KAYA orta derecede İngilizce bilmektedir.

Prof. Dr. Sebahattin ÜNALAN

Sebahattin ÜNALAN 1964 yılında Kırıkkale'de doğdu. İlkokul, ortaokul ve lise eğitimini Kırıkkale'de tamamladı. 1986 yılında Erciyes Üniversitesi (ERÜ) Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Yuvam A.Ş.'deki 1 yıllık özel sektör deneyiminden sonra mezun olduğu fakültede araştırma görevlisi olarak akademik hayatına başladı. 1989'da yüksek lisansını 1992'de ise doktorasını ERÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalında tamamladı. 1993 yılında Yardımcı Doçent, 2001 yılında Doçent ve 2007 yılında Profesörlük unvanlarını aldı. Halen akademik hayatına aynı birimde devam etmekte olan Sebahattin ÜNALAN orta derecede İngilizce bilmektedir.

Adnan ONCA/Mimar

Adnan ONCA 1976 yılında Kayseri'de doğdu. İlkokul, ortaokul ve lise eğitimini Kayseri'de tamamladı. 2005 yılında Erciyes Üniversitesi Mimarlık Bölümünden mezun oldu. 2005-2015 yılları arasında Kayseri'de Adnan Onca Mimarlık Ofisinde, Proje, Taahhüt ve Dekorasyon işlerini yaptı. Kayseri Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğünde 2016 yılından bu yana Proje Şubesinde görev yapmaktadır. Adnan ONCA orta derecede İngilizce bilmektedir.

ULUSLARARASI HVAC&R, YALITIM, POMPA, VANA, TESİSAT,
SU ARITMA, YANGIN, HAVUZ VE GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİ FUARI

ISK-SODEX ISTANBUL

SAĞLIKLI İKLİMLENDİRME ÇÖZÜMLERİ

25-28 EKİM 2023

YENİ YER
İSTANBUL FUAR MERKEZİ



GİRİŞ BİLETİ
FUAR ZİYARETİ
SADECE ONLİNE KAYIT İLE MÜMKÜN OLACAKTIR

Deutsche Messe

ISK-SODEX İSTANBUL

Organizatör

Hannover Messe Sodeks Fuarcılık A.Ş.
Tel. +90 212 334 69 00
info@sodex.com.tr
www.hmsf.com

Destekleyenler

Resmi Havayolu

Resmi Seyahat Acentası

Fuar Alanı

Eş Organizatörler / Destekleyen Dernekler

BU FUAR 5174 SAYILI KANUN GEREĞİNCE TOBB (TÜRKİYE ODALAR VE BORSALAR BİRLİĞİ) DENETİMİNDE DÜZENLENMEKTEDİR.

DESTEKLEYİCİLERİMİZ

Türk Tesisat Mühendisleri Derneği, kuruluşundan itibaren sektör paydaşlarıyla omuz omuza vererek büyük bir aile olarak faaliyetlerini sürdürmüş ve arkasında hissettiği bu güçle her zaman daha üretken olmayı ve sektöre daha etkin katkılar sunmayı sürdürebilmiştir.
Geçmiş dönemlerde olduğu gibi şimdi ve gelecekte de derneğimize destek olan, sahip çıkan tüm firma, kurum, üniversite ve iş birliği içinde olduğumuz diğer sektörel sivil toplum kuruluşlarına
teşekkür ederiz.

TTMD ALTIN SPONSORU

BOSCH

TTMD GÜMÜŞ SPONSORLARI

+GF+ hakan PLASTİK spirax sarco

TTMD 2021-2022 DÖNEMİ WEBINARLARINI DESTEKLEYEN FİRMALAR

AYDIN GLOBAL	BOSCH Yaşam için teknoloji	CALEFFI Hydronic Solutions	DAIKIN Doğru Hava Uzmanı	ENGINEERING TOMORROW Danfoss	DePar MEKANİK A.Ş
DOĞU İKLİMLENDİRME | HVAC SYSTEMS	ETNA	FORM 55	+GF+ hakan PLASTİK	GRUNDFOS	Halton
İZOCAM	Johnson Controls	masdaf	meta mühendislik	ODE INSULATES THE FUTURE	spirax sarco
TRANE	TROX TECHNIK The art of handling air	Vaillant	VIESMANN		

TTMD Genel Merkezi
Tel: (0312) 419 45 71
E-Posta: ttmd@ttmd.org.tr

TTMD İstanbul Ofisi
Tel: (0216) 464 93 50
E-Posta: ttmd.istanbul@ttmd.org.tr

TTMD İzmir Ofisi
Tel: (0232) 449 33 45
E-Posta: ttmd.izmir@ttmd.org.tr



TÜRK TESİSAT MÜHENDİSLERİ DERNEĞİ
TTMD
1992
TÜRKİYE

Bizi Sosyal Medyadan da takip edin...

www.ttmd.org.tr

www.linkedin.com/company/ttmd/

www.facebook.com/ttmdTR/

www.twitter.com/ttmdTR

www.instagram.com/ttmdtr/

www.youtube.com/channel/
UCPhI3VVeSYTn9hsqeyveGIA