



- Ani Sıcaklık Düşümü Ve Hız Artışlarının İnsan Isıl Konforu Ve Deri Yüzey Sıcaklıklarına Etkilerinin Deneysel İncelenmesi
- GWP Oranı Düşük Soğutucu Akışkan Karışımlarının Buhar Sıkıştırılmalı Soğutma Çevriminde İncelenmesi
- Doğalgaz İle Çalışan Brülörlerde Yakıt/Hava Karışım Oranı Ayarlamasında Kullanılacak Bir Doğrusal Kelebek Vana Tasarımı



YANGIN KORUNUM SİSTEMLERİNDE
GÜVENİLİR VE GÜÇLÜ ÇÖZÜM ORTAĞINIZ

NORM
TEKNİK
Yangın Korunum Sistemleri



- ▼ Sprinkler Sistemleri
- ▼ Köpüklü Söndürme Sistemleri
- ▼ Yangın Pompaları
- ▼ Yangın Dolapları
- ▼ Gazlı Söndürme Sistemleri
 - ▶ ARGON (200-300 bar)
 - ▶ DuPont™ FM- 200®
 - ▶ Novec 1230 ▶ CO₂

- ▼ Kuru Kimyasal Söndürme Sistemleri
- ▼ Mutfak Davlumbaz Söndürme Sistemleri
- ▼ Su Sisi Sistemleri
- ▼ Yangın Algılama Sistemleri
 - ▶ Hassas Duman Algılama Sistemleri
 - ▶ Lineer Isı Dedektörleri
 - ▶ Ex-Proof Isı Dedektörleri

NORM TEKNİK MALZEME TİC. İNŞAAT SAN. LTD. ŞTİ.

Eyüp Sultan Mah. Ulubatlı Hasan Cad. Başkent Sok. No: 6
34885 Samandıra - Sancaktepe / İSTANBUL
T: +90 216 311 40 41 pbx F: +90 216 311 90 91 E: norm@normteknik.com.tr

Ankara Ofis:

A. Öveçler 2. Cadde (1065 Cadde) No: 29/1
06460 Çankaya / ANKARA
T: +90 312 472 78 88 pbx F: +90 312 472 78 89 E: ankara@normteknik.com.tr

ISO 9001:2008



www.normteknik.com.tr

Vitoclima.

Viessmann'dan her ihtiyaca uygun klima programı.



Vitoclima ürün programı:

Vitoclima 100-S / Vitoclima 200-S
Bireysel ve ticari tip split klimalar

Vitoclima 300-S
Free Joint çoklu sistem klimaları

Vitoclima 300-S
VRF Klima sistemleri



Efficiency Plus

Viessmann 2,8- 17 kW kapasite aralığında Vitoclima 100-S (on-off) ve 200-S (DC inverter) serisi bireysel ve ticari tip split klimalar, 5 iç üniteye kadar tek dış üniteye bağlanabilen Vitoclima 300-S Free Joint DC inverter çoklu sistem klimaları ve maksimum 180 kW (64 HP) dış ünite kapasitesine sahip Vitoclima 300-S VRF klima sistemleri ile eksiksiz bir klima ürün programı ve her ihtiyaca uygun çözümler sunmaktadır. www.viessmann.com.tr

VIESSMANN

climate of innovation



TTMD

**Isıtma, Soğutma, Havalandırma, Klima,
Yangın ve Sıhhi Tesisat Dergisi**

**HVAC, Refrigeration,
Fire Fighting and Sanitary Journal**

TTMD Adına Sahibi / Owner on Behalf of TTMD:

Bahri Türkmen

Dergi Yayın Yönetmeni / Editor in Chief:

Dr. Murat Çakan

Dergi Yayın Yönetmen Yrd. / Associate Editor:

Dr. M. Zeki Yılmazoğlu

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü / Responsible Editorial Manager:

Erol Ergezen

DERGİ YAYIN KURULU

Zeki Aksu
Tuba Bingöl Altıok
Yalım Atalay
Suat Arzık
Abdullah Bilgin
Şaban Durmaz
Göksel Duyum
Artuğ Fenercioğlu
Devrim Gürsel
Hasan Heperkan

Ender İren
Atilla Kantarman
Eren Kalafat
Onur Koca
Cafer Ünlü
Nazif Özakıncı
Züleyha Özcan
Erdal Taştekin
Bırol Yavuz

DANIŞMA KURULU

Kahraman Albayrak
Ahmet Arısoy
İbrahim Atılğan
Erdoğan Boz
Aytekin Çakır
Celesttin Çelik
İrfan Çilimli
Kevork Çilingiroğlu
Fatma Çölaşan
Nüfere Eğrican
Hüseyin Erdem
Serper Giray
Gülden Gökçen
Ersin Gürdal
Serdar Gürel
Murat Gürenli
Hüseyin Günerhan
Arif Hepbaşlı

Hasan Heperkan
Akdeniz Hiçsönmez
Ömer Kantaroğlu
Engin Kenber
Abdurrahman Kılıç
Bırol Kılış
Olcay Kıncaç
Ömer Köseli
Rüknettin Küçükçalı
Celal Okutan
Numan Şahin
Macit Toksoy
Haşmet Türkoğlu
Gönül Utkutuğ
Abdülvahap Yiğit
Tuncay Yılmaz
Zerrin Yılmaz

İLETİŞİM

TTMD Genel Merkezi

Bestekar Sokak Çimen Apt. No:15/2
Kavaklıdere / Ankara
Tel : 0 312 419 45 71-72
Faks : 0 312 419 58 51
Web: www.ttmd.org.tr
E-posta: ttmd@ttmd.org.tr

**Yapım / Production
ASMEDYA**

Birlik Mah. 410. Sok. 5/2 Çankaya / ANKARA
www.asmedya.com.tr
Baskı/Printing: Rehber Ofset - 2015

Tüm Türkiye' de dağıtılmaktadır. Basın Kanununa göre yerel süreli dağıtımdır.

Başkan'dan President's Overview



Değerli Meslektaşlarım,

Teknolojinin gelişime ve artan insan ihtiyaçlarına bağlı olarak tüm dünyada fosil kökenli enerji kaynaklarının hızla tüketilmekte olduğu, baca gazı emisyonları ve karbon kökenli yakıtlardan kaynaklanan karbondioksit atmosferde yarattığı sera etkisi ve küresel ısınmanın doğadaki ekolojik dengeleri olumsuz etkilediği hepimizce bilinmektedir. Artan enerji ve çevre sorunları yapı sektöründe çalışan mimar ve mühendisleri daha enerji etkin çözümler üretmeye zorlamakta ve konuyla ilgili büyük gelişmeler olmakta, dünyanın çeşitli bölgelerinde mümkün olduğunca kendi gereksinimi olan enerjiyi kendisi üreten, işletme ekonomik, çevre duyarlı binalar yükselmektedir.

Gelişmiş ülkeler yapıların ısı kayıplarını minimize etmek amacıyla yönetmeliklerle belirledikleri sınır değerleri her geçen gün biraz daha küçültürlerken, ülkemizde yürürlükte olan ısı Yalıtım ve Bina Performans Yönetmelikleri'ne göre ısı yalıtımı sadece yeni yapılan binalarda uygulanmakta, mevcut binaların yalıtımları isteğe bağlı bırakılmaktadır.

Ülkemiz insanı kullandığı ısıtma sistemlerinin verimliliğini izleyip, gerekli önlemlerin alınması konusunda yeterli bilince sahip olamamakta, yüksek verimli yoğunlaşmalı kazanlara ve otomatik kontrol sistemlerine yeterince önem vermemektedir. Kamu kesimi, büyük binaları ve endüstriyel tesisleriyle, kullandığı sistemlerin enerji performansını ölçüp gerekli müdahaleyi yapabilecek araç, gereç ve cihazlardan yoksun bulunmaktadır. Enerji fiyatları tüm dünyada artarken, özel sektör yatırımcıları ısıtma, soğutma, havalandırma, klima ve proses tesislerinde amortisman süresini uzun buldukları enerji geri kazanım, kojenerasyon, trijenerasyon, kondens kontrol ve flaş buhar geri kazanım sistemlerine yeterince ilgi göstermemektedirler.

Yine gelişmiş ülkelerde güneş, rüzgâr, jeotermal gibi alternatif enerji kaynaklarının kullanımına büyük önem verilmekte, konuyla ilgili araştırmalara büyük paralar harcanmakta, söz konusu enerji kaynakları yanında toprak ve su kaynaklı ısı pompalarının kullanımı devlet politikası olarak teşvik edilmektedir. Güneşten yararlanma konusunda coğrafi konumu itibarıyla oldukça şanslı bulunan ülkemizde sıcak su üretiminde güneşten belirli ölçüde yararlanılmakta, ancak aktif ve pasif sistemlerle ısıtmada kullanım bakımından ciddi adımlar atılmaktadır.

Ülkemiz enerji gereksiniminin büyük bir bölümünü ithal yolla karşılarken, genel tüketim içerisinde yapı ve endüstri sektörünün payının %70'ler mertebelerinde olduğu düşünüldüğünde tesisat mühendisliğinin önemi kolayca anlaşılabilir. Bir başka deyişle yapı ve endüstri sektöründe sağlanacak %20 oranında enerji ekonomisi ülke genel tüketimine %15 oranında yansıyacaktır. Aslında sözü edilen rakamlar ulaşılması güç değerler olmayıp, biraz bilinçli ve birazda kararlı mücadele ile kolayca gerçekleştirilecek hedefler niteliğindedir.

Bu noktadan hareketle, ülkemiz yapı ve endüstri sektörünün yanında, dış dünyadaki hızlı gelişmeler dikkate alındığında, yarıdan kopmamak için yapı, sanayi ve tesisat sektörlerinde çalışan mühendislere büyük görevler düşmektedir. Özellikle, hızlı nüfus artışı, köyden kente göç ve yıkp yeniden yapma gibi nedenlerle, ülkemizde inşaat sektörünün canlılığını korumakta olduğu ve uzun yıllar konumunu devam ettireceği düşünüldüğünde, konfordan ödün vermeden enerjiyi akıllı kullanmak suretiyle gerek kamu kesimi, gerek sivil toplum örgütleri ve gerekse özel sektörün destekleriyle ülke çapında ciddi bir bilinçlenme hareketine gereksinim duyulmaktadır.

Bu bilinci oluşturmada büyük bir sorumluluk anlayışıyla başlatılacak mücadelenin, gelecek nesillere bırakılacak daha yaşanabilir bir dünya için bir insanlık borcu olduğunu düşünmekte, konuyla ilgili olarak Enerji Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Sanayi Bakanlığı, Üniversiteler, Meslek Odaları ile TTMD, İSKİD, İSKAV, DOSİDER, İZODER, GÜNDER gibi ihtisas derneklerinin yakın işbirliğinin sayısız yararına inanmaktayım.

Değerli Genç Meslektaşlarım,

Bu bölümde sizlere seslenmek istiyorum. Sizler mühendislik yaşamınızın henüz başındasınız ve uzun yıllar devam edecek mesleki faaliyetleriniz süresince dünyanın karşı karşıya enerji ve çevre sorunları her geçen gün biraz daha artarak devam edecektir. Sizler birer makine mühendisi olarak gelecekte insanların konforu için diğer mühendislik alanlarından çok farklı olarak, çok daha fazla çabayla, daha düşük enerji tüketen, yüksek verimli, düşük işletme giderli, çok daha çevre duyarlı çözümler üretmek zorunda kalacaksınız. Öyle sanıyorum ki sizler ısı, iş ve güç üretmek için fosil yakıt kullanamayacaksınız. Sizler çevre kirliliği yaratmayacak, büyük ölçüde güneş, rüzgâr, jeotermal, dalga enerjisi gibi alternatif enerji kaynaklarına yönelecek, bina tesisat sistemlerinin çözümünde çok daha fazla doğal ısıtma, havalandırma ve klima teknikleri geliştirecek ve %100 enerji etkin, ekolojik, çevre duyarlı, akıllı yapılar tasarlayacaksınız.

Bu durumda çok daha fazla bilgiye, araştırmaya, teknolojiye, mühendisliğe ve çalışmaya ihtiyacınız olacak. Ancak şartlar ne kadar ağır, çözmemiz gereken problemler ne kadar güç olursa olsun, hiçbir şekilde ümitsizliğe kapılmaya gerek yok. Mühendislik eğitimi boyunca almış olduğunuz temel fizik, mekanik, ısı transferi, akışkanlar mekaniği ve termodinamik biliminin ışığı her sorunun çözümünde size ışık tutacaktır. Sizlere hiçbir zaman mücadeleyi bırakmamanızı, her şeyden önce kendi kendinizle mücadele etmeyi prensip edinmenizi öneriyorum.

Bahri Türkmen

TTMD Yönetim Kurulu Başkanı

B. Türkmen



Türk Tesisat Mühendisleri Derneği

Türk Tesisat Mühendisleri Derneği

1992 yılında ısıtma, soğutma, klima, havalandırma, sıhhi tesisat, yangın ve yangın alanlarında Mekanik Tesisat Mühendisliği'nin ve sektörün topluma verdiği hizmetlerin geliştirilmesi amacıyla kurulan Türk Tesisat Mühendisleri Derneği -TTMD bugün; tasarımcı, uygulayıcı, öğretim görevlisi, imalatçı, müessil ve işletmecisi gibi değişik disiplinlerden profesyonellerin ortak amaçlar için biraraya geldiği, sektörün en büyük sivil toplum kuruluşu olarak faaliyetlerini sürdürmektedir.

TTMD; öncelikle profesyonel hizmet veren meslekdaşlarıyla, yeni mezun mühendisler ve bu meslekte yetişmek isteyen öğrencilerin uygulama alanındaki eğitim ve araştırmaları için gerekli bilgi ve teknoloji transferinin gerçekleşmesine katkıda bulunmak, sektördeki bilgi birikimini ve bilgi alışverişini artırarak, daha iyi bina ve tesislerin yapılması ile ülkemizde güvenli, konforlu, sağlıklı, enerjiyi verimli kullanan ve çevreyi koruyan yaşam alanları yaratmayı amaçlamaktadır. TTMD bu doğrultuda; kamu kurum ve kuruluşları, sanayi, üniversite, araştırma kurumları ve diğer meslek ve uzmanlık grupları ile dayanışma ve eşgüdüm içinde pek çok çalışma gerçekleştirmektedir.

TTMD, uluslararası platformlarda Türk tesisat mühendislerini temsil ederken, ayrıca yurtdışı meslek örgütleri ile temaslarını sürdürerek sektör ile ilgili bilgi ve teknolojik gelişmeleri izlemek ve üyelerine iletmektedir.

TTMD, sürekli olarak düzenlediği seminer ve kursların yanında sempozyum ve kongreler de organize etmekte, Tesisat sektörüyle ilgili doğru ve çağdaş bilgiler içeren dergi, kitap ve el kitapları yayınlamakta, "Uygulama Kuralları"nı koymakta, mesleği uygularken ülkenin gelişimine katkıda bulunmak yönünde, tüzüğünde yazılı hususlar çerçevesinde çalışmalar yaparak, kamuya yararlı sonuçlar alınmasına katkıda bulunmaktadır.

Yönetim Kurulu

Bahri Türkmen (Başkan)
Dr. Celalettin Çelik (Başkan Yardımcısı)
Birol Eker (Başkan Yardımcısı)
Hakan Bulgun (Başkan Yardımcısı)
Züleyha Özcan (Genel Sekreter)
Fuzuli Topal (Sayman Üye)
Turgay Yay (Üye)
Fatih Öner (Üye)
S. Cevat Tanrıöver (Üye)
Ali Rıza Dağlıoğlu (Üye)
Ufuk Atamtürk (Üye)
Metin Karabacak (Üye)
Özcan Türkbay (Üye)

Temsilcilikler

Ankara	Orhan Bağran	İzmir	Birol Yavuz
Adana	Seçkin Gençler	Kayseri	Serkan Büyükyıldız
Antalya	Ayşen Hamamcıoğlu	Kocaeli	Savaş Demirtaş
Bursa	Cevdet Eşki	Konya	Kağan Aydınbelge
Denizli	Tefik Demirçalı	Samsun	Orhan Cazgır
Eskişehir	Eray Önaşçı	Zonguldak	Muzaffer Yılmaz
İstanbul	Levent Acar		

Geçmiş Dönem Başkanları

Kurucu Onursal Başkan	I. Dönem - Celal Okutan
Celal Okutan	II. Dönem - Numan Şahin
	III. Dönem - M.Serdar Gürel
	IV. Dönem - Ömer Kantaroğlu
	V. Dönem - Engin Kenber
	VI. Dönem - B.Erdiç Boz
	VII. Dönem - Hüseyin Erdem
	VIII. Dönem - Abdullah Bilgin
	IX. Dönem - Cafer Ünlü
	X. Dönem - Gürkan Arı

Uluslararası Üyelikler



American Society of Heating,
Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
Federation of European HVAC Associations
Climamed

TTMD Dergisi Makale Yazım Etik Kuralları

1. Makalelerin konusu, mekanik tesisat mühendisliği uygulamaları, projelendirme ve hedef kitlenin genel meslekî 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 çıkarılmamalı veya hedef gösterilemez. Bu konuda reklam veya propaganda yapılamaz.
5. Özellikle sistem veya cihaz tanıtımı yapılan makalelerde, kesinlikle 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.

TTMD Dergisi Makale Yazım Etik Kuralları

1. Yazar adları, 50 kelimeyi geçmeyecek, özgeçmişleri ile birlikte sunulmalıdır.
2. Makale ile birlikte 100 kelimeyi geçmeyecek şekilde, türkçe özet sunulmalıdır.
3. Makaleler ile birlikte 100 kelimeyi geçmeyecek şekilde, ingilizce özet sunulmalıdır.
4. Makaleler tercihen "Microsoft Word" formatında, 9 punto, tek ara yazılmalıdır.
5. Makaleler Times New Roman yazı karakteri kullanılarak iki yana yaslanmış olarak ve 1,5 aralıklı yazılmalıdır.
6. Makale bölümleri arasında bir satır aralığı boşluk bırakılmalıdır.
7. Tablo ve şekillere ait başlıkların ilk harfleri büyük harf diğerleri küçük harf olmalıdır.
8. Makaleler 6 sayfayı geçemez.
9. Metin içinde açıklama niteliğindeki dipnotlara yer verilmemelidir. Dipnot niteliği taşıyabilecek her türlü açıklama numaralandırılarak metnin sonundaki notlar başlığı altında sıralanmalıdır.
10. Metin veya notlar içinde yer alacak alıntılar yazar soyadı/soyadları ve yayın yılı olarak parantez içerisinde belirtilmelidir.
11. Kaynaklar bildirin en son bölümünde sunulmalı ve yazar soyadlarına göre alfabetik olarak dizilmelidir.
12. Makaleler sırayla Başlık, Yazar İsimleri, Özet, İngilizce Başlık, Abstract, Giriş, Ana Metin, Referanslar / Kaynaklar, Ekler (eğer varsa), Özgeçmiş bölümlerinden oluşmalıdır.
13. Makaleler A4 ebadında yazıcı çıktısı halinde e-posta veya CD ile dernek merkezi adresine ulaştırılacaktır.
14. Makalelerle birlikte görsel dökümanlarla (dia, fotoğraf, resim, grafik, çizelge) orjinallerinin sunulmasına özen gösterilmelidir.
15. Makalelerin ingilizce ve türkçe anahtar kelimeleri yazılmalıdır.

Makale Gönderim Adresi

TTMD Genel Merkezi
Bestekar Sk. Çimen Apt. No:15/2
Kavaklıdere/Ankara
Tel : 0 312 419 45 71-72
Faks : 0 312 419 58 51
Web: www.ttmd.org.tr
E-posta: ttmd@ttmd.org.tr



► Moskova Kremlin Sarayı ◀



► Fransa Nice Stadyumu ◀



► Monaco Yat Kulübü ◀

39HQ
Airovision

Benzersiz projelerin tek benzer yanı!

Birbirinden farklı dört büyük proje...
Değişmeyen tek şey Carrier Klima Santralleri!
Çünkü en iyiler, en iyileri tercih ederler.

CE

TSEK

ISO 9001
ISO 16001
ISO 18001
SA 8000
OHSAS 18001



ALARKO

Carrier

Daha ayrıntılı bilgi için:
www.alarko-carrier.com.tr

ALARKO CARRIER SANAYİ VE TİCARET A.Ş.

İSTANBUL Gebze Organize Sanayi Bölgesi, Şahabettin Bilgisu Cad. 41480 Gebze - KOCAELİ

Tel: (0262) 648 60 00

ANKARA Sedat Simavi Sok. No: 48 06550 Çankaya - ANKARA

Tel: (0312) 409 52 00

İZMİR Şehit Fethibey Cad. No: 55 Kat: 13 35210 Pasaport - İZMİR

Tel: (0232) 483 25 60

ADANA Ziyapaşa Bulvarı, Çelik Apt. No: 25 / 5-6 01130 - ADANA

Tel: (0322) 457 62 23

ANTALYA Mehmetçik Mah. Aspendos Bulvarı No: 79 / 5 - ANTALYA

Tel: (0242) 322 00 29

Carrier

Klimada 1 numara

3 - Başkan dan

8- Haberler



Isıtma ve Soğutma Tesisatında Yıkama ve Kimyasal Kullanımı Anlatıldı.



Sistem Seçimi, Testing and Commissioning ve TAD Anlatıldı.



HVAC Tesisatlarında ve Konutlarda Balanslama ve Dp Kontrolör Seçimi Semineri Yapıldı.



TTMD Ankara Yeni Yıl Kokteyli Yapıldı. (25.12.2014)



Enerji Modelleme ve Yeni Enerji Sistemleri Maliyet Kıyaslama ve Bina Enerji Simülasyon Programı ile Örnek Proje Hazırlama Konulu Seminer Antalya'da Gerçekleştirildi.



2014 Çalıştayı: Mekanik Tesisatta Isı Pompası Kullanımı Bursa'da Gerçekleştirildi.



26.12.2014 TTMD İzmir Temsilciliği Yeni Yılı Karşılama Kokteyli Yapıldı.



40. Carrier Basic HAP Kursu Eğitimciler Nermin Köroğlu Isın ve Aziz Erdoğan eşliğinde 18-19-20-21 Aralık 2014 tarihlerinde 8 kişinin katılımı ile TTMD Kozyatağı Ofisinde yapıldı.

17 - Makaleler

17- Ani Sıcaklık Düşümü Ve Hız Artışlarının İnsan Isıl Konforu Ve Deri Yüzey Sıcaklıklarına Etkilerinin Deneysel İncelenmesi

Experimental investigation of the effects of sudden temperature drop and velocity increments on human thermal comfort and skin surface temperature

Nurullah Arslanoğlu, Abdulvahap Yiğit

25 - GWP Oranı Düşük Soğutucu Akışkan Karışımlarının Buhar Sıkıştırma Soğutma Çevriminde İncelenmesi

The investigation of refrigerant mixtures with lower GWP rate in vapour compression refrigeration cycle

Ubade Kemerli, Şevket Özgür Atayılmaz, Ayşegül Öztürk

35 - Doğalgaz İle Çalışan Brülörlerde Yakıt/Hava Karışım Oranı Ayarlamasında Kullanılacak Bir Doğrusal Kelebek Vana Tasarımı

Design Of A Linear Butterfly Valve Which Will Be Used For Fuel/Air Ratio Modulation On Natural Gas Burners

Barış Elbüken, Didem Deniz Kayabaşı, Alper Ata

Isıtma ve Soğutma Tesisatında Yıkama ve Kimyasal Kullanımı Anlatıldı.

Türk Tesisat Mühendisleri Derneği İstanbul Temsilciliği tarafından düzenlenen **“Isıtma ve Soğutma Tesisatında Yıkama ve Kimyasal Kullanımı ”**konulu eğitim semineri **22 Kasım 2014** tarihinde İTÜ Makina Fakültesi'nde gerçekleştirildi. Eser Çizer'in oturum başkanı olarak yer aldığı seminere Sema Çelebi ve Seyfullah Akkaymak konuşmacı olarak katıldı. Konuşmacılar konu ile ilgili geniş ve örnekli sunumlarını yaptılar.



Sistem Seçimi, Testing and Commissioning ve TAD Anlatıldı.

Türk Tesisat Mühendisleri Derneği İstanbul Temsilciliği tarafından düzenlenen **“ Sistem Seçimi, Testing and Commissioning ve TAD ”** konulu eğitim semineri **13 Aralık 2014** tarihinde İTÜ Makina Fakültesi'nde gerçekleştirildi. Mürşit Çelikkol'un oturum başkanı olarak yer aldığı seminere Ersin Gökbudak ve Z. Cihan Akbulut konuşmacı olarak katıldı. Konuşmacılar konu ile ilgili seminerin ilk bölümünde 'sistem seçimi' ile ilgili olarak; HVAC kapsamındaki mekanik tesisat sistemlerinin seçim kriter ve amaçları konusundaki tasarımcı yaklaşımına değinildi, sonrasında ise sistem uyumu, amaç-sonuç uygunlukları konularında bir uygulamacının bakış ve tespitlerine yer verildi. İkinci bölümde

ise 'Test&Commissioning ve Test-Ayar-Dengeleme konusu ile ilgili olarak; binalarda T&C faaliyetleri, ilgili süreçler ve aşamalar, T&C süreçlerinde tarafların işbölümü ve sorumluluk dağılımları, TAD işlerinin T&C süreci içindeki yeri ve dikkat edilmesi gereken hususlar, T&C işlerinin; yatırımcı, müteahhit, tasarımcı vb. taraflara faydaları konularına değinilmiştir.



TTMD Ankara Yeni Yıl Kokteyli Yapıldı.

Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Ankara İl temsilciliği, 25 Aralık 2014 tarihinde yapılan kokteyl ile yeni yıla merhaba dedi. Kokteyle

TTMD Yönetim Kurulu Başkanı Bahri Türkmen, TTMD Üyeleri ve çok sayıda sektör temsilcisi katıldı.



HVAC Tesisatlarında ve Konutlarda Balanslama ve Dp Kontrolör Seçimi Semineri Yapıldı.

Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Ankara İl Temsilciliği tarafından düzenlenen, 2014-2015 Dönemi Semineri **29 Kasım 2014**, tarihinde, **“HVAC TESİSATLARINDA VE KONUTLARDA BALANSLAMA VE DP KONTROLÖR SEÇİMİ”**

konusunda gerçekleştirildi. Ankara Plaza Otel’indeki etkinliğe, Konuşmacı olarak **Mak. Müh. Recep Burak KOLSUK** katılırken Seminer Oturum Başkanlığını **Mak. Müh. Bünyamin ÜNLÜ** yaptı.



Enerji Modelleme ve Yeni Enerji Sistemleri Maliyet Kıyaslama ve Bina Enerji Simülasyon Programı ile Örnek Proje Hazırlama Konulu Seminer Antalya’da Gerçekleştirildi.

25 Aralık 2014 tarihinde Antalya il temsilciliğinde Dr. İbrahim Çakmanus’un hazırlayıp sunduğu “ENERJİ MODELLEME VE YENİ ENERJİ SİSTEMLERİ MALİYET KİYASLAMA” ve “BİNA ENERJİ SİMÜLASYON PROGRAMI İLE ÖRNEK PROJE HAZIRLAMA” konulu seminer gerçekleştirildi.

Makina Mühendisleri Odası Antalya Şubesi toplantı salonunda gerçekleştirilen seminerde Ayşen Hamamcıoğlu; TTMD faaliyetleri hakkında Antalya’lı makina mühendislerini bilgilendirdi. Sunumun moderatörlüğü Doç. Dr. İbrahim

Atmaca tarafından gerçekleştirildi.

Dr. Atmaca enerji verimliliği ve ülkemizdeki enerji yönetmelikleri konusundaki aktarımını takiben Dr. Çakmanus “BİNALARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE KONFOR İÇİN ENERJİ SİMÜLASYONU, BÜTÜNCÜL BİNA PLANLAMASI, BİNA ENERJİ SİMÜLASYONU, SİMÜLASYON PROGRAMLARI ve TASARIM konusundaki eğitimi ve takiben ‘ENERJİ SİMÜLASYON PROGRAMI KULLANIMI TAS ÖRNEĞİ ve ISPARTA İLİ ŞEHİR HASTANESİ ENERJİ MODELLEME PROJESİ SUNUMU’ gerçekleştirildi.

Çok sayıda tesisatçı ve mühendislik öğrencilerinin izlediği eğitim yılının son günlerine yaklaşırken TTMD'nin yaptığı yeni yıl kokteyli ile son buldu.



2014 Çalıştayı: Mekanik Tesisatta Isı Pompası Kullanımı Bursa'da Gerçekleştirildi.

Türk Tesisat Mühendisleri Derneği 2014 Yılı Çalıştayı 7-8-9 Kasım tarihleri arasında Bursa Çelik Palas Otel'de yapıldı. Bu yıl konusu "Mekanik Tesisatta Isı Pompası Kullanımı" olan Çalıştay'a, TTMD Yönetim Kurulu Üyeleri, TOBB İklimlendirme Meclisi, DOSİDER, ISKAV, İSKİD, İZODER, MTMD, EYODER temsilcileri, TTMD Komisyon Üyeleri, akademisyenler ve TTMD üyeleri katıldı.

Çalıştay'ın açılış konuşmasını yapan TTMD Yönetim Kurulu Başkanı Bahri Türkmen, mekanik tesisatta ısı pompasının önemine değinerek, yenilenebilir enerji olması, düşük ısı ihtiyacı ve düşük sistem sıcaklığına elverişli, düşük ses seviyeli, doğal ısıtma özelliği ile çok düşük maliyetli soğutma imkanının bulunması, diğer işletmelere göre daha az işletme maliyetinin olması, kaynakları koruma ve zararlı madde oluşumunu önleme, vs. açıklamalarından sonra Avrupa 'da bu tür uygulama yapanlara teşvik verildiğini vurguladı. Türkmen, 'Ülkemiz genelinde bu teknolojinin çok iyi tanımlanması ve tasarımların çok iyi dizayn edilerek, uygulamalarının da, bu çerçevede yapılması



neticesi, bu sistemin enerji tasarrufuna, çevre temizliğine ve tüketiciye ekonomik katkılar sağlayacağını ifade etti. Ayrıca Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği'nde yer alan Enerji Kimlik Belgesi ile ilgili BEP-TR adlı yazılım programındaki seçilen metodolojinin uygunsuzluğu, yazılımın yetersizliği ve sonuçlarının tartışma konusu olması, Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaştırılmasına İlişkin Yönetmelikteki eksiklikler konularında özet bilgiler verdi, görüşlerini paylaştı.

Çalıştay'ın ikinci oturumunda;

Toplantıya katılımda bulunan birçok Dernek Yöneticisi ve üyelerinin konu ile ilgili söyleşilerinden sonra, Atölye çalışmaları için: 3 gruba ayrılan ve Prof. Dr. Ahmet Arısoy, Prof. Dr. Birol Kılış Prof. Dr. Abdurrahman Kılıç'ın grup moderatörlüklerinde, grup moderatörleri ile Çalıştay Katılımcıları tarafından, 3 grup'un ayrı ayrı yaptığı çalışmalar neticesi, konularla ilgili görüşler paylaşılmıştır. Görüş ve değerlendirmelerin ardından Çalıştay tamamlandı



Çalıştay Sonuç Bildirgesi

Binalarda ısıtma, soğutma ve sıcak su üretimi, binanın %50 den Fazla enerji harcayan sistemleridir. Bu işlemlerin Isı Pompaları ile çözülmesi verimlilikte büyük katkı sağlar.

Isı Pompaları birçok kapasite ve tipte mevcuttur. Özellikle inverter kompresör teknolojisi ile çok daha verimli bir sistem dizaynı sağlayabilirler.

Tüm Dünya 'da Isı Pompalarının daha çok kullanımı ve gelişimi söz konusudur.

Türkiye 'de her tip Isı Pompası ile her boyutta yapılmış örnek uygulamalar mevcut olup, mühendislik açısından gerekli bilgiler mevcuttur.

Isı Pompası Sistemleri, hava, su veya toprak

gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanan sistemlerdir.

Bu kaynaklardan aldıkları ısıyı kullandıkları için Isı Pompaları çok düşük sera gazı ve çok düşük CO₂ emisyonu değerlerinde çalışabilirler.

Ülkemizin dış ülkelerden ithal ettiği doğal gaz 60 milyar dolar miktarı Isı Pompalarının daha yaygın kullanımı ile düşürülebilir ve bu sayede ekonomiye olumlu bir katkı sağlanabilir. Tüm bu olumlu yönlerden dolayı, hem üreticiyi hem de tüketiciyi cesaretlendirmek ve Isı Pompalarının kullanımını artırmak amacıyla Isı Pompaları Devlet Teşvik Programları kapsamına alınmalıdır.



TTMD 2014 Çalıştayı: Mekanik Tesisat'ta Isı Pompası Kullanımı (7-9 KASIM 2014- BURSA ÇELİK PALAS OTELİ)

Çalışma Grup Başkanları

1. Prof. Dr. Abdurrahman Kılıç: İpek Salonu
2. Prof.Dr. Ahmet Arısoy: Uludağ Salonu
3. Prof.Dr. Birol Kılıç: Koza Salonu

ISI POMPASI TANIMI VE KAPSAMI

SORUN

Ülkemizde Isı pompası cihaz tarif ve kapsamının net olmaması.

ÇÖZÜM

Kompresör kullanarak yüksek verimli hem soğutma hem de ısıtma yapan cihazlar ısı pompasıdır. Isı pompası düşük sıcaklıktaki bir rezervuardaki enerjiyi tahrik enerjisiyle beraber yüksek sıcaklıktaki bir rezervuara aktaran sistemdir. Split ve multi split klima sistemleri ısı pompası kapsamında değerlendirilmemelidir. Isı pompaları yenilenebilir enerji kaynağı kapsamında değerlendirilmelidir.

FIRSAT

Ülkemizde ısı pompası olarak sistem seçimlerinin doğru yapılabilmesinin sağlanabilmesi ve uygulanabilirlik imkanı.

ULUSAL ISI POMPASI STANDARTLARININ OLUŞTURULMASI

SORUN

Ülkemizde ısı pompası cihazları ile ilgili Ulusal bir standardımız yoktur.

ÇÖZÜM

Türkiye'de ısı pompaları ile ilişkili standartlarda eksiklikler bulunmaktadır. Bu konuda Avrupa Standartlarını esas alarak bir çalışma yapılması ve Türk Isı Pompası Standardının oluşturulması gerekmektedir. Ayrıca Bu konuda TTMD öncü rol üstlenebilir ve TSE ile görüşmeler yapılmalıdır. Avrupa Isı Pompası Birliği (EHPA) ve Energy Related Products (ERP) platformları ile ilişki ve bunların normlarının incelenmesi gerekmektedir.

FIRSAT

Ulusal standartlarının hazırlanması ile belirli bir

ürün kalitesi ve verimlilik değeri yakalanabilme imkanı.

ISI POMPASI MEVSİMSEL VERİMLİLİK DEĞERLERİNİN TANIMI VE AÇIKLAMASI

SORUN

Isı pompalarında doğru etiketleme yapılmamakta ve mevsimsel verimlilik dikkate alınmamaktadır. Isı pompaları ömrünün sadece %3 - 5 i arasında maksimum yükte, geri kalan ömründe ise kısmi yüklerde çalışmaktadır.

ÇÖZÜM

Isı Pompası tanımlarında mevsimsel verimlilik öne çıkartılmalıdır. Belirli verim değerlerinin altındaki cihazları yenilenebilir enerji kaynaklı ısı pompası olarak düşünülmemelidir. Verim tanımlarında çalışma koşulları dikkate alınmalıdır. Isı pompalarında uygun etiketleme önemlidir. Etiket bilgileri içinde mutlaka mevsimsel verim bilgileri yer almalıdır. Etiketlerde cihazın enerji sınıfı belirtilmelidir.

FIRSAT

Doğru cihazların seçilmesi sağlanarak, sistem verimliliğinin artırılması ve toplam elektrik tüketiminin azaltılabilme imkanı. Ayrıca 26 Eylül 2015 ten itibaren Avrupa'da tüm cihazlarda enerji verimliliği etiketlemesine geçiliyor olması.

ISI POMPALARININ KULLANILMASINDA DEVLET TEŞVİĞİ

SORUN

Isı pompaları kullanımında devlet teşvikinin olmaması.

ÇÖZÜM

Araştırma ve geliştirme projeleri ile uluslararası standartlarda üretim yapan yerli veya ithal katma değeri yüksek, belirli bir enerji verimliliği etiket değerinde olan ısı pompası cihazları yenilenebilir enerji kaynağı sınıfında değerlendirilmelidir. Bu kapsamda devlet üretici veya tüketiciye teşvik vermelidir. Bunun dışında ısı pompalarının konusunda kamuoyu

bilgilendirilmeli, başta TTMD olmak üzere sektörel dernekler öncülüğünde tasarımcı, uygulamacı ve yatırımcılara bu sistemin faydaları anlatılmalıdır. Bu konuda gerekli eğitim ve danışmanlık hizmeti verilmelidir. Banka kredisi uygulamalarını kolaylaştırmak amacıyla çalışma yapılarak konunun avantajları kredi kuruluşlarına anlatılmalı, Dünya Bankası ve yerel bankalardan kredi imkânları sağlanmalıdır.

FIRSAT

Yüksek verimli ısı pompalarının kullanım alanlarının yaygınlaşması ile enerji tasarrufu sağlama imkanı.

DOĞAL KAYNAKLARIN (YER ÜSTÜ VE YER ALTI SULARI) KULLANILMASI İLE İLGİLİ YASA VE YÖNETMELİKLERDE UYGULAMA KOLAYLIKLARININ SAĞLANMASI

SORUN

Doğal kaynakların (Yer üstü ve yer altı suları.) kullanılması konusunda yasal mevzuatta boşluklar bulunmaktadır. Bu nedenle bu kaynakların kullanılması ile ilgili uygulamada sorunlar yaşanmaktadır.

ÇÖZÜM

Doğal kaynakların kullanımı ile ilgili teknolojik tanım yapılmalı ve Bu kaynakların enerjilerinin Isı pompası sistemi içerisinde verimli olarak kullanımında, çevre dengesi de dikkate alınmalıdır. Yasa ve yönetmeliklerde uygulama kolaylıklarının sağlanabilmesi için yasal prosedürler netleştirilmelidir. Ülkemizde doğal kaynakların sürdürülebilir olması için, ısı pompası kullanımlarında hangi koşullarda kullanılabileceği konusunda standartlar hazırlanmalı, bu konuda TTMD koordinasyonunda diğer sektörel dernekler, kamu kurum ve kuruluşları (Belediyeler, DSİ, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı v.b.) ile birlikte çalışma yapılmalıdır.

FIRSAT

Ülkemizde zengin olan mevcut yer üstü ve yer altı doğal kaynakların kullanım potansiyelinin ortaya çıkartılması ve aynı zamanda bu kaynakların doğru kullanımı konusunda devletin dikkatinin çekilmesi imkanı.

EĞİTİM, ÖĞRETİM VE BİLİNÇLENDİRME

SORUN

Isı pompaları konusunda sektör katılımcılarının

ve son kullanıcıların yeterli bilgiye sahip olmaması.

ÇÖZÜM

Isı pompası sistem kullanımından kaynaklı enerji verimliliği, diğer sistemlerden farkı ve avantajlarının, yatırımcı, tasarımcı, sanayici ve son kullanıcıya anlatılması için aşağıdaki çalışmalar yapılmalıdır.

- Sektörel dernekler kendi içinde eğitim yapmalı,
- Tasarımcılara eğitim verilmeli
- Yatırımcı ve sanayicilere seminerler düzenlemeli
- Profesyonel tanıtım çalışmaları yapılmalı, kamu spotları hazırlanmalıdır.
- TTMD zaman kaybetmeden ısı pompa larına yönelik bir yayın hazırlanmalıdır.

Bu konuların her biri için, TTMD diğer sektör kuruluşları ve Enerji Verimliliği Danışmanlık firmaları ile işbirliği yapmalı ve birlikte dokümanlar hazırlanmalıdır.

FIRSAT

Isı pompası sistem seçiminin doğru yapılması ve bilinçlendirme ile birlikte kullanımın yaygınlaştırılması imkanı.

ISI POMPALI MELEZ SİSTEMLER

SORUN

Özellikle endüstriyel tesislerde Isı pompaları ile diğer enerji kaynaklarının birlikte düşünülmemesi, buna göre tasarım yapılmaması ve melez sistemlerin tercih edilmemesi.

ÇÖZÜM

Isı pompaları uygulamalarında

- Güneş enerjisi
- Baca gazları atık enerjisi
- Jeotermal enerji gibi değişik kaynaklar dikkate alınmalıdır.

Kojenerasyon ve Trijenerasyon sistem çözümleri araştırılmalıdır.

Özellikle endüstriyel tesisler için melez sistemler düşünülmeli, otomasyonu basit akılcı ve uygulanabilir olmalıdır.

FIRSAT

Melez sistemlerin kullanımının yaygınlaşması ile birlikte atık enerjilerden faydalanma imkanı

TTMD İzmir Temsilciliği Yeni Yılı Karşılama Kokteyli Yapıldı.

26 Aralık'ta İzmir'de EBSO'da gerçekleştirilen kokteyle TTMD Yönetim Kurulu Başkanı Bahri Türkmen, komisyon üyeleri, birçok firma

yetkilisi, TTMD İzmir Sponsor firmaları ve TTMD üyeleri yoğun katılım gösterdi.



40. Carrier Basic HAP Kursu TTMD Kozyatağı Ofisinde yapıldı.”

40. Carrier Basic Hap Kursu Eğitmenler Nermin Köroğlu Isın ve Aziz Erdoğan eşliğinde 18-19-20-21 Aralık 2014 tarihlerinde 8 kişinin katılımı ile TTMD Kozyatağı Ofisinde yapıldı.



Ani Sıcaklık Düşümü Ve Hız Artışlarının İnsan Isıl Konforu Ve Deri Yüzey Sıcaklıklarına Etkilerinin Deneysel İncelenmesi

Experimental investigation of the effects of sudden temperature drop and velocity increments on human thermal comfort and skin surface temperature

Nurullah Arslanoğlu, Abdulvahap Yiğit

Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, Bursa

Özet

Sıcak iklim bölgelerine iç ortam havasını şartlandırmak için iklimlendirme sistemleri kullanılır. İklimlendirilmemiş dış ortamlardan iklimlendirilmiş ortamlara giren insanlarda, ortam sıcaklığındaki ani düşüşler nedeniyle bir ısı konforsuzluk ve sağlık problemi ortaya çıkarmaktadır.

Bu çalışmada, sıcak yaz günlerinde ısı konfor odasının dışında, 28 °C sıcaklıkta 30 dakika süreyle bisiklete binen denekler, terlemiş bir halde, iklimlendirilen ve ısı konfor parametreleri değiştirilmiş ısı konfor odasına alınmakta ve deri yüzey sıcaklıkları 60 dakika süre ile belirli aralıklarla ölçülmüştür. Ayrıca bu süre içinde PMV indeksi sorgulaması yapılarak PMV değeri belirlenmiştir. Aynı dış ortam ve iç ortam şartları için aynı denekle, terli tersiz durumda ölçümler tekrarlanarak terin, deri yüzey sıcaklıklarının değişimine ve PMV indeksine etkisi bu çalışmada belirlenmiştir.

Özellikle, iç ortamda, yüksek hava hızları ve düşük hava sıcaklıklarında terin etkisinin olduğu ve deri yüzey sıcaklıklarında keskin düşüşlere sebep olduğu, ayrıca terin daha soğuk bir ısı konfor duyumuna sebep olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İklimlendirme, Isıl Konfor, PMV

1. Giriş

Arens ve arkadaşları, üniform ısı şartlarına maruz bıraktığı deneklerin, tüm vücut ve yerel vücut parçaları bazında ısı duyumlarını ve konfor algılarını sorgulamıştır. Çalışmada, yerel vücut parçaları için ısı duyum ve konforun büyük

Abstract

Air-conditioning is frequently used as a means of adjusting indoor thermal environment in hot humid areas. However, when entering an air-conditioned building from outdoors people may experience thermal discomfort and risk health consequence if the instantaneous change of air temperature.

In this study, experimental study was conducted to examine the effects of changes in the value of temperature down-steps from 28 to 24/22 °C and air velocity an up-step from 0.2 to 0.6 m/s. In the performed experiments, the variations of the skin surface temperature of both dry and sweaty subjects entering the climate chamber were measured and examined. The subjects were investigated about their thermal sensation to obtain the variation of the PMV index.

Keywords: Air conditioning, Thermal comfort, PMV

değişiklikler gösterdiği belirtilmektedir[1] . Arens ve arkadaşları ise 3 saatlik bir periyotta, vücut parçası bazında ısıtma ve soğutmaya maruz bıraktıkları denekleri incelemişlerdir. Böylece çalışmada, tüm vücut ve 19 yerel vücut parçası için, deri sıcaklıkları, kor sıcaklıkları, ısı duyum ve konfor cevapları toplanmıştır[2].

Atmaca ve Yigit, 2 bölmeli 16 parçalı Gagge modeli vasıtasıyla hazırlanan simülasyon ile ısı ortam bağıl neminin deri sıcaklığı ve ıslaklığı üzerine etkisini teorik olarak incelemiştir[3].

Bilindiği üzere, bulunulan çevreden memnun olunan düşünce hali ısı konfor olarak tanımlanmaktadır. Eğer insan bulunduğu ortam ile ısı denge halinde ise konforludur. Fakat ortam sıcaklığının veya aktivite düzeyinin yüksek olması gibi durumlarda üretilen metabolik ısı enerjisini atabilmek ve vücut ile ortam arasında ısı dengenin sağlanabilmesi için insanın fizyolojik denetim mekanizmaları devreye girer. Bu mekanizmalardan en önemli olanı terlemedir. Eğer ortam bağıl nemi yüksek ise, atmosferik su buharı basıncının artışına bağlı olarak vücudun gizli ısıyı atma yeteneği azalır ve vücut üzerindeki ter oranı yükselir. Bu gibi bir ortamda, vücut deri sıcaklığının yükselmesi ve deride kalan ıslaklık nedeni ile insan kendini konforsuz hissedebilir. Konforsuzluk deri ıslaklığına bağlıdır ve %25' in üzerindeki deri ıslaklığı konforsuzluğa neden olmaktadır[4]. Chen ve arkadaşları[5] ani sıcaklık değişimlerinin vücut sıcaklıklarına olan etkisini incelemişlerdir

Yigit [6] , 16 bağımsız vücut parçası yaklaşımı çerçevesinde Fanger ve Gagge modellerini birleştirmiş ve yeni bir model oluşturmuştur. Yuemei Wang ve arkadaşları[7], türbülans yoğunluğunun bölgesel deri sıcaklığındaki düşümlere olan etkisini incelemişlerdir, ayrıca deneklerin cereyandan duydukları memnuniyetsizlik durumunuda incelemişlerdir

Bu çalışmada; terin ani sıcaklık düşüşlerine maruz insanlarda ısı konfora etkisi incelenmiştir. Isıl konfor odası hava sıcaklığı ve hız değerlerinin değişimine bağlı olarak terli vücudun deri yüzey sıcaklıklarının ve insan ısı konfor duyumunun değişimi deneysel olarak araştırılmıştır. Aynı denek, aynı dış ortam şartlarında, terli ve tersiz durumda ısı konfor odasına alınarak deneyler yapılmıştır.

2.DENEYSEL METODOLOJİ

Çalışma Şekil 1.' de şematik olarak gösterilen ve Makine Mühendisliği Bölümü Isı Tekniği laboratuvarında bulunan eni, boyu ve yüksekliği sırasıyla 1.9 m, 3.7 m ve 2.4 m olan şartlandırma odasında yapılmıştır. Şartlandırma odasındaki

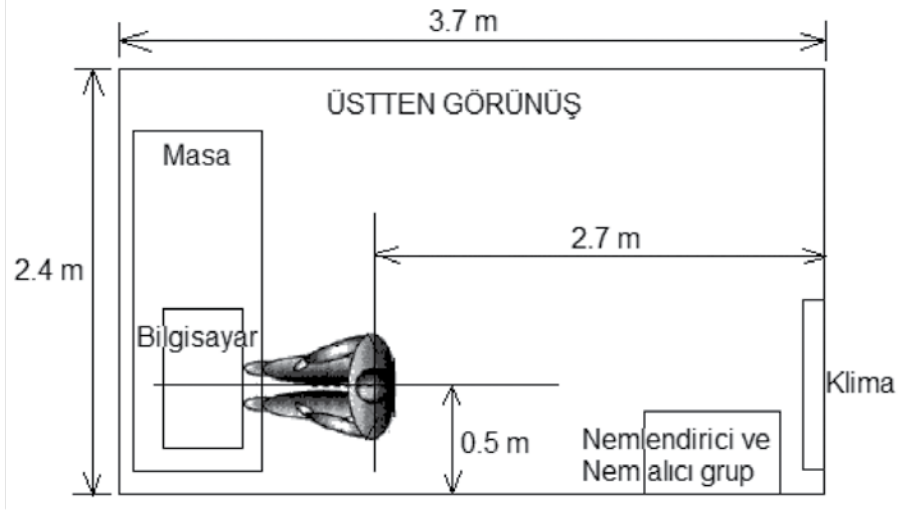
mevcut 3450 W soğutma kapasitesindeki klima, nemlendirici ve nem alıcı vasıtasıyla şartlandırma odasının nemi, sıcaklığı ve ortamdaki hava hızı değerleri sabitlenebilmekte ve mevcut ölçüm cihazları ile ölçülebilmektedir.

Şartlandırma odasının sıcaklık ayarı bahsedilen klima ile sağlanmıştır. Bu klimanın 3 kademeli fanı ile deney ortamında 3 farklı hava hızı da sağlanabilmektedir. Ortamın nemi ise, nemlendirici ve nem alıcı grup ile ayarlanmaktadır. Nemlendirme işlemi, su havuzu ile temasta olan gözenekli bir sünger içerisinden sürekli olarak ortam havasının sirkülasyonunu sağlayan bir nemlendirici cihaz ile yapılmaktadır. Gerektiğinde nem alma işlemi ise basit bir ısı pompası vazifesi gören cihaz ile sağlanmaktadır. Yine nem alıcı cihaz fanı ile ortam havasının sürekli olarak ısı pompası üzerinden sirkülasyonu sağlanmakta, böylece evaporatör üzerinden geçen havanın nemi alınırken bir miktar ısı da çekilmekte, kondenserde ise evaporatörde çekilen ısı tekrar havaya transfer edilerek, aynı sıcaklıktaki hava kurutulmuş olarak ortama geri verilmektedir. Nemlendirme işlemi buharla yapılmadığı için ortam sıcaklığını korumak da kolaylaşmaktadır. Fakat mevcut cihazla yapılan nemlendirme işlemi de zaman almaktadır. Bu nedenle ortam nemini ayarlamak için nemlendirici veya duruma göre nem alıcı ünite, deney başlamadan birkaç saat önce çalıştırılmaktadır. Deneyler sırasında ortam sıcaklığı, nemi ve hava hızının ölçümünde kullanılan cihazlar ileride tanıtılacaktır. Deney başlangıcından sonuna kadar sürekli olarak, bahsedilen bu cihazlarla, ortam sıcaklığı, nemi ve ortamdaki hava hızı takip edilmiş ve 15 dakika aralıklar ile kaydedilmiştir. Yine ortam şartlarında, deneyler süresince belirli salınımlar gerçekleşmiştir. Deneyler sırasında ölçülen değerler için salınımların, sıcaklık için ± 0.5 o C, nem için $\pm 5\%$ ve hız için ± 0.05 m/s mertebelerinde olduğu gözlemlenmiştir.

Deney kapsamında denekler klimanın bulunduğu yüzeye arkası dönük halde bilgisayar başında oturacak şekilde konumlandırılmışlardır. Şekil.1.'de gösterildiği gibi deneğin tam ensesi hizasından ortam sıcaklığı, nemi ve ortamdaki hava hızı ölçülebilmektedir. Deneyler esnasında deneğin ense, sağ omuz, sol omuz deri sıcaklığı

ölçümü yapılabilmektedir. Deneklerin konumu ve ölçüm noktaları yine Şekil 1'den açıkça görülebilmektedir. Deneklerin duvarlardan

olan mesafelere göre oturma konumu da Şekil 1' de verilen üstten görünüşten açıkça görülebilmektedir.



Şekil 1. Şartlandırma odasının üstten görünüşü ve insanın duvarlara göre konumu

Denekler her deney sırasında sıcaklık, nem ve hava hızı kontrolü sağlanan ısı konfor odasında 60 dakika süre ile bulunmuşlardır. Deneysel çalışma 4 hafta sürmüştür. 1. hafta deneklerin vücutları kuru halde iken, oda nemi %50 de tutulmuş, ortam hava hızı 0.2 m/s de ve ortam sıcaklığı; 22 °C de sabitlenmiştir. 2. hafta denekler vücutları kuru iken şartlandırma odasına alınmış, ortam sıcaklığı ve nemi 24 °C ve %50 değerlerinde sabit iken hız; 0.2 m/s, 0.4 m/s, 0.6 m/s değerlerine kademelendirilmiştir. 3. ve 4.hafta aynı deneyler terli denekler üzerinde yapılmıştır.

Bütün bunların yanı sıra, tüm deneyler sırasında deneklerin buldukları ortamdaki hissettikleri ısıl duyum da sorgulanmıştır. ısı konfor ya da konforsuzluğun yanı sıra ısıl duyumun tespiti için "Tahmini Ortalama Oy (PMV)" indisi kullanılmıştır. PMV geniş bir insan grubunun ısıl ortama verdiği tepkiyi ortalama olarak tahmin edebilen 7 noktalı ölçeğe dayalı bir ısıl duyum indisidir. Bu ölçek şu şekildedir:

- | | |
|---------------|---------|
| +3 Sıcak | +2 Ilık |
| +1 Biraz ılık | 0 Nötr |

- | | |
|----------------|----------|
| -1 Biraz serin | -2 Serin |
| -3 Soğuk | |

Deneylere, yaşları 20 ile 25 arasında değişen Tekstil ve Makine Mühendisliği Bölümünde lisans ve lisansüstü seviyede eğitim gören 15 erkek denek, gönüllü olarak katılmıştır. Şartları kabul eden gönüllü 15 adet erkek deneye ait antropometrik özellikler ve bunların ortalamaları ile standart sapmaları Tablo 1.' de sunulmaktadır.

Deneyler sırasında deneklerden yazlık erkek giyimi olarak isimlendirilen giysi takımının giyilmesi istenmiştir. Bu giysi takımı pamuklu iç çamaşırı ve çorap ile polyester ve pamuk karışımı pantolon ve kısa kollu gömlekten ve tişört den oluşmaktadır.

Deneyler sırasında ortam sıcaklığı, bağıl nemi, denekğin tam sırt bölgesi hizasındaki hava hızı sürekli olarak takip edilmiştir. Bunun yanı sıra ense, sağ omuz ve sol omuz sıcaklığı ölçülmüştür. Bu kısımda ölçümlerde kullanılan bu cihazlar anlatılacaktır.

Tablo 1. Deneklere ait antropometrik özellikler

Cinsiyeti	Denek sayısı	Yaş	Boy (m)	Kilo (kg)	DuBois yüzey alanı (m^2)
Erkek	15	22.9	1.78	76.99	1.94
		±	±	±	±
		2.09	0.07	8.98	0.14

Şartlandırma odası sıcaklığı, bağıl nemi ve deneğin sırt bölgesi hizasındaki hava hızı, 6 kanallı Testo 454 veri toplama cihazı ile ölçülerek, 15 dakikalık aralıklar ile kaydedilmiştir.

Hız probu ile deneğin tam sırt hizasındaki hız değeri sürekli olarak ölçülmüş ve 15 dakika aralıklar ile kaydedilmiştir. Hız probu 0 m/s ile 20 m/s arasında ölçüm yapabilmektedir. Bu probun, 0 m/s ile 2 m/s ölçüm aralığında hassasiyeti ± 0.03 m/s iken 2 m/s ile 20 m/s aralığında hassasiyeti ± 0.2 m/s' dir.

Sıcaklık ve nem ölçümlerinde kullanılan prob, %0 ile %100 bağıl nem aralığında ölçüm yapabilmektedir. %0 ile %9.9 bağıl nem aralığında hassasiyet ± 2 , %10 ile %90 bağıl nem aralığında hassasiyet ± 1 iken %90.1 ile %100 bağıl nem aralığında hassasiyet ± 2 kadardır. Bu prob ile -20 °C ile +70 °C arasında sıcaklık ölçümü de yapılabilmektedir. -20 °C ile -10.1 °C sıcaklık aralığında hassasiyet ± 0.5 °C, -10 °C ile +50 °C sıcaklık aralığında hassasiyet ± 0.4 °C iken +50.1 °C ile +70 °C sıcaklık aralığında hassasiyet ± 0.5 °C' dir.

Deneyler esnasında oda içerisindeki yerel sıcaklık ve bağıl nem değerlerindeki değişimin ihmal edilebilir mertebelerde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca şartlandırma odası laboratuvar ortamında olduğu için direkt güneş ışınımı da almamaktadır. Bu nedenle duvar sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki fark ihmal edilebilir düzeydedir. Yani ortam sıcaklığı ile ortalama ışınım sıcaklığı hemen hemen eşittir.

Daha öncede belirtildiği gibi, deneyler sırasında deneğin ense, sağ omuz ve sol omuz sıcaklık ölçümleri, Comark C9008 termometre ile yapılmıştır. Bahsedilen termometre 2 kanallıdır ve hassasiyeti +23 °C' de ± 0.2 °C kadardır. Ölçüm probu, termometreye uygun, K tipi, yüzey sıcaklık ölçümünde kullanılan bir

prob türüdür. Bu prob için ölçüm aralığı -50 °C / +250 °C dir. Probun sıcaklığı algılama süresi 0.2 saniyedir. Prob uzunluğu 100 mm, uç çapı ise 7.5 mm dir.

3.DENEY BULGULARI

Bu çalışmada, ısı konforu etkileyen parametrelerden 3 tanesi(aktivite durumu, giysi direnci ve bağıl nem) sabit tutulmuş, diğer iki parametrenin değişiminin ısı konfora etkileri incelenmiştir. Deneyler sırasında deneklere, deneğin ısıl duyumunu tespit için PMV sorgulaması da yapılmıştır. Bilindiği üzere, PMV, 7 ölçeğe bağlı ve geniş bir insan kümesiyle yapılan deneyler ile elde edilen bir ısıl duyum ölçeğidir. PMV ölçeğine göre, +1 ve -1 sırasıyla ılıkça ve serince durumunu göstermektedir. PMV indeksinin sıcaklık düşümü ile değişimi Tablo 2'den görülmektedir. 4 ve 6 °C lik sıcaklık düşümlerinin PMV değerini etkilediği ve indeksin -1 değerine kadar düştüğü, ancak deneklerin terli veya tersiz olmasının PMV değerini pek etkilemediği görülmektedir.

PMV indeksinin oda hız değerleri ile değişimi ise Tablo 3' de verilmiştir. Hız değişiminin PMV değeri üzerinde daha etkili olduğu ve 0.6 m/s hız değerinde PMV indeksinin -2 değerine kadar düştüğü görülmektedir. Oda hava hızının artması durumunda, terli olmanın etkisinin de arttığı görülmüştür.

Tablo 2. Farklı iç ortam sıcaklıklarında ve 0.2 m/s hava hızında deneklerin PMV sorgusuna verdiği cevaplardan elde edilen ortalama PMV değerleri

	TERLİ		TERSİZ	
SICAKLIK (°C)	22	24	22	24
PMV	-1.0	-0.5	-1.0	-0.5

Tablo 3. F24 °C iç ortam sıcaklığında farklı iç ortam hava hızlarında deneklerin PMV sorgusuna verdiği cevaplardan elde edilen ortalama PMV değerleri

	TERLİ			TERSİZ		
HIZ (m/s)	0.2	0.4	0.4	0.2	0.4	0.6
PMV	-1.0	-1.5	-1.5	-0.5	-1.0	-1.5

Ayrıca farklı iç ortam sıcaklıklarında, insanın kuru ve terli hali için 0.2 m/s, 0.4 m/s, 0.6 m/s hava hız değerlerinde ense, sağ omuz, sol omuz deri yüzey sıcaklıklarının 1 saatlik zaman diliminde zamana bağlı değişimleri aşağıda verilmiştir.

Denekler üzerinde sıcaklık ölçümleri vücudun üst bölgesi için yapılmıştır. Bunun sebebi ise klimadan gelen havanın bu bölgeleri daha fazla etkilemesidir. Bu bölge üzerinde 3 farklı noktadan (arka boyun, sağ omuz ve sol omuz) deri yüzey sıcaklıkları ölçülmüştür. Ölçülen bu üç nokta sıcaklığının aritmetik ortalaması alınarak boyun-omuz bölgesinin ortalama deri yüzey sıcaklığı bulunmuştur. Yapılan ölçümlerde çıplak olan boyun deri yüzey sıcaklığının, giysili olan sol ve sağ omuz sıcaklıklarından daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun sebebi ise sağ ve sol omuz deri yüzeyinde toplam ısıl direncin yüksek olmasıdır. Bu farklılık Tablo 4 den görülmektedir. 15 denek üzerinde yapılan ayrı ayrı ölçümlerin aritmetik ortalaması alınarak; boyun, sol omuz ve sağ omuz ortalama deri yüzey sıcaklıkları tanımlanmıştır.

Yapılan ölçüm sonuçlarının doğruluğunu ortaya koymak için tersiz denek ölçüm sonuçları, Chen ve arkadaşları tarafından yapılan deneysel çalışma sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada da oda hava hızları 0.2 m/s civarındadır. Tablo 4 de 28°C sıcaklıktaki ortamdan 24°C sıcaklıktaki ortama giren deneklerin 0.2 m/s hava hızında deri yüzey sıcaklıklarının zamanla değişimleri görülmektedir. Chen ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada zaman aralıkları 2 dakika seçildiğinden deri yüzey sıcaklıklarının, düşük sıcaklıktaki ortama girdikten hemen sonra keskin bir şekilde düşmesi ve sonra vücut ısıl denge mekanizmalarının devreye girmesi ile deri yüzey sıcaklıklarının toparlanıp yükselmesi görülebilmektedir. Bu çalışmada ölçüm zaman aralıkları 15 dakika seçildiğinden, bu ilk zaman aralığındaki deri yüzey sıcaklıklarındaki düşüş ve yükseliş görülememektedir. Ancak her iki çalışmada da tersiz deneklerin, sıcaklığı 28°C tutulan odadan, 24°C sıcaklıktaki odaya girdiklerinde, deri yüzey sıcaklığının, düşük oda sıcaklığı sebebiyle, önce azaldığı görülmüştür. Daha sonra ise vücut ısıl denge mekanizmasının

devreye girmesiyle, damarlardan akan kan debisinin azalmasıyla, vücut deri yüzey sıcaklığı artmaya başlamış, bir süre sonra ise, deri yüzeyinden olan ısı transferinin etkisiyle, tekrar azalmaya başladığı görülmektedir. Chen ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, deneklerin deri yüzey sıcaklığının 32 °C sıcaklıktan, 20 dakika sonra 29.82-30.59°C değerine düştüğü, bu çalışmada ise 32.1 °C sıcaklıktan 31.6 °C sıcaklığa düştüğü görülmüş ve bu sıcaklık değerlerinin sürekli rejim sıcaklığı olduğu gözlemlenmiştir.

Sıcaklık düşüş değeri arttıkça deri yüzey sıcaklıklarının çok az da olsa azaldığı Tablo 4 ve Tablo 7 den görülmektedir. Tersiz haldeki deneklerin, başlangıçta yaklaşık 32.0 °C değerinde olan deri yüzey sıcaklıklarının 4°C lik sıcaklık düşümü halinde, 60 dakikalık süre sonunda, 31.5°C düştüğü, 6 °C lik sıcaklık düşümü için ise 31.4 °C düştüğü görülmektedir.

Terli halde ise bu düşüşlerin çok daha keskin olduğu şekilden görülmektedir. Başlangıçta deri yüzey sıcaklığı 29.8°C iken, 4°C lik sıcaklık düşümü için, 60 dakika sonunda ortalama deri yüzey sıcaklığı 29.1 °C sıcaklığa düşerken, 6 °C lik sıcaklık düşümü için, deri yüzey sıcaklığı 29.43 °C den 28.8 °C sıcaklığa düşmektedir.

Dış ortam sıcaklığının 28 °C de tutulduğu deneyde, iç ortam hava sıcaklığı 24 °C ve bağıl nemi %50 değerinde sabit tutularak hava hızlarının değişiminin etkisi Tablo 4-5-6 den görülmektedir. Tersiz durum içi yapılan deneylerde; başlangıçta yaklaşık 32.1 °C değerinde olan deri yüzey sıcaklıklarının, hava hızı 0.2 m/s olan odaya giren deneklerde, bu değerlerin ortalaması 60 dakika sonunda 31.5 °C sıcaklığa düşmektedir. Oda içindeki hava hızı 0.4 m/s olduğunda, deri yüzey sıcaklığı, 30.5 °C ye düşmekte ve 0.6 m/s olması durumunda ise 30.8 °C ye düşmektedir.

Terli deneklerin deri yüzey sıcaklıklarında düşüşün daha fazla olduğu Tablo 4-5-6 dan görülmektedir. Başlangıçta 29.8 °C olan deneklerin ortalama deri yüzey sıcaklıkları, 60 dakika sonunda, 0.2 m/s hava hızında 29.1 °C ye, 0.4 m/s hava hızında 29 °C ye ve 0.6 m/s hızda ise 28.4 °C sıcaklığa düşmektedir.

Tablo 4. 24 °C iç ortam sıcaklığı ve 0.2 m/s hava hızında deri yüzey sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi

ZAMAN (d)	TERLİ			Ortalama	TERSİZ			Ortalama
	ENSE	SAĞ OMUZ	SOL OMUZ		ENSE	SAĞ OMUZ	SOL OMUZ	
0	29.7	29.9	29.8	29.8	31.2	32.4	32.7	32.1
15	30.06	30.1	29.5	29.8	30.7	32.5	32.5	31.9
30	29.4	29.9	30.2	29.8	30.2	32.45	32.15	31.6
45	29.06	30.06	29.7	29.6	29.8	32.7	32.6	31.7
60	28.4	29.6	29.4	29.1	29.5	32.7	32.5	31.5

Tablo 5. 24 °C iç ortam sıcaklığı ve 0.4 m/s hava hızında deri yüzey sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi

ZAMAN (d)	TERLİ			Ortalama	TERSİZ			Ortalama
	ENSE	SAĞ OMUZ	SOL OMUZ		ENSE	SAĞ OMUZ	SOL OMUZ	
0	29.5	29.5	29.4	29.5	30.05	31.6	31	30.8
15	29.2	29.7	29.6	29.5	30.3	32.1	31.7	31.36
30	28.5	29.7	29.6	29.2	29.7	31.7	31.3	30.9
45	28.6	29.3	29.3	29	29.7	31.6	31	30.7
60	28.9	29.9	29.3	29	29.3	31.3	31	30.5

Tablo 6. 4 °C iç ortam sıcaklığı ve 0.6 m/s hava hızında deri yüzey sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi

ZAMAN (d)	TERLİ			Ortalama	TERSİZ			Ortalama
	ENSE	SAĞ OMUZ	SOL OMUZ		ENSE	SAĞ OMUZ	SOL OMUZ	
0	29.3	28.6	28.3	28.7	30.6	31.45	31.6	31.2
15	30.3	30.06	29.8	30	30.3	32.3	31.9	31.5
30	28.9	29.3	29.5	29.2	29.85	31.85	31.5	31.0
45	28.7	29.5	29.2	29.1	29.57	32.05	31.5	31.0
60	28.1	28.5	28.8	28.4	29.15	31.95	31.4	30.8

Tablo 7. 22 °C iç ortam sıcaklığı ve 0.2 m/s hava hızında deri yüzey sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi

ZAMAN (d)	TERLİ			Ortalama	TERSİZ			Ortalama
	ENSE	SAĞ OMUZ	SOL OMUZ		ENSE	SAĞ OMUZ	SOL OMUZ	
0	29.4	29.4	29.5	29.43	31.5	31.4	31.4	31.4
15	28.8	29.9	30	29.5	31.7	33	33.2	32.5
30	29.3	29.8	30.4	30.1	30.8	32.6	32.7	32.0
45	27.9	29.3	29.4	28.8	30.4	32.6	32.8	31.9
60	28.3	29.2	29.1	28.8	29.9	32.1	32.3	31.4

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan deneysel çalışma sonucunda %50 izafi nemde, 0.5 clo giysi ısı direnci için sıcaklık düşümü ve hız artışının deri yüzey sıcaklıkları ve PMV indeksi üzerine etkileri için aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

1. Artan sıcaklık düşümü ile deri yüzey sıcaklık değerleri azalmaktadır. Bu azalma terli deneklerde daha belirgin olmaktadır.
2. Deri yüzey sıcaklıklarındaki düşüşlerin ilk 15 dakika içinde keskin olduğu, daha sonra ise düşüş hızının azaldığı görülmektedir. Yani insan vücudu ısı denge mekanizmalarının harekete geçerek 15 dakika içinde, neredeyse, ısı dengeyi sağladığı görülmektedir.
3. Terin deri yüzey sıcaklıklarındaki düşüslere etkisi, hava hızı artımları için daha fazla olmaktadır
4. Terin PMV indeksi üzerinde etkisi, sıcaklık düşüş değerlerinin değişiminde belirgin değildir.
5. Terin PMV indeksi üzerinde etkisi, hava hızı artışları için belirgin olmaktadır.

Terli olarak klimalı ortamlara giren insanların, vücut deri yüzey sıcaklıklarında ani düşüşler sebebiyle, bazı rahatsızlıklar hissetmeleri olasıdır. Özellikle, otomobillerde dar hacimler sebebiyle artan hava hızlarının bu rahatsızlıkları artıracığı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Arens, E, Zhang, H, Huizenga, C. 2006(a). Partial and whole - body thermal sensation and comfort - part I: uniform environmental conditions. Journal of Thermal Biology. Vol.31, pp 53 - 59.
- [2] Arens, E, Zhang, H, Huizenga, C. 2006(b). Partial and whole - body thermal sensation and comfort - part II: non - uniform environmental conditions. Journal of Thermal Biology. Vol. 31, pp 60 - 66.

[3] Atmaca, İ, Yiğit, A. 2006. Predicting the effect of relative humidity on skin temperature and skin wettedness. Journal of Thermal Biology. Vol.31, pp 442 - 452.

[4] Berglund, L G.1998. Comfort and humidity. ASHRAE Journal, pp 35-41.

[5] Chen, C P, Hwang, R Y, Chang, S Y, and Lu Y T. 2011. Effects of temperature steps on human skin physiology and thermal sensation response. Building and Environment. Vol. 46, pp 2387 - 2397.

[6] Yiğit, A. 1999. Combining Thermal Comfort Models. ASHRAE Transactions. Vol. 105(1), pp 149 - 156.

[7] Yuemei, W, Zhiwei, L, and Li L. 2011. The effect of turbulence intensity on local skin temperature and subjective responses to draft. Energy and Buildings. Vol. 43, pp 2678-2683.

ÖZGEÇMİŞLER

Nurullah ARSLANOĞLU: 1983 yılı Belçika doğumludur. 2002 yılında, Uludağ Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde başladığı yüksek öğrenimini, 2006 yılında bitirdi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalından 2009 yılında yüksek lisans derecesi aldı.2008 yılı Ocak ayında Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başlayan Nurullah Arslanoğlu halen görevine ve doktora çalışmalarına devam etmektedir.

Abdulvahap YİĞİT:1961 yılı Pertek doğumludur. 1982 yılında İ.T.Ü. Genel Makine bölümünden lisans, 1984 yılında İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsünden yüksek lisans diplomasını aldı. Aynı enstitüde 1990 yılında doktorasını tamamladı. 1993 yılında Doçent, 2000 yılında Profesör oldu. Halen Uludağ Üniversitesinde öğretim üyesidir. Evli ve üç çocuk babasıdır.

Klima bunun neresinde?

City Multi Ürün Gami, 32 farklı model ve 176 farklı iç ünite seçeneğiyle mekanın estetiğini göze görünmeden tamamlar.

CITY MULTI

YENİ



Split İç Ünitesi
(Duvar Tipi)



Duvar Tipi



Asılı Tavan Tipi



Gizli Tavan Tipi



Döşeme Tipi



Klima Santrali
(FAU)



DX Bataryalı
Hava Perdesi

YENİ



Split İç Ünitesi
(Ticari Tip)



Tek Yöne Üflemlerli
Kaset Tipi



2 Yöne Üflemlerli
Kaset Tipi



4 Yöne Üflemlerli
Kaset Tipi



Ticari Tip Su Isıtıcısı
(Hydrodan)



Hassas Kontrollü



Isı Geri Kazanım
Ünitesi (Lossnay)

GWP Oranı Düşük Soğutucu Akışkan Karışımlarının Buhar Sıkıştırılmalı Soğutma Çevriminde İncelenmesi

The investigation of refrigerant mixtures with lower GWP rate in vapour compression refrigeration cycle

Ubade Kemerli, Şevket Özgür Atayılmaz, Ayşegül Öztürk

Özet

Montreal Protokolü ve Kyoto Sözleşmesi ile birlikte dünya çapında kullanımı sınırlandırılan kloroflorokarbon(CFC) ve hidrokloroflorokarbon(HCFC) akışkanların yerini gün geçtikçe ODP(Ozon Tahrip Potansiyeli) ve GWP(Küresel Isınma Potansiyeli) oranı düşük soğutucu akışkanlar almaya başlamıştır. Eysel buzdolabı kullanımında bu akışkanların başında bir hidrokarbon(HC) soğutucu akışkan olan izobütan(R600a) bulunmakla beraber GWP oranı düşük soğutucu akışkanlar ve bunların karışımlarının kullanılması için çalışmalar halen devam etmektedir. Bu çalışmayla piyasada bulunan mevcut hidrokarbonlar izobütan(R600a), propan(R290) ve hidrofloro-olefin(HFO) grubu R1234yf, R1234ze gibi soğutucu akışkanların HFP-HC şeklinde çaprazlanarak oluşturulduğu ikili karışımları MATLAB ve REFPROP programında oluşturulan hesaplamalar ile termodinamik çevrimde incelenecektir. Bu incelemeler sonucunda bu karışımların sıcaklık kaymaları, kompresör çıkış sıcaklıkları, hacimsel soğutma kapasiteleri ve COP değerleri kendi içlerinde ve R134a'da dahil olmak üzere saf soğutucu akışkanlar ile kıyaslanarak bu karışımların karakteristikleri belirlenmeye çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Soğutucu Akışkan Karışımları, GWP, ODP, evsel buzdolabı, soğutma, hidrokarbonlar, HFO

Abstract

Today, refrigerants which has low GWP(Greenhouse Warming Potential) and ODP(Ozone Depletion Potential) values are being used increasingly day by day after the restrictions accepted by Montreal and Kyoto Protocol for usage of chlorofluorocarbon(CFC) and hydrochlorofluorocarbon(HCFC) refrigerants. Isobutane(R600a) is widely used today in domestic refrigerators among low GWP refrigerants. Today, many studies are being conducted for reaching ideal low GWP refrigerants for vapour compression refrigeration systems. This study aims to investigate the HFO-HC crossbred binary mixtures of the low GWP refrigerants of HCs R600a and R290 and hydrofluoroolefins(HFO) R1234yf and R1234ze on the model prepared in MATLAB and REFPROP to examine the performance in thermodynamic cycles. After these examinations, values such as temperature glides of the mixtures, compressor discharge temperatures, volumetric refrigerating effects and COPs will be compared among each other and with pure refrigerants including R134a. Hence, the characteristics of these mixtures will be tried to be determined.

Keywords: Refrigerant mixtures, GWP, ODP, domestic refrigerator, refrigeration, hydrocarbons, HFOs

1. Giriş

İXX yy.'da buzdolaplarının kullanımının yaygınlaşması ile beraber artan endüstriyel soğutma, klima gibi uygulamaların duyduğu soğutucu akışkan ihtiyacına 1930 yılında Midgley ve Henne[1] tarafından bulunan CFC soğutucu akışkanlar cevap vermiştir.

Ancak soğutucu akışkanların kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte bu soğutucu akışkanların çevreye verdiği zararlar da gündeme gelmeye başlamıştır. Genel olarak soğutucu akışkanların çevreye verdiği zararlar ikiye ayrılır. Bunlardan ilki ozon tabakasının doğrudan tahribidir ve ODP (Ozone Depletion Potential, Ozon Tahrip Potansiyeli)

şeklinde ifade edilir. Diğeri ise küresel ısınma etkileri ile verilen zarardır ve bu zarar ise GWP(Greenhouse Warming Potential, Küresel Isınma Potansiyeli) şeklinde ifade edilmektedir.

CFC soğutucu akışkanların ozon tabakasını tahrip ettiğinin anlaşılmasıyla birlikte ozon tabakasını daha az tahrip eden HCFC soğutucu akışkanlar piyasaya sürülmüştür. Ancak HCFC soğutucu akışkanlar da her ne kadar ODP değeri düşük olsa da tamamen sıfır olmaması ve yüksek GWP değerleri ile beraber iyi bir alternatif olmamıştır. İlerleyen yıllarda HFC soğutucu akışkanlar piyasada yer almaya başlamışlardır. Tablo 1'de görülen R134a gibi sıfır ODP değerine sahip olan bu soğutucu akışkanlar da halen yüksek GWP değerlerine sahiptir ve Kyoto Protokolü ile başlayan süreçte bu soğutucu akışkanların da kullanımı sınırlandırılmaya başlanmıştır. Böylece soğutma endüstrisi sıfır ODP ve sıfır GWP değerine sahip soğutucu akışkanları bulmaya çalışmıştır. Bu yönde süren çalışmalar HC'ları ön plana çıkartmıştır ve günümüzde R600a gibi HC'lar ev tipi buzdolaplarında kullanım alanı bulmaktadır.

Son yıllarda ise isimleri yeni duyulmaya başlanan R1234yf ve R1234ze gibi HFO soğutucu akışkanlar çok düşük GWP ve HC'lara kıyasla daha hafif yanıcılık değerleriyle HC'lara alternatif olma veya karışım soğutucu akışkanı olarak kullanıma ihtimallerini getirmiştir.

R1234yf'ye getirilen en büyük eleştiri yandığı zaman zehirleyici hidroflorik asit açığa çıkarmasıdır. Bu durum özellikle Alman medyası tarafından dile getirilmiştir. Ancak üreticiler R134a'nın da yandığı zaman R1234yf'den %11 daha fazla HF açığa çıkardığını ve daha önce

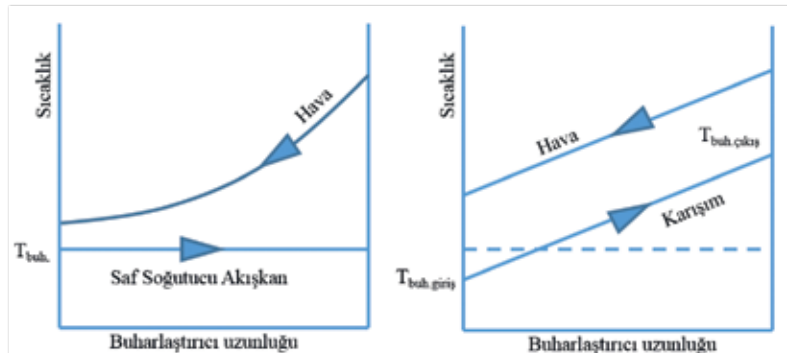
kullanılan R12 gibi akışkanların da yandığı zaman HF açığa çıkardığını belirtmişlerdir. Önceki durumlarda ciddi vakalarla karşılaşmadığını vurgulamışlardır.

R1234yf soğutucu akışkanı A2L Amerika Isıtma Soğutma ve Klima Mühendisleri Birliği(ASHRAE) sınıfına sahiptir böylece propan ve izobütana kıyaslandığında yanıcılığı daha hafiftir. Sıfır ODP'ye sahip olan R1234yf'nin en önemli özelliği çok düşük GWP değerine sahip olmasıdır. Bu nedenle yüksek GWP oranına sahip R134a yerine genellikle otomobil klimalarında kullanımı gündeme gelmektedir. Çünkü düşük GWP'ye sahip HC'ların araçlarda kullanılması büyük risk oluşturmaktadır.

Klima, ısı pompası ve buzdolabı gibi uygulamalarda kullanılması önerilen R1234ze de 6 gibi çok düşük bir GWP oranına sahiptir.

Soğutucu Akışkan Karışımları

Soğutucu akışkan karışımları kısaca azeotropik ve zeotropik diye iki gruba ayrılabilir. İşin kimyasal doğası bir yana, soğutma çevrimi için önemli olan özellik, zeotropik soğutucu akışkan karışımlarının kaynama ve yoğuşma esnasında sıcaklık kaymasına sahip olması ve böylece soğutma çevriminde Soğutma Etkinlik Katsayısı(COP) artışı sağlamasıdır. Bu artış Şekil 1'de görülebilir. Burada görüldüğü gibi oluşan sıcaklık kaymasıyla hava tarafında logaritmik olarak değişen sıcaklık profilleri lineer hale gelerek COP'nin artmasını sağlamaktadır. Aynı durum yoğuşturucu için de geçerlidir. Hava tarafındaki bu sıcaklık profilleri fan kullanma gereğini de ortadan kaldırarak yoğuşturucu ve buharlaştırıcıda fan kullanımı ile gelebilecek enerji tüketimlerini iptal etmektedirler.



Şekil 1. Zeotropik karışım kullanımında buharlaştırıcıda enerji tasarrufu

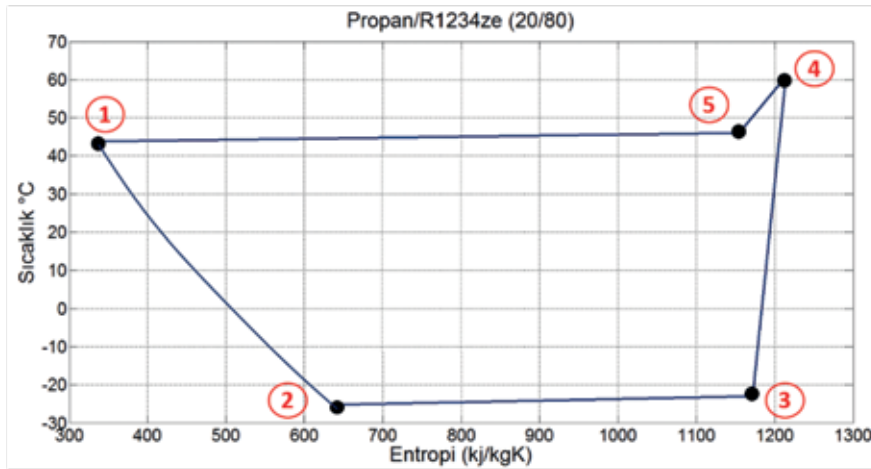
Mevcut Çalışmalar

Didion ve Bivens [2] 1990 yılında soğutucu akışkan karışımlarını incelemişlerdir. Bu çalışma soğutucu akışkan karışımlarının yapısını, çeşitlerini ve davranışlarını ortaya koyan önemli bir çalışmadır. Jung ve Radermacher[3] 1991 yılında farklı soğutucu akışkan karışımlarını R12'ye alternatif bulma amacıyla modellemişlerdir. Bodio [4] 1993 yılında propan/bütan karışımlarını evsel buzdolaplarında deneyerek R12 yerine alternatif soğutucu akışkan karışımı bulmuştur. Bu yıllardan sonra soğutucu akışkan karışımlarının evsel buzdolaplarında incelenmesi konusunda birçok deneysel çalışma yapılmıştır. Tashtoush [5] 2002 yılında bütan, propan ve R134a karışımını incelemiştir. Wongwises [6] 2005 yılında, Fatouh 2006 [7] yılında yine hidrokarbon karışımlarını evsel buzdolaplarında denemişlerdir. Genel olarak karışımlar konusu daha çok hidrokarbon karışımlarına yoğunlaşmış durumdadır. Bu çalışmada incelenecek olan R1234yf ve R1234ze ile ilgili çalışmalar incelendiğinde ise, 2013 yılında Esbri[8] yaptığı çalışmada R1234yf soğutucu akışkanını buhar sıkıştırmalı soğutma çevriminde deneysel olarak R134a'ya alternatif olarak incelemiştir. Daha yüksek yoğuşma sıcaklıklarında ve ısı değiştiricisi kullanıldığı zaman aradaki fark azalsa da R134a'dan daha düşük performans elde etmiştir. Ancak burada amaçlanan daha iyi performans sağlamak değil yüksek GWP'ye sahip R134a'ya

yakın değerlere sahip çevreci bir alternatif sunmaktır. Zilio[9] 2011 yılında R1234yf 'nin otomobil klimalarında soğutucu akışkan olarak kullanılmasını incelemiştir. Teorik incelemeler sonucunda yoğuşturucu ve buharlaştırıcı alanlarının artırılması durumunda ve yüklenmiş kompresör kapasitesiyle R134a'dan yüksek COP yakalamıştır. 2014 yılında Fukuda[10] R1234ze soğutucu akışkanını yüksek sıcaklıkta ısı pompaları için incelemiştir ve bu soğutucu akışkanların 100°C-120°C gibi yüksek yoğuşturucu sıcaklığı gerektiren ısı pompası uygulamalarında kullanılabileceği sonucuna varmıştır.

METOD

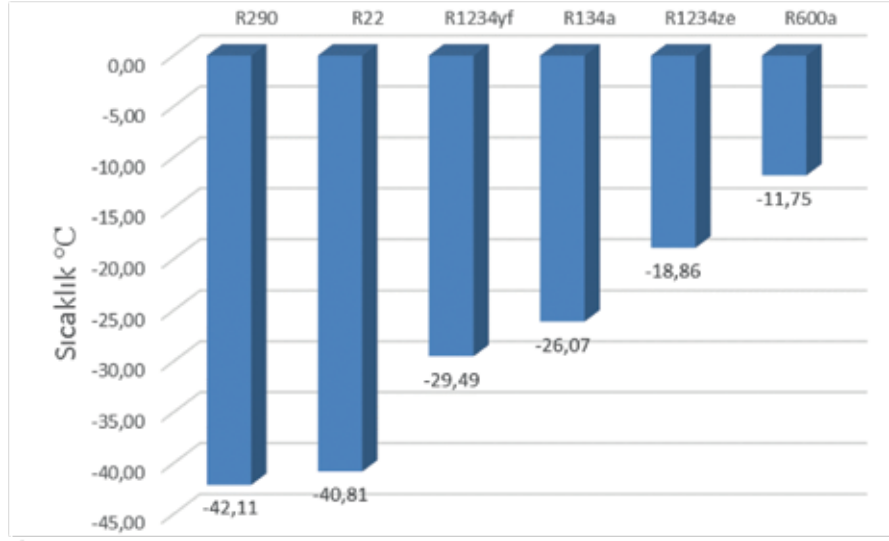
Çalışma MATLAB ve REFPROP programlarının ortak kullanımı ile oluşturulmuştur. Öncelikle incelenen soğutucu akışkan karışımları için -24°C'de sıcaklık kaymaları ortaya çıkartılmıştır. Ardından farklı oranlarda karıştırılan soğutucu akışkanlar soğutma çevriminde incelenmiştir. İncelenen soğutma çevriminde yoğuşturucu ortalama sıcaklığı 45°C, buharlaştırıcı ortalama sıcaklığı ise -24°C alınmıştır. Ortalama sıcaklıktan bahsedilmesinin nedeni sıcaklık kaymasının oluşmasıdır. Buharlaştırıcıdaki ortalama sıcaklık kısımla vanasından kuruluk derecesi X'in 1 olduğu noktaya kadar oluşan sıcaklığın ortalamasıdır. Bu ortalamanın alınması için MATLAB'da iteratif yöntemler kullanılmıştır. Kompresör izantropik verimi 0.8'dir.



Şekil 2. İncelenen termodinamik çevrimin Sıcaklık-Entropi diyagramında gösterimi

Bu iteratif işlem sonucunda bulunan yoğuşturucu ve buharlaştırıcı basıncında soğutucu akışkanlar ve karışımları çevrimde

incelenmiştir. Bu incelemede belirlenen noktalar Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 3. İncelenen soğutucu akışkanların atmosfer basıncındaki kaynama sıcaklıkları

Tablo 1. Farklı soğutucu akışkanların termodinamik ve çevresel özellikleri [REFPROP, 6, 10]

Soğutucu Akışkan	Grup	Kritik Sıcaklık [°C]	Kritik Basıncı [MPa]	Buharlaştırma entalpisi (-24°C'de) [kJ/kg]	Güvenlik	ODP	GWP (100 yıl)
R12	CFC	112	4,14	163,76	A1	0,82	8100
R22	HCFC	91,145	4,99	222,78	A1	0,055	1700
R134a	HFC	101,1	4,01	215,6	A1	0	1000
R290	HC	96,7	4,25	405,52	A3	0	-20
R600a	HC	134,7	3,64	375,71	A3	0	-20
R1234yf	HFO	94,7	3,38	177,35	A2L	0	<1
R1234ze	HFO	109,37	3,63	198,24	A2L	0	6

Çalışmada incelenen soğutucu akışkanlar 4 adettir. Bunlar R290(propan), R600a(izobütan), R1234yf ve R1234ze'dir. Bu soğutucu akışkanlar HC-HFO karışımları olacak şekilde çaprazlanarak 4 adet soğutucu akışkan karışımı incelenecektir. İncelenen soğutucu akışkanların atmosfer basıncında kaynama sıcaklıkları Şekil 3'de gösterilmiştir. R1234yf ve R1234ze'nin kaynama noktası olarak R134a'ya en yakın soğutucu akışkanlardır.

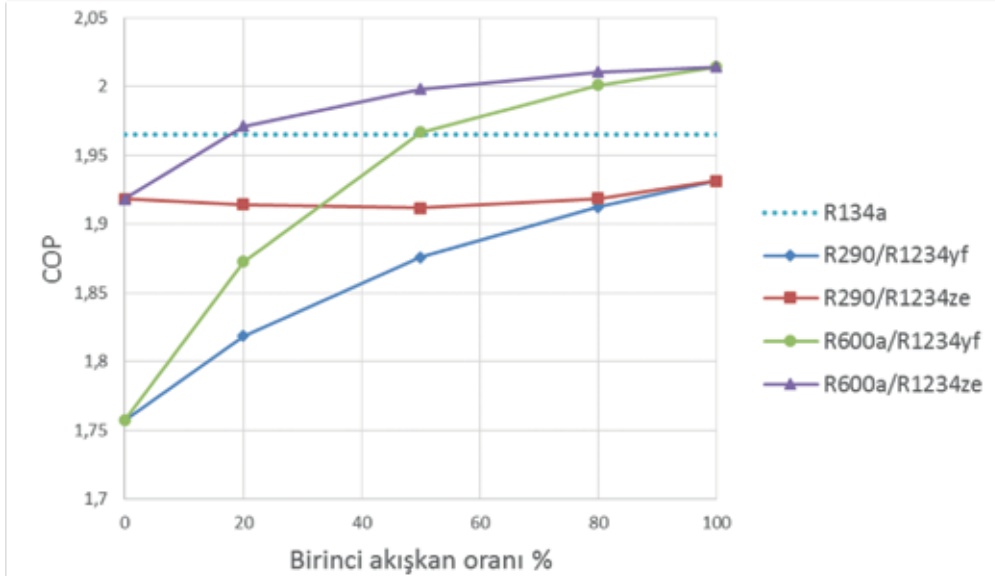
Tablo 1'de ise bu soğutucu akışkanların termodinamik ve çevresel özellikleri

belirtilmiştir. ODP değerleri incelendiğinde CFC ve HCFC grubu soğutucu akışkanların ozon tahrip potansiyeline sahip olduğu görülmekte, HFC soğutucu akışkanların yüksek GWP değerlerine sahip olduğu ve HFO soğutucu akışkanların HC'lardan daha düşük GWP değerlerine sahip olduğu HC'lara göre daha az yanıcı oldukları görülmektedir. Buharlaştırma entalpilerinde ise HFO soğutucu akışkanların HC'lar gibi yüksek buharlaştırma entalpilerinden ziyade HFC ve önceki gruptaki soğutucu akışkanların buharlaştırma entalpilerine yakın olduğu dikkat çekmektedir.

SONUÇLAR

Şekil 2'de gösterilen termodinamik çevrim ele alındığında karışımlar ve saf soğutucu

akışkanlar için oluşan COP değerleri aynı çevrimde 1,965 COP değerine sahip R134a da gösterilerek Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Çevrimde elde edilen COP değerlerinin mukayesesi

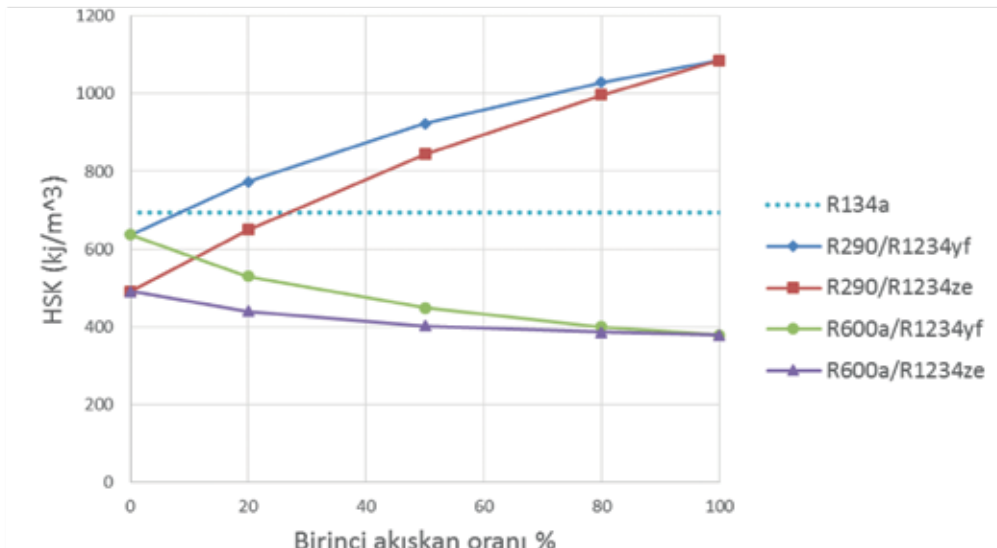
COP değerleri incelendiğinde propanın en yüksek COP değerine sahip olduğu görülmektedir. Ancak propanın HSK'nin R134a ve R600a gibi soğutucu akışkanlardan çok farklı olması mevcut sistemlere uyarlanmasını zorlaştırmaktadır. Ayrıca atmosfer basıncında kaynama sıcaklığı en düşük olan propanın 45°C gibi sıcaklıklara ulaşması için 15 bar seviyelerinde basınca ihtiyacı vardır. Tüm bu faktörler propanı dezavantajlı hale getirmektedirler.

COP kavramı her zaman doğru sonucu

vermeyebilir. Soğutucu akışkanların birbirleri yerine kullanımı için gerekli olan bir diğer parametre hacimsel soğutma kapasitesidir. Bu değer soğutucu akışkanın buharlaşma entalpisinin kompresör çıkışındaki özgül ağırlığına bölünmesiyle bulunur. [11,12]

$$HSK = \frac{h_3 - h_2}{v_4} \quad (1)$$

Şekil 5'da HSK'ların birbirleri ile kıyaslanması izlenebilir. Şekil 6'da ayrıca 693,42 kJ/m³ HSK değerine sahip R134a'da işaretlenmiştir.

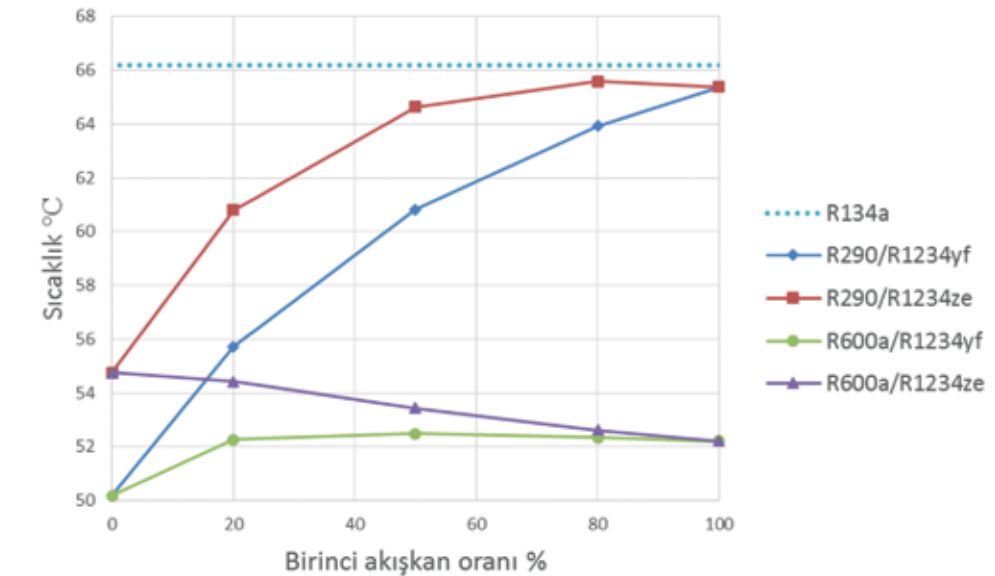


Şekil 5. Çevrimde elde edilen HSK değerlerinin mukayesesi

HSK değerleri incelendiğinde ise R134a'ya en yakın soğutucu akışkan karışımı R290/R1234ze (20/80) olmuştur. Bu soğutucu akışkanın COP değerinin izobütandan yüksek olması dikkate değerdir. Bahsedilen karışım 45°C yoğuşma sıcaklığı için 10 bar seviyelerinde bir basınca ihtiyaç duymaktadır. Burada bir diğer alternatif ise R600a/R1234ze karışımıdır. Bu karışımın R600a oranı %20'lerde tutulduğunda HSK'de ve COP'de ciddi bir değişim olmamaktadır. Sadece yoğuşturucu basıncı 6 bar değerlerinden 7,5 bar değerlerine yükselmektedir. Bu alternatif kullanılarak izobütanın yanıcılığı bir miktar giderilebilir.

Şekil 6'da ise çevrim içerisinde kompresör çıkış sıcaklıklarının değerleri ve mukayesesi görülmektedir. 66,18°C kompresör çıkış sıcaklığına sahip R134a'da gösterilmiştir.

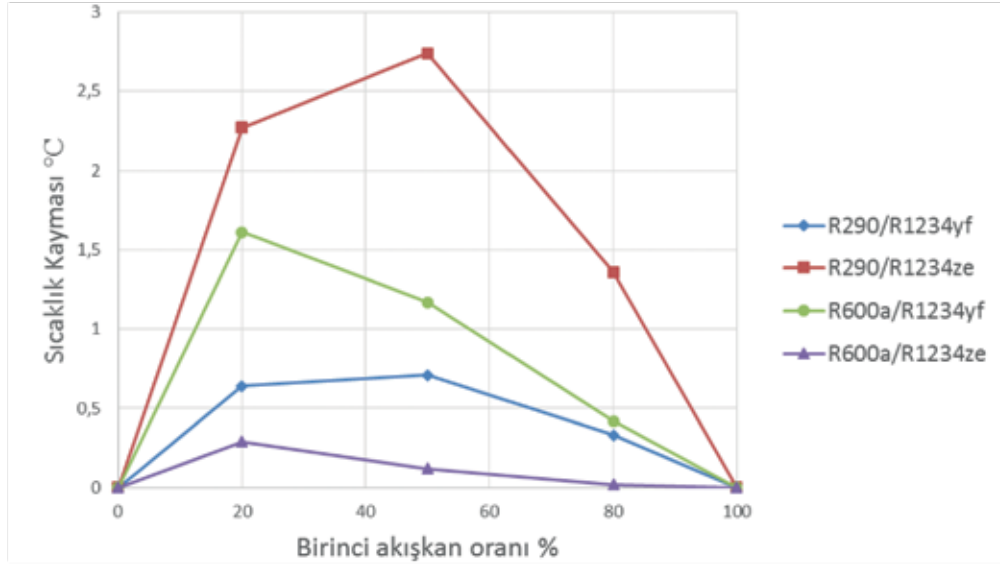
Kompresör çıkış sıcaklıkları incelendiğinde R1234yf'nin kompresör çıkış sıcaklığını azaltıcı etki yaptığı görülmektedir. Burada önerilen R600a/R1234ze(20/80) karışımında ise kompresör çıkış sıcaklığında R600a'ya göre ciddi bir değişiklik yoktur. Ayrıca R290/R1234ze(20/80) karışımında kompresör çıkış sıcaklığının düştüğü gözlenmektedir.



Şekil 6. Çevrimde elde edilen Kompresör Çıkış Sıcaklıklarının mukayesesi

Soğutucu akışkan karışımları için bir diğer önemli parametre buharlaştırıcı ve yoğuşturucuda oluşan sıcaklık kaymalarıdır. Bu sıcaklık kaymaları, sıcaklık kaymasını kullanarak enerji tasarrufu sağlamak isteyen tasarımcılar için önem arz etmektedir. Bazı

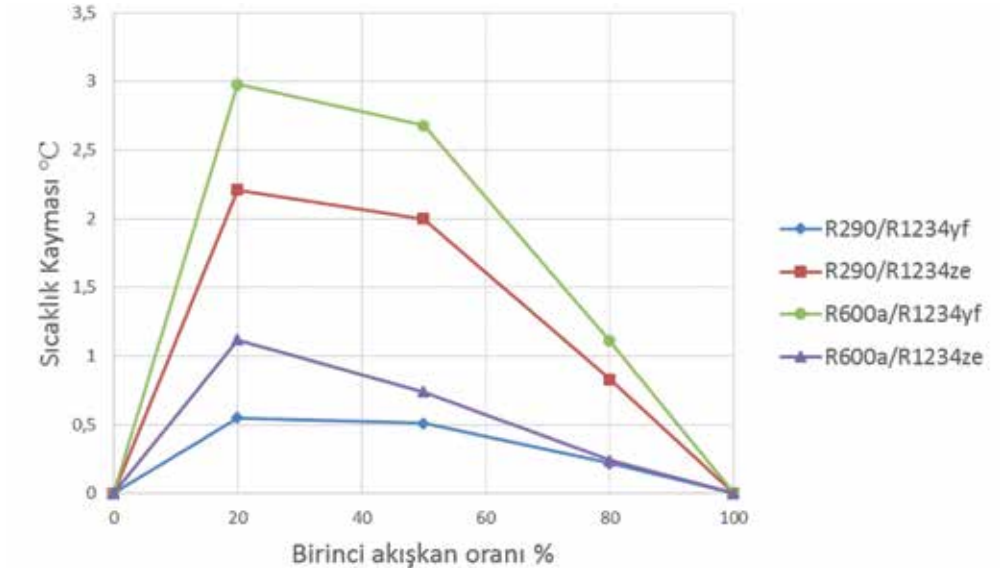
durumlarda da sıcaklık kayması tam tersine sıvı-buhar kompozisyonlarını değiştirdiğinden istenmeyebilir. Şekil 7'de buharlaştırıcıda oluşan, Şekil 8'da ise yoğuşturucuda oluşan sıcaklık kaymaları görülmektedir.



Şekil 7. Buharlaştırıcıda oluşan sıcaklık kaymaları (Islak buhar giriş)

Buharlaştırıcı sıcaklık kaymalarında önerilen karışımlar R290/R1234ze(20/80) ve R600a/R1234ze(20/80) incelendiğinde sırasıyla 2,27°C ve 0,29°C sıcaklık kayması görülür. Özellikle ikinci sıcaklık kayması yok denecek kadar azdır ve bu karışım azeotropik kabul edilebilir.

Yoğuşturucu sıcaklık kaymaları incelendiğinde ise buharlaştırıcı sıcaklık kaymalarından farklı bir sıralama ortaya çıkmaktadır. R290/R1234ze(20/80) karışımı 2,21°C sıcaklık kaymasına sahipken R600a/R1234ze(20/80) karışımı 1,12°C sıcaklık kayması oluşturmaktadır.



Şekil 8. Yoğuşturucuda oluşan sıcaklık kaymaları

DEĞERLENDİRME

Çalışmada ikisi HC, ikisi HFO grubuna dahil 4 farklı soğutucu akışkan arasında HC-HFO karışımları incelenmiştir. R1234ze ile R600a karışımları ile yanıcılık azaltılabilir. R1234yf

ve R1234ze soğutucu akışkanlarının R290 ile karıştırıldığında kompresör çıkış sıcaklığını düşürücü etki yaptığı görülmektedir. Oluşturulan karışımlar buharlaştırıcı ve yoğuşturucuda en yüksek 3°C'lik bir sıcaklık kayması oluştururlar. İzobütanın HFO'lar

ile karışımları HSK açısından daha uyumlu görünmektedir. Bu durum izobütan ile HFO karışımlarında sistem içerisinde değişiklik yapmama avantajı getirmektedir. Yapılan çalışma sonucunda R290/R1234ze(20/80) karışımının R1234ze'nin A2L olan düşük yanıcılığı ve düşük GWP değeriyle yanıcılık ve GWP değerlerinin aşağıya çekilebileceği görülmüştür. Ayrıca bu karışım R134a'nın HSK değerine %6,6 oranında yakındır. R600a/R1234ze(20/80) karışımı ise R600a ile HSK değerinde %16 yukarıda ve COP değerinde %2,2 aşağıdadır ve bu şekilde yanıcılık azaltılarak R600a'ya yakın bir soğutucu akışkan elde edilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Midgley, T, 1930, Organic Fluorides as Refrigerants, Industrial and Organic Chemistry, Vol.22, No.5, 542-545.
- [2] Didion, D A, 1990 Bivens, D B, Role of refrigerant mixtures as alternatives to CFC's, Int. J. Refrigeration, Vol.13, 163-175.
- [3] Jung, D S, 1991, Radermacher, R, Performance simulation of single-evaporator domestic refrigerators charged with pure and mixed refrigerants, Int. J. Refrigeration, Vol. 14, 223-232.
- [4] Bodio, E, Chorowski, 1993 M, Wilczek, M, Working parameters of domestic refrigerators filled with propane-butane mixture, Int. J. Refrigeration, Vol. 16, No. 5.
- [5] Tashtoush, B, Tahat, M, Shudeifat, M A, 2002, Experimental study of new refrigerant mixtures to replace R12 in domestic refrigerators, Applied Thermal Engineering 22, 495-506.
- [6] Wongwises, S, Chimres, N, 2005, Experimental study of hydrocarbon mixtures to replace HFC-134a in a domestic refrigerator, Energy Conversion and Management 46, 85-100.
- [7] Fatouh, M, El Kafafy, M, Experimental evaluation of a domestic refrigerator working with LPG, Applied Thermal Engineering 26, 1593-1603,.
- [8] Navarro-Esbri, J, Mendoza-Miranda, J M, Mota-Babiloni, A, Barragan-Cervera, A,

Belman-Flores, J M, 2006, Experimental analysis of R1234yf as a drop-in replacement for R134a in a vapor compression system, International J. Refrigeration 36, 870-880.

- [9] Zilio, C, Steven Brown, C, Schiochet, G, Cavallini, A, 2011, The refrigerant R1234yf in air conditioning systems, Energy 36, 6110-6120.
- [10] Fukuda, S, Kondou, C, Takata, N, Koyama, S, 2014, Low GWP refrigerants R1234ze(E) and R1234ze(Z) for high temperature heat pumps, International J. Refrigeration 40, 161-173.
- [11] Jung, D, Chong-Bo, K, Song, K, Byoungjing, P, 2000, Testing of propane/isobutene mixture in domestic refrigerators, Int. J. Refrigeration 23, 517-527.

[12] Arcaklıoğlu, E, Erişen, A, 2003, Soğutucu akışkan karışımlarının buhar sıkıştırma soğutma sisteminde termodinamik analizi, Mühendislik Bilimleri Dergisi 2, 153-162.

ÖZGEÇMİŞLER

Prof. Dr. Ayşegül Öztürk: Trakya Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümünden 1984 yılında mezun oldu. 1985 yılında Trakya Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim Dalına Araştırma Görevlisi olarak atandı. Yüksek lisans ve doktorasını Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Isı Proses Bilim Dalında 1989 ve 1995 yıllarında tamamladı. 2006 yılında Doçent, 2012 yılında Profesör unvanını almıştır. Makina Mühendisliği bölümünde bölüm başkan yardımcılığı, Mühendislik Fakültesi Dekan Yardımcılığı gibi çeşitli idari kademelerde görev almıştır. Çalıştığı alanlar arasında Daimi Olmayan Rejimde Akış ve Isı Transferi, MHD Akış, Mikro Kanal Akışları ve Nanoakışkanlarda Akış ve Isı Transferi Karakteristikleri sayılabilir. Prof. Dr. Ayşegül ÖZTÜRK halen Trakya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde görevine devam etmektedir.

Ubade Kemerli: 1986 Manisa doğumludur. 2008 yılında Trakya Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimini tamamlamıştır. 2011 yılında Trakya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim Dalı'nda Araştırma

Görevlisi olarak göreve başlamıştır. 2013 yılında Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır. Aynı yıl Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda başlamış olduğu doktora eğitimine ve Trakya Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nde görevine halen devam etmektedir.

Doç. Dr. Özgür Atayılmaz: Lisans eğitimini 1996 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünde tamamlamıştır. Aynı

üniversitenin Makine Mühendisliği Bölümü Isı-Proses Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimini 1999 yılında tamamlamıştır. 2000 yılında Marmara Üniversitesi İşletme Bölümü Uluslararası İşletmecilik Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır. 2007 yılında ise Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Isı-Proses Anabilim Dalı'nda doktora eğitimini tamamlamıştır. Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Termodinamik ve Isı Tekniği Anabilim Dalı'nda görevine devam etmektedir.

Doğru Partner ile Doğru Çözümler

Buhar sistemlerinizde geliştirilmesi gereken alanların tespitinin sağlanması ve bunu yaparken de ana amacımız olan performans artışı, verimliliğin artırılması ve enerji giderlerinizin düşürülmesidir.

Bilgimiz, hizmetimiz, ürünlerimiz, sizlere sunduğumuz daha iyi buhar mühendisliğiyle ve hassas çözümlerle karlılığınızı arttırmayı hedeflemekteyiz.

Doğru tasarım, doğru ürün verimli proses ile işletmeniz ve sonuçta ülkemiz kazansın.



Verim artırıcı çalışmalar

Kazan otomatik blöf sistemleri ile enerji tasarrufu

Otomatik yüzey blöf sistemleri, blöfü en aza indirerek TDS kontrolünü yaptığından önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlar.

Zaman ayarlı otomatik dip blöf sistemi ile istenilen zamanda istenilen süre kadar blöf yapıldığından manuel blöf ile yapılan gereksiz enerji kayıpları önlenmiş olur.

Geri dönüş süresi 3 - 7 ay arasındadır.



Spirax Freme

- CO2 emisyonunuzu ve enerji giderlerinizi azalttığını garanti ederiz.
- Atmosfere kaçan flaş buhar miktarını önemli ölçüde azaltır.
- Devreye al ve unut
- Kompakt tasarıma sahip Freme, montaj ve devreye alma kolaylığı sağlayarak işletme maliyetlerinizi azaltır



Ayrıntılı bilgi için:

☎ (0 216) 600 08 00

✉ info@tr.spiraxsarco.com

🌐 www.spiraxsarco.com/tr

Buhar Çözümlerinde ilk Tercih

UZMANLIK | ÇÖZÜMLER | SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

spirax
sarco
INTERVALF

Doğalgaz İle Çalışan Brülörlerde Yakıt/Hava Karışım Oranı Ayarlamasında Kullanılacak Bir Doğrusal Kelebek Vana Tasarımı

Design Of A Linear Butterfly Valve Which Will Be Used For Fuel/Air Ratio Modulation On Natural Gas Burners

Bariş Elbüken, Didem Deniz Kayabaşı Alper Ata
Alarko-Carrier AR-GE Merkezi

Özet

Bu çalışmada doğalgaz ile çalışan brülörler için yakıt/hava karışım oranını ayarlama amacıyla kullanılacak ve doğalgaz hattına bağlanacak bir doğrusal kelebek vananın tasarımı anlatılmaktadır. Elektronik oransal kontrollü brülör yönetim sistemlerinde yakıt hattına bağlanan doğalgaz kelebek vanaları genellikle levha ya da plaka benzeri bir klapeden teşkil olup geçen akışkan debisini doğrusal kontrol etme yetenekleri yoktur. Burada doğrusal kontrolden kastedilen klapeyi tutan ve döndüren milin birim açı dönüşüne bağlı olarak geçen akışkan debisinin birim değerde artışıdır. Tasarım hedefi olarak tam kapalı (0o) konumdan tam açık konuma (90o) gelene kadar kütleli debide doğrusal artış hedeflenmiş ve tam açık konuma geldiğinde çalışması planlanan maksimum yakıt hacimsel debisine karşılık gelen 200 m³/h'lik debide kalması istenmiştir. Tasarımın geliştirilmesi esnasında kapalı bir kanal içine yerleştirilmiş bir kısıtlayan cisim (klape) etrafından geçen akış kütleli debisinin nelere bağlı olduğu literatür taramasıyla incelenmiş ve tasarıma "kritik akışlı lüle" analogisi kullanılarak başlanmıştır. 200 m³/h'lik akışta doğalgaz için boğulma (choking) başlangıç sınırı olan çıkış ve giriş statik mutlak basınç oranı ($P_c/P_g \leq 0,543$) sınırına girilip girilmediği ve doğrusal kısma yapacak şekilde tasarlanan klape geometrisinin farklı açılarda izin verilen maksimum debiyi geçirip geçirmediği sayısal ve deneysel olarak incelenmiştir. Boğulma kritik basıncı için gelen akışın klapeden geçtikten sonra oluşturduğu doğal darboğazdaki (vena contracta) mutlak statik basınç, "kelebek vana kaybı" için de klape çıkışından itibaren 15 hidrolik çap uzaklıktaki mutlak statik basınç kullanılmıştır. Sayısal benzetimler ANSYS-CFX 14.5 kodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cismin geometrisine bağlı akış katsayısının (coefficient of discharge) kritik akışlı lüle benzetimine göre boğulmuş

Abstract

In this paperwork, the design of a butterfly valve for the use of fuel to air ratio modulation for natural gas burners on the fuel pipeline is introduced. In general, the butterfly valves used on electronic burner management systems are containing a plate shaped damper, incapable of controlling the flow as linear. Linear term is used to mention a unit change in mass flow rate with a unit change of angle of rotation of the damper shaft. It is aimed to achieve a linear increase in flowrate until the maximum desired value: 200 m³/h at the fully open position (90o), from the fully closed position (0o). A literary survey has been made for understanding the flow phenomena over a restrictive object placed in a closed duct and the "critical flow nozzle" analogy has been used as the beginning. For the 200 m³/h flow, whether if the choked flow region border ($P_{downstream}/P_{upstream} \leq 0,543$) is passed or linear behavior expected from the valve is met for different angles is examined numerically and experimentally. For measuring the choking critical pressure, the absolute static pressure at the vena contracta occurred downstream the valve, and for the butterfly valve pressure loss, the absolute static pressure at 15 hydraulic diameters downstream the valve are used. ANSYS-CFX 14.5 code is used for the numerical simulations. The influence of the "coefficient of discharge" on the choked mass flowrate in analogy with the critical flow nozzle which depends on the restrictive geometry is also examined.

Keywords: linear butterfly valve, choking, critical flow nozzle, coefficient of discharge, natural gas, burner

kütlesel debi üzerindeki etkisi de incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğrusal kelebek vana, boğulma, kritik akışlı lüle, akış katsayısı,

doğalgaz, brülortoplama sistemi, Buhar sistemlerinde enerji verimliliği, Buhar tesisatı, Kazan dairesi

1. Giriş

Kapalı kanal içi akışlarda kısıtlayıcı bir cisim (ör: ventüri, lüle, orifis) bulunması halinde bu cismin geçişine izin verdiği bir en büyük kütleli debi - ya da hacimsel debi - bulunmaktadır. İzin verilen bu en büyük kütleli debisi analitik olarak Kritik Akışlı Lüle terminolojisiyle iyi ifade bulmuş olan Darboğaz (Vena Contracta) akışının parametrelerine bağlıdır.

Doğrusal akışkan debisi kontrolünün elde edilmesi akışkan debisini kontrol eden bir kısıtlayıcı cismin darboğaz oluşturan geometrisinin ve daha da önemlisi Reynolds Sayısı'na (Re) bağlı akış katsayısı C'nin bilinmesini gerektirir.

Bu çalışmanın amacı kritik akışlı lüleler için bilinen akışkan davranışı kullanılarak giriş tesisatında sağlanan akışkan özelliklerine bağlı biçimde tam kapalı ve tam açık konumları arasında ve bu konumlarda geçmesi istenilen akışkan

debisi değerleri sağlanacak şekilde doğrusal debi kontrolüne imkan veren bir kelebek vana tasarım yönteminin geliştirilmesidir.

YÖNTEMLER

Kritik Akışlı Lülede Boğulma İle Debi Kontrolü

Herhangi bir lüle veya orifis gibi bir kısıtlayıcıdan geçen akışın debisi Denklem 1'deki gibi ifade edilir.

$$m = CA^* \sqrt{\frac{2\rho_0(P_0 - P^*)}{1 - \beta^4}}, \quad (1)$$

Boğulma kapanmakta olan bir musluğun veya vananın geçirmekte olduğu debinin azalmasına neden olan fiziksel olaydır. Denklem 2'deki kritik basınç oranı ile tanımlanan koşul oluştuğunda akış boğulmuş olarak tabir edilir ve kısıtlayıcı etrafından geçmesine izin verilen en büyük kütleli debi Denklem 3'deki gibi ifade edilir.

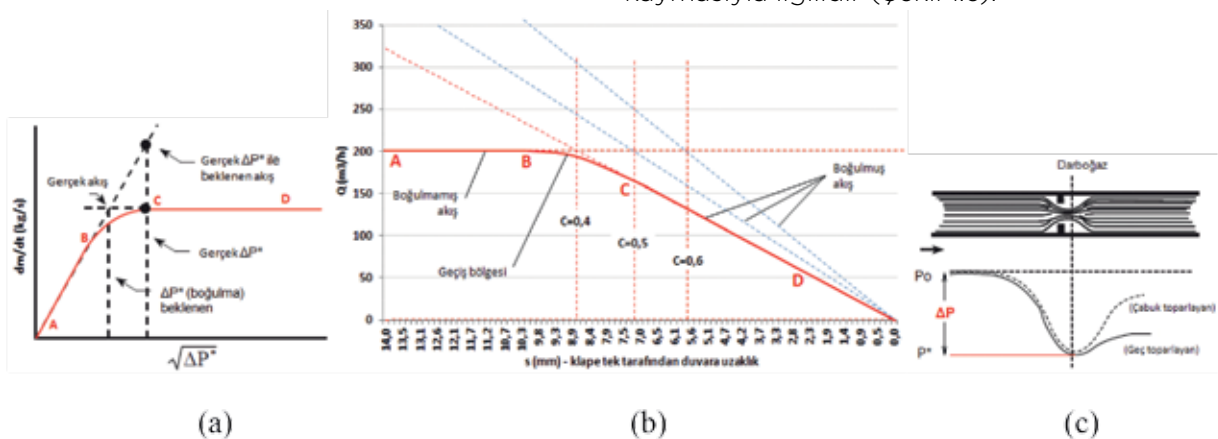
$$P^* = \frac{P_M^*}{P_{M0}} = \left(\frac{2}{k+1}\right)^{k/(k-1)}, \quad (2) \quad \dot{m} = CA^* \sqrt{k\rho_0 P_0 \left(\frac{2}{k+1}\right)^{(k+1)/(k-1)}, \quad (3)$$

$$Re = L \frac{\dot{m}}{\mu A^*}, \quad (4) \quad Ma = \frac{U^*}{c} = \frac{U^*}{\sqrt{kR_s T}}, \quad (5) \quad \beta = \frac{s}{L}, \quad (6) \quad D_h = \frac{4A}{S_I}, \quad (7)$$

Doğalgaz için yoğunluk $\rho_0 = 0,72 \text{ kg/m}^3$ sabit değerde alınmıştır.

Doğalgaz için ses hızı $c = 446 \text{ m/s}$ 'dir. Artan giriş ve çıkış basınç farkına bağlı olarak geçen

debi boğulma sınırına asimptotik olarak (bir eğri çizerek) girer (Şekil 1.a,b). Bu olayı darboğazın olduğu yerin açıklık oranı (β) azaldıkça kısıtlayıcıdan akış yönünde yavaşça kaymasıyla ilgilidir (Şekil 1.c).



Şekil 1. Boğulmada beklenen davranış. a) Artan basınç farkı ile, b) Azalan açıklık ile, c) Darboğaz basıncı.

Türkiye’de doğalgaz hatlarından gelen 2H sınıfı ve en büyük giriş toplam fark basıncı 36000 Pa (360 mbar) olan doğalgaz sağlanabildiğinden kelebek vana çalışma giriş fark basıncı bir regülatörden geçtikten sonra 15000 Pa (150mbar) olacak şekilde belirlenmiştir. Hava için boğulma koşulu olan kritik basınç oranı Denklem 2 uyarınca $PM^*/PMO = 0,528$ ve doğalgaz için de 0,544 ’tür. Doğalgaz açısından darboğazda tam boğulma oluşumu için gereken statik fark basıncı $0,544 \times (101000 \text{ Pa} + 15000 \text{ Pa}) - 101000 \text{ Pa} = -38000 \text{ Pa}$ ’dır.

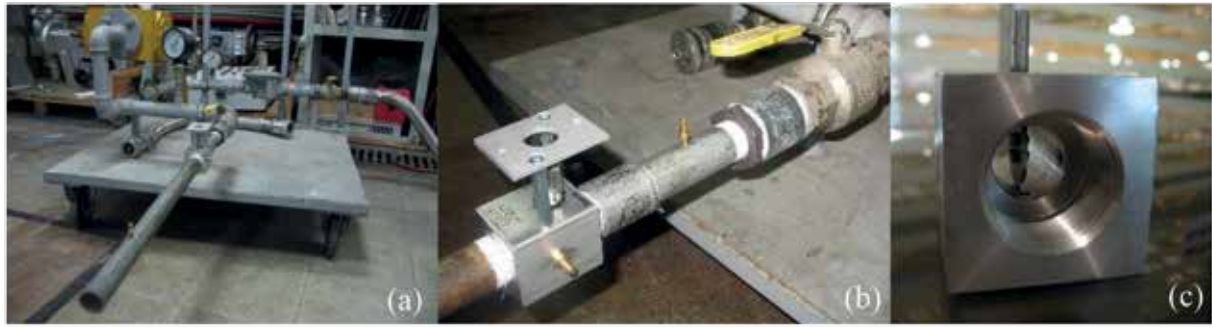
Daire Levha Şeklindeki Bir Klape İle Boğulma Davranışının Deneysel Tayini

Deneysel olarak akış katsayısı, özellikleri bilinen

hava için Denklem 3 yardımıyla

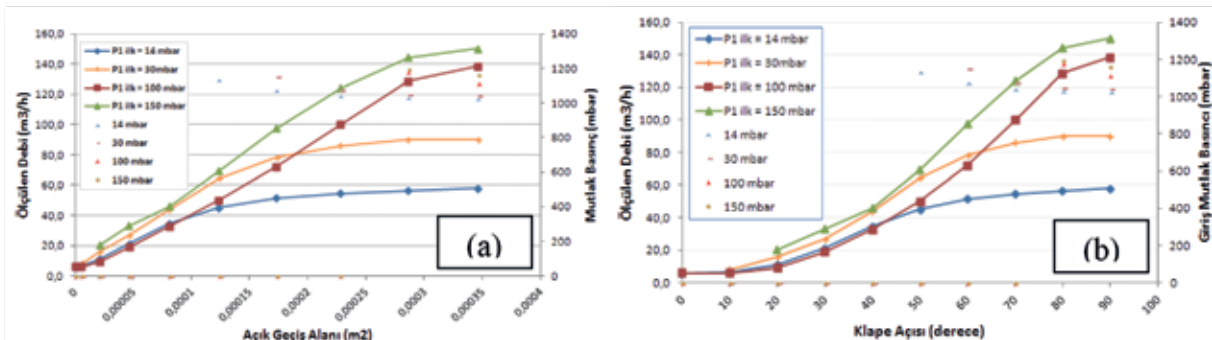
$$C = \frac{\dot{m}}{A^* \sqrt{k \rho_0 P_0 \left(\frac{2}{k+1} \right)^{(k+1)/(k-1)}}}, \quad (8)$$

şeklinde hesaplanabilir. Hava için kritik basınç oranı $PM^*/PMO = 0,528$ ’dir. Ölçümler kanal çapı 21 mm olan bir dairesel kelebek vana ile tam açık ve tam kapalı konumlar arasında 10’ar derecelik aralıklarla alınmıştır. Bu hava deneyinde kaynaktan sağlanan fark basıncı 5 bar yani 500000 Pa’dır. Klape kısıldıkça çıkış tarafı açık atmosfere çok yakın olduğundan fazla etkilenmemiş olup, giriş tarafı basıncı hızla artarak 500’den sonra okunamamıştır.



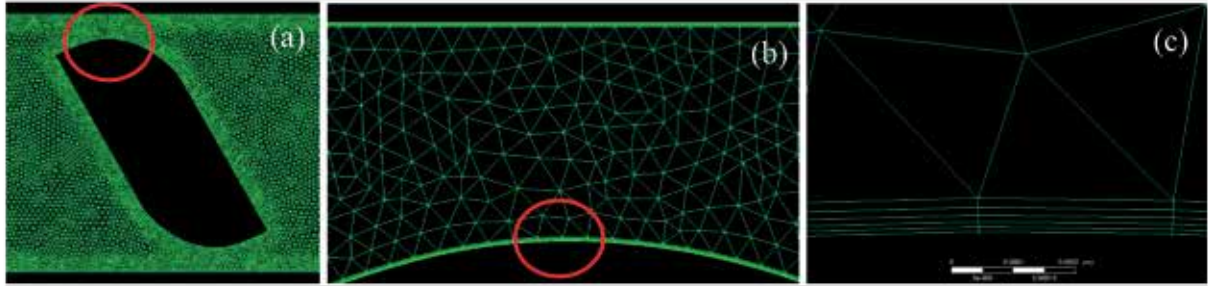
Şekil 2. Hava ile boğulma deneyi ekipmanları. a,b) Düzenek, c) Dairesel kelebek vana.

α (derece)	P_0 (Pa)	Q (m3/h)	r^*	A^* (m2)	β	Re	C
90	1400	58.1	0.977	3.46E-04	100%	1.02E-11	0.24
80	1800	56.3	0.973	2.86E-04	83%	1.22E+04	0.28
70	2900	54.5	0.963	2.28E-04	66%	2.94E+04	0.34
60	6000	51.4	0.935	1.73E-04	50%	5.33E+04	0.42
50	12200	45.0	0.884	1.24E-04	36%	8.39E+04	0.50
40	-	34.6	-	8.10E-05	23%	-	-
30	-	21.2	-	4.64E-05	13%	-	-
20	-	10.9	-	2.09E-05	6%	-	-
10	-	6.3	-	5.26E-06	2%	-	-
0	-	5.8	-	0	0%	-	-



Şekil 3. Dairesel klape ile deney sonuçları. a) Geçiş kesit alanına göre, b) Klape açısına göre.

Hava ile yapılan dairesel klape deneyi sonuçları irdelenirse açık geçiş alanı itibariyle Şekil.1b'de görülen dalış hareketinin olduğu görülmektedir. Tablo.1'in 5. satırında okunan akış katsayısı olan $C = 0,5$ değerinin ilk tasarıma yol gösterebileceği düşünülmüş ve tasarımı hedeflenen doğrusal klape için düz levhadan geometrik farklılığının kötü koşul oluşturması varsayımıyla $C = 0,4$ alınarak sabit akış katsayısına göre birinci prototip doğrusal kelebek vana tasarlanmıştır.



Şekil 4. Yapılandırılmamış sayısal ağ. a) Klape çevresi, b) Darboğaz, c) Sınır tabaka ağ.

Kısıtlayıcı cisim etrafı akışı sayısal olarak hesaplamada kritik bir rolü olan sınır tabaka kalınlığının belirlenmesinde düz levha için olan Blasius yaklaşımı kullanılmıştır.

Sabit Akış Katsayısı Kabulü Ve Doğrusal Darboğaz Formuna Sahip Bir Klapeyle Deneysel Akış Katsayısı Fonksiyonu C (Re) Oluşturulması (Birinci Prototip)

Doğrusal kontrole olanak veren klape tasarımının iki boyuta indirgenebilmesi için kelebek vana iç kanalının kare kesitli olarak tasarlanmasına karar verilmiştir. Akış katsayısının sabit davranabileceği kabulüyle Denklem 3'e göre darboğaz kesit alanına açılarda $A^*=a\theta + b$ doğru denklemi formunda bir öneri yapılarak yukarıda anlatılan $C = 0,4$ kabulüne göre bir doğrusal

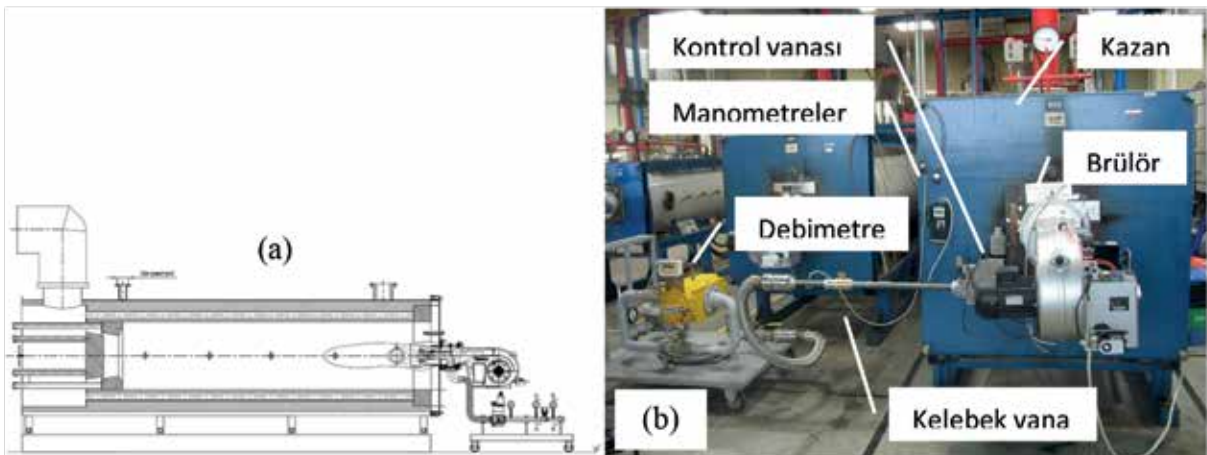
Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) Benzetimlerinin Yapılandırılması

Sınır koşulları için girişte yüzeye dik gradyeni sıfır olan statik fark basıncı, çıkışta yüzeye dik yönlü kütle debi kullanılmıştır. Hesaplama uzayı geometrisi giriş yüzeyi kelebek vana geometrisinden $5 Dh$ (hidrolik çap), çıkış yüzeyi de tam gelişmiş akışın oluşabilmesi için $15 Dh$ uzaklıkta olacak şekilde oluşturulmuştur.

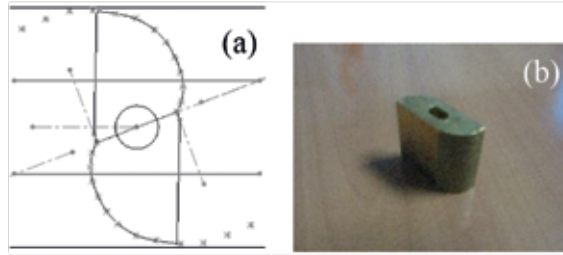
klape geometrisi tasarlanmıştır. Klape için tam açık konumundaki kalınlığı Şekil 1b'de $C=0,4$ doğrusu ile $Q=200 \text{ m}^3/\text{h}$ doğrusunun kesişim noktasına denk gelen s değeri ile yazılırsa $2(L-s)$ kadardır. Doğrusal klape için darboğaz kesit alanı $A^*= 4sL$ 'dir.

Kare kesitli kanal kenar uzunluğu ilk tahmini için farklı cihazlardan sağlanan verilerle, kullanım olasılığını (N_i) da barındıran ağırlıklandırılmış ortalama kullanılmıştır. Bu hesaba göre $L=0,028 \text{ m}$ olarak tayin edilmiş olup hedef olarak $200 \text{ m}^3/\text{h}$ debide 2750 Pa statik basınç kaybı beklenmektedir.

$$\bar{Q} = \frac{\sum_i N_i Q_i}{\sum_i N_i}, \quad (8) \quad \bar{\Delta P} = \frac{\sum_i N_i \Delta P_i}{\sum_i N_i}, \quad (9)$$



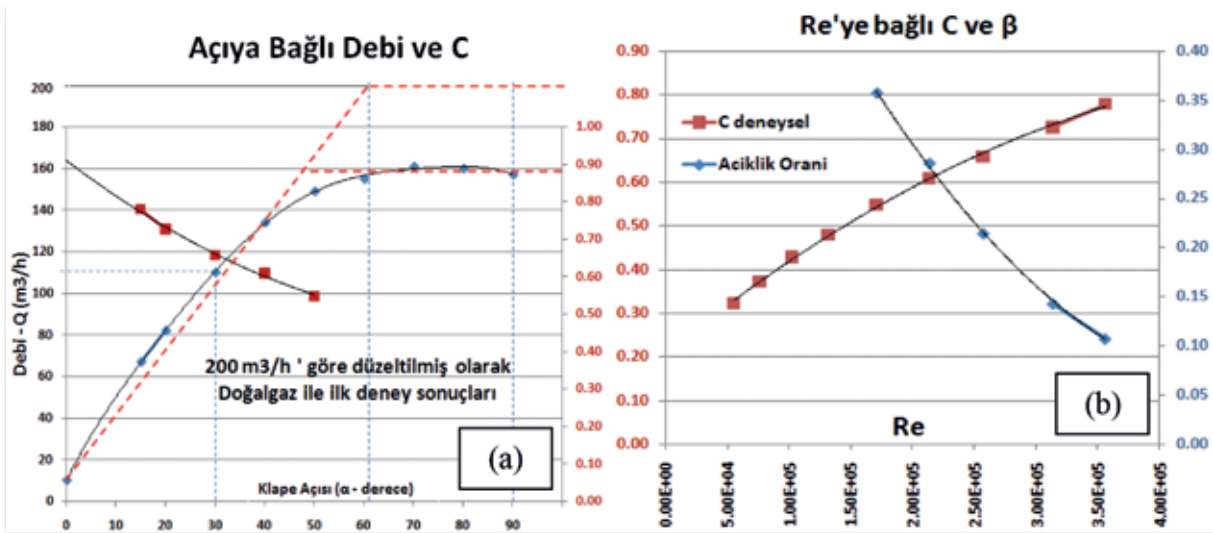
Şekil 5. Doğrusal kelebek vana deney düzeneği. a) Şematik, b) Laboratuvar.



Şekil 6. Birinci prototip kelebek vana. a) Yüzey nokta bulutu, b) Birinci prototip klape.

Debimetreden sonra kelebek vana girişindeki statik fark basıncı farklı klape açıları için neredeyse sabit ve 15000 Pa (150 mbar)

dolayıdır. Deneyden elde edilen veriler aşağıdaki gibidir

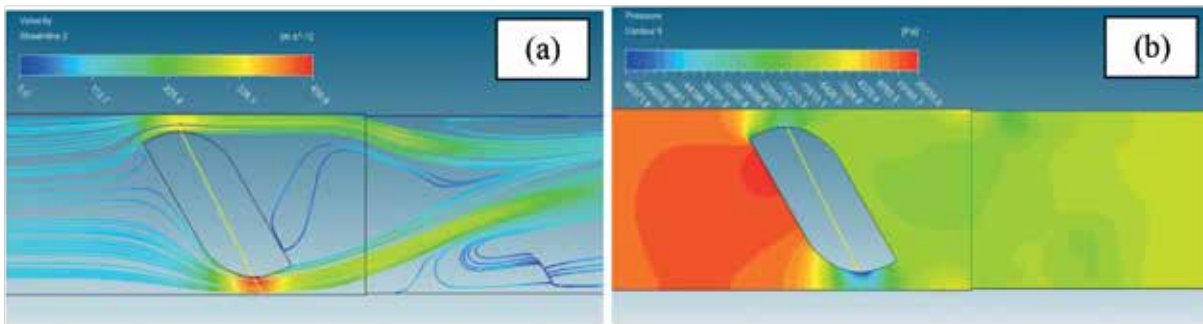


Şekil 7. Birinci prototip deney sonuçları. a) Debi, b) Akış katsayısı C.

Deney sonucunda 200 m³/h 'lik debinin geçirilemediği görülmüştür. Bu durum kelebek vanada aşırı basınç kaybına bağlı olarak brülör kontrol vanasına yeterli doğalgaz basıncı sağlanamamasından ileri geldiği düşünülmüştür. Eğer tasarım en büyük debisi olan 200 m³/h debi geçecek olsaydı boğulmuş akışın yaklaşık doğrusal davrandığı bölge en büyük debi doğrusunu yaklaşık 60° klape açısında keseceği (boğulma başlangıcı) söylenebilir. Bu sonuç ve ek olarak 30° için ölçülen debi de, birinci prototip klape için

yaşanan ve aşağıda anlatılan sayısal benzetim sonuçlarıyla uyumludur.

30° için Örnek Hesaplama: Deneysel debi 110 m³/h, sayısal debi ise 100 m³/h'tir. Bunun dışında sarı renkli doğru parçası üzerinden hesaplanan çizgisel ortalama statik fark basıncı değeri de olup boğulma kritik basınç oranı açısından olması beklenen değeri -38000 Pa'dır. Deneysel ve sayısal sonuçların örnek 30° için tutarlı olduğu görülmüştür.



Şekil 8. Birinci prototip klapede 30° için HAD benzetim sonuçları. a) Hız ve akım çizgileri, b) Statik fark basınç kontürleri.

Şekil 7.b 'ye göre Re sayısına bağlı olarak C 'nin davranışı deneysel bir fonksiyona dönüştürülmüştür. Doğrusal kontrol sağlayacak bir klapein etrafında oluşacak akışın sözkonusu Re sayılarının rejimindeki davranışa benzer olacağı düşünülerek oluşturulan fonksiyon aşağıdaki gibidir.

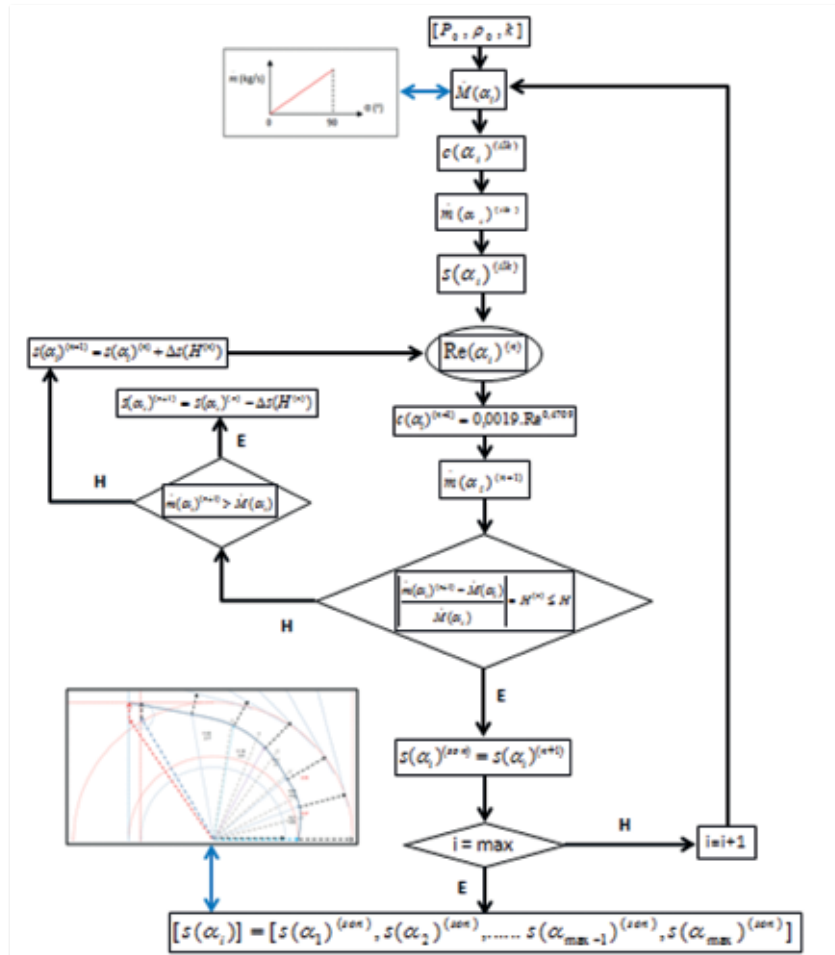
$$C = 0,0019 \cdot Re^{0,4709}, \quad (10)$$

Değişken Akış Katsayısı Düzeltme Algoritması İle Yüzey İyileştirmesi

Şekil 7.a 'ye göre farklı klape açılırlarından ortaya çıkan sonuçlar itibariyle C 'nin 0,4 kadar küçük

değil, ortalamada yaklaşık 0,7 gibi bir değerinin kabul edilmesi gerektiği görülmektedir. Yaklaşık değeri daha doğru tahmin edilmiş bir sabit akış katsayısına göre doğrusal darboğaz - ve debi kontrolü - oluşturması istenen ve tasarım hedefi itibariyle tam açık konumda 200 m³/h ve tam kapalı konumda ise 60 m³/h debi geçirecek bir klape yüzeyi nokta bulutu koordinatlarını girdi parametrelerden biri olarak kabul ederek çalışan bir düzeltme algoritması tasarlanmıştır. Bu algoritma, herhangi bir klape açısında geçmesi istenen debiyi aşağıdaki mantıksal süreç itibariyle döngüsel olarak kendine yakınsatarak klape yüzeyini düzeltmektedir.

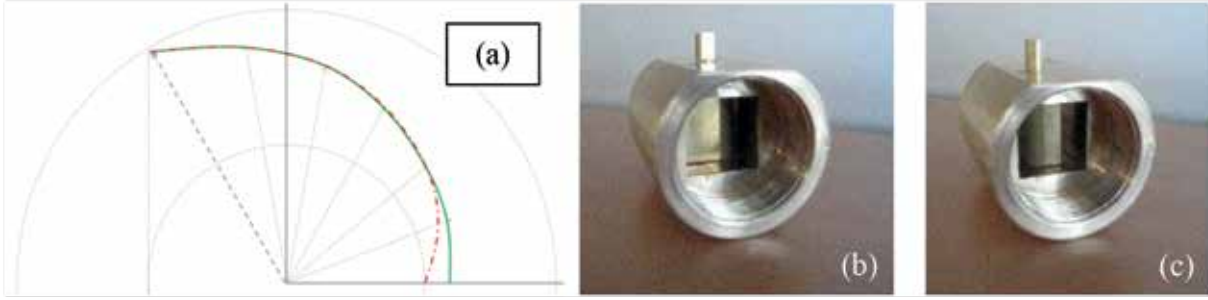
$$Q(\text{m}^3/\text{h}) \rightarrow Re \rightarrow C \rightarrow Q^1(\text{m}^3/\text{h}) \rightarrow Re^1 \rightarrow C^1 \dots Q^{(n)}_{\text{son}}(\text{m}^3/\text{h}) \rightarrow Re^{(n)}_{\text{son}} \rightarrow C^{(n)}_{\text{son}}, \quad (11)$$



Şekil 9. Klape yüzey formu düzeltme algoritması.

Düzeltilme algoritması EXCEL ortamında yazılan bir makro ile çalıştırılmış ve sonuçta düzeltilmiş akış katsayılarına göre aşağıda

şematik şekli görülen doğrusal nihayi klape geometrisi elde edilmiştir.

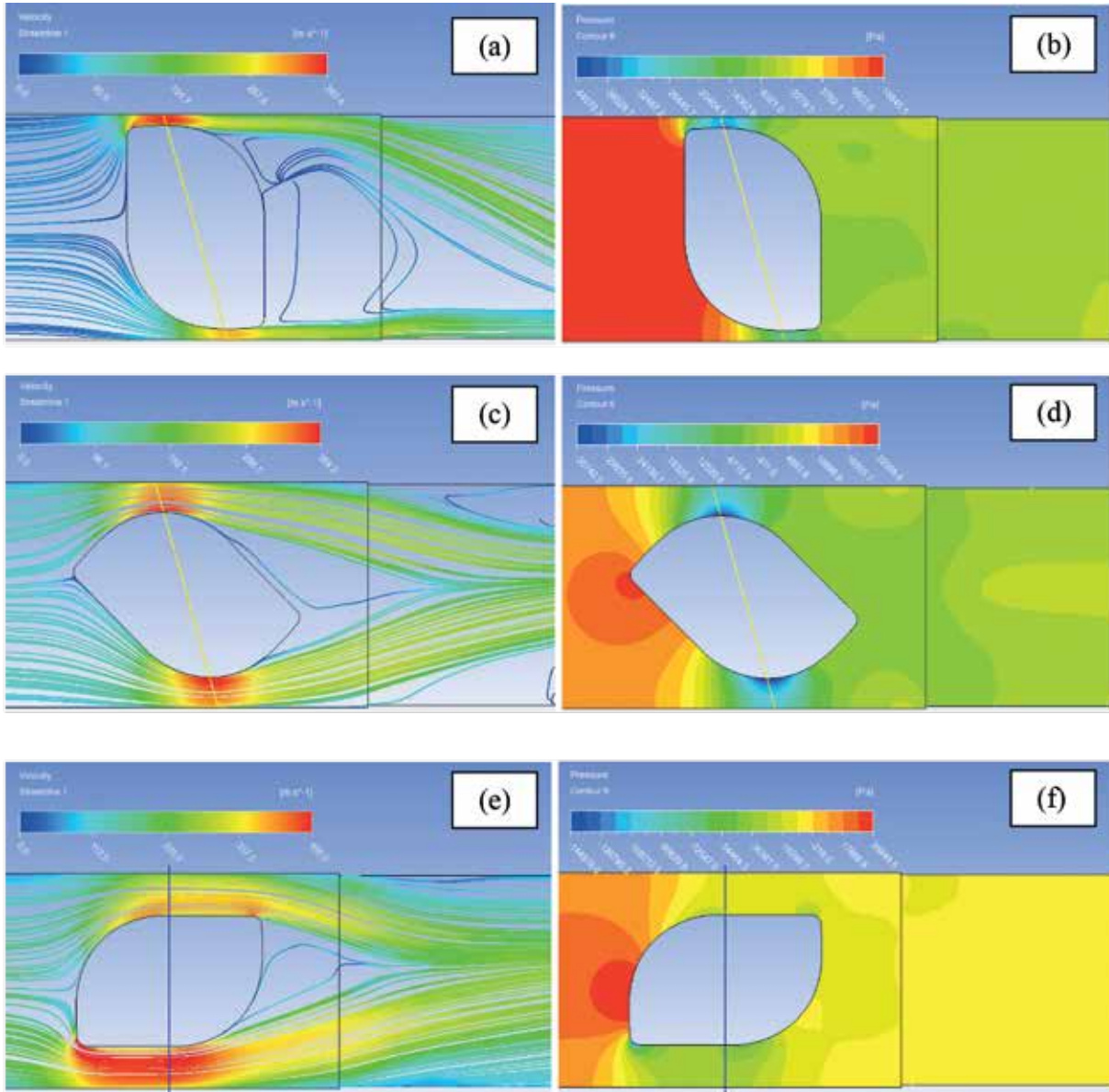


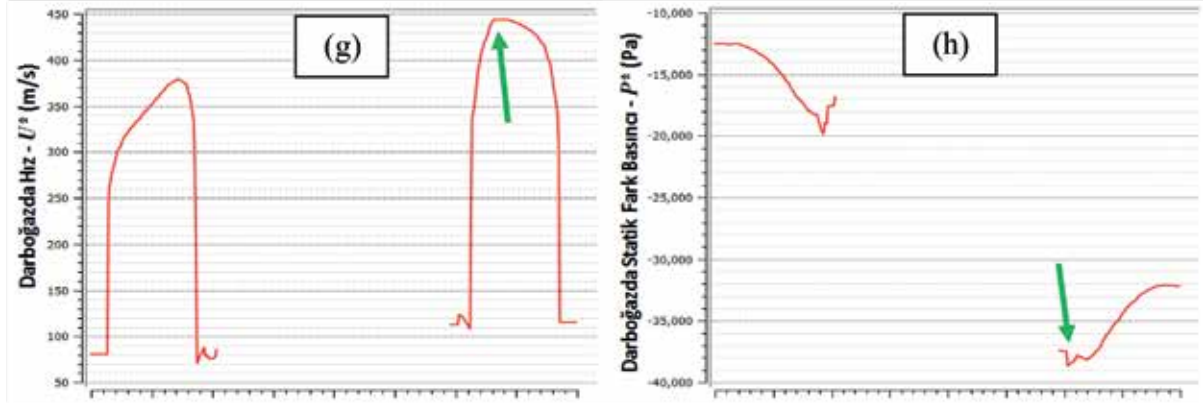
Şekil 10. İyileştirilmiş doğrusal klape geometrisi. a) Şematik, b) Tam kapalı, c) Tam açık.

SONUÇLAR

Son yüzey formu ile elde edilen geometri

için yapılan sayısal benzetimlerin sonuçları aşağıdaki gibidir.

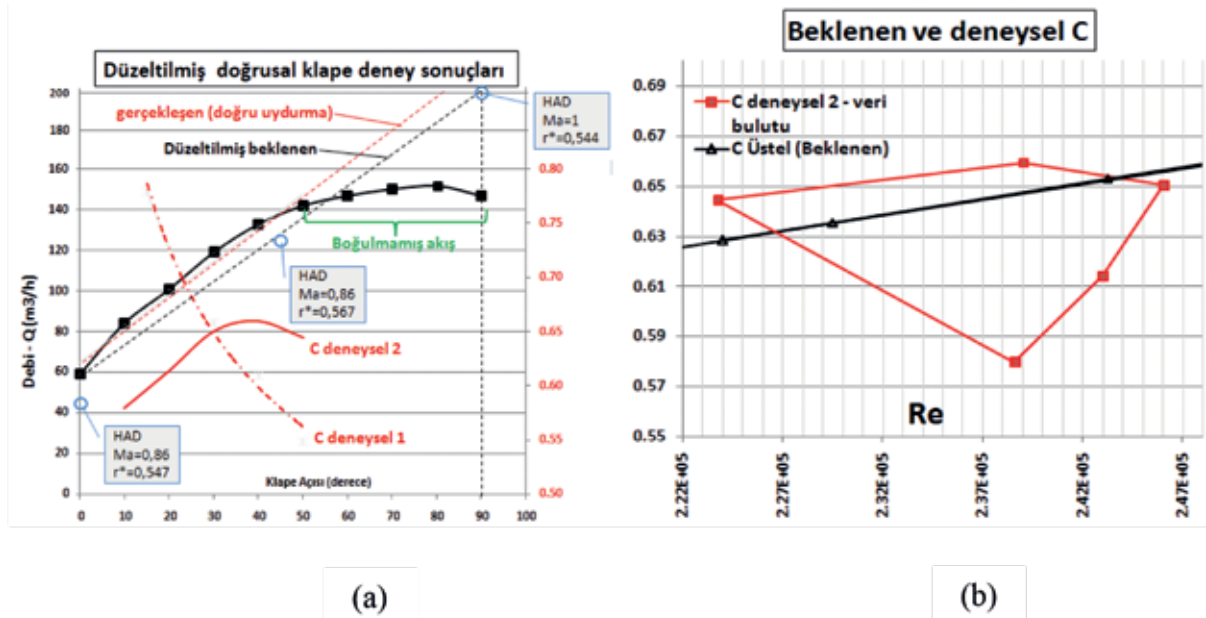




Şekil 11. İyileştirilmiş prototip klapede HAD benzetim sonuçları. a) 0o Hız ve akım çizgileri, b) 0o Statik fark basınç kontürleri, c) 45o Hız ve akım çizgileri, d) 45o Statik fark basınç kontürleri, e) 90o Hız ve akım çizgileri, f) 90o Statik fark basınç kontürleri, g) 90o Ölçüm doğrusu üzerinde hız dağılımı, h) 90o Ölçüm doğrusu üzerinde statik fark basınç dağılımı.

İyileştirilmiş doğrusal kelebek vana montajı deney düzeneğine yeniden monte edilmiş ve klape tam açık konumundayken brülör en büyük kapasitesi 155 m³/h debi geçişine izin vermiştir. 90° 'den 0° 'ye 10'ar derecelik aralıklarla kısılarak debi değerleri kaydedilmiştir. İyileştirilmiş prototip için deneysel yolla

kaydedilen akış katsayıları hem klape açısına bağlı olarak hem de Re sayısına bağlı olarak gösterilmiştir. Kelebek vananın tam açık konumdayken boğulmaya uğradığı debi HAD benzetimiyle çözülmüş olup 200 m³/h (0,04 kg/s) olduğu görülmüştür (Şekil 11.e,f,g,h).



Şekil 12. İyileştirilmiş prototip deney sonuçları. a) Debi, b) Akış katsayısı C.

Akış katsayıları karşılaştırıldığında, karşılaştırmanın klape açısı yerine Re 'ye bağlı olarak yapılması gerektiği de anlaşılmaktadır. Klape açısına göre sınıflandırma yanıltıcı olabilir.

TARTIŞMA

İyileştirilmiş yüzey geometrisine sahip doğrusal klape beklenen davranışını boğulmuş akış bölgesinde sağlamış olup doğrusal

davranışın bozulduğu bölümde, ilgili debilerin deney tesisatına bağlı olarak geçirilemediği görülmüştür. Hedeflenen 200 m³/h 'lik debinin brülör kontrol vanasından geçebilmesi için girişinde en az 5000 Pa doğalgaz mutlak fark basınç sağlanmasını gerektirmektedir. Ancak her iki klape deneyinde de sağlanabilen kelebek vana çıkış basıncı yaklaşık 3800 Pa kadardır. Bu durum kontrol vanasının doğalgazı beklenen

debide geçirmemesini açıklamaktadır. Basınçtaki aşırı düşüş kare kanal kenarı için $L=0,028$ m 'nin fazla küçük oluşu ile ilgilidir. Tam açık konumda ağırlıklandırılmış ortalama alınarak bulunan hedef kelebek vananın $200 \text{ m}^3/\text{h}$ debide 2750 Pa statik basınç kaybına uğraması hedeflenmiş olmasına rağmen 7200 Pa kayba uğramıştır. Kelebek vana gövdesi - ve iç kanalının - büyütülmesi durumunda oluşacak kaybın azaltılabileceği düşünülerek bu çalışmada anlatılan tasarım yöntemi kullanılarak istenilen debi aralığında doğrusal kontrol sağlayacak bir kelebek vananın tasarlanabileceği görülmüştür. HAD sonuçları itibariyle iyileştirilmiş kelebek vana beklenen doğrusal çalışmayı tasarım hedefleri içerisinde yapabilmektedir.

Hedeflenen doğrusal kontrolün uygulamadaki beklenen faydaları için aynı işlevi görecektir elektronik kontrol ekipmanına duyulacak ihtiyacın azaltımı yoluyla sistem toplam maliyetlerini, brülör kontrol sistemlerinde kolaylık ve güvenilirliği artırarak da arıza ve bakım maliyetlerini düşürmek ve ek olarak da en iyileştirilmiş yakıt/hava oranı ayarlaması ile yakıt harcaması ve yanma ürünü gaz salımlarının azaltımına katkıda bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] "Perry's Chemical Engineers' Handbook" (7th Edition), Perry R H, Green D W, Maloney J O, 1997, Mc-Graw Hill, ISBN:1934, 0-07-049841-5.
- [2] "Isıtma + Klima Tekniği El Kitabı 97/98", Recknagel, Sprenger, Schramek, TTMD Yayınları, 2003, ISBN:975-97305-7-X.
- [3] "Boundary Layer Theory" (Seventh Edition), Schlichting H, 1979, Mc-Graw Hill, ISBN:0-07-055334-3.
- [4] "Fundamentals of Classical Thermodynamics" (2nd Edition), Van Wylen G J, Sonntag R E, 1978, John Wiley & Sons.
- [5] Del Toro A, "Computational Fluid Dynamics Analysis Of Butterfly Valve Performance Factors", M.Sc. Thesis, Dept.Of Mech. Eng., Utah State University, 2012.
- [6] Wotzkowiak J, Oleskowicz-Popiel C, "Investigations Of Butterfly Control Valve Flow Characteristics", 01.10.2006, Foundations Of

Civil And Environmental Engineering 2006/7, ISSN:1642-9303.

[7] Chaiworapuek W, "The Engineering Investigation Of Water Flow Past The Butterfly Valve", Erasmus Mundus Master Of Mechanical Engineering Memoire-Thesis, June 2007, ETSEIB, Trinity College Dublin.

ÖZGEÇMİŞLER

Barış ELBÜKEN: YTÜ Fizik Bölümünden 2006 ve YTÜ Makina Mühendisliği Bölümünden 2008 yılında mezun oldu. Lisans mezuniyetini takiben Mekanik Tasarım Mühendisi olarak görev yaptı. 2013 yılında "Kapalı Otoparklarda Taşıt Yangınının Sayısal Benzetimine Yönelik k-Epsilon, DES ve LES Çalkantı Modellerinin Karşılaştırılması" başlıklı teziyle İTÜ Uçak ve Uzay Mühendisliği (UUM) yüksek lisans programını tamamladı. Yüksek lisans çalışmaları esnasında "Bilişim Vadisi Fizibilitesi" projesinde ve İTÜ UUBF'de "Aerodinamik Olarak Stabilize Edilmiş Alev Tutma Düzeneklerinin Sayısal ve Deneysel İncelemesi" adlı projede Proje Asistanı olarak görev aldı. Sonrasında İTÜ Akışkanlar Mekaniği Araştırma Grubu'nda (Fluids Group of Professor Bedii Özdemir) da Proje Asistanlığı görevinde bulundu ve AIRONN San. Tic. Ltd. Şti.'de Ar-Ge Takım Lideri olarak 2012 yılına kadar Aksiyel Fan ve Jetfan ürün ailesi oluşturmaya yönelik olarak ısı-akışkan ve mekanik sayısal analizler başta olmak üzere proje yöneticiliği yaptı. Aksiyel turbomakina tasarımı haricinde proje aşamasındaki kapalı mekan mimarilerinin yangın ve havalandırma senaryolarının sayısal benzetimlerini yaptı ve yönetti. 2013 yılında Alarko-Carrier Ar-Ge Merkezi Isıtma Bölümünde aslen gaz ve sıvı yakıtlı brülörlere yönelik ürün geliştirme çalışmaları başta olmak üzere akış kaynaklı gürültü ve titreşim, doğalgaz ve sıvı yakıtlarda tepkimeli akış, matematiksel modelleme ve sayısal benzetim alanlarında çalışmalarını sürdürmektedir. 2002 yılı TÜBİTAK Bilimadamı Yetiştirme Grubu Fizik Olimpiyatı Türkiye 60. sı ve Türk Fizik Vakfı Prof. Dr. Rauf Nasuhoğlu bursiyeri olup beklemede olan bir adet incelemeli patent başvurusu bulunmaktadır.

Didem Deniz KAYABAŞI: İTÜ Makina Mühendisliği - Enerji Bölümünden 2009 yılında mezun oldu. Alarko-Carrier Ar-Ge Merkezi'nde Sayısal Analiz Uzmanı olarak çalışmıştır. Burada görev aldığı süreçte, Isıtma, Klima ve

Pompa Bölümleri için sayısal analizleri ANSYS Fluent ve CFX kullanarak gerçekleştirmiştir. Alarko-Carrier dalgıç pompaları ve yüksek enerji sınıfı sirkülatörlerinin döner çarklarının sayısal yöntemlerle optimizasyonu konularında çalışmıştır. Halen İTÜ Savunma Teknolojileri programında yüksek lisans öğrenimine devam etmekte olup su pompaları için yüksek verimli döner çark tasarımı konusunda çalışmalarını sürdürmektedir

Alper ATA: Makina Mühendisliği eğitimini İTÜ Makina Fakültesi'nde 1997'de tamamladı. 1997-2001 yılları arasında aynı fakültede Termodinamik ve Isı Tekniği A.B.D.'de Araştırma Görevlisi olarak görev yaptı. 2001-2003 yılları arasında University of Connecticut Mechanical Engineering Bölümü Combustion Laboratory'de Research Assistant olarak

çalıştı. Yüksek lisanslarını aynı yıllarda İTÜ İşletme Fakültesi Mühendislik Yönetimi Bölümü ve University of Connecticut (ABD) Mechanical Engineering'de tamamladı. 2004-2006 yılları arasında Baymak Makina San. ve Tic. A.Ş.'de ArGe Mühendisi olarak çalıştı. 2006 yılından beri Alarko-Carrier San. ve Tic. A.Ş. ArGe Merkezi'nde ArGe Isıtma Müdürü olarak çalışmaktadır. Şimdiye kadar çalıştığı alanlar arasında toplam kalite yönetimi; ses üstü akışlarda ikinci fazın etkisi; elektrik alan ile alev stabilizasyonu; akustik ve transfer fonksiyonları; PDPA, LDV, CCD kamera, yüksek hızlı alev görüntüleme, photomultiplication gibi optik deneysel yöntemler; HVAC uygulamaları; kombi, brülör, kazan tasarımları bulunmaktadır. Halen İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi'nde yanmanın modellenmesi konusunda doktora çalışmalarına devam etmektedir.



Aironn Jet Fan ve Duman Egzoz Fan Sistemleri Kapalı Otopark Havalandırması ve Duman Tahliyesinde

“doğru seçim”

yüksek verimli
jet fan

yeni



kendinden
susturuculu*
yangın duman tahliye,
merdiven basınçlandırma, taze hava
aksiyal fanları

yeni



*en düşük
ses seviyesi

YERLİ İMALAT ✓

FABRİKA ✓

SERTİFİKA ✓

AR-GE ✓

TASARIM ✓

LİSANSLI CFD ANALİZ PROGRAMLARI ✓

DAİMI AKIŞ ANALİZİ ✓

DUMAN VE SICAKLIK DAĞILIM ANALİZİ ✓

PROJELENDİRME ✓

TEST ✓

OTOMASYON ✓

DUMAN TESTİ ✓

DEVREYE ALMA ✓

SATIŞ SONRASI HİZMETLER ✓

REFERANSLAR ✓

CFD analizlerine dayanan Ar-Ge çalışmalarımızın ürünü %100 yerli üretim jet fan ve duman egzoz fanlarımız, kapalı otopark havalandırmasında projelendirmeden satış sonrasına uzanan hizmetlerimiz...

Herşey “doğru seçim”inizi kolaylaştırmak için.

Applus⁺

EN 12101-3 CE

300 °C/2 saat

Aironn ürünleri, hem aksiyal fan, hem jet fan gruplarında uluslararası yangın dayanım sertifikalarına sahiptir.

AIRONN

Barış Mah. 1802 Sok. No: 3
(Tübitak karşıtı) Gebze/Kocaeli
T: (0216) 365 36 26
F: (0216) 365 36 28
www.aironn.com.tr