

SPLIT KLİMALARDA KULLANILAN KANATLI BORULU ISI DEĞİŞTİRGEÇİ TASARIM PARAMETRELERİNİN DUYULUR KAPASİTEYE OLAN ETKİSİ

Dilek KUMLUTAŞ
Funda KURU
İ. Yetkin YETİM
Ziya Haktan KARADENİZ

ÖZET

Isıtma, soğutma ve iklimlendirme sistemlerinin ana bileşeni olan ısı değiştirgeçleri, yaygın kullanım alanları ve buna bağlı olarak gelişen ürün çeşitliliği ile hem uygulamalarda hem de literatürde sıkça karşılaştığımız önemli bir sistem elemanıdır. Literatürde, ısı değiştirgeçlerinin farklı türlerine ait teorik, deneysel ve bilgisayar destekli sayısal çözümlerine yönelik çok sayıda çalışmaya rastlanılmaktadır. Ancak bu çalışmalarda izlenen genel yöntem, ısı değiştirgeçlerini elemanı oldukları sistemden ayrı olarak ele alıp, girilen sınır koşulları ile çalışma şartlarının sağlanması şeklindedir. Sistem ile birlikte değerlendirilen ve sistem içerisinde farklı geometri ve kapasitelere sahip ısı değiştirgeçlerinin incelenmesi, zaman, maliyet ve üretim yükü getireceği için bilgisayar destekli sayısal çözüm yöntemleri geliştirilerek bu çalışmalar gerçekleştirilmelidir.

Bu çalışmada; günümüzde konfor iklimlendirmesinde kullanımı oldukça yaygın olan, split klima iç ünitesi içerisinde modellenen ve gerçek çalışma şartlarına en yakın koşullar altında incelemesi yapılan kanatlı borulu ısı değiştirgeçlerinin, tasarım parametrelerinin duyulur kapasiteye ve sistem verimliliğine olan etkileri sayısal olarak incelenmiştir. Isı değiştirgeci tasarım parametreleri geniş bir çalışma alanına sahip olmakla birlikte, bu çalışma kapsamında; boru çapı, borular arası mesafe, kanatlar arası boşluğun değişimi ile alüminyum kanatların patlatmasız veya patlamalı olması durumları için inceleme yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Isı değiştirgeci, Tasarım parametresi,

ABSTRACT

Heat exchangers which are the main component of the heating, cooling and air conditioning systems, are important systems elements as well as they frequently encountered in the literature and applications due to their common usage areas and its growing diversity. In the literature for different types of heat exchangers, several theoretical, experimental and computer-aided studies were encountered. But, the general method pursued in these studies is presenting the heat exchangers as a separate element of the system and provisioning the working conditions by defined boundary conditions. Because of evaluating the heat exchangers in the system with different geometry and capacities, bring time, cost and production load, these studies must be performed by developing computer-aided numerical solution methods.

In this study, fin and tube heat exchangers' which are quite common use nowadays in the comfort air conditioning, modeled in the air conditioning indoor unit section and reviewed under the closest conditions to the actual working conditions, the design parameters effects on the sensible capacity and system efficiency were investigated numerically. Although, heat exchanger design parameters

have a large working area, in the scope of this study, it was examined in the changes of pipe diameters, distance between tubes, gap between the wings and aluminum fins are blasting or louvered.

Key Words : Heat exchanger, Design parameters

1. GİRİŞ

Kanatlı borulu ısı değiştirgeçlerinin başarımının artırılabilmesi için özellikle, ısı direncin daha yüksek olduğu hava tarafı ısı aktarım katsayısının (toplam direncin %90'ı) artırılmasının gerekliliği, yapılan çalışmalardan anlaşılmaktadır [1]. Bu nedenle literatürde ağırlıklı olarak, hava tarafı üzerine yapılmış çalışmalar yer almaktadır. Birçoğunda ise sadece kanatlı borulu ısı değiştirgecinin incelenmeye değer en küçük parçası modellenerek, malzeme özellikleri, kanatlar ve borular arası mesafeler, patlatma ve kanat şekilleri [2, 3, 4, 5] vb. etkenlerin ısı aktarımı ve akış koşulları üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Benzer bir diğer araştırmada ısı transferi ve basınç dūřümü değerlerinin düz kanatlı borulu ısı değiştirgeçlerindeki farklı kanat açılarındaki değişimleri HAD yöntemi ile irdelenerek optimum kanat eęim açısının belirlenmesi incelenmiştir [6].

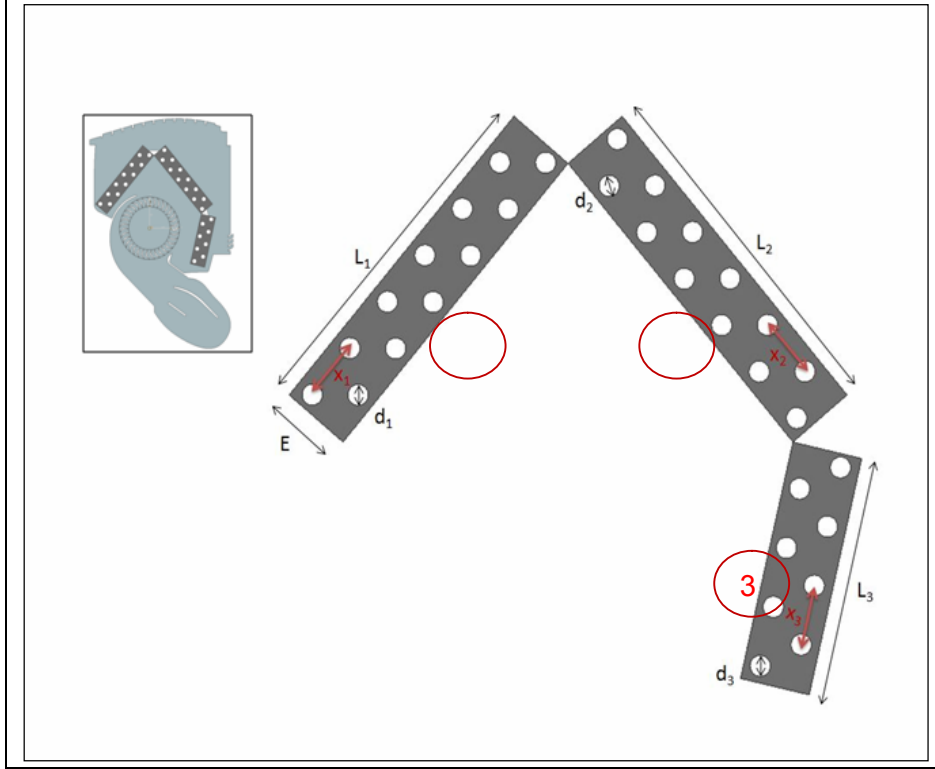
Geniş aralıklı plaka kanatlı-borulu ısı değiştirgeçlerinin optimum tasarımında kullanılabilen deneysel verilerin geliştirildiği diğer bir çalışmada [7], kanat aralıkları, boru sıra sayıları ve boru dizilişleri farklı olan 22 ısı değiştirici test edilmiştir. Buna göre, kanat aralıklarının azalması ve boru sıra sayısının artmasıyla hava tarafı ısı geçiş katsayısının azaldığı tespit edilmiştir.

Panjurlu [8] ve dalgalı [9, 10] tip kanatlı borulu ısı değiştirgeci için yapılan iki ve üç boyutlu Hesaplamalı Akışkanlar Dinamięi (HAD) analizinde ise akış ayrılmaları, basınç dūřümü ve ısı transferi performansı incelenerek alternatif kanat yapıları için fikir edinilmiştir. Bir diğer çalışmada da değiştirgeçteki boru tarafı yerleşiminin, boru eliptikliğinin değiştirilmesinin ısı transferi ve basınç dūřümüne etkileri sayısal olarak incelenmiştir [11]. Elde edilen sonuçlardan ısı değiştirgecinin tümü hakkında başarıyı artırmaya yönelik çıkarımlar yapılmıştır.

2. MEVCUT TASARIM VE TASARIM PARAMETRELERİ

Split klima iç ünitesi içerisinde bulunan buharlaştırıcı (evaporatör) boruları içerisinde dolaşan soğutucu akışkanın, faz değişimi sırasında bulunduğu ortam havasından ısı çekmesi prensibine dayanan, kanatlı borulu tip bir ısı değiştirgecidir. Soğutma çevrimi diğer elemanları ve split klima iç ünitesi bileşenlerinden olan teğetsel fanın da ele alındığı enerji tüketimi ve sistem verimliliği değerlendirmesinde, duyulur kapasiteye doğrudan etki eden en önemli elemanlardan birinin buharlaştırıcı olduğu görülmüştür. Buharlaştırıcıyı oluşturan kanatlı borulu ısı değiştirgeci, soğutucu akışkanın geçtiği bakır borular ve ısı transferi yüzey alanını genişletmek için kullanılan alüminyum kanatlardan meydana gelmektedir. Kanatlı borulu tip ısı değiştirgecinin tasarımında; boru dizilimleri, borular arası mesafeler, boru çapları, kanat aralıkları, ısı değiştirgeci uzunluğu, kanat kalınlıkları, kanat genişlikleri, kanat malzemesi, patlatmalı olup olmaması gibi parametrelerin önemli olduğu yapılan literatür araştırmalarından bilinmektedir. İncelenecek parametrelerin çeşitli olması ve bu incelemelerin gerçek akış şartlarının modellenebileği 3 boyutlu split klima iç ünitesi sayısal modeli içerisinde yapıyor olması nedeniyle seçilen parametreler değerlendirmeye alınmıştır. ısı değiştirgeci kanatlarının konumu gerçek çalışma şartlarına uygun olarak modellenmiş olup, üzerinden geçen akış, teğetsel fanın döndürülmesi ile sağlanmıştır. Böylece, kanatlar arasından geçen hava her kesitte homojen dağılan idealize bir akış olmak yerine etkenlik alanının kanadın belli kesitlerinde değiştiği gerçeğe daha yakın bir akış elde edilmiştir.

Split klima iç ünitesine ait uygun bir kesit modeli içerisinde değerlendirilen ısı değiştirgecinin yerleşimi ve kullanılan ısı değiştirgecinin mevcut tasarımına ait geometrik özellikler Şekil 1'de verilmiştir.



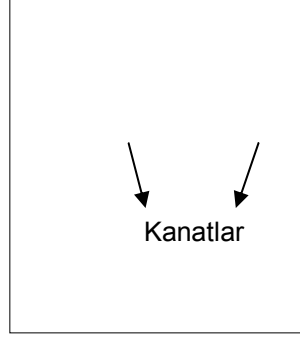
Şekil 1. Isı değiştirgecinin geometrik parametreleri ve split klima iç ünitesi içerisinde yerleşimi.

Isı değiştirgecinin geometrisi, iç ünite içerisindeki alan kısıtı ve havanın geçişi yönünde maksimum alan elde edebilme düşüncesi ile üç açılı olarak tasarlanmıştır. Mevcut yerleşimde ve boyutlarda değişikliğe gidilmeksizin ısı değiştirgecinin kapasitesinin artırılmasının hedeflendiği bu çalışmada, ısı değiştirgeci sınır geometrisini belirleyen kanat uzunlukları (L_1 , L_2 , L_3) ve tüm kanatlar için eşit olan kanat genişliği (E) parametreleri sabit tutulmuştur. Çapların ve çaplar arası mesafelerin değiştirildiği yeni tasarımlar için göz önüne alınan, mevcut tasarıma ait başlangıç boyutları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Isı değiştirgecinin mevcut tasarımına ait geometrik boyutları

MEVCUT TASARIM	E (mm)	KANAT 1			KANAT 2			KANAT 3		
		d_1 (mm)	L_1 (mm)	x_1 (mm)	d_2 (mm)	L_2 (mm)	x_2 (mm)	d_3 (mm)	L_3 (mm)	x_3 (mm)
	25.4	7.3	126	21	7.3	126	21	7.3	84	21

Isı değiştirgecinin belirtilen sınırlar dahilinde, farklı boru çapları ve dizimleri ile veya patlatma eklenerek yüzey alanının değiştirilmesi kadar kanatlar arasından geçen havanın akış kesitinin artırılması veya azaltılması da bu çalışmada incelemelere dahil edilmiştir. Kanatlar arası mesafenin ve kanat kalınlıklarının Şekil 2'de gösterildiği mevcut tasarıma ait kanat geometrisinin boyutları ve özelliği Tablo 2'de verilmiştir.

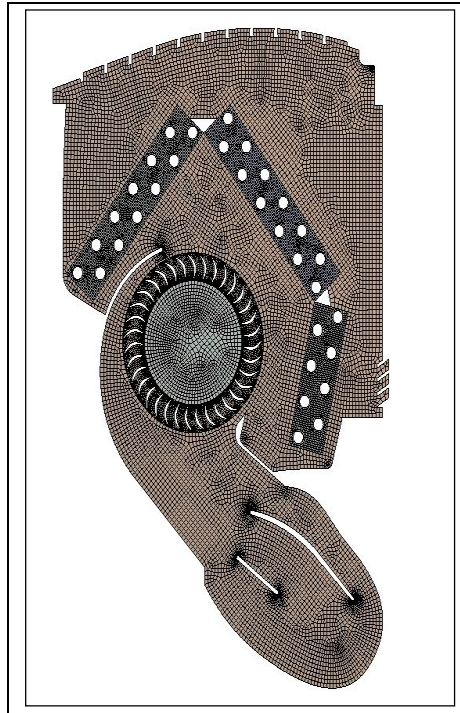


Şekil 2. Isı değiştirgecinin yandan görünümü ve tasarımı parametreleri

Tablo 2. Isı değiştirgecinin mevcut tasarımına ait geometrik zellikleri

Kanatlar arası mesafe (s)	1.4 mm
Kanat kalınlıkları (δ)	0.1 mm
Kanat yapısı	Patlatmasız

Hesaplamalı akışkanlar dinamiği ve ısı transferi metodu ile çözümlenmesi yapılacak geometrinin katı ve hava hacimleri CAD programında modellenerek, sonlu hacimler yöntemi ile çözüm yapılacak mdle aktarılarak sayısal modeli (aę yapısı) oluşturulmuştur (Şekil 3). Hazırlanan hexahedral aę yapısında, kanat ve boru çevresinde hassas çözümlenme sağlayan daha küçük aę elemanları atanmıştır. Sayısal modeli oluşturan eleman sayısı 386192 ve düğüm sayısı 470187 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3. Isı değiştirgecinin değerlendirildiği split klima kesiti sayısal modeli

 boyutlu split klima içi ünitesine ait sayısal modelin sınır şartları oluşturulurken, havanın akışı teğetsel fanın döndürülmesi ile sağlanmış ve ısı değiştirgecinin oluşturan kanatların malzemesi alüminyum olarak tanımlanmıştır.

Mevcut tasarım ve iyileştirme yapılacak tüm diğer tasarımlar için fanın devir sayısı 1035 dev/dk olarak tanımlanmış olup, duyulur kapasitenin mevcut durum için 2096 Watt olduğu yapılan testlerden bilinmektedir. Yapılacak olan iyileştirme çalışmalarındaki hedef, bu kapasite değerini geçen yeni tasarımlar elde etmek olacaktır.

Bu hedefe ulaşmak için, yapılacak her bir tasarımda yukarıda belirtilen aşamalar her seferinde tekrarlanacak iken, bu çalışmada sunulan parametrik çalışma yöntemi sayesinde değişkenin geometrisine uygun olarak hazırlanan modellere atanan parametrelerin program kontrolünde değişmesi sağlanarak her seferinde geometrinin oluşturulması, sayısal modelin hazırlanması, sınır şartlarının girilmesi gibi tekrar eden ve zaman alan süreçlerden kullanıcı kurtarılmıştır.

Isı değiştirgeci performansına etki edecek parametrelerden seçilen boru çapları, borular arası mesafe, kanatlar arası mesafe ve patlatma durumları için sadece 3 model oluşturularak toplamda 47 farklı analiz gerçekleştirilmiştir.

3. BORU ÇAPLARININ VE BORU DİZİMLERİ ARASINDAKİ MESAFENİN DEĞİŞİMİNİN KAPASİTEYE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Mevcut tasarımın kapasitesinin ve geometrik özelliklerinin referans olarak alındığı bu çalışmada, ısı değiştirgecinin split klima iç ünitesi içerisindeki yerleşiminden kaynaklanan geometrik kısıtlar nedeniyle, eşanjör boru çapı ve borular arası mesafenin değişiminin parametrik çalışması yapılmıştır. Buna göre boru çapının minimum 5 mm ve maksimum 10.5 mm olduğu durumlar ile, boru dizimleri arasındaki mesafenin minimum 11.5 mm ve maksimum 30 mm olduğu durumlara ait 39 tasarımın analizi yapılmıştır.

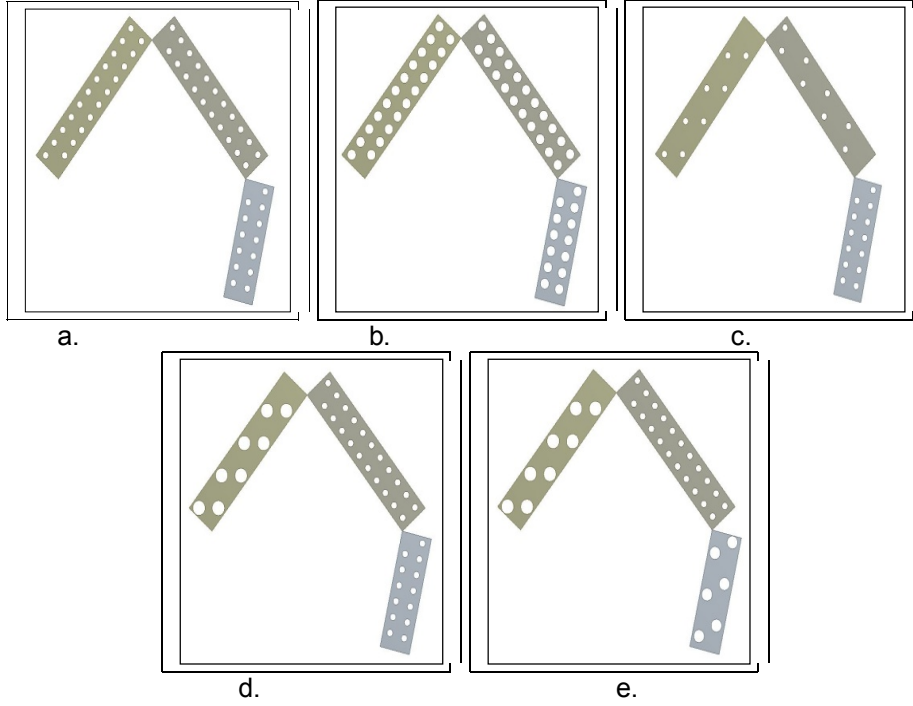
39 ayrı tasarım kombinasyonları için analizleri yapılan ve belirtilen aralıklar arasındaki diğer tasarımların iteratif olarak çözümlenmesiyle elde edilen kapasite değerleri karşılaştırılmıştır. Mevcut tasarım için elde edilen 2096 Watt kapasitenin üstüne çıkan yeni tasarımlar elde edilmiş ve bunlar arasından seçilen bazı tasarımlar Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Tasarım önerisi

Tasarımlar	d ₁ (mm)	d ₂ (mm)	d ₃ (mm)	x ₁ (mm)	x ₂ (mm)	x ₃ (mm)	Toplam Kapasite (Watt)
TASARIM ÖNERİSİ-1	5	5	5	11,5	11,5	11,5	2883,12
TASARIM ÖNERİSİ-2	7.3	7.3	7.3	11,5	11,5	11,5	2580,25
TASARIM ÖNERİSİ-3	5	5	5	30	30	11,5	2366,02
TASARIM ÖNERİSİ-4	10,5	5	5	30	11,5	11,5	2147,66
TASARIM ÖNERİSİ-5	10,5	5	9	30	11,5	30	2109,4
MEVCUT TASARIM	7.3	7.3	7.3	21	21	21	2096

Mevcut kapasitenin üzerine çıkan tasarımlardan seçilen 5 ısı değiştirgeci geometrisi, tasarım önerisi olarak Şekil 4'de verilmiştir.

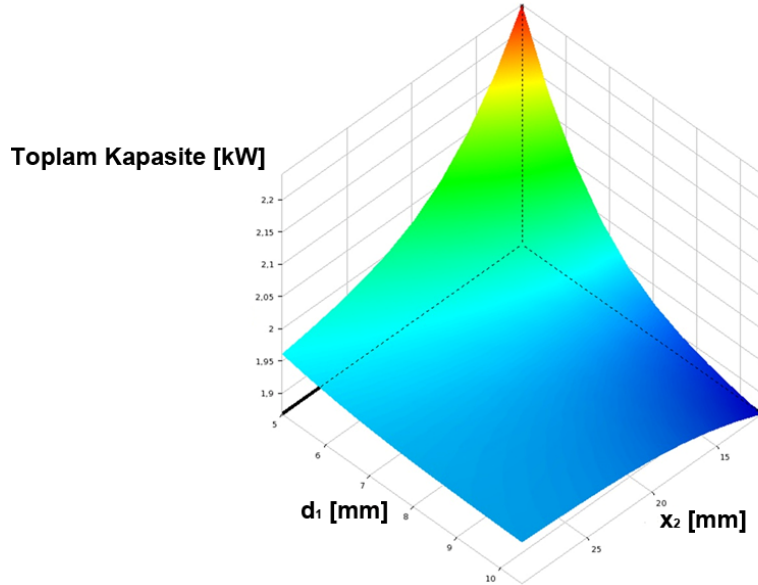
Yapılan analizlerde her bir kanat ve kanattaki tasarım parametrelerinin (boru çapı ve borular arası mesafe) değişiminin toplam kapasite ile değişimi grafik olarak karşılaştırılmıştır. Buna göre sırasıyla 1 numaralı kanat, 2 numaralı kanat ve 3 numaralı kanat için parametrelerin değişiminin kapasiteye etkileri Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7' de gösterilmiştir. Boru çapları ve borular arası mesafenin farklı aralıkları için çıkartılan bu grafikler, üretimi planlan tasarımların yaklaşık kapasitesi hakkında fikir verecektir.



Şekil 4. Tasarım önerilerine ait eşanjör boru dizilimleri (a) Tasarım önerisi-1, (b) Tasarım önerisi-2, (c) Tasarım önerisi-3, (d) Tasarım önerisi-4 ve (e) Tasarım önerisi-5.

3.1 1 Numaralı Kanat Tasarım Parametrelerinin Değişiminin Toplam Kapasiteye Etkisi

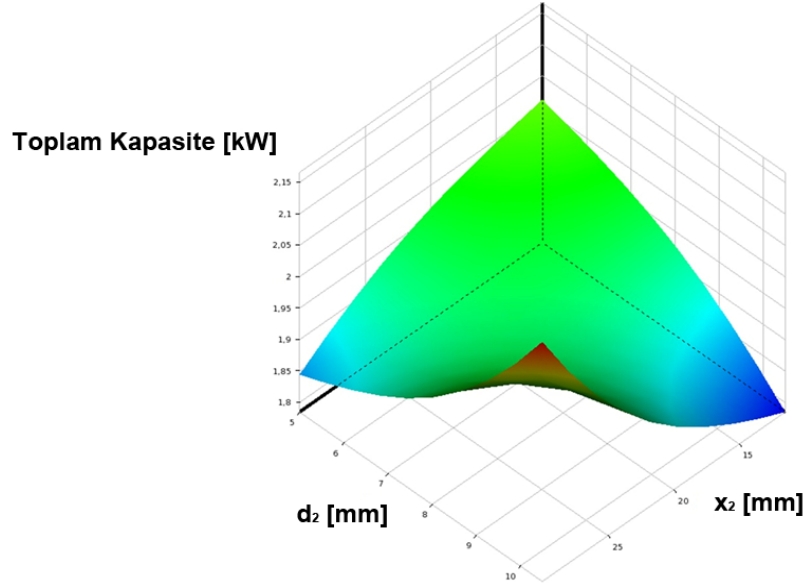
Yapılan analizlerde her bir kanat ve kanattaki tasarım parametrelerinin değişiminin toplam kapasite ile ilişkisi grafik olarak karşılaştırılmış ve Şekil 5'de verilmiştir. Buna göre, boru çaplarının ve borular arası mesafelerin minimum olması durumunda ilk kanadın toplam kapasiteyi arttırmaya olan etkisi maksimum seviyede olmaktadır.



Şekil 5. Kanat-1 için boru çapları ve borular arası mesafenin değişiminin toplam kapasiteye etkisi

3.2 2 Numaralı Kanat Tasarım Parametrelerinin Değişiminin Toplam Kapasiteye Etkisi

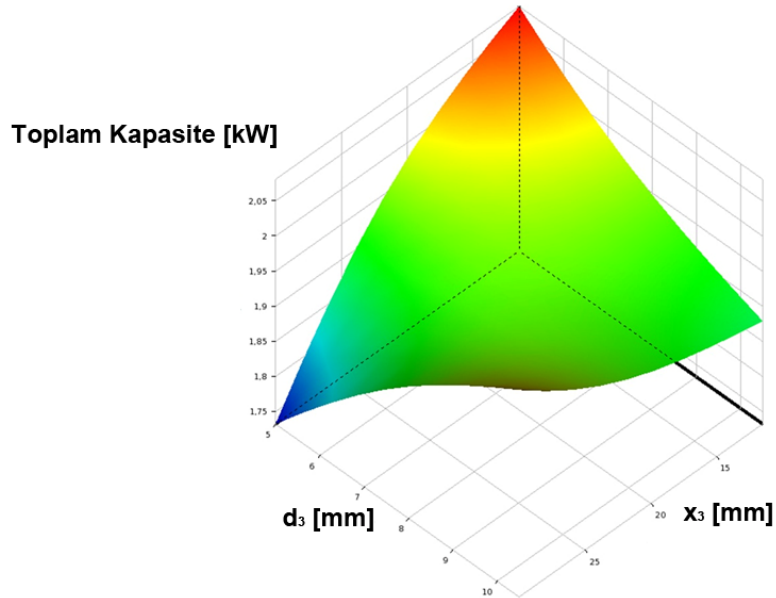
2 numaralı kanadın boru çapı ve borular arası mesafesinin değişiminin kapasiteyle ilişkisi Şekil 6'da verilmiştir. Buna göre boru çapları ve borular arası mesafenin maksimum olduğu tasarımda kapasitede artış olduğu görülmüştür.



Şekil 6. Kanat-2 için boru çapları ve borular arası mesafenin değişiminin toplam kapasiteye etkisi

3.3 3 Numaralı Kanat Tasarım Parametrelerinin Değişiminin Toplam Kapasiteye Etkisi

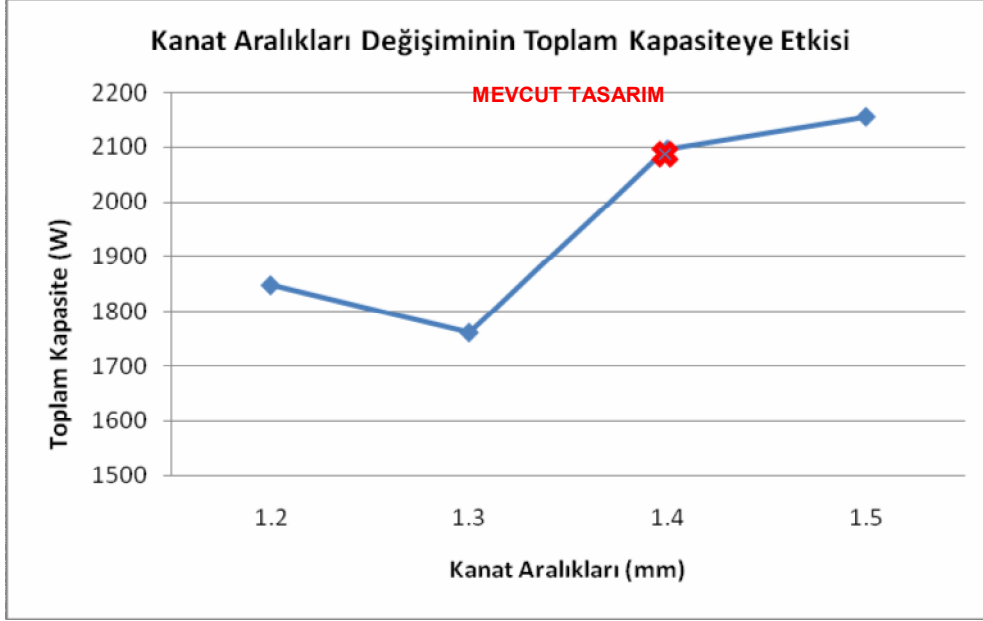
3 numaralı kanat için, toplam kapasitede artış sağlayan tasarım boru çaplarının ve borular arası mesafenin minimum olduğu durum olarak tespit edilmiştir. Bu parametrelerin değişimlerinin birbirleriyle olan etkileşimi ve farklı kombinasyonların oluşturulması sonucunda elde edilecek yaklaşık kapasiteleri veren grafik Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Kanat-3 için boru çapları ve borular arası mesafenin değişiminin toplam kapasiteye etkisi

4. KANATLAR ARASI BOŞLUK MESAFESİNİN DEĞİŞİMİNİN TOPLAM KAPASİTEYE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Isı değiştirgeçleri kanatları arasındaki boşluk mesafelerinin değişimi ile meydana gelen kesit daralması veya kesit genişlemesi, kanat yüzeyleri üzerinden geçen havanın ısı transferi performansında etkili olmaktadır. Buna göre mevcut durum için 1.4 mm olan kanat aralıkları mesafesinin değişimine bağlı olarak toplam kapasitenin değişimi Şekil 8' de verilmiştir. Kanat aralıkları değişiminin duyulur kapasiteye etkisinin incelendiği bu analizlerde, kanattaki boru dizimleri mevcut duruma göre alınmiş ve hepsinde sabit tutulmuştur.



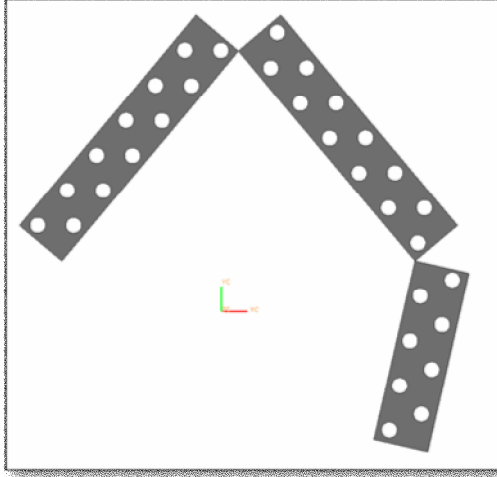
Şekil 8. Kanatlar arası mesafenin değişiminin kapasiteye etkisi

Yapılan analizlere göre, kanatlar arası boşluk mesafesinin artması ile kapasitenin arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu analizler için seçilen boşluk mesafeleri, kanatlar arasında kalan havanın akışına engel olmayacak genişlik ve darlıkta olup, uygulamada karşımıza çıkabilecek aralıklardadır.

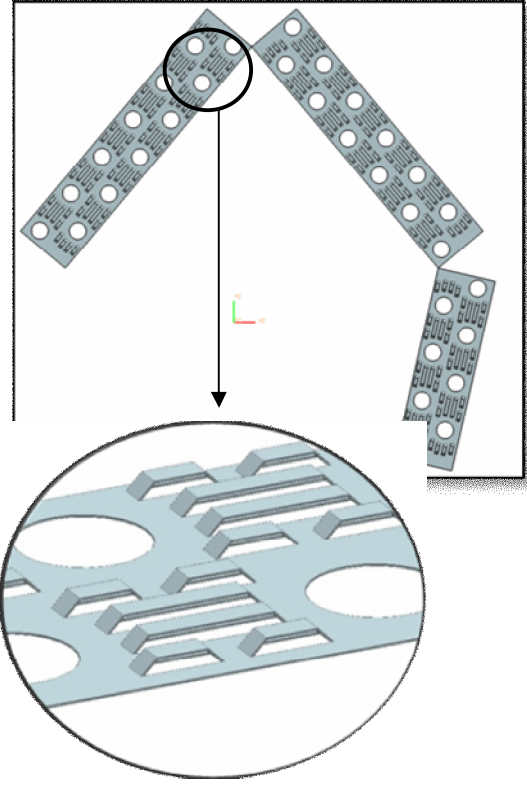
5. PATLATMALI VE PATLATMASIZ KANAT KULLANIMININ TOPLAM KAPASİTEYE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Isı değiştirgeçlerinde kanat yüzeylerinden olan ısı transferini arttırmanın bir diğer yolu mevcut ısı transfer yüzey alanının genişletilmesidir. Bu amaçla, literatürde ve uygulamada kullanımı yaygın olan patlatmalı kanat modeli oluşturularak patlatmasız (düz) ve patlatmalı kanat modellerinin kapasite karşılaştırmaları yapılmıştır.

Karşılaştırma için, boru dizimleri, kanatlar arası boşluk mesafesi vb. parametreler her iki tasarım için de aynı olacak Őekilde, firmadan alınan patlatma modeli düz kanat geometrisine uygulanmış ve Şekil 9'da gösterilmiştir.



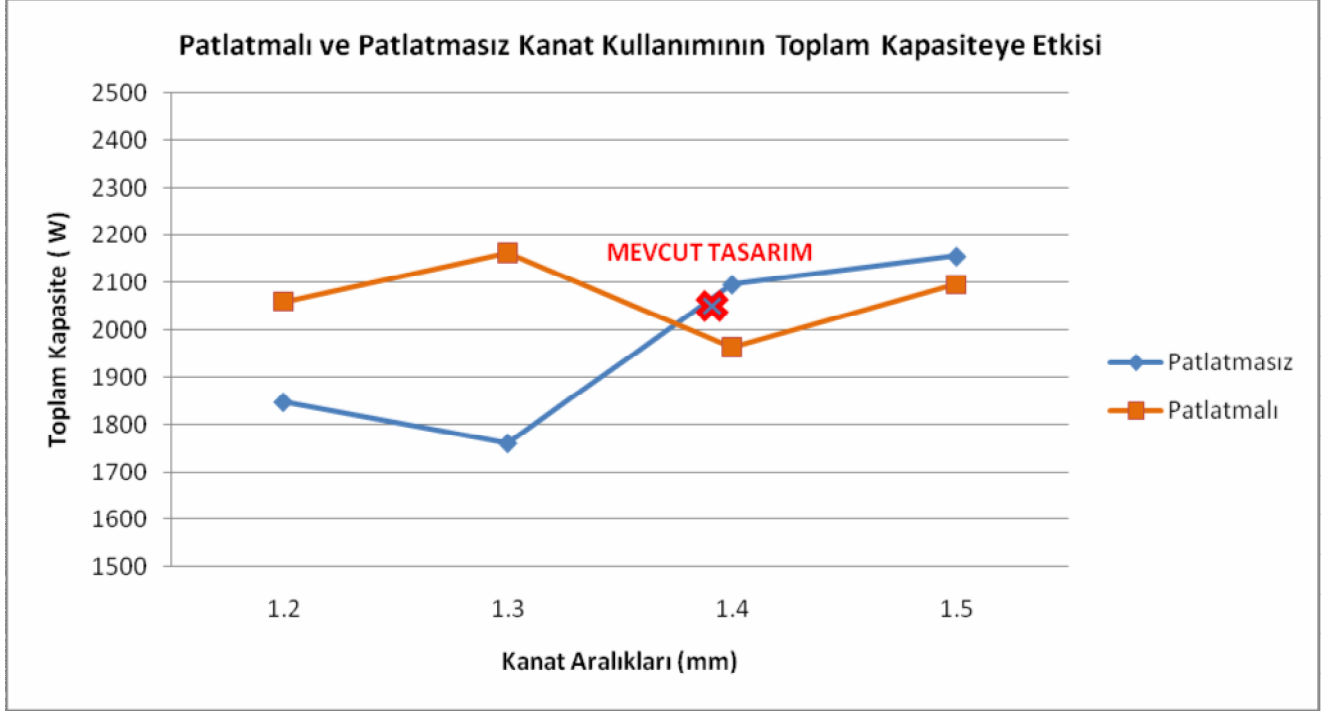
a.



b.

Şekil 9. a. Patlatmasız (düz), b. Patlatmalı kanat modelleri

Patlatmalı ve patlatmasız kanat modellerinin kapasitelerinin karşılaştırılması için yapılan analizlerde; ısı transferi yüzey alanının artmasını sağlayan patlatmalı kanat geometrisine sahip ısı değiştirgecinin farklı kanat aralıkları için soğutma kapasitesi ile değişimi Şekil 10'da verilmiştir. Kanatlar arası mesafelerin değiştirildiği dört ayrı durum için elde edilen sonuçlar, patlatma geometrilerinin avantajının kanatlar arası mesafenin değişmesi ile etkileşimde olduğunu göstermektedir.



Şekil 10. Patlatmalı ve patlatmasız kanat kullanımının toplam kapasiteye etkisi

SONUÇ

Optimizasyon çalışması kapsamında, ısı değiştirgecinin split klima iç ünitesi içerisindeki yerleşimine bağlı geometrik kısıtları göz önüne alınarak yapılan yeni tasarım denemelerine ait analizlerin sonucunda, mevcut kapasitenin üzerine çıkan tasarımlar elde edilmiştir. Bu tasarımlar arasından seçilerek üretilcek yeni ısı değiştirgeçleri sayesinde, klima çalışma koşulları değiştirilmeksizin duyulur kapasitede artış olacağı çıkarımı yapılmıştır.

Hesaplama akışkanlar dinamiği ve ısı transferi metodunun kullanıldığı, sonlu hacimler yöntemiyle çözümlenmenin yapıldığı gerçek çalışma şartlarını simüle eden ortam içerisinde değerlendirilen ısı değiştirgeçlerinin kapasiteye etkileri, kullanılan yöntem ve parametrik çalışma sayesinde hem çok hızlı hem maliyetsiz hem de insan emeğini en aza indirebilecek bir çözüm önerisi olarak bu bildiriye sunulmuştur.

Bu çalışma Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından, San-Tez programı kapsamında, 00343.STZ.2008-2 kodlu proje ile desteklenmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] WANG, C.C., Recent progress on the air side performance of fin-and-tube heat exchangers, International Journal Heat Exchangers, 1, 2000.
- [2] WANG, C.C., LEE, W.S., SHEU, W.J., A comparative study of compact enhanced fin and tube heat exchangers, International Journal Heat and Mass Transfer, 44, 2001.
- [3] YUN, J.Y., LEE, K.S., Investigation of heat transfer characteristics on various kinds of fin-and-tube heat exchangers with interrupted surfaces, International Journal Heat and Mass Transfer, 42, 1999.

- [4] YAN, W.M., LI, H.Y., WU, Y.J., LIN, J.Y., CHANG, W.R., Performance of finned tube heat exchangers operating under frosting conditions, Int. J. Heat and Mass Transfer, 46, 2003.
- [5] MENDEZ, R.R., SEN, M., YANG, K.T., McCLAIN, R., Effect of fin spacing on convection in a plate fin and tube heat exchanger, International Journal Heat and Mass Transfer, 43, 2000.
- [6] ŞAHİN, H.M, DAL, A.R., BAYSAL, E., 3-D Numerical study on the correlation between variable inclined fin angles and thermal behavior in plate fin-tube heat exchanger, Applied Thermal Engineering, 27, 2007.
- [7] KIM, Y., KIM, Y., Heat transfer characteristics of flat plate finned-tube heat exchangers with large fin pitch, International Journal of Refrigeration, 28, 851-858, 2005.
- [8] PERROTIN, T., CLODIC, D., Thermal-Hydraulic Cfd Study İn Louvered Fin-And-Flat-Tube Heat Exchangers, International Journal of Refrigeration, 27,2004.
- [9] JANG, Jün-Yuh, CHEN, Li-Kwen., Numerical analysis of heat transfer and fluid flow in a three-dimensional wavy-fin and tube heat exchanger, International Journal Heat Mass Transfer. Vol. 40, No. 16, 1997.
- [10] TAO, Y.B., HE, Y.L., HUANG, J., WU, Z.G., TAO, W.Q., Numerical study of local heat transfer coefficient and fin efficiency of wavy fin-and-tube heat exchangers, International Journal of Thermal Sciences, 46, 2007.
- [11] EREK, A., ÖZERDEM, B., BİLİR, L., İLKEN, Z., Effect of geometrical parameters on heat transfer and pressure drop characteristics of plate fin and tube heat exchangers, Applied Thermal Engineering 25, 2005.

ÖZGEÇMİŞ

Dilek KUMLUTAŞ

İzmir doğumludur. 1990 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Bölümü'nü bitirmiştir. Aynı Üniversite'nin Enerji Anabilim dalında 1994 yılında Yüksek Lisans, 1999 yılında Doktora Eğitimini tamamlamıştır. 1990-1999 yılları arasında Araştırma Görevlisi, 1999-2007 yıllarında Yardımcı Doçent olarak görev yapmıştır. 2007 yılından beri Makina Bölümü'nde Doçent olarak çalışmaktadır.

Funda KURU

1985, Eskişehir doğumlu olan Funda Kuru 2003 yılında TED Aliağa Kolejinden mezun olmuştur. 2003-2007 yıllarında DEÜ Makina Mühendisliği Bölümü'nde lisans, 2007-2010 yılları arasında ise aynı üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü Enerji Yüksek Lisans Programı'nı tamamlamıştır. 2011 yılı itibarıyla Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Enerji Doktora Programında eğitimine devam etmekte olup Vestel Beyaz Eşya Fabrikası'nda Ar-Ge Mühendisi olarak çalışmaktadır.

İbrahim Yetkin YETİM

1984'te Aydın'da doğmuştur. 2007 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuştur. Halen, aynı Üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Programında Yüksek Lisans eğitimine devam etmektedir.

Ziya Haktan KARADENİZ

1980 yılında İzmir'de doğan Ziya Haktan KARADENİZ; 2002 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nden, 2005 yılında ise aynı Üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü Enerji Yüksek Lisans Programı'ndan mezun olmuştur. Halen, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Enerji Doktora Programında eğitimine devam etmektedir. 2002 yılından beri Dokuz Eylül Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nde Araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.