ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/317176732

"PANJUR KANATLI ISI DEĞİŞTİRİCİLERİNİN PERFORMANSININ DENEYSEL VE HESAPLAMALI…

Conference Paper · April 2017

CITATIONS
0

READS
89

4 authors, including:



Abdulkerim Okbaz
Yildiz Technical University
22 PUBLICATIONS **33** CITATIONS
SEE PROFILE



Ali Bahadir Olcay
Yeditepe University
42 PUBLICATIONS **91** CITATIONS
SEE PROFILE



Ali Pinarbasi
Yildiz Technical University
45 PUBLICATIONS **208** CITATIONS
SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

Project Observation, Simulation and Calculation of Squid Movements View project

Project Hydrocyclones View project

All content following this page was uploaded by Abdulkerim Okbaz on 27 May 2017.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

Bu bir MMO yayınıdır

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

PANJUR KANATLI ISI DEĞİŞTİRİCİLERİNİN PERFORMANSININ DENEYSEL VE HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİ YAKLAŞIMI İLE İNCELENMESİ

ABDULKERİM OKBAZ
ALİ PINARBAŞI
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

HÜSEYİN ONBAŞIOĞLU

FRİTERM

A. BAHADIR OLCAY
YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ

PANJUR KANATLI ISI DEĞİŞTİRİCİLERİNİN PERFORMANSININ DENEYSEL VE HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİ YAKLAŞIMI İLE İNCELENMESİ

Investigation of Louvered Fin Heat Exchangers Performance via Experimental and Computational Fluid Dynamics Approach

Abdulkerim OKBAZ
Hüseyin ONBAŞIOĞLU
A. Bahadır Olcay
Ali PINARBAŞI

ÖZET

Bu çalışmada faklı panjur açılarında ve Reynolds sayılarında panjurlu-kanatlı ısı değiştiricilerinin ısı transferi ve basınç düşüşü karakteristikleri deneysel ve sayısal olarak incelenmiştir. Deneylerde akış yapısını incelemek için kapalı döngü bir su tünelinde boya ile akış görselleştirme yöntemi kullanılmıştır. Panjurlu kanatlı ısı değiştiricilerinin ısıl ve hidrolik karakteristiklerini farklı panjur açılarında ve çalışma şartlarında incelemek için sayısal çalışmalar ANSYS Fluent yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, sıcaklık eş düzey eğrileri, akım çizgileri, sürtünme faktörü ***f,*** Colburn ***j*** faktörü ve bunların oranı olan ***j/f*** olarak sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar, en yüksek ısıl-hidrolik performansa, panjur açısının 20° olduğu durumda ulaşıldığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: basınç düşüşü, ısı değiştiricisi, ısı transferi, panjur kanat, taşınımla ısı transferi

ABSTRACT

In this study, heat transfer and pressure drop characteristics of louvered-fin heat exchangers for various louver angles and Reynolds numbers were investigated experimentally and numerically. In the experiments, a flow visualization method via dye injection in a closed-loop horizontal water tunnel was used to examine the flow structure. Numerical studies were carried out with ANSYS Fluent software to investigate the thermal and hydraulic characteristics of louvered fin heat exchangers for different louver angles and operating conditions. The results are presented as temperature contours, streamlines, friction factor ***f*** , Colburn ***J*** factor and goodness factor ***j/f*** . According to the obtained results, when the louver angle is 20 °, the thermal-hydraulic performance is the highest.

Key Words: convection heat transfer, heat exchanger, heat transfer, louver fin, pressure drop

1. GİRİŞ

Isı değiştiricilerinde ısıl direncin (%85 veya daha fazla) en çok olduğu kısım ısının hava akışkanı ile değiştirildiği yerdedir [4]. Isı değiştiricilerinde yüksek kompaktlık özelliği istendiğinde karmaşık kesintili kanat yapıları kullanılmaktadır. Zira bu tür kanatlar kalın sınır tabaka oluşumunu engellemekte ve akışta kararsızlıklar oluşturmaktadır. Panjurlu kanatlar sıklıkla hava koşullandırma cihazlarında, ısı pompalarında, araç radyatörlerinde ve soğutma sistemlerinde kullanılmaktadır. Bu kanat tipi gelen akışa açılı olarak yerleştirilmiş bir dizi düz plakalardan (panjurlardan) oluşmaktadır. Düşük Reynolds sayılarında kalın sınır tabaka panjurlar arasındaki akışkan geçişini engellemekte ve akışı düz doğrultuda akmaya zorlamaktadır. Reynolds sayısı arttıkça sınır tabakası incelmekte ve böylece akış panjurların doğrultusuna yönelerek akış yolunu genişletmektedir. Meydana gelen bu akış olaylarının

ısı transferinde artış sağladığı bilinmektedir. Ancak, akış yolu genişledikçe sürtünmeden kaynaklı basınç düşüşü de artış göstermektedir. Basınç düşüşü ısı değiştiricilerinde gerekli fan gücünü artırdığı için istenmeyen bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Kanatlar üzerindeki panjurların performansı akış yapısı açısından değerlendirildiğinde akışın panjurları takip edebilme yeteneği "akış kalitesi" olarak adlandırılır [4]. Tek bir panjur boyunca gerçekleşen ısı transferi temelde iki etmene bağlıdır. Bu etmenlerden birincisi panjurun etrafındaki akış alanıdır. Akış alanı panjur yüzeyi boyunca sınır tabakanın gelişimini belirler. İkinci etmen ise panjur yüzeyi ile akışkan arasındaki ısı transfer potansiyelini belirleyen ısıl alandır. Reynolds sayısından sonra ise akış kalitesi büyük miktarda panjur geometrisine bağlıdır. Kesintili yüzeyler ısıl sınır tabakayı yeniden başlatır. Ortalama sınır tabaka kalınlığı kısa levhalar için uzun levhalara göre daha ince olduğundan ortalama ısı transferi katsayısı kesintili yüzeylerde sürekli yüzeylere göre daha yüksek olmaktadır. Ayrıca bazı kritik Reynolds sayılarının üzerindeki akışlarda, kesintili yüzeyler ısı transferini artırabilecek girdap kopmaları oluşturmaktadır. Literatürdeki panjurlu kanatlı ısı değiştiricileri ile ilgili yapılmış çalışmalara ilişkin bazı örnekler aşağıda sunulmuştur.

Wang ve ark. [2] yuvarlak borulu ve panjur tipi kanatlı ısı değiştiricilerinde genel ısı transferi ve sürtünme direnci ile ilgili korelasyonlar elde etmişlerdir. Korelasyonları türetmek için panjur adımı, panjur yüksekliği, uzunlamasına boru uzunluğu, yanlamasına boru adımı, boru çapı, kanat adımı gibi farklı geometrik parametreleri içeren 49 farklı panjurlu kanatlı-borulu ısı değiştiricisi örneği kullanmışlardır. **Zhang ve Tafti** [3] çoklu panjurlu-kanatlı ısı değiştiricilerinde gerçekleşen iki farklı ısıl art izi girişimi olayını sınıflandırmışlardır. Buna göre kanat arası (Inter-fin) girişimi panjurların komşu satırları arasında meydana gelmekte; yüksek akış verimlerinde ve akış panjur doğrultusundayken baskın olmaktadır. Kanat içi (Intra-fin) girişimi ise aynı kanat ya da satırın bir sonraki panjurunda veya kanadında ortaya çıkmakta; düşük akış verimlerinde veya akış kanal doğrultusunda olduğunda gerçekleşmektedir. Isı transfer kapasitesindeki artış düşük adım oranlarında daha yüksektir. Isı transfer katsayısının belirlenmesinde kullanılan deneysel yöntemlerin yüksek akış verimlerinde büyük hatalara neden olmazken düşük akış verimlerinde %100'e varan hatalara neden olabildiğini belirtmişlerdir. **Kim ve Bullard** [5] çoklu panjurlu-kanatlı ve düz plaka kanatlı-borulu ısı değiştiricilerinin hava tarafı ısı transferi ve basınç düşüşü karakteristiklerinin araştırıldığı deneysel bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Deneylerde 45 farklı ısı değiştiricisi kullanılmış, panjur açısı 15-29° arasında, hava tarafı Reynolds sayısı 100-600 arasında değiştirilmiş, kanat adımı 1.0, 1.2 ve 1.4 mm, akış derinliği 16, 20 ve 24 mm olarak alınmış ve boru içi su debisi 0.32 m^3/s olarak sabit tutulmuştur. Hava tarafı ısıl performansı karşıt akış ve akışkanların karışmadığı kabulü ile NTU etkinlik yöntemini kullanarak analiz etmişlerdir. Farklı geometrik yapıdaki ısı değiştiricilerindeki ısı transfer katsayısı ve basınç düşüşü performansları Colburn ***j***-faktörü ve sürtünme faktörü ***f*** olarak panjur adımına göre tanımlı farklı Reynolds sayıları için rapor edilmiştir. Panjur açısının ısı transferine etkisi akış derinliğine, kanat yerleşimine ve Reynolds sayısına göre farklılıklar göstermiştir, ancak kanat yerleşiminin etkisi diğer parametrelere kıyasla küçük olmuştur. Basınç düşüşü panjur açısı ve akış derinliği ile artmakta, kanat adımının artması ile azalmaktadır. Kanat yerleşiminin basınç düşüşüne etkisi kanat açının artması ile düşmüştür. **DeJong ve Jacobi** [6] panjurdan panjura gerçekleşen kütle transferi verilerini (ısı ve kütle transferi benzeşimi kullanarak) Reynolds sayısının 130'dan 1400'e kadar olan değerleri için elde etmişlerdir. Kütle transferi için naftalin süblimleşme tekniğini kullanmışlardır. Basınç düşüşü verileri düşük hızlı rüzgâr tünelinde elde edilmiş, ısı değiştiricisi içerisindeki yerel akış yapıları da su kanalında boya ile görselleştirme yöntemi kullanılarak görselleştirilmiştir. Girdap kopma olayının ısı transferi iyileştirmesine olan etkisi üzerine ayrıntılı araştırma yapmışlardır. Girdap kopmasının panjurlu kanat dizileri üzerinde daha az etkili olduğu bulunmuştur. **Dejong ve Jacobi** [7] sınır duvarlarının akış üzerine ve panjur kanat dizilerindeki ısı transferine etkisini naftalin süblimleşme tekniği ve akış görselleştirme ile deneysel olarak araştırmışlardır. Kütle transferi ve ısı transferi benzeşimi ile, naftalin kaplanmış yüzeydeki süblimleşen naftalin miktarı ısı transferi hesabında kullanılmıştır. Cidar yakınındaki akış karakteristiklerinin ısı transferi üzerinde olumsuz etkileri olmuştur. Büyük ayrılma bölgeleri düşük Reynolds sayılarında ısı transferinde düşüşe neden olurken (sınır cidarlarından uzaktaki panjurlarla karşılaştırıldığıda), yüksek Reynolds sayılarında akış kararsızlıkları ısı transferinde artışa neden olmuştur. **Lyman ve ark.** [4] panjurlu kanatların kompakt ısı değiştiricilerinin basınç düşüşünde önemli bir artışa neden olmadan ısı transferi performansını artırmak için etkili bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir. Deneylerini birçok sayıda büyük ölçekli panjur modellerinde, farklı panjur adımları ve panjur açıları için bir dizi farklı Reynolds sayısı değerlerinde gerçekleştirmişlerdir. Yapmış oldukları çalışmada, akış sıcaklığı ve adyabatik cidar sıcaklığı gibi farklı referans sıcaklıklarını kullanarak panjurdaki ısı transfer katsayısını

belirlemek için bir yöntem sunmuşlardır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre belirli bir panjuru çevreleyen ısıl alan panjurdan gerçekleşen ısı transferi üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. **Perrotin ve Clodic** [8] tek sıra borulu araç yoğuşturucusu için elde ettikleri Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) sonuçlarını literatürdeki farklı kanat tasarımı ve akış şartlarını kapsayan korelasyonlarla ve deneysel sonuçlarla karşılaştırmışlardır. Üniform ve sabit kanat sıcaklığı şartlarında yapılan iki boyutlu analizler sonucunda çok abartılı ısı transfer katsayısı sonuçları (%80 daha fazla) elde edilmiştir. Borunun etkilerini, taşınım ve kanatlardaki iletimle gerçekleşen bileşik ısı transferini de dikkate alarak yaptıkları üç boyutlu hesaplamaların sonuçları ise deneysel verilerle daha uyumlu (%13 daha fazla) değerler vermiştir. Ancak, HAD sonuçları ile deneysel sonuçlar arasında bazı farklılıklar olsa da HAD sonuçlarının eğilimi akış alanındaki yerel bölgelerin akış fiziği hakkında daha iyi bilgi edinme açısından kompakt ısı değiştiricileri için deneysel sonuçlarla karşılaştırılabilecek yapıdadır. Ayrıca daha gerçekçi kanat verimleri ve daha düşük eleman boyutları ile yapılan hesaplamalarla daha az farka sahip sonuçların elde edilebileceği belirtilmiş, bunun ise daha fazla hesaplama süresine yol açacağı vurgulanmıştır. **Hsieh ve Jang** [9] art arda artırılan ya da azaltılan panjur açılarının ısı transferine ve akış yapısına etkilerini üç boyutlu sayısal analiz yaparak araştırmışlardır. Mevcut sonuçlar göstermiştir ki ısı değiştiricilerine uygulanan art arda değişken açılı panjur yerleşimi ısı transfer performansını artırmaktadır. **Huisseune ve ark.** [10] akış görselleştirme çalışmalarını altı kat büyütülmüş panjurlu kanatlı ve dairesel borulu ısı değiştiricisi modelinde bir su kanalında gerçekleştirmişlerdir. Düşük Reynolds sayılarında akım yolları boru yüzeyini takip ederken yüksek Reynolds sayılarında boruların ön kısmında at nalı girdapları oluşmuştur. Bunun sonucunda oluşan iki adet akım yönündeki girdap uzantıları aşağı akım panjurları tarafından bozulmuştur. Bu bozulma özellikle yüksek Reynolds sayılarında ve görece küçük kanat adımları ve panjur açılarında daha çok olmuştur. Reynolds sayısının yanında, kanat aralığı da at nalı girdabı gelişimini etkilemektedir; kanat aralığı arttıkça daha büyük ve daha güçlü at nalı girdapları oluşmuştur. Bu göstermiştir ki kanat aralığı azaldıkça mekanik blokajdan ve sürtünmeden kaynaklı girdapsal hareket yok oluşu artmıştır. Ayrıca ikinci boru dizisindeki girdap şiddeti ve dönüm sayısı birinci boru dizisinden daha fazladır. **Vaisi ve ark.** [11] kompakt ısı değiştiricilerinde panjurlu kanatların üzerindeki akışın hava tarafı ısı transferi ve basınç düşüşü karakteristiklerini deneysel olarak araştırmışlardır. Panjurlu kanatların simetrik yerleşimi asimetrik yerleşime göre kıyaslandığında ısı transferi performansında %9.3 artış ve basınç düşüşünde ise %18.2 azalış olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, sabit bir ısı transferi ve basınç düşüşü için kanat yüksekliğinde kanatların simetrik yerleştirildiği durumda %17.6 düşüş olurken ısı değiştiricisinin toplam boyutunda ve maliyetinde kayda değer bir düşüş gerçekleşmiştir. Sonuçlar göstermiştir ki panjurun ısı transferi ve basınç düşüşüne etkisinde en önemli parametre panjurların yerleşimidir. Başka bir ifadeyle panjurlu kanatların panjur açısı, panjur yüksekliği ve panjur adımı gibi ana yapısında hiçbir değişiklik yapmadan ısı transferi ve basınç düşüşü karakteristikleri boru sıraları üzerindeki panjurların yerleşimi değiştirilerek iyileştirilebilmektedir. **Okbaz ve ark.** [12] panjur kanatlı ısı değiştiricilerinin deneysel modelleri tasarlanırken gerçek ölçekli ısı değiştiricilerinde meydana gelen akış yapısını simule edebilmek için gerekli panjurlu kanat sıra sayısının belirlenmesi amacıyla sayısal bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Panjurlu kanat sıra sayısının 10'dan az olması durumunda akışın periyodik özellik göstermediğini, yerel olarak kanal doğrultulu akış yapılarının oluştuğunu ve kenar etkilerinin fazla olduğunu belirtmişlerdir. **Okbaz ve ark.** [13] panjur kanatlı-borulu ısı değiştiricilerinde ısı transferi ve basınç düşüşü karakteristiklerini farklı panjur uzunlukları ve panjur açıları için sayısal olarak araştırmışlardır. **Okbaz ve ark.** [14] kanat adımının farklı panjur açılarında ve Reynolds sayılarında ısı transferi ve basınç düşüşü üzerine etkilerini Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği yaklaşımı ile araştırmışlardır.

Yapılan literatür taramasında panjurlu kanatlı ısı değiştiricilerinin ısı transferi ve basınç düşüşü ile ilgili karakteristik özelliklerini inceleyen çalışmalar ortaya konmuştur. Farklı çalışma koşullarında ve geometrik tapılarda farklı panjur açıları daha iyi performans göstermiştir. Özellikle kanat adımları panjur açısının ısı transferi üzerine etkisini büyük miktarda etkilemektedir. Bu çalışmada ise, farklı panjur açılarının ısıl ve hidrolik performansı hesaplamalı akışkanlar dinamiği yaklaşımı ile incelenmiş, elde edilen performansı en yüksek tasarım için bir su tünelinde akış görselleştirme çalışması yapılmış ve akış verimleri hesaplanmıştır.

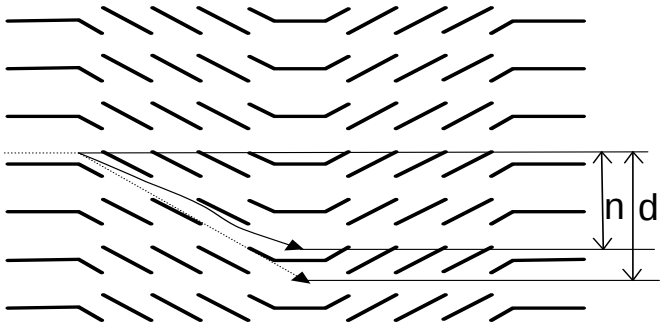
2. DENEYSEL VE SAYISAL YÖNTEM

2.1. Deneysel Yöntem

Deneyler akrilik malzemeden imal edilmiş kapalı sistem su tünelinde boya akıtma yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Su akışı frekans kontrollü bir pompa vasıtasıyla sağlanmıştır. Tünelin test bölümü modelin yerleştirilebilmesi için üst bölümü açılır–kapanır şekilde 15.24 cm x 5.24 cm boyutlarında imal edilmiştir. Deneysel çalışmada gerçek ısı değiştiricisinin 10 kat ölçekli büyütülmüş modeli kullanılmıştır. Akış görselleştirme deneylerinde kullanılan model saydam bir polimerden stereolitografi yöntemi ile imal edilmiştir. Deneylerde gerçek boyutlardaki panjurlu kanatlı ısı değiştiricisinde olan akış olaylarını simule etmek için 10 adet panjur sıralı model kullanılmıştır. Akış görselleştirmede kullanılan boya, kanalın merkezinden ilk panjurun 1.5 cm yukarı akım yönünden akıtılmıştır.

Belirli Reynolds sayılarıyla çekilen fotoğraflar, akış verimliliği değerlerini elde etmek için Adobe PhotoShop fotoğraf editörü yazılımı kullanılarak işlenmiştir. Akış verimliliği, panjurun akışı ne kadar yönlendirildiğinin bir ölçüsüdür ve Sahnoun ve Webb (1992) tarafından Denklem 1 ile belirtilmiştir;

$$\eta = \frac{n}{d} \tag{1}$$



Şekil 1: Akış verimliliğinin tanımı

Tablo 1 : Akış görselleştirme deneyinde kullanılan modelin ölçüleri

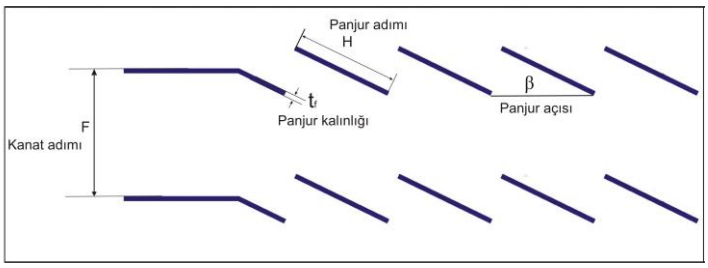
Kanat adımı F(mm)	Panjur adımı H (mm)	F/H	Kanat kalınlığı t_f (mm)	Panjur açısı β (derece)
20	16	1,25	1.5	20

2.2. Sayısal Yöntem

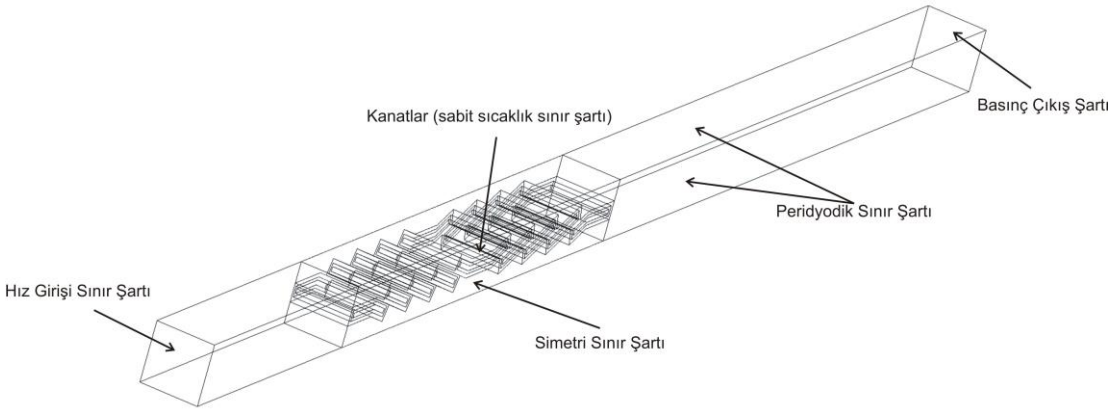
Bu çalışmada 3 boyutlu akış hacmini ve ısı transferini çözmek için FLUENT 16 paket yazılımı kullanılmıştır. Ağ oluşturma sırasında ağ yapılarının kalitesi dikkate alınmıştır. Bütün durumlar için sonuçların ağ sayısından bağımsızlığı kontrol edilmiştir. Sonuçların ağ yapısından bağımsızlığını kontrol etmek için Colburn faktörü ***j*** ve boyutsuz sürtünme faktörü ***f*** sonuçları dikkate alınmış, farklı ağ sayılarındaki sonuçlar arasında %1'lik fark elde edilinceye kadar ağ sayıları değiştirilmiştir.

Sayısal çözümleme yapılırken akış sürekli kabul edilmiş bazı panjur açıları ve akış hızlarında laminer çözüm yapılırken bazılarında ise türbülanslı çözüm yapılmıştır. Panjur açısı ve akış hızı arttıkça akış türbülanslı yapıya geçmiş, laminer çözümlemelerde yakınsama elde edilememiştir. Türbülanslı akışı çözmek için ise sınır tabaka akışlarında ve düşük Reynolds sayılarında başarılı sonuçlar veren Realizable k-ϵ türbülans modeli kullanılmış ve kanat üzerindeki laminer bölgeyi hassas bir şekilde dikkate alabilmek için "Enhance Wall Treatment" yöntemi kullanılmıştır. Girişte türbülans yoğunluğu %5 olarak kabul edilmiştir. Panjur kanat üzerinde ağ tabakasındaki birinci katmanda $y^+<1$ olarak elde edilmiştir.

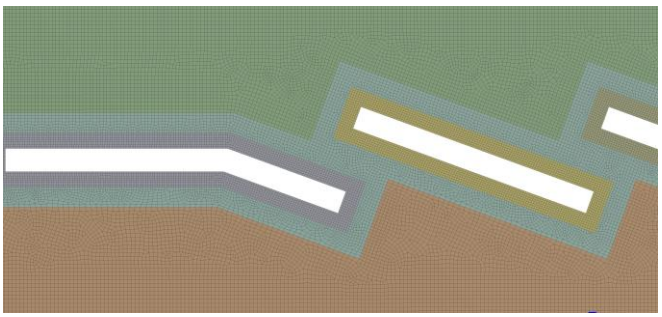
Momentum denklemlerindeki basınç gradyanı ikinci dereceden ayrıklaştırma yöntemi ile çözülmüştür. Süreklilik denklemlerinde yakınsama kriteri değeri 10^{-6} olarak alınmıştır. Havanın termo-fiziksel özellikleri ortalama sıcaklık değerlerine göre sabit olarak kabul edilmiştir: C_p= 1,007 (kj/kg K), μ= 0.00001895 (kg/ms), k= 0,02625 (W/mK). Hava yoğunluğu ise sıkıştırılamaz ideal gaz denklemine göre belirlenmiştir. Girişte hız sınır şartı uygulanmış, çıkışta gösterge basıncı 0 Pa olarak ayarlanmıştır. Akış hacminin üst ve al kısımlarına periyodik sınır şartı tanımlanmış, yan yüzeye ise simetri sınır şartı uygulanmıştır.



Şekil 2: Geometrik parametreler



Şekil 3: 3B akış hacmi ve sınır şartları



Şekil 4 Kanatlar etrafındaki ağ yapısı

Tablo 2. Sayısal çalışmalarda kullanılan geometrik parametreler ve çalışma şartları

Panjur adımı (H)	1.6 mm
Kanat adımı (F)	2mm
Panjur açısı (β)	15°- 40°
Kanat kalınlığı (t_f)	0.15 mm
Akış uzunluğu (L)	17.2 mm
Giriş sıcaklığı	303.15 K
Hava hızı (U)	1-6 m/s

Panjur sıcaklığı	313.15 K

2.2.1. Sayısal Yöntem Verilerinin İşlenmesi

Reynolds sayısı:

$$\mathrm{Re} = \frac{\rho U H}{\mu} \quad (2)$$

Burada U hava giriş hızı ρ havanın yoğunluğu H panjur kanat uzunluğu ***μ*** ise viskozitedir.

Colburn faktörü ***j*** ve sürtünme faktörü ***f:***

$$j = \frac{Nu}{\mathrm{Re}.\mathrm{Pr}^{2/3}} = \frac{h}{\rho.U.C_p}.\mathrm{Pr}^{2/3} \quad (3)$$

$$f = \frac{\Delta P}{\frac{1}{2}.\rho.U^2}.\frac{H}{4.L} \quad (4)$$

Burada L panjurlu bölgenin giriş ve çıkışı arasındaki uzunluktur.

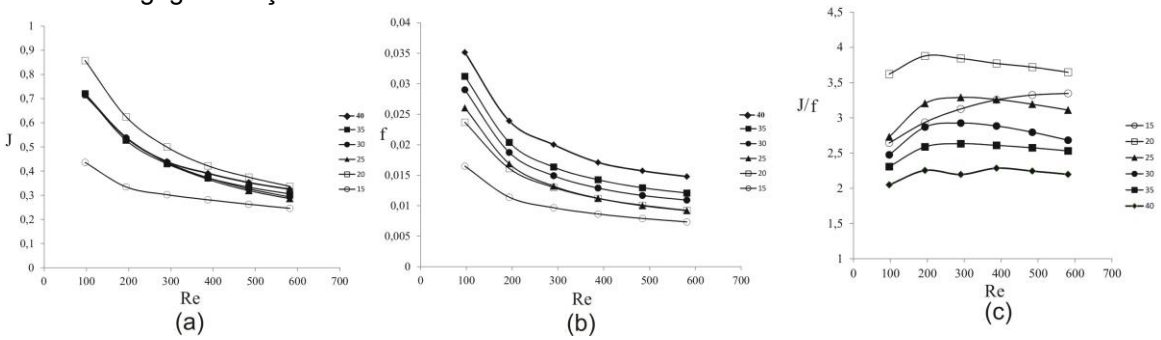
SONUÇ

Panjur kanatlı ısı değiştiricilerinde ısıl–hidrolik performansın iyileştirilmesi ve değerlendirilmesi için akış görselleştirme yöntemi iyi bir olanak sağlamaktadır. Akış yapısının bütün çözüm hacmi için anlaşılması daha ayrıntılı bir bakış açısına sahip olmayı olanaklı kılmaktadır. Bu nedenle akım çizgileri, hız vektörleri, sıcaklık eş düzey eğrileri, Colburn ***j*** faktörü ve sürtünme faktörü ***f*** ile birlikte sunulmuştur.

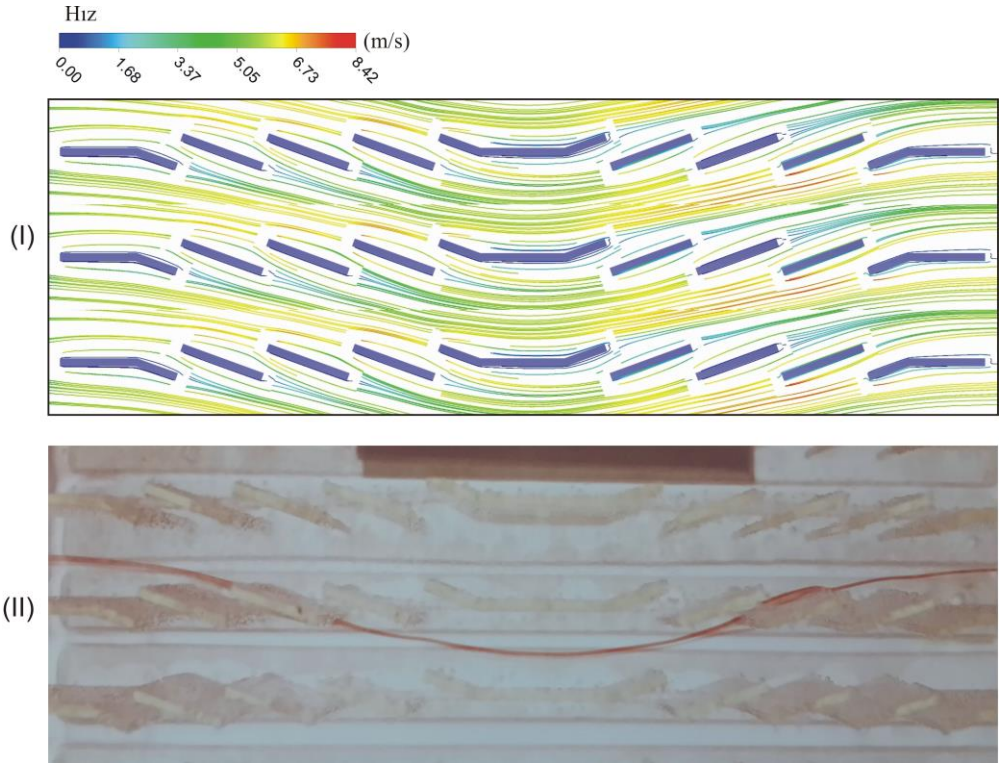
Şekil 5'te farklı panjur açılarında ve farklı Re sayılarında Colburn faktörü ***j*** (I), sürtünme faktörü ***f*** (II) ve ***j/f*** oranları (III)sunulmuştur. Isı transferi karakteristiği olan Colburn faktörü ***j*** sonuçları incelendiğinde bütün Re sayılarında en yüksek ***j*** değerleri panjur açısının β=20° olduğu durumda elde edilmiştir. Isı transferi performansının en zayıf olduğu durum ise panjur açısının β=15° olduğu durumdur. Diğer açılar arasında ***j*** değerlerinde kayda değer bir fark ortaya çıkmamıştır. Panjur açısı β=15°'den β=40°'ye doğru artırıldığında ısıl performans 20°'de ani bir artış göstermiş daha sonra ise tekrar düşmeye başlamıştır. Basınç düşüşleri ise panjur açısının artması ile artmaya devam etmiştir. En yüksek basınç düşüşü panjur açısının β=40° olduğu durumda oluşurken en az düşüş panjur açısının β=15° olduğu durumda elde edilmiştir. Basınç düşüşü ve ısı transferi performanslarının birlikte değerlendirildiği ***j/f*** oranları panjur açısının toplam performans üzerine etkisi hakkında daha gerçekçi bilgiler sunmaktadır. Elde edilen sonuçlar göstermiştir ki en yüksek ***j/f*** oranı değerlerine panjur açısının 20° olduğu durumda ulaşılırken en düşük değerlere panjur açısının 40° olduğu durumda ulaşılmıştır. Panjur açılarının β=20°, 25°, 30° ve 35° olduğu durumlarda Re sayısının 300 değerinden sonra ısıl-hidrolik verimin düşmeye başladığı görülmüştür. Panjur açısının 15° olduğu durumda ise ***j/f*** oranı Re sayısı ile artmaya devam etmiştir.

Şekil 6'da Reynolds sayısı Re=400 ve en yüksek ısıl-hidrolik performansın elde edildiği panjur açısı β=20° için akım çizgileri (I) ve boya ile akış görselleştirme (II) sonuçları sunulmuştur. Akım çizgileri ve boya akış görselleştirme sonuçları akış yapısının deneysel ve sayısal sonuçlar için örtüştüğünü göstermektedir. Şekil 7'de Re=400 ve panjur açısı β=20° için sıcaklık eş düzey eğrileri gösterilmiştir. Panjurlar kanatlar arasında akışın hareket edebilmesini ve sıcak akışkanla soğuk akışkanın daha iyi karışmasını sağlamaktadır. Kesintili yüzey oluşturan panjur yapıları ısıl sınır tabakasının sürekli olarak büyümesini engelleyerek incelmesini sağlamakta dolayısıyla taşınımla olan ısı transferini artırmaktadır. Şekil 8'de panjur açısı β=20° için farklı Re sayılarında akış görselleştirme sonuçlarından elde edilmiş akış verimleri sunulmuştur. Akış verimleri akışın panjurlar tarafından ne

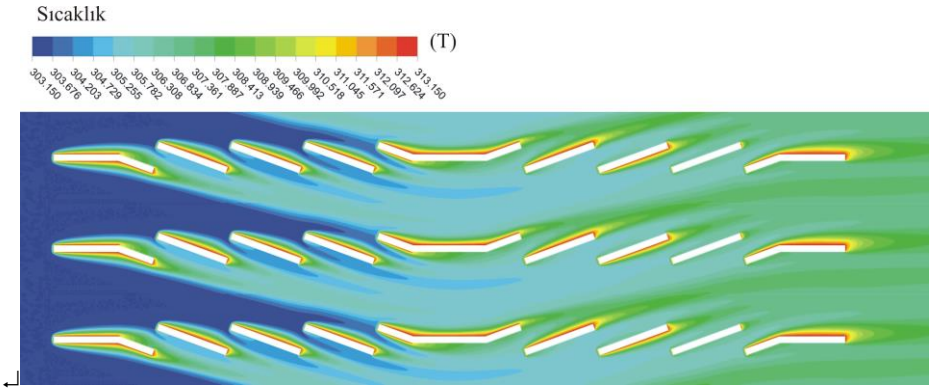
kadar yönlendirilebildiğini gösteren nicel bir ifadedir. 20° panjur açısında Re sayısı arttıkça akış veriminin arttığı görülmüştür.



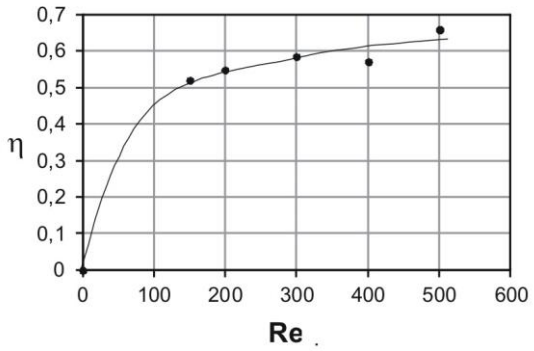
Şekil 5. Panjur açısı β=20° için Colburn faktörü *j* (I), sürtünme faktörü *f* (II) ve j/f oranları (III)



Şekil 6. Re=400 panjur açısı β=20° için akım çizgileri (I) ve boya ile akış görselleştirme (II) sonuçları.



Şekil 7. Re=400 panjur açısı β=20° için sıcaklık eş düzey eğrileri



Şekil 8. Panjur açısı β=20° için farklı Re sayılarında akış görselleştirme sonuçlarından elde edilmiş akış verimleri

KAYNAKLAR

[1] SAHNOUN, A. ve WEBB, R.L., "Prediction of Heat Transfer and Friction for the Louver Fin Geometry", Journal of Heat Transfer-ASME Transaction, 114, 893-900, (1992).
[2] WANG, C., C., LEE, J.,C., CHANG, C., T., LIN, S., P.,"Heat transfer and friction correlation for compact louvered fin and tube heat exchangers", International Journal of Heat and Mass Transfer, 42(1945-1956), 1999
[3] ZHANG, X., TAFTI, D. K., "Classification of thermal wakes on heat transfer in multilouvered fins", International Journal of Heat and Mass Transfer, 44(2461-2473), 2001
[4] LYMAN, A., C., STEPHAN, R., A., THOLE, K., A., ZHANG, L., W., MEMORY, S., B., "Scaling of heat transfer coefficients along louvered fins", Experimental Thermal and Fluid Science 26(547–563), 2002
[5] KIM, M., H., BULLARD, C., W., "Air-side thermal hydraulic performance of multi-louvered fin aluminum heat exchangers", International Journal of Refrigeration, 25 (390–400), 2002
[6] DEJONG, N.,C., JACOBİ, A., M., "Flow, heat transfer, and pressure drop in the near-wall region of louvered-fin arrays", Experimental Thermal and Fluid Science, 27(237–250), 2003a
[7] DEJONG, N., C., JACOBI, A., M., "Localized flow and heat transfer interactions in louvered-fin arrays", International Journal of Heat and Mass Transfer, 46 (443–455), 2003b
[8] PERROTIN, T., CLODIC, D., "Thermal-hydraulic CFD study in louvered fin-and-flat-tube heat exchangers", International Journal of Refrigeration, 27 (422-432), 2004
[9] HSIEH, C.,T., , JANG, J.,Y., "3-D thermal-hydraulic analysis for louver fin heat exchangers with variable louver angle", Applied Thermal Engineering, 26 (1629–1639), 2006.

[10] HUISSEUNE, H., T'Joen, DE JAEGER, C., P., WILLOCKX, A., DE PAEPE, M., "Study of junction flows in louvered fin round tube heat exchangers using the dye injection technique", Experimental Thermal and Fluid Science, 34 (1253–1264), 2010
[11] VAISI, A., ESMAEILPOUR, M., TAHERIAN, H., "Experimental investigation of geometry effects on the performance of a compact louvered heat exchanger", Applied Thermal Engineering, 31(3337-346), 2011
[12] OKBAZ, A., OLCAY, A. B., PINARBASI, A., "Numerical Investigation of Fin Rows Number Effects on Thermal and Hydraulic Characteristics of Louvered Fin Heat Exchangers for Experimental Designs", Experimental Fluid Mechanics, 393-399,2014
[13] OKBAZ, A., PINARBASI, A., OLCAY, A. B., "3D Computational Analysis of Thermal and Hydraulic Performance of Louvered Fin Heat Exchanger With Variable Louver Angle and Louver Pitch", ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Volume 6B: Energy ():V06BT08A025. doi:10.1115/IMECE2016-66534.
[14] OKBAZ, A., OLCAY, A. B., CELLEK, M., S., PINARBASI, A., "Computational investigation of heat transfer and pressure drop in a typical louver fin-and-tube heat exchanger for various louver angles and fin pitches", Experimental Fluid Mechanics, 532-537, 2016

ÖZGEÇMİŞ

Abdulkerim OKBAZ

Abdulkerim Okbaz 1987'de Anamur'da doğdu. 2005'te Anamur Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2009 yılında Selçuk Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2009-2013 yılları arasında "Küre ve Küreler Etrafında Oluşan Daimi Olmayan Akış Yapısı ve Kontrolünün Parçacık Görüntülemeli Hız Ölçme Yöntemiyle İncelenmesi" adlı TÜBİTAK destekli 1001 bilimsel araştırma projesinde proje asistanı olarak çalıştı. "Kürenin sınır tabakayla etkileşimiyle oluşan akış yapısı ve kontrolünün deneysel incelenmesi" adlı yüksek lisans tezi ile 2013 yılında Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Enerji ABD'dan mezun oldu. Aynı yıl ÖYP kapsamında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. Halen Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Isı ve Proses ABD'da doktora çalışmalarını yürütmektedir. Isı değiştiricileri, biyomimetik ve aerodinamik konularında çalışmaktadır.

Hüseyin ONBAŞIOĞLU

1990 yılında, İTÜ Makina Mühendisliği Bölümü'nden mezuniyeti ardından, aynı üniversiteden 1993 yılında yüksek lisans ve 1999 yılında da doktora derecelerini almış; ardından 1999 yılında A.B.D. Urbana-Champaign kentinde, Illinois Üniversitesi bünyesindeki ACRC Laboratuvarlarında 9 ay süre ile misafir araştırmacı statüsünde post-doktora çalışması yapmıştır.

Onbaşıoğlu, 1992 yılında, İTÜ Makine Fakültesinde akademisyen olarak başladığı iş hayatına, 2002-2010 yılları arasında Panel Sistem Soğutma Sanayi firmasında Ar-Ge Müdürü pozisyonunda devam etmiştir. Mühendislik alanındaki değişik konularda İstanbul, İzmir, Bursa, Carsege-Fransa, Pforzheim-Almanya, Contanza-Romanya, Nürnberg-Almanya, Hannover-Almanya kentlerinde birçok seminer, eğitim ve çalışmalara katılmıştır.

Isıtma, soğutma, güneş enerjisi sistemleri vb. konularda yurtdışı ve yurtiçi dergilerde makale ve bildirileri bulunan ONBAŞIOĞLU, Eylül 2010 Aralık 2014 tarihlerinde İZODER- Isı Su ses Yangın Yalıtımcıları Derneği bünyesinde Proje Yöneticisi olarak, birçok yurtiçi ve AB destekli proje yürütmüş, ortak olarak görev almıştır. Ocak 2015 yılında FRİTERM A.Ş.'de Ar-Ge Bölüm Müdürü olarak göreve başlayan Onbaşıoğlu halen bu görevine devam etmektedir. Yabancı dil olarak çok iyi derecede İngilizce bilmektedir.

Ali Bahadır OLCAY

Ali Bahadır Olcay lisans, yüksek lisans ve doktora derecelerini sırasıyla Orta Doğu Teknik Üniversitesi (1999), Southern Illinois University Edwardsville (2001) ve Southern Methodist University'den (2007) aldı. Wisconsin Üniversitesi'nde 2007 yılında tam zamanlı yardımcı doçent olarak çalışmaya başladı.

Aynı zamanda Shaw Energy & Chemicals şirketinin FEA / CFD projelerinde danışmanlık yaptı. Dr. Olcay şu an Yeditepe Üniversitesi'nin Makine Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyesi olarak çalışmakta ve ısı - akışkan bilimi üzerine dersler verip araştırmalarda bulunmaktadır.

Ali PINARBAŞI

Ali Pınarbaşı 1984 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 1988 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünde yüksek lisans öğrenimini tamamladı. Liverpool Üniversitesi'nden 1994 yılında Doktor ünvanını aldı. 1996-2012 yılları arasında Cumhuriyet Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyeliği, 2007-2010 yılları arasında ise aynı üniversitenin Mühendislik Fakültesi'nde Dekan Yardımcılığı görevlerini yapmıştır. 2012 yılından bu yana Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü Termodinamik ABD'da Prof. Dr. Olarak görev yapmaktadır. Yenilenebilir enerji sistemleri, enerji ve ekserji enalizleri, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği, uygulamalı termodinamik, iş sağlığı ve güvenliği konularında çalışmalar yapmaktadır.

View publication stats