

KAÑATLI BORULU YOĞUŞTURUCULARDA İKİ-FAZLI AKIŞ BAĐINTILARININ ISIL KAPASİTE HESABINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Mete ÖZŐEN
Naci ŐAHİN

FRİTERM
Termik Cihazlar
Sanayi Ve Ticaret A.Ő.

8/11 NİSAN 2015/İZMİR

GİRİŞ

- Çalışmaya Başlama Gerekçesi
 - ✓ En uygun yoğunlaştırucu tasarımının belirlenmesi
- Yapılan Çalışmanın Amacı
 - ✓ Performans hesabının doğrulanması (Deneysel Çalışma)
 - ✓ Basınç kaybının ısı kapasite üzerindeki etkisinin incelenmesi
- İki-Fazlı Akış Bağıntıları
 - ✓ Literatürde yer alan bağıntıların incelenmesi ve karşılaştırılması.

GİRİŞ

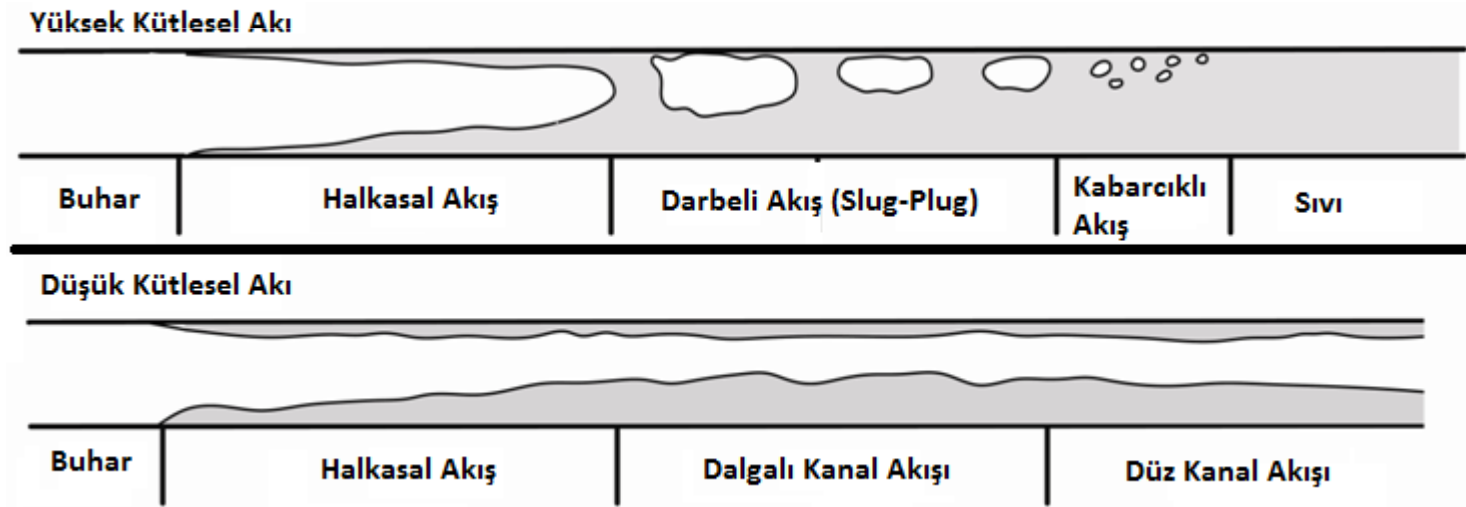
İçerik

- Yatay Boru İçindeki Yoğuşma Mekanizması
- İki-Fazlı Akış Bağıntıları
- Basınç Kaybının Etkisi
- Hesaplama Yöntemi
- Deneysel Çalışma
- Hesaplama ve Deneysel Sonuçların Karşılaştırılması
- Sonuç

YOĞUŞMA MEKANİZMASI

Yatay Boru

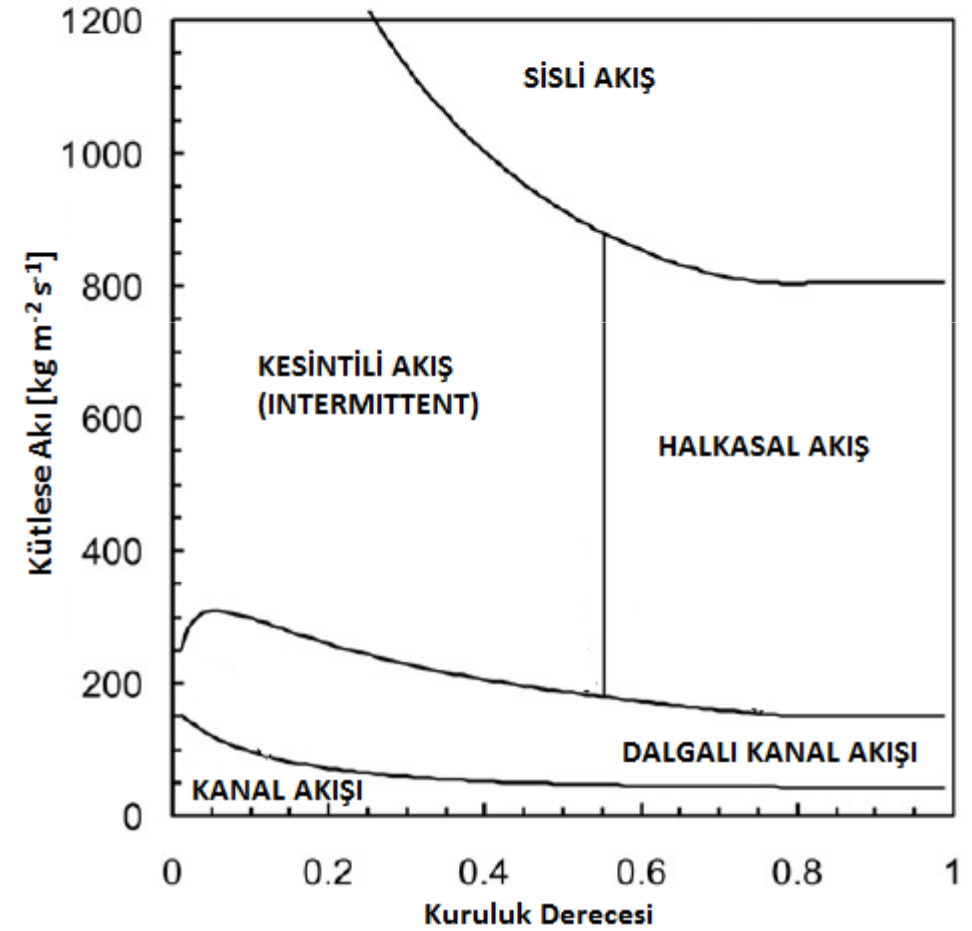
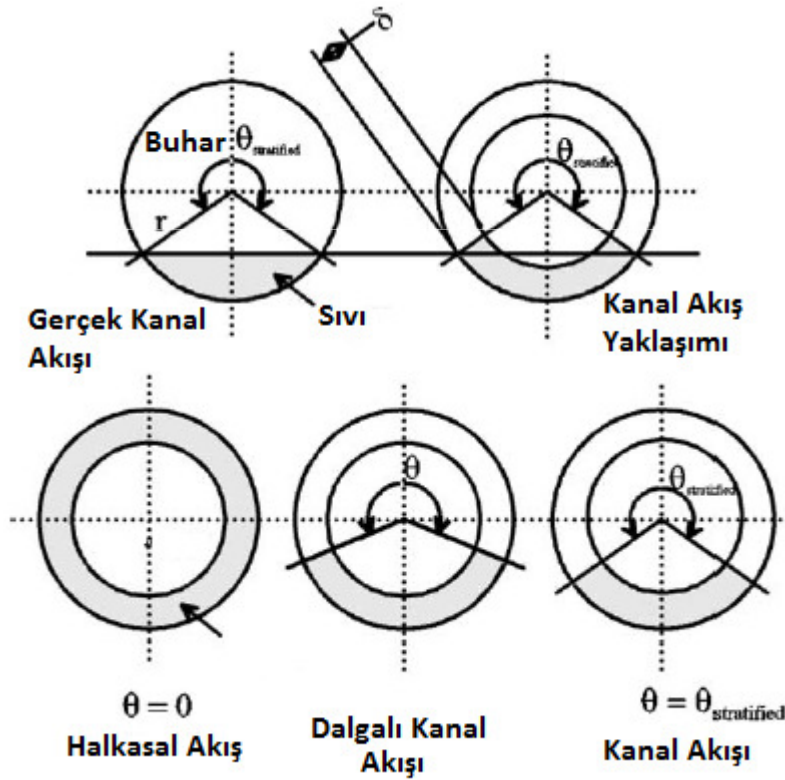
- Yoğuşma yüzeyden başlar, sıvı film tabakası oluşur.
- Farklı akış rejimleri meydana gelir.
 - Kütleli akı, kuruluk derecesi, faz hacim oranı, akışkan cinsi, boru tipi vb. değişkenlere bağlıdır.



Yoğuşma sırasında meydana gelen akış rejimleri.

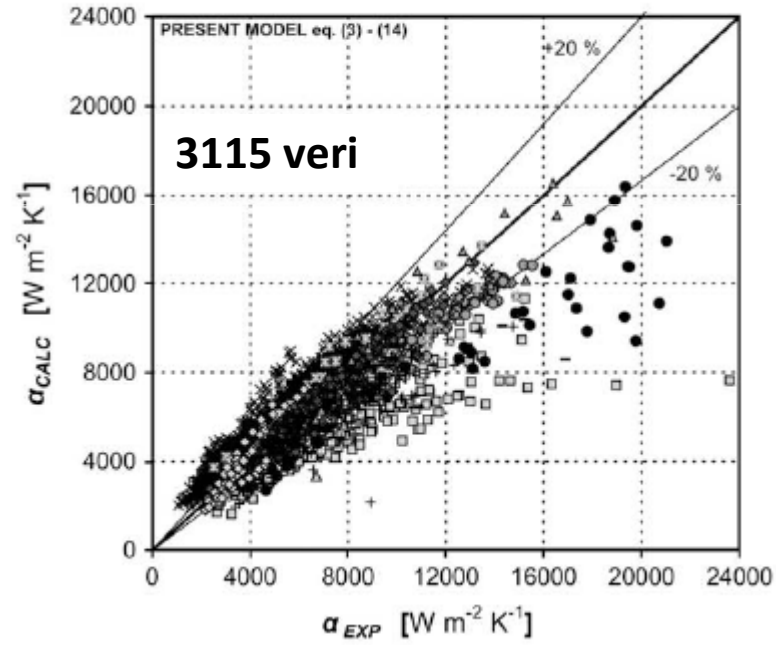
İKİ-FAZLI AKIŞ BAĞINTILARI

- Akış haritası oluşturma, akış geometrisini basitleştirme,
- Film yoğuşması ve konvektif yoğuşma yaklaşımı,
- İki-Faz çarpanı,



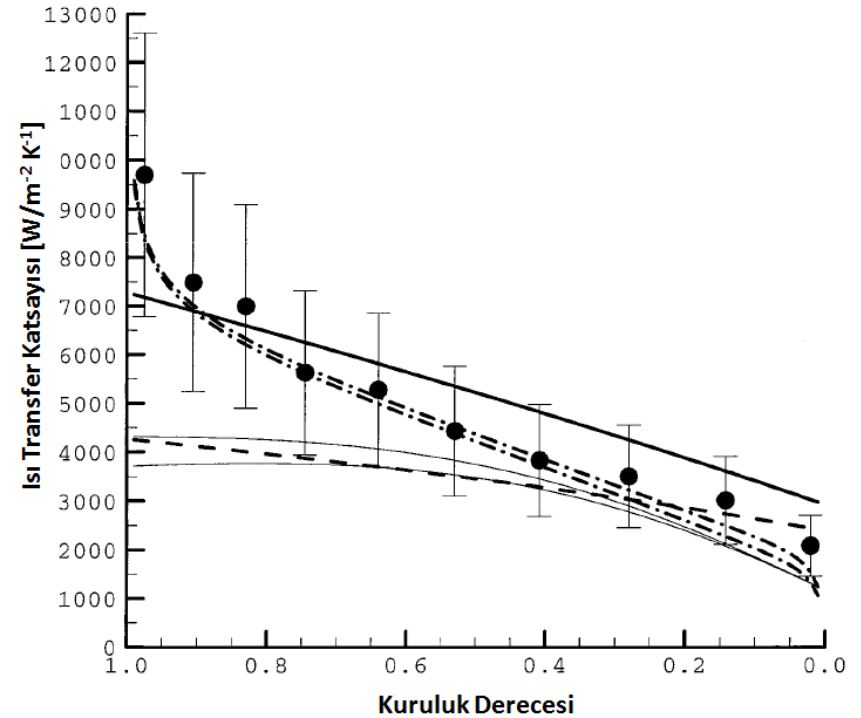
İKİ-FAZLI AKIŞ BAĞINTILARI

- Genel bir bağıntı için literatürde yer alan deney verileri kullanılmıştır.



Literatürden elde edilen deney verileri ile modelin karşılaştırılması [1]

- Bağıntıların doğruluğu karşılaştırılmıştır.



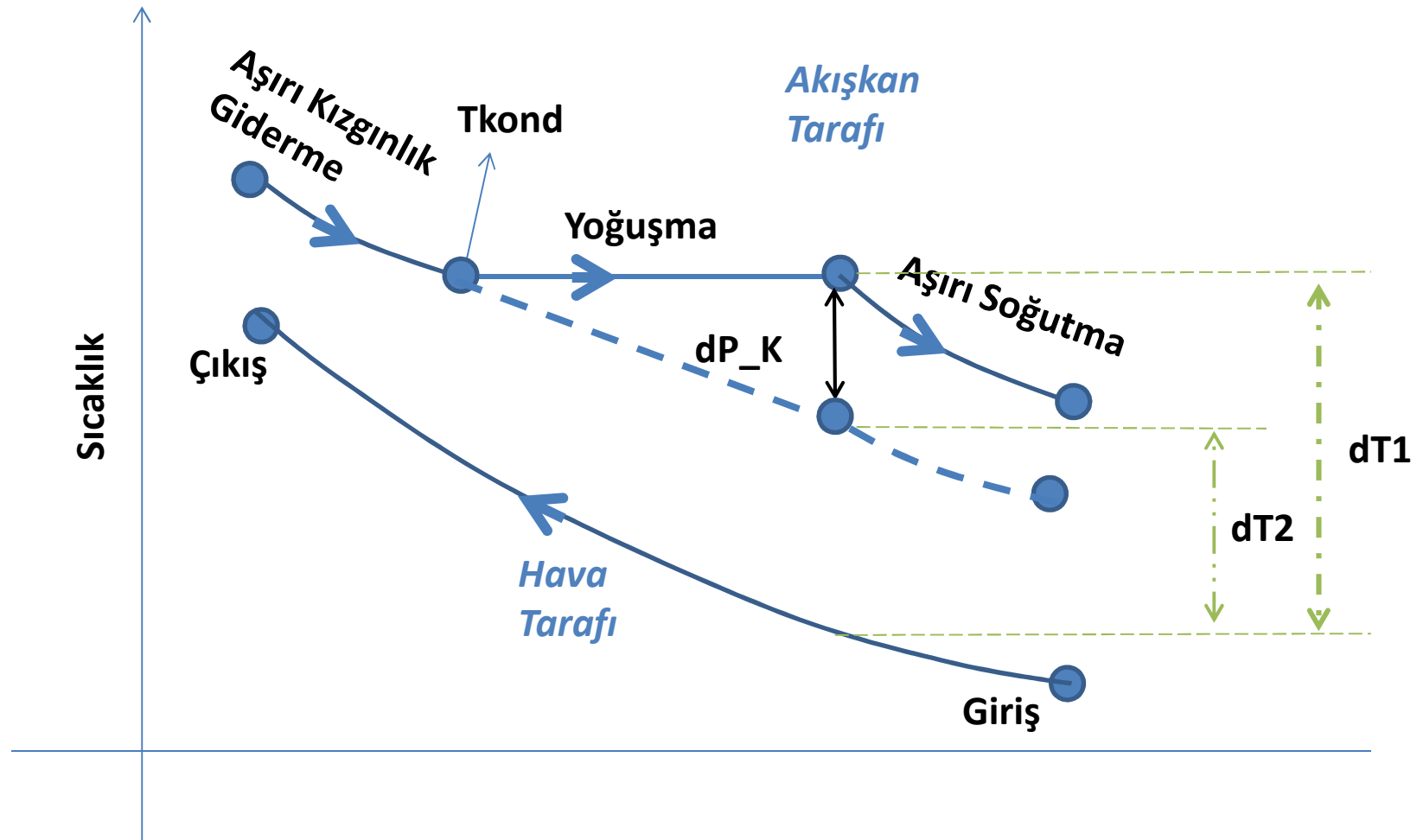
Bağıntıların karşılaştırılması [2]

[1] Cavallini ve diğ., 2009

[2] Valladeres, 2003

BASINÇ KAYBININ ETKİSİ

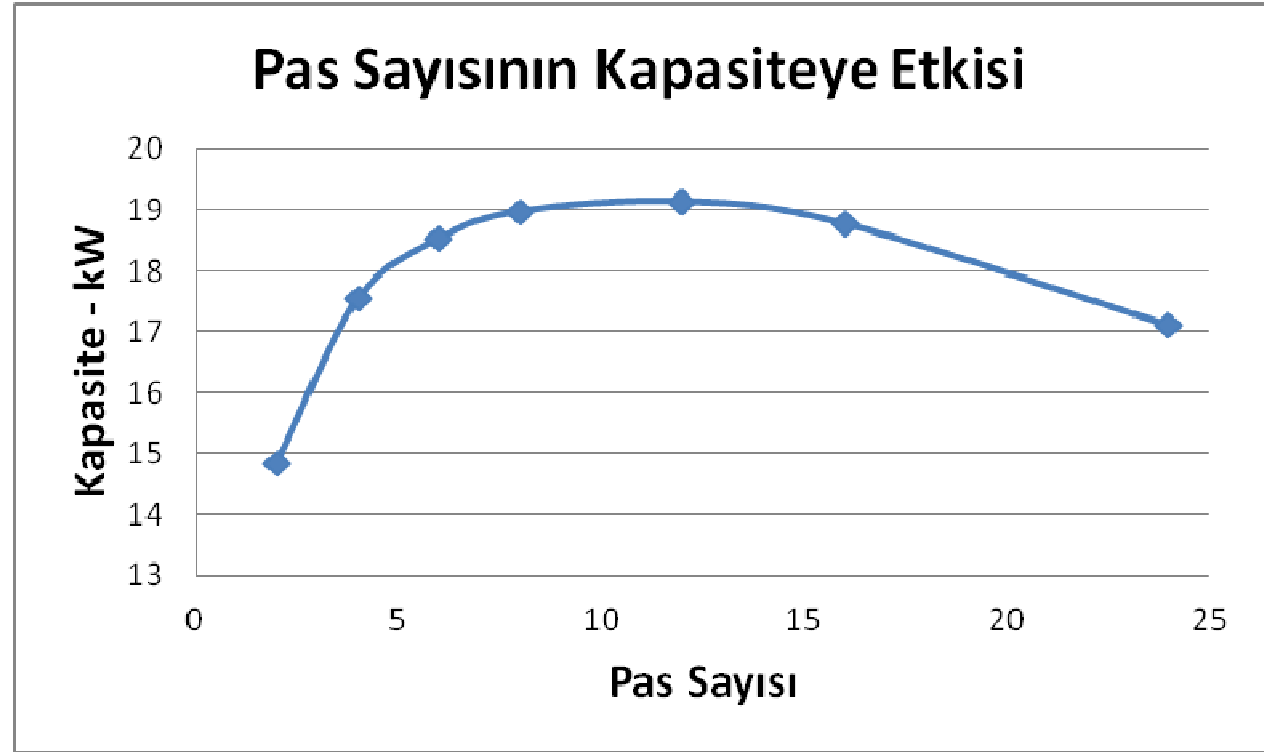
- İki-Fazlı bölgede sıcaklık düşmesi meydana gelir.
- $Q=U A \Delta T_{LM}$



BASINÇ KAYBININ ETKİSİ

- Kanatlı borulu yoğuşturucularda en uygun pas sayısını belirler.

- ↑ Pas Sayısı
- ↑ Basınç Kaybı
- ↕ Kütleli Debi
- ↕ Kapasite



HESAPLAMA YÖNTEMİ

- Ortalama Logaritmik Sıcaklık Farkı (LMTD)

$$q = U A (LMTD)$$

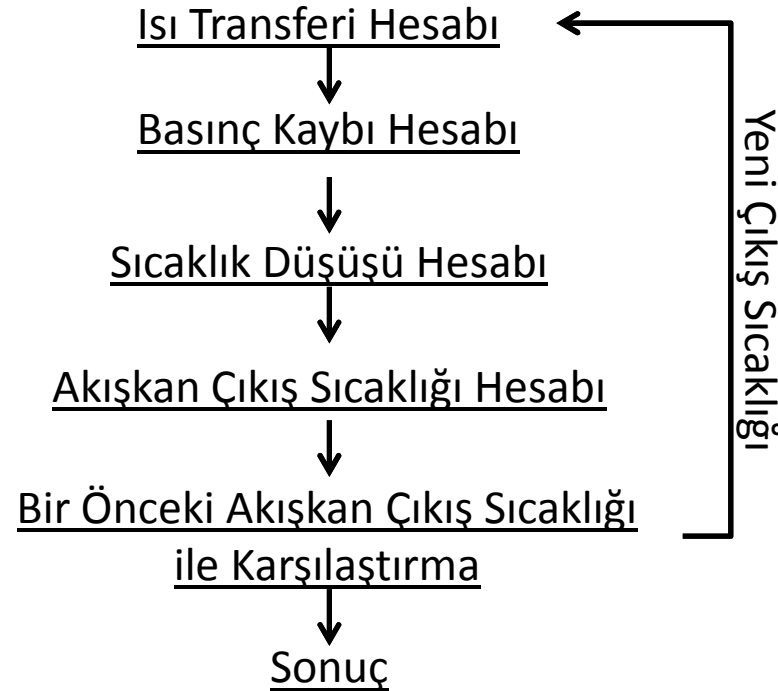
$$\frac{1}{UA} = \frac{1}{h_{iç} A_{iç}} + \frac{R_{f,iç}''}{A_{iç}} + \frac{\ln(D_{dış}/D_{iç})}{2 \pi k L} + \frac{R_{f,dış}''}{A_{dış}} + \frac{1}{h_{dış} A_{dış}}$$

- Kirlilik dirençleri ihmal edilmiştir.
- Dış taraf taşınım katsayısı hesabı doğrulanmıştır. (Boru içi tek-faz akış koşullarına sahip deneysel çalışma ile.)

		Test Numarası*			Ortalama Fark %
		1	2	3	
Test	Kapasite - kW	31,44	10,07	48,35	
Hesaplama	Kapasite - kW	32,84	9,95	50,34	
	Fark - %	4,45%	-1,16%	4,12%	2,47%

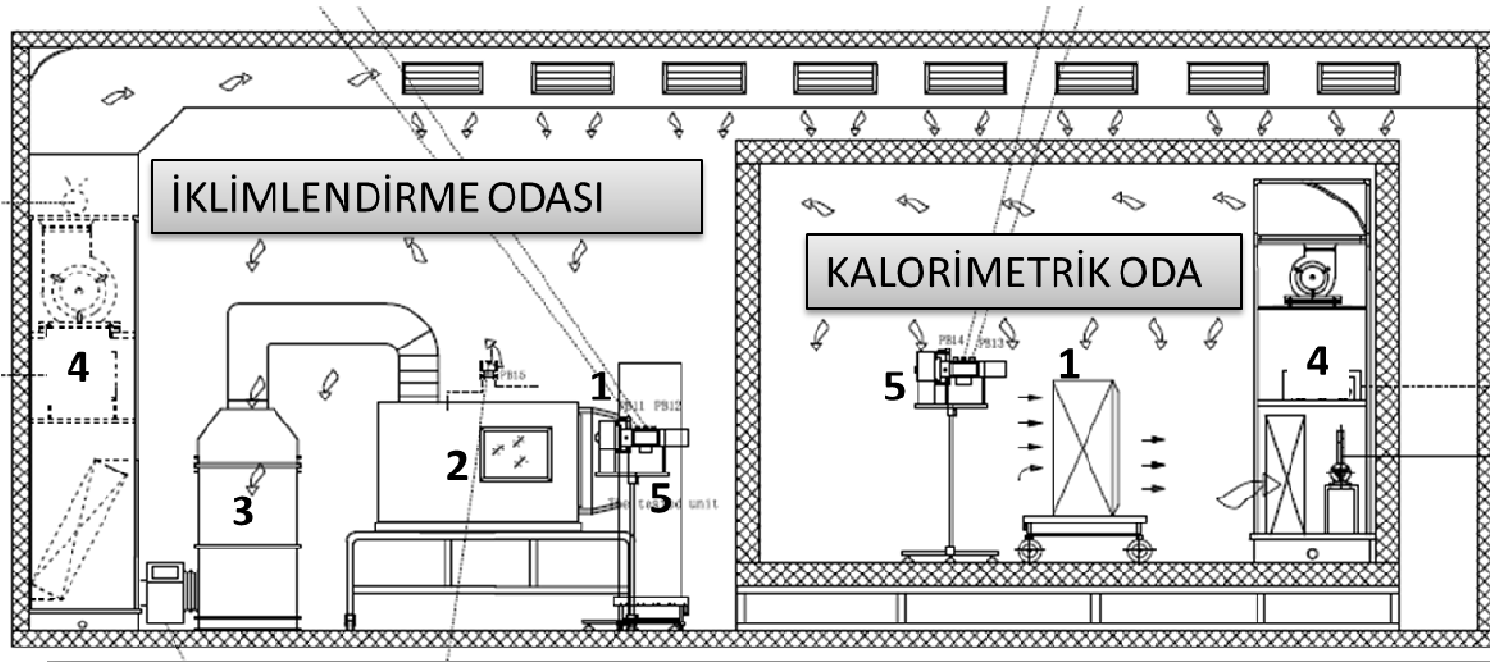
HESAPLAMA YÖNTEMİ

- İç taraf taşınım katsayısı için 5 farklı bağıntı, basınç kaybı için 4 farklı bağıntı denenmiştir.
- Basınç kaybının etkisi için hesaplama mantığı:



DENEYSEL ÇALIŞMA

- 2 adet prototip.
- Yivli bakır boru.
- Farklı pas sayıları.
- Kasetli fanlı ürün.
- İki ayrı fan devrinde test.
- Standart koşullar. (TS EN 327)
 - › $T_c: 40\text{ C} / T_{sh}: 25\text{ C} / T_{sc} < 3\text{ C}$
 - › $T_i: 25\text{ C KT}, \%50\text{ BN}$

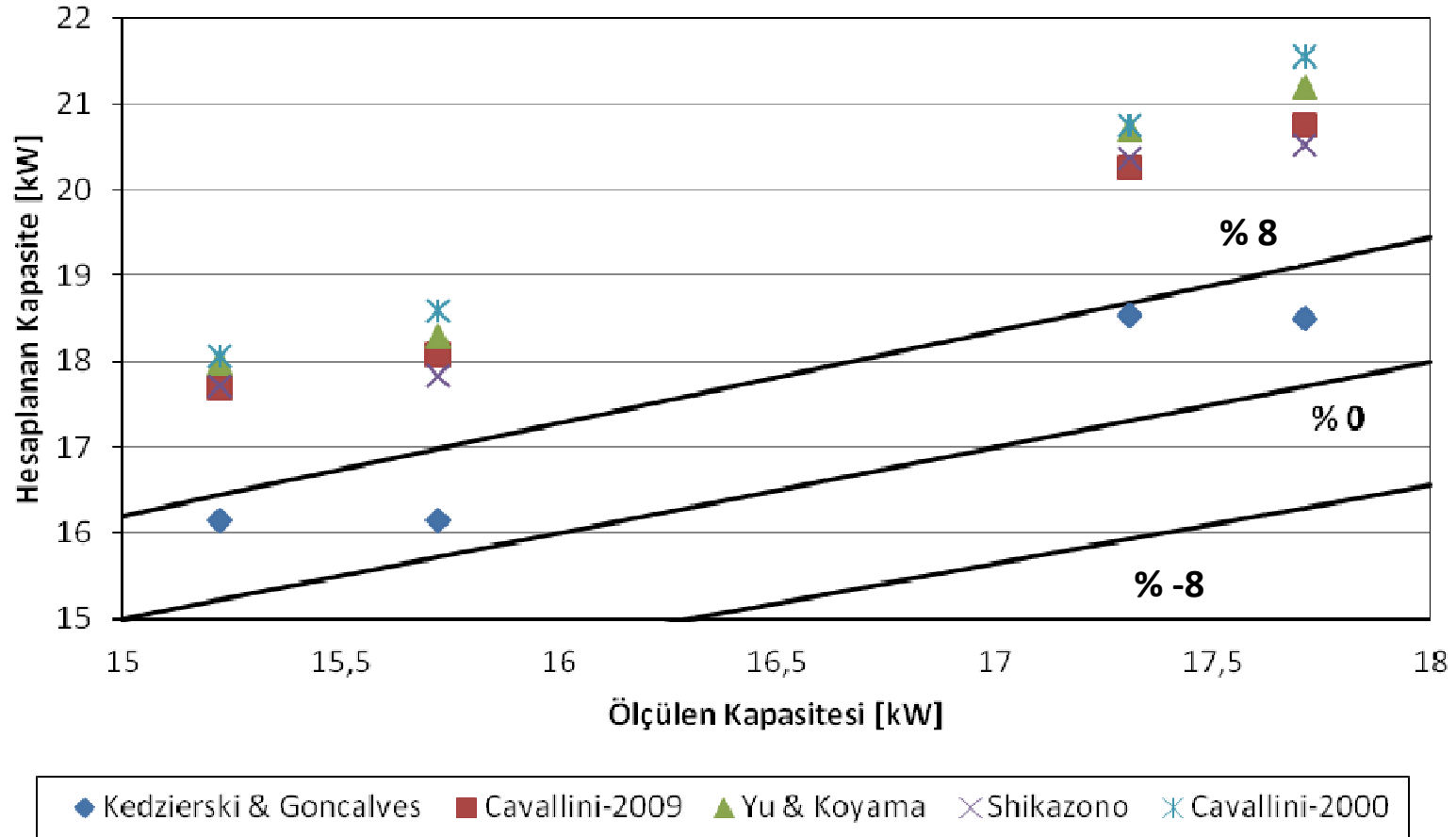


1. Test Edilen Ürün, 2. Hava Alıcı Oda, 3. Hava Debisi Ölçüm Odası 4. Klima Santrali, 5. Hava Numune Alma Cihazı

SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

ISIL KAPASİTE

- Kedzierski & Goncalves → Ortalama %5,14 fazla.
- Diğerleri, ortalama %15-20 fazla.

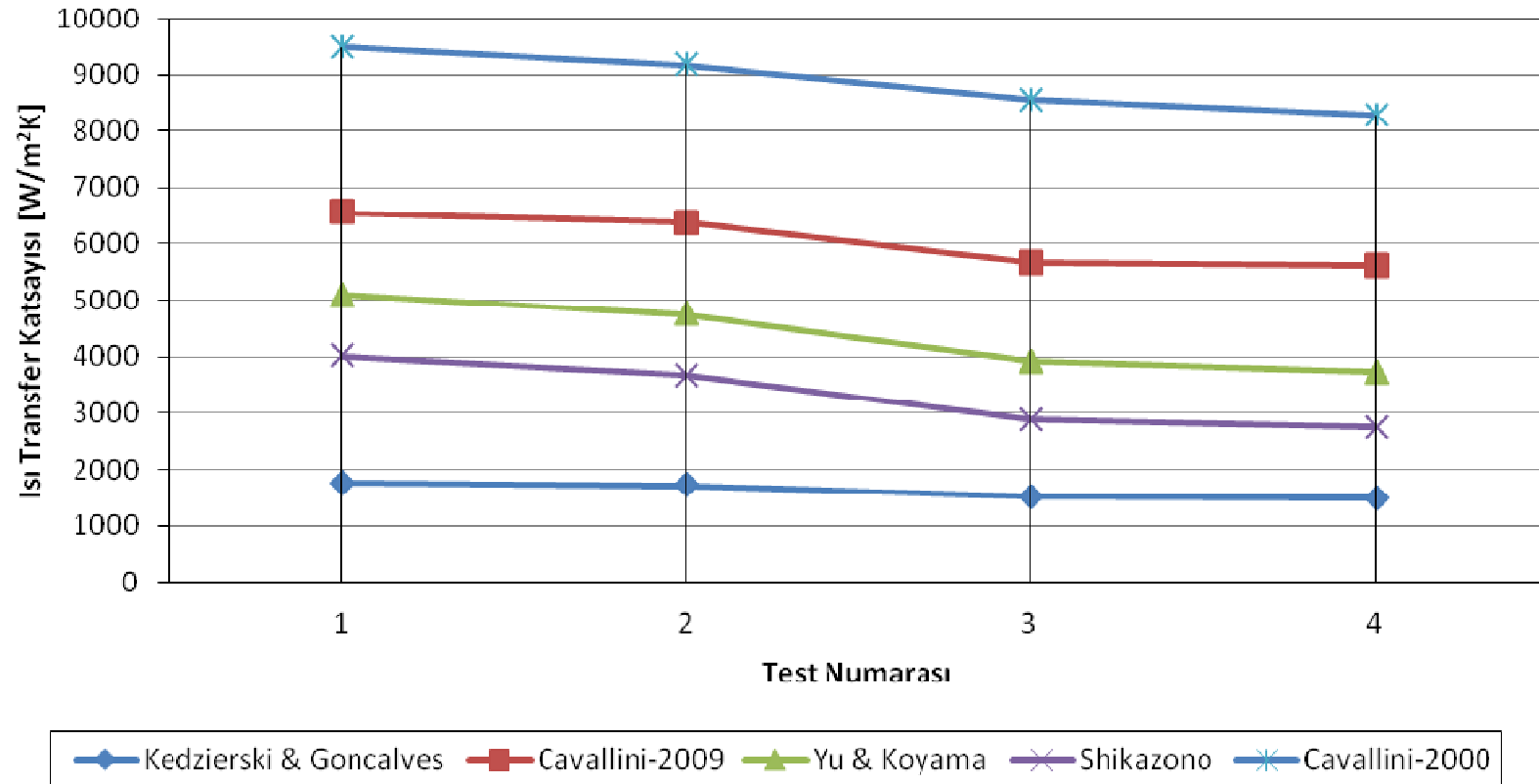


Not: % ± 8 limiti Eurovent RS 7/C/005 e göre belirlenmiştir..

SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

ISI TAŞINIM KATSAYISI

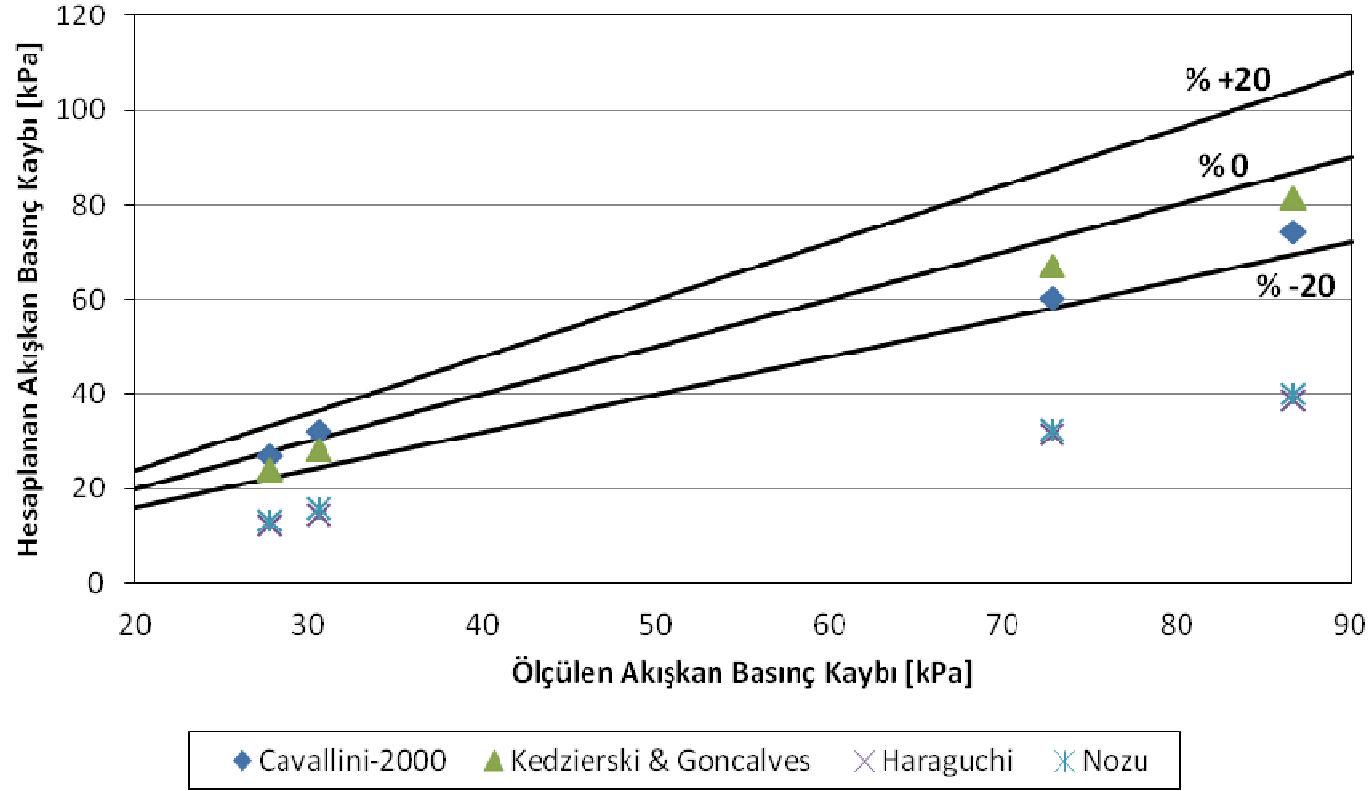
- “Cavallini 2009” ortalama 3,7 kat fazla ısı taşınım katsayısı, %10,7 fazla ısı kapasite vermiştir (Kezdizerski & Goncalves’ e göre).
- Birbirine yakın ısı kapasite değerleri veren “Cavallini 2009” ve “Shikazono” ısı taşınım katsayıları oranı ortalama 1,84 dür.



SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

BASINÇ KAYBI

- Kedzierski & Goncalves ısı taşınım katsayısı bağıntısı kullanılmıştır.
- “Cavallini 2000” ve “Kedzierski & Goncalves” ortalama olarak sırasıyla %7 ve %8,5 daha az basınç kaybı vermiştir.



Not: % ±20 limiti Eurovent RS 7/C/005 e göre belirlenmiştir.

SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

BASINÇ KAYBININ ETKİSİ

- “Haraguchi”, “Kedzierski & Goncalves” e göre %50 az basınç kaybı hesaplamıştır.
 - › 0,59 K daha az sıcaklık düşüşü hesaplanmıştır.

Sıcaklık Düşmesi - K			
Test Numarası	Kedzierski & Goncalves [7]	Haraguchi [18]	Fark
1	1,75	0,78	0,97
2	1,45	0,64	0,81
3	0,56	0,24	0,32
4	0,48	0,21	0,27
Ortalama			0,59

SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

BASINÇ KAYBININ ETKİSİ

- “Haraguchi”, “Kedzierski & Goncalves” e göre %50 az basınç kaybı hesaplamıştır.
 - › 0,59 K daha az sıcaklık düşüşü hesaplanmıştır.
 - › Daha yüksek kapasite ve akışkan kütleli debi değeri vermiştir.

Yöntem		Test Numarası				Ortalama Fark %	
		1	2	3	4		
Test	Debi - kg/h	383,18	345,11	392,94	361,08		
	Fark - %						
Cavallini-2000	Debi - kg/h	414,80	369,27	409,36	370,23		
	Fark - %	8,25%	7,00%	4,18%	2,54%	5,49%	✓
Kedzierski & Goncalves	Debi - kg/h	410,27	366,24	410,95	371,13		
	Fark - %	7,07%	6,12%	4,58%	2,78%	5,14%	✓
Haraguchi	Debi - kg/h	426,50	377,19	416,24	374,77		
	Fark - %	11,30%	9,30%	5,93%	3,79%	7,58%	✗
Nozu	Debi - kg/h	426,12	376,86	415,72	374,44		
	Fark - %	11,21%	9,20%	5,80%	3,70%	7,48%	✗

Not: Eurovent RS 7/C/005 e göre ortalama % ± 5 limiti sağlanmalıdır.

SONUÇLAR

- Geometrik özellikler ve test koşullarına göre “Kedzierski & Goncalves” bağıntıları en uygun bağıntı olarak belirlenmiştir.
- Basınç kaybı bağıntıları sonuçlarının %50 farklı olması ısı kapasite farklılığına %2,5 yansımıştır. Ancak hassas hesaplama ve en iyi tasarım elde etmek için en uygun bağıntının belirlenmesi önemlidir.
- “Cavallini 2009” ısı taşınım katsayısı bağıntısı literatürden elde edilen 3115 deneysel veriye dayanana en geniş kapsamlı bağıntıdır. Buna rağmen yapılan test sonuçlarına göre %16,5 daha büyük ısı kapasite hesaplamıştır.
- Bu çalışmadaki koşullar için hesaplanan iç taraf ısı transfer katsayısının 3326 W/m²K değerinden 6048 W/m²K değerine artışı ısı kapasite değerini yok denecek kadar az etkilemiştir. Buna göre, yaklaşık olarak 3000-3500 W/m²K değerinden daha büyük ısı transfer katsayısı elde etmek için yapılacak tasarım iyileştirme çalışmalarının ısı kapasiteye hiçbir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

***DİNLEDİĞİNİZ İÇİN
TEŞEKKÜR EDERİM...***