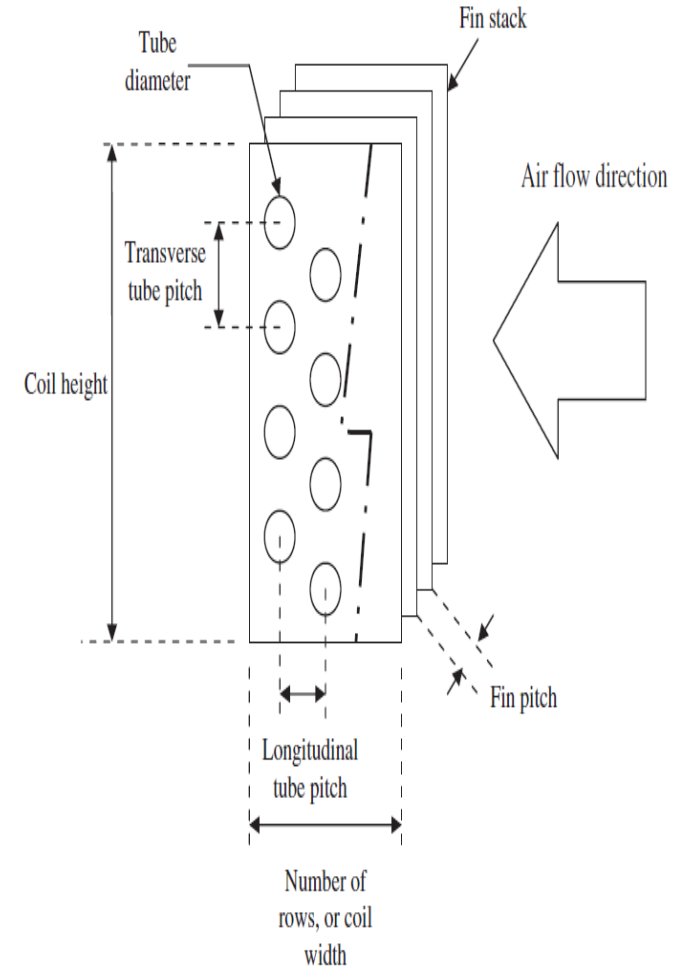
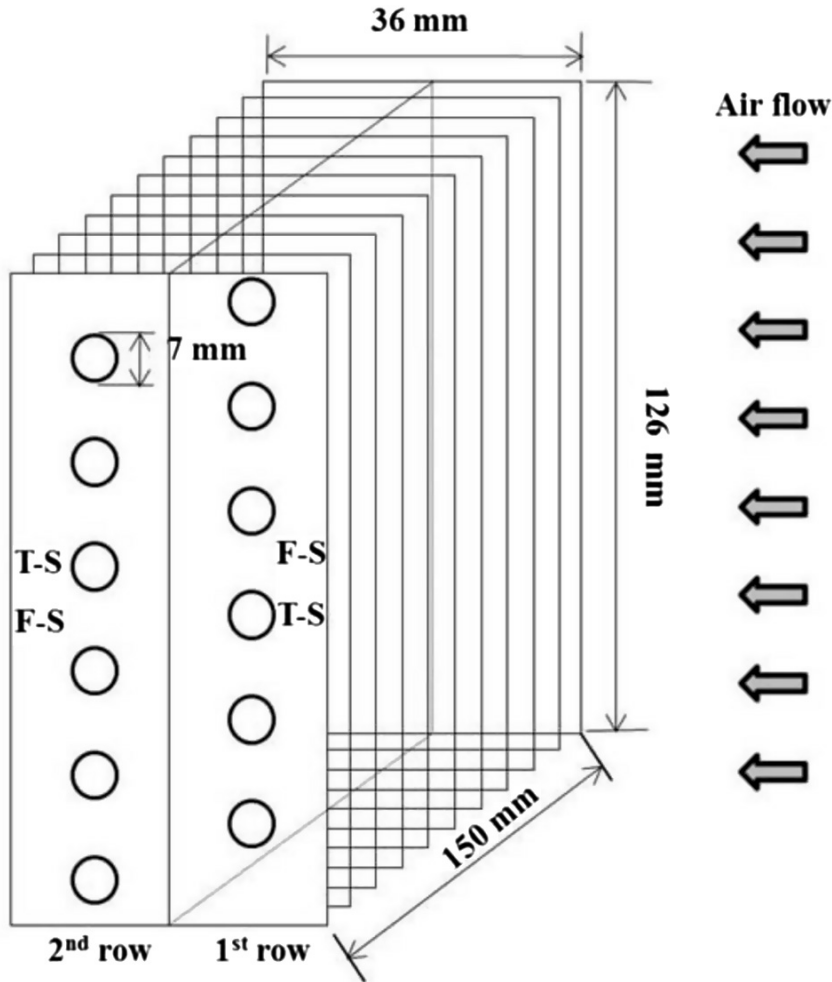


KANATLI BORULU EVAPORATÖRLERDE DEVRE TASARIMININ KAPASİTEYE ETKİSİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

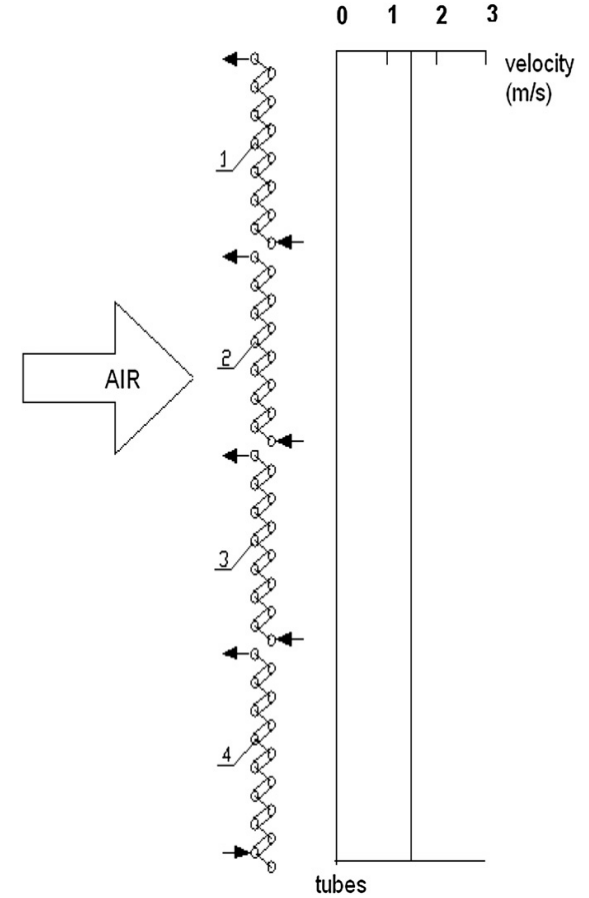
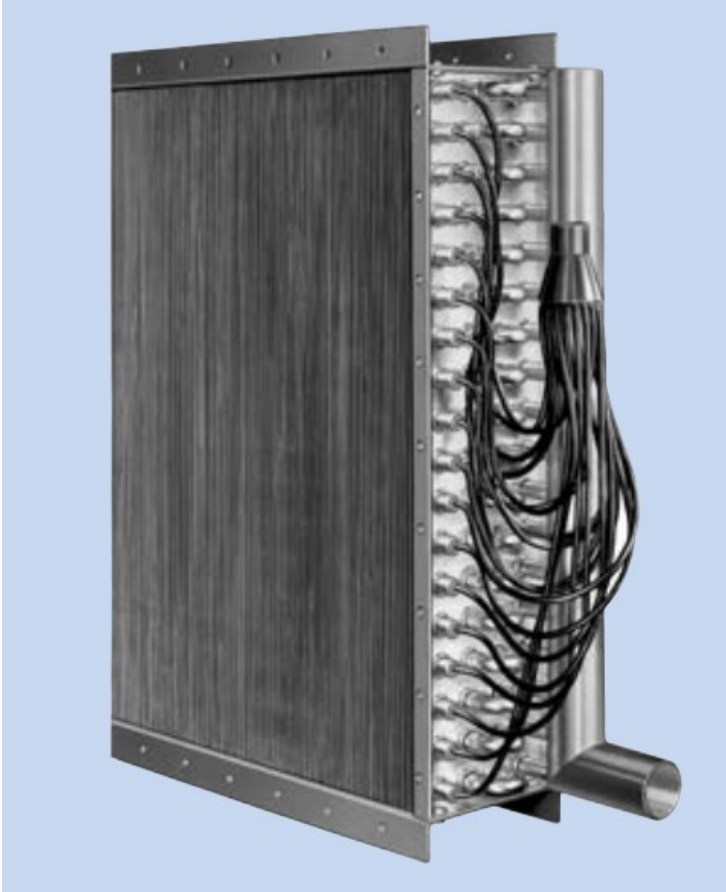
ERGİN BAYRAK, NACİ ŞAHİN

8-11 Nisan 2015, İZMİR

Isı Değiştiricilerine Genel Bir Bakış



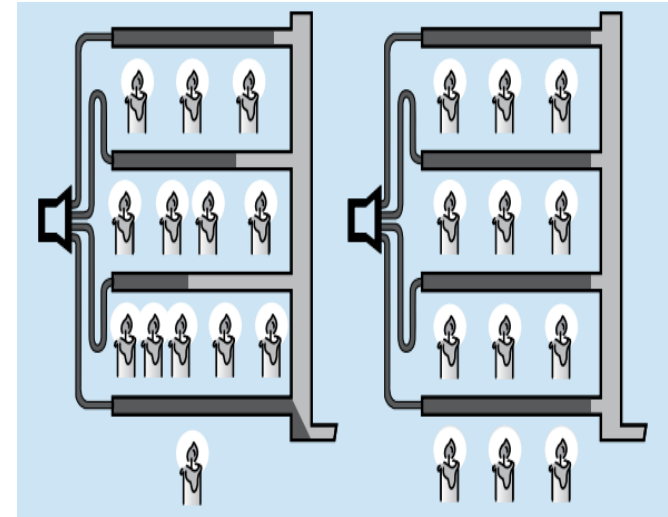
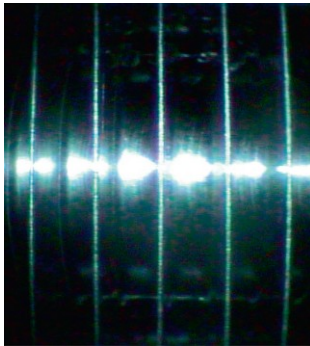
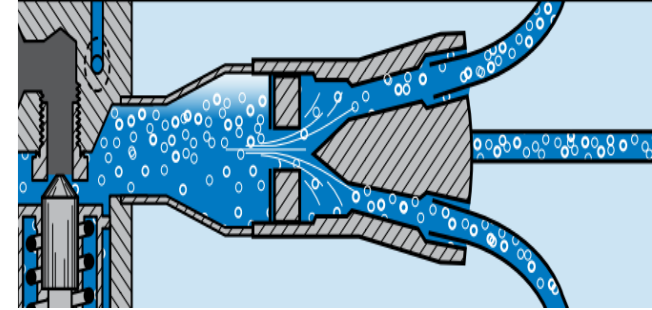
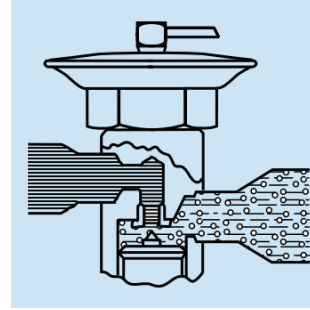
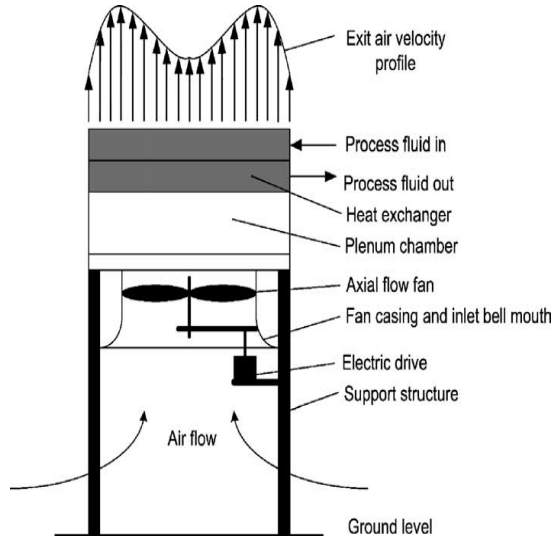
Kanatlı Borulu Isı Değiştiricileri



Problemler

- ❖ Distribütör yapısına bağlı olarak iç akışkanın dengesiz dağılımı
- ❖ Fan karakteristiği ve fanın lamel yüzeyine uzaklığına bağlı olarak havanın hızının her bölgede aynı olmaması ve bunun iç akışkanın termal dengesini bozması
- ❖ Lamel yüzeyinde sıcaklık ve nemin dengesiz dağılımı
- ❖ Düşük sıcaklıklarda kanat ve boru yüzeyinde buzlanma oluşumu

Problemler

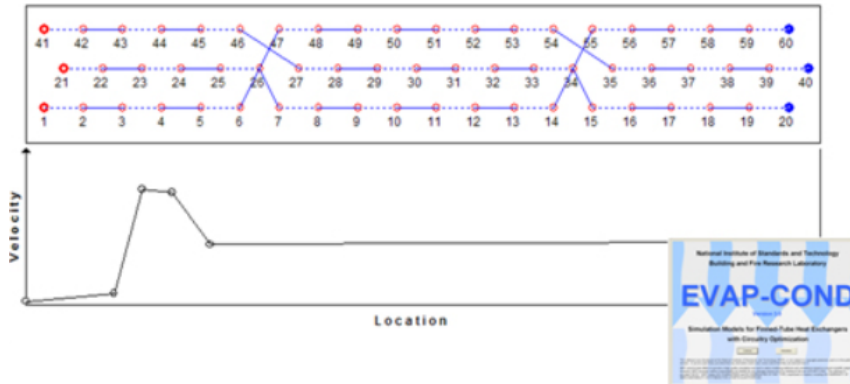


Litaretür İncelemesi

- Litaretür incelendiğinde; son yıllarda yapılan çalışmalarda ısı değiştiricisi giriş havası dengesizliğinin performans üzerinde birinci dereceden öneme ve belirleyici bir etkiye sahip olduğu, bunun nedeninin ise, hava tarafında olan olumsuzluğun direk olarak akışkan iç sıcaklıklarındaki dengesizliği artırmasına belirtilmiştir.
- Kaern yaptığı çalışmada, hava tarafında olan dengesizliğin akışkan tarafında da aynı duruma yol açtığı ve iki durumun birlikte soğutma kapasitesini ve performansı azalttığını ortaya koymuştur.
- Fagan yaptığı çalışmada bir boyutlu non-uniform hava akışının kapasiteyi %20 mertebelerinde azalttığını tespit etti.
- Song non-uniform ve uniform hava dağılıma bağlı olarak kapasiteyi karşılaştırdığı çalışmasında, kötü dağılım durumunda ki kapasitenin normal duruma göre yaklaşık olarak %7,78 daha az olduğunu ortaya koydu.
- Chwalowski dört farklı hava profili için evaporatörün performansını deneysel ve simülasyonla karşılaştırdı. Deney ve simülasyon sonuçları çok yakın değerler verdiği çalışmada %30'lara varan kapasite azalması gözlemlenmiştir.

Litaretür İncelemesi

- Choi, Payne ve Domanski, kanatlı borulu evaporatörlerde akışkan ve hava tarafı dengesizliğini ayrı ayrı deneysel olarak incelediği çalışmalarında, akışkan tarafı dengesizliğinin kapasiteyi yaklaşık olarak %30 mertebelerinde, hava tarafında ise homojen olmayan hava dağılımının kapasiteyi maksimum %8,7 azalttığını tespit etmişlerdir.
- Isı değiştiricisi optimizasyon işlemi için yapılan çalışmalarda, belirlenen devre üzerinde ve verilen şartlarda maksimum ısı transferi sağlayacak şekilde tasarıma odaklanmış ve akışkan devre tasarımının evaporatör kapasitesi üzerinde önemli etkilerinin olduğu gözlenmiştir.
- Domanski girilen hava ve akışkan şartları için hava dağılımına bağlı olarak eşit veya daha iyi kapasite veren devre dizaynı yapan ve aynı zamanda bunu yaparken yaptığı tasarımın imal edilebilirliğini de düşünen ve birçok devre seçeneği sunan bir yazılım geliştirdi (ISHED).



Deneysel Çalışma Planı

Ürün Yüzeyinde Hava Hızı Ölçümü

- Blokaj ile doğrulama

Ölçüm Sonuçlarına Bağlı Devre Tasarımı

- Standart Devre
- Yeni Devre

Performans Testleri

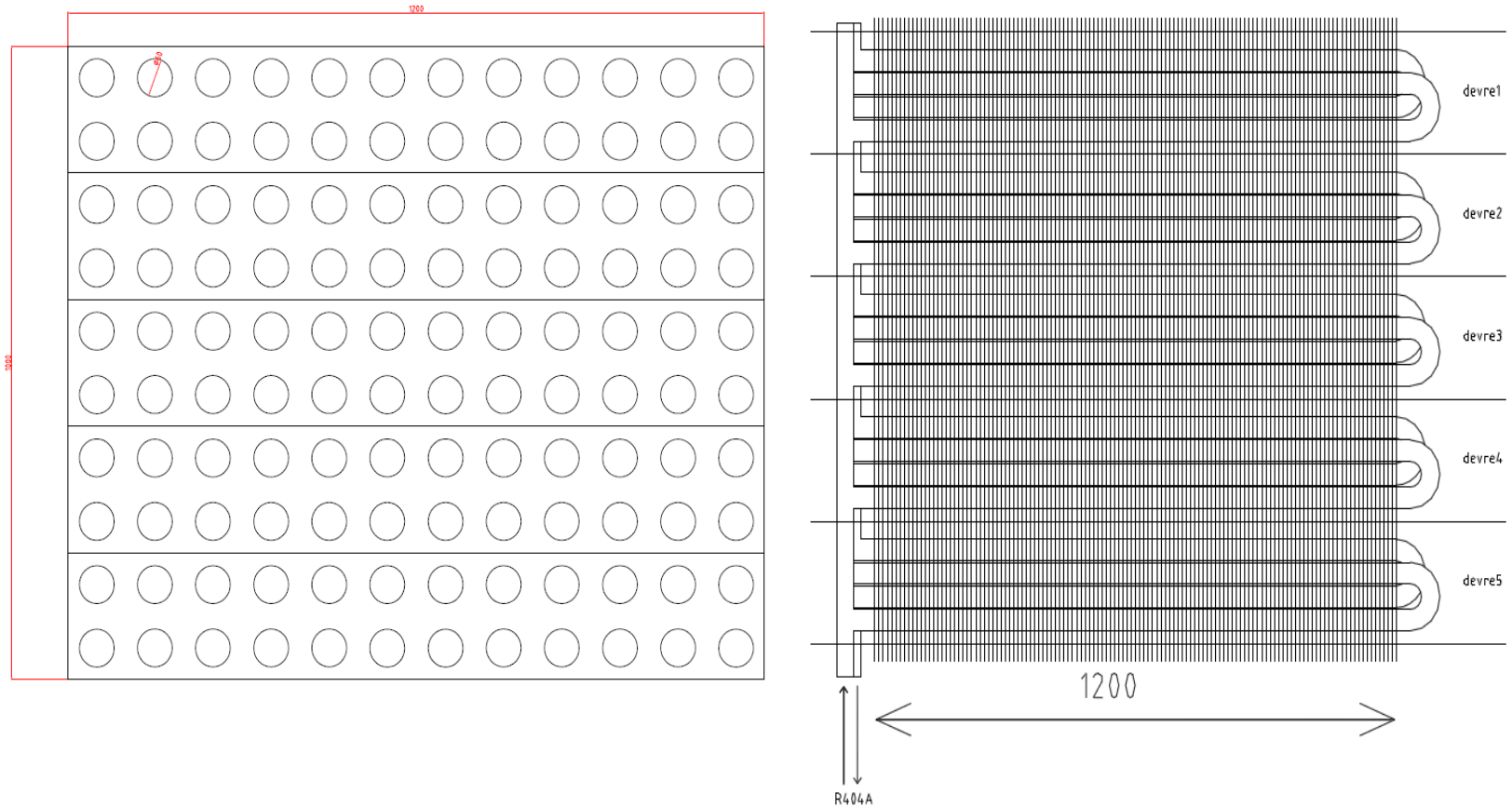
Karşılaştırma

Test Ürünü Özellikleri

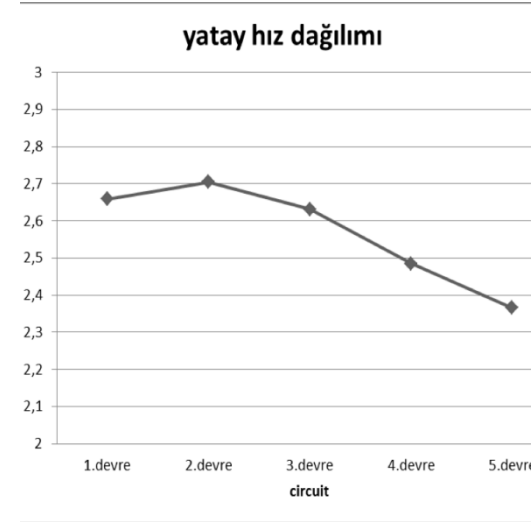
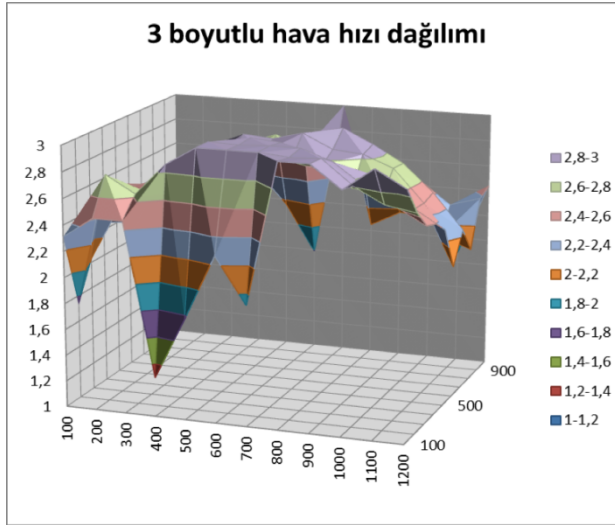


Geometrik Özellikler	Değerler
Sıra Sayısı	5
Her bir sıradaki boru sayısı	20
Dik boru mesafesi	50
Yatay boru mesafesi	50
Devre boyu	1200
Boru çapı	15
Kanat kalınlığı	0,32
Hatve	10
Kanat tipi	Dalgalı
Boru düzeni	Düz

Deney Aşaması-Hava Hızı Ölçümü

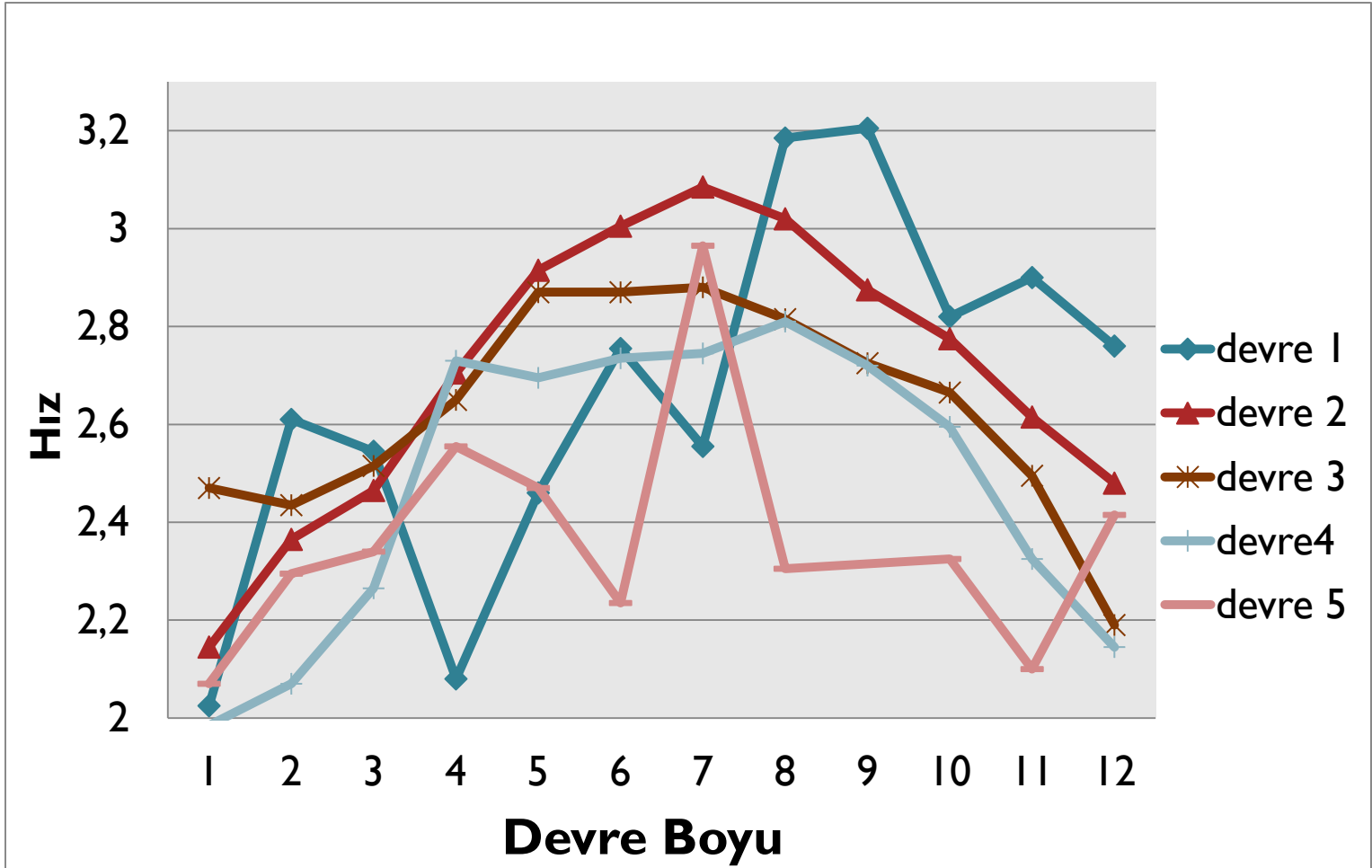


Deney Aşaması-Hava Hızı Ölçümü



Hava Hızı Dağılımları		
Devre	Ort. hava hızı (m/s)	Ort. hava debisi (m ³ /h)
1	2,658	2067,12
2	2,704	2102,76
3	2,631	2046,38
4	2,485	1932,33
5	2,365	1839,67

Deney Aşaması-Hava Hızı Ölçümü



Deney Aşaması-Blokajlı Ölçüm

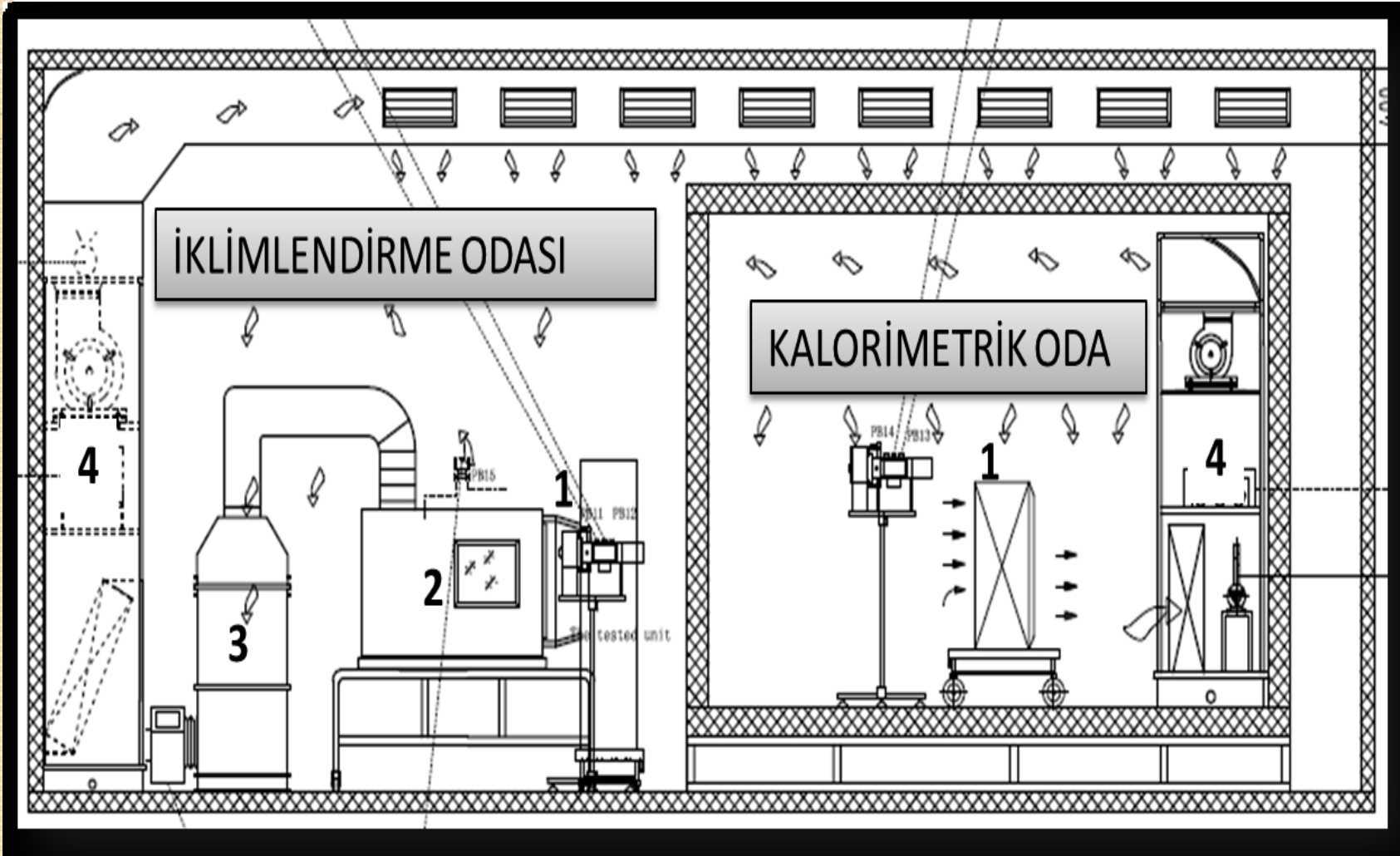
Alt Blokaj Hava Hızı Dağılımları	
Devre	Ort. hava hızı (m/s)
1	3,408
2	3,216
3	3,15
4	3,814
5	

Üst Blokaj Hava Hızı Dağılımları	
Devre	Ort. hava hızı (m/s)
1	
2	3,824
3	3,13
4	2,9
5	3,104

Deney Aşaması-Test Laboratuvarı

- Test işlemleri Friterm A.Ş test laboratuvarı ortamla dengeli kalorimetrik odada EN 328 ve Eurovent RS 7/C/001–2010 standartlarına göre gerçekleşmiştir. Kalorimetrik oda “kasetli/fanlı” ürün test etmek amacı ile kullanılmakta ve ürüne iklimlendirilmiş hava sağlamaktadır. Hava debisi ürün üstünde bulunan fanlar aracılığıyla elde edilmekte ve odaya giren-çıkan tüm yükler ölçülmekte ve hesaplama esnasında toplam enerji alışverişine bakılmaktadır.
- Laboratuvarda kullanılan tüm hesaplamalar ASHRAE Standartları baz alınarak yapılmaktadır. Bu hesaplamalara bağlı olarak akışkan tarafı kapasitesi hesaplanmakta, hava tarafı kapasitesi ise ortamda ki enerji dengesi hesaba katılarak çekilen elektrik yüklerinden okunmakta ve iki kapasite % 4'lük dilime girdiğinde test sonucu alınmaktadır.

Deney Aşaması-Test Laboratuvarı



Deney Aşaması-Test Laboratuvarı



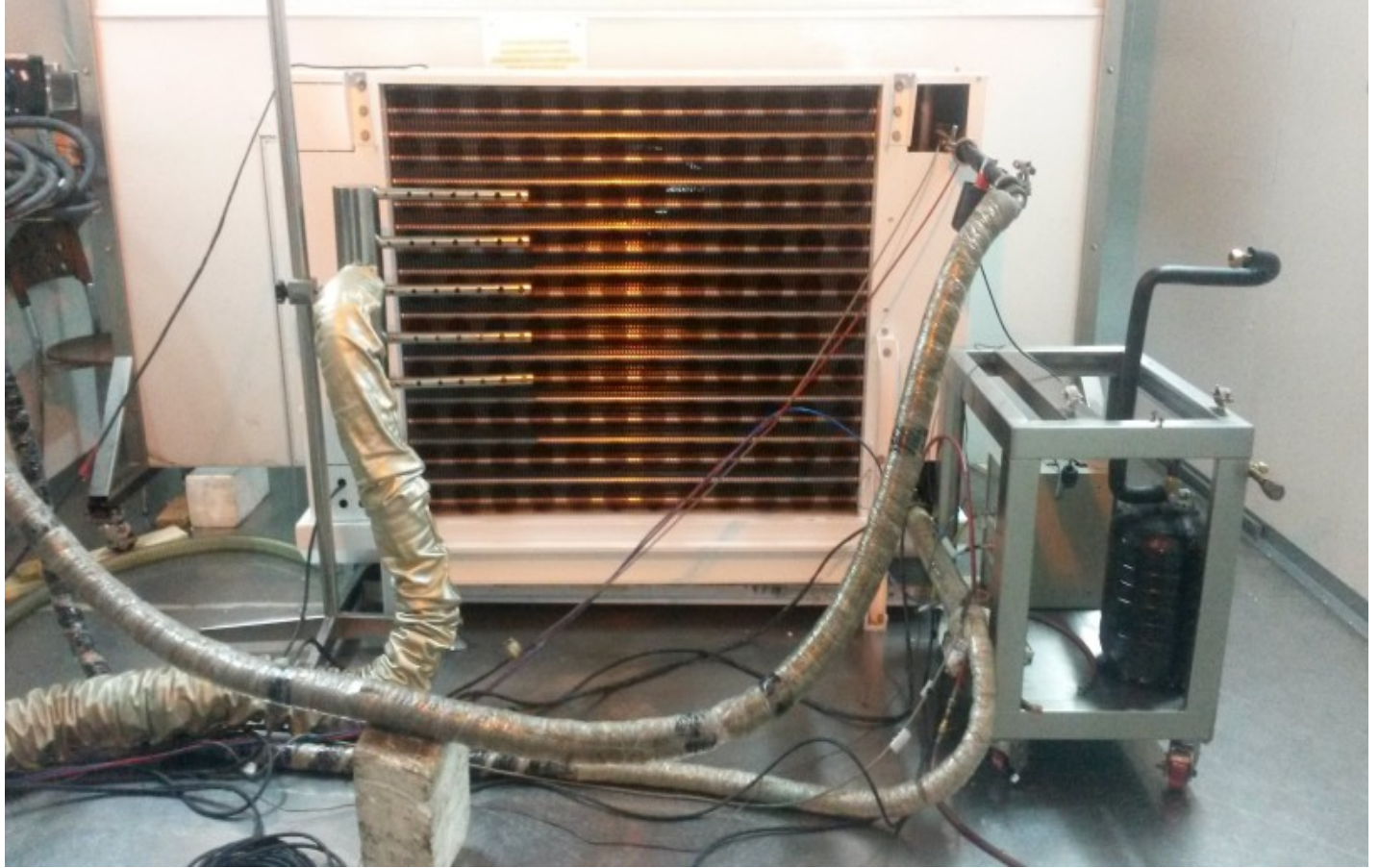
8-11 Nisan 2015, İZMİR

Deney Aşaması-Test Laboratuvarı



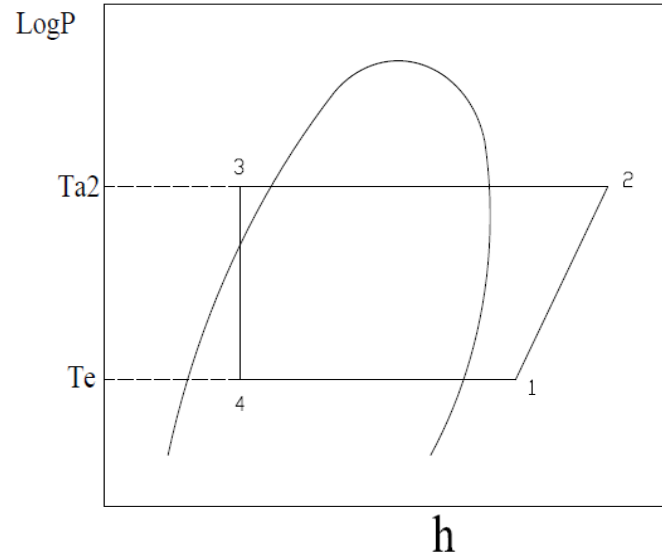
8-11 Nisan 2015, İZMİR

Deney Aşaması-Test Şartları



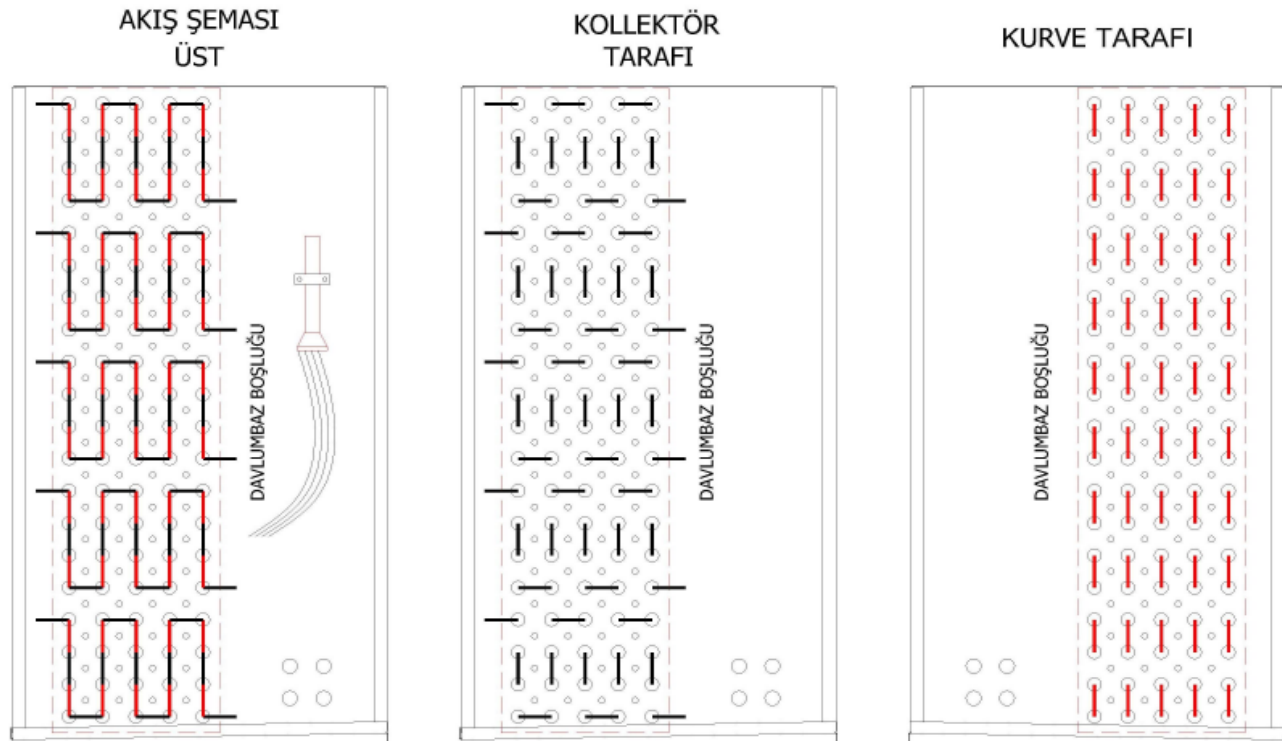
Deney Aşaması-Test Şartları

Evaporasyon basıncı (MPa)	Hava giriş sıcaklığı (°C)	Giriş bağıl nemi (%)	Hedeflenen kızgınlık değeri (K)
0,600	10	42	6,5



Devre Tasarımları

- Ürünün orjinal devresi aşağıda görüldüğü gibidir.

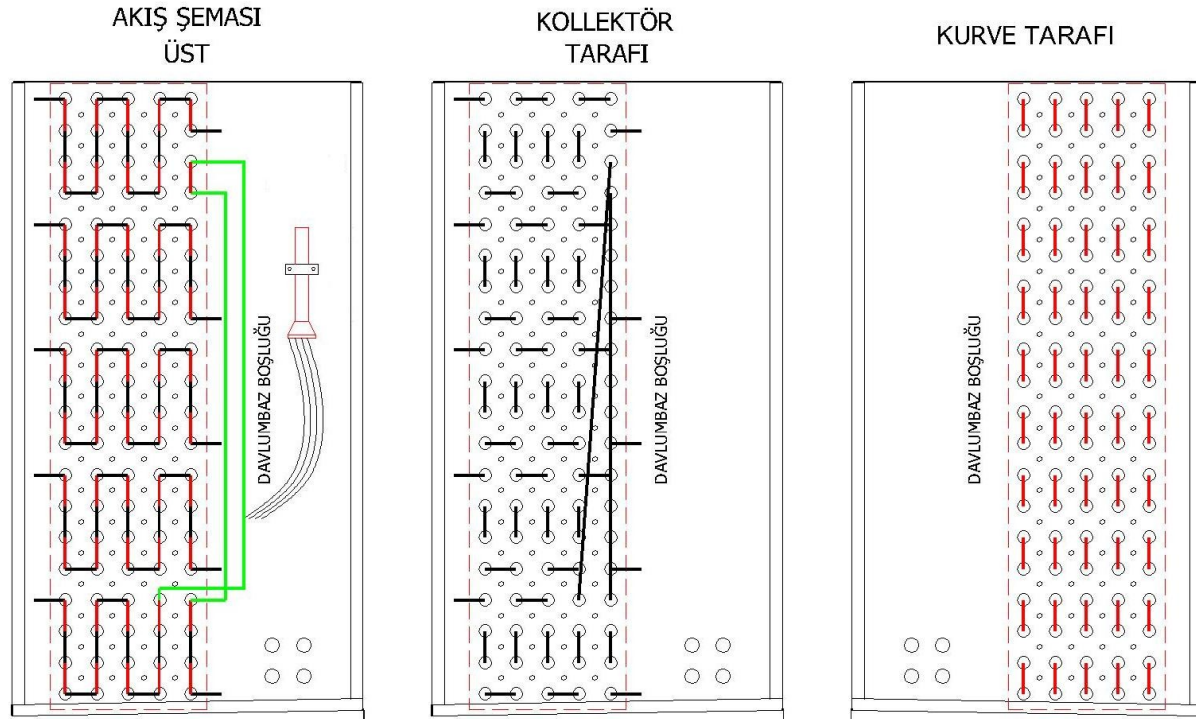


Devre Tasarımları

- Aganda her bir devreyi genişleme valfi ile kontrol ettiği ve böylece eşit akışkan debisi sağladığı, daha sonra farklı hava hızlarının devrelere ve dolayısıyla performansa etkilerini incelediği çalışmasında, düşük hava hızına sahip bir devrenin kızgınlık değerinin azaldığını ve bu devrede olan dengesizliğin diğer tüm devreleri olumsuz yönde etkilediğini ve bunun önüne bu devrenin devre boyunun uzatılması ile geçileceğini savunmaktadır.
- Park bu kapsamda yaptığı çalışmasında problemlili devreyi 15 pas ve 20 pas ile ayrı ayrı test ettiğinde kayda değer bir performans farkı ile karşılaşmıştır.

Devre Tasarımları

- Bu çalışmalar referans alınarak yeni bir devre tasarımı yapılmıştır. Bu kapsamda hava hızının dolayısıyla hava debisinin düşük olduğu son devre 2 pas uzatılarak köprü yardımıyla hava hızının daha yüksek olduğu ve girişi üste alınarak iki pasının boşaltıldığı ilk devreye ulaştırılmış, iki pas dolaştırılmış ve tekrar bir köprü yardımıyla son devreye alınmıştır. Böylece daha yüksek hava hızına sahip ilk devrenin pas sayısı 18'e düşürülürken, son devrenin 22'ye çıkartılmıştır.



Test Sonuçları

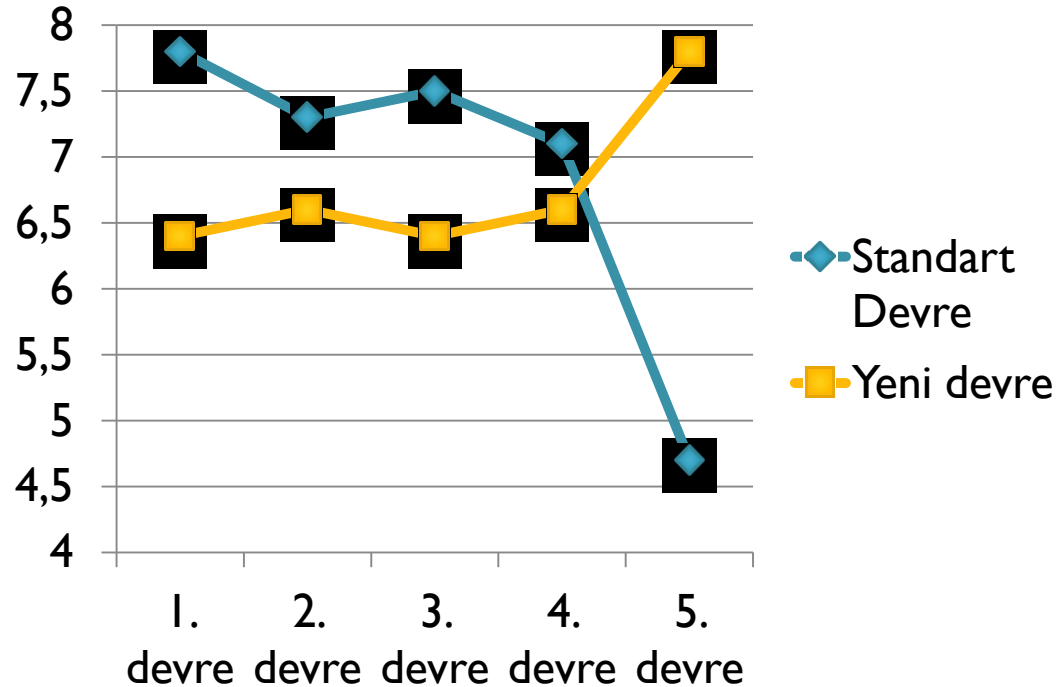
- Aşağıda test sonuçları ve test işlemi sırasında her bir devrenin çıkışında thermocouple yardımıyla ölçülen kızgınlık değerleri görülmektedir.

Test Sonuçları	Test 1	Test 2
Akışkan cinsi	R404a	R404a
Akışkan kütleli debisi (kg/h)	339,378	348,775
Evaporasyon basıncı (MPa)	0,600	0,600
Hava giriş sıcaklığı (°C)	10,00	10,06
Bağıl nem	42,29	40,67
Kuruluk derecesi	0,27	0,27
Basınç kaybı (kPa)	278,444	284,833
Kapasite (kW)	12,097	12,447

Akışkan Dağılımı	Hava Dağılımı	Kızgınlık (°C) (Superheat)					Test Adı
		1	2	3	4	5	
Uniform	Non-Uniform	7,8	7,3	7,5	7,1	4,7	Test 1
		6,4	6,6	6,4	6,6	7,8	Test 2

Sonuç

- Yeni devre tasarımı ile beklendiği gibi yüksek hava debisi ve 18 pas sayısına sahip birinci devrenin yüksek olan kızgınlık (superheat) değerinin düştüğü, daha düşük hava debisi ve 22 pas sayısına sahip son devrenin düşük olan kızgınlık (superheat) değerinin yükseldiği ve Şekil 8'de görüldüğü gibi her bir devrenin çıkış sıcaklıklarının kolektör çıkış sıcaklığı olan 6,5 °C'ye yaklaştığı görülmektedir.
- Son devrede çıkışın biraz daha yüksek olmasının nedeni uzatılan devre boyunun tam olarak ne kadar uzatılacağına belirlenmemesidir. Bu durum çok ciddi araştırmalar gerektirmektedir.
- Bu duruma rağmen yeni devre tasarımı ile %2,89 değerinde kayda değer bir kapasite artışı sağlanmıştır.



TEŞEKKÜR EDERİM.