

## Bir Döner Rejeneratörde Dönme Hızının Performansa Etkisi

**Orhan BÜYÜKALACA, Elif DOĞRUYOL**  
*Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,  
Makina Mühendisliği Bölümü, 01330 Adana-TÜRKİYE*

Geliş Tarihi 13.05.1997

### Özet

Bu çalışmada, döner rejeneratörlerin etkinliği ve bunlarda meydana gelen basınç kaybı deneysel olarak araştırılmıştır. Bu amaçla, alüminyum levhalar kullanılarak bir döner rejeneratör imal edilmiştir. Deneyler, 2 devir/dakika ile 7 devir/dakika arasında değişen dönme hızlarında, 0.83 m<sup>3</sup>/s ve 0.92 m<sup>3</sup>/s hava debilerinde ve 45 °C ile 60 °C arasında değişen üç farklı atık hava sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Yapılan deneylerden, ele alınan parametre sınırları içerisinde dönme hızının, hava debisinin ve atık hava sıcaklığının etkinlik üzerindeki etkisinin ihmal edilebilir mertebede olduğu görülmüştür. Bütün koşullarda % 60 civarında bir etkinlik elde edilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Isı geri kazanımı, ısı değiştiricisi, döner rejeneratör, etkinlik, basınç kaybı

## The Influence of the Rotation Speed of a Rotary Regenerator on Performance

### Abstract

The efficiency and pressure loss of rotary regenerators were investigated experimentally. A rotary regenerator was constructed using aluminium plates and was used in the experiments. The experiments were performed at various rotational speeds between 2 rev/min and 7 rev/min, at two air flow rates of 0.83 m<sup>3</sup>/s and 0.93 m<sup>3</sup>/s and at three different temperatures of exhaust air, varying between 45 °C and 60°C. It was found that the influence of rotational speed, air flow rate and the temperature of the exhaust air was negligible for the range of parameters covered in the experiments. An efficiency of about 60 % was obtained under all conditions.

**Key Words:** Heat recovery, heat exchanger, rotary regenerator, efficiency, pressure loss

### Giriş

Enerji kaynaklarının sınırlı olması, enerjiye olan talebin hızla artması ve buna paralel olarak enerji fiyatlarındaki sürekli artış enerjinin daha bilinçli ve akıllıca kullanılmasını gündeme getirmiştir. Bu çerçevede, atık enerji geri kazanımı özellikle son yıllarda büyük bir önem arz etmeye başlamıştır.

Bir çok uygulamada, enerji harcayarak belirli bir sıcaklık ve nem seviyesine getirilen bir akışkan daha sonra dış ortama atılmaktadır. Bir atık

ısı geri kazanım sistemi kullanılarak atık akışkanın sahip olduğu enerjinin bir bölümünün tekrar faydalı hale getirilmesi mümkündür. Örneğin, fırınlarda egsoz gazı yardımıyla ısıtılacak kütle veya yanma için gerekli taze hava ön ısıtmaya tabii tutulabilir veya proses için gerekli olan buhar veya sıcak su elde edilebilir. Konutların, işyerlerinin, fabrikaların ve hastanelerin iklimlendirilmesinde, sağlık ve konfor açısından ortam havasının yenilenmesi

gereklidir. Bu ise dış ortam havasına göre daha arzu edilir özelliklere sahip bir miktar havanın dış ortama atılması anlamına gelmektedir. Atık hava kullanılarak, ortama alınan taze hava bir ön koşullandırmaya tabii tutulabilir. Böylece belirli bir enerji tasarrufu sağlamak mümkündür.

Günümüzde atık enerji geri kazanımı amacıyla çok değişik ısı değiştiricileri kullanılmaktadır. Bunlardan bir tanesi de rejeneratif tip (rejeneratör) ısı değiştiricileridir. Değişik türleri bulunmakla birlikte rejeneratörlerden en yaygın olarak kullanılan döner tip rejeneratörlerdir. Döner rejeneratörler değişik endüstri kollarında ve gaz türbinlerinde atık ısı geri kazanımı amacıyla uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Önceleri sadece yüksek sıcaklıkların söz konusu olduğu durumlarda kullanılan döner rejeneratörler, son yıllarda enerjinin daha da önem kazanmasıyla, bazı gelişmiş ülkelerde iklimlendirme sistemlerinde de kullanılmaya başlanmıştır (Romie, 1988; Skiepk, 1988; Scaricabarozzi, 1989).

Döner rejeneratörler ülkemizde imal edilmemekte, dış alım yoluyla dışarıdan getirilmektedir. Bu çalışmada yerel imkanlar kullanılarak laboratuvarında bir adet döner rejeneratör imal edilmiş ve denenmiştir. Deneylerde rejeneratör dönme hızının, taze ve atık hava debisinin ve atık hava sıcaklığının, rejeneratör etkinliğini nasıl etkilediği araştırılmıştır.

### Döner Rejeneratörün Etkinliği

Bir rejeneratörde etkinlik;

$$\varepsilon = \frac{Q}{Q_{max}} \quad (1)$$

şeklinde tanımlanmaktadır (Yılmaz ve ark, 1996). Burada  $Q$  transfer edilen ısıyı,  $Q_{max}$  ise ideal bir rejeneratörde transfer edilen ısıyı temsil etmektedir.  $Q$  ve  $Q_{max}$  şu eşitlikler yardımıyla belirlenebilir:

$$Q = C_t(T_{t,\zeta} - T_{t,g}) = C_a(T_{a,g} - T_{a,\zeta}) \quad (2)$$

$$Q_{max} = C_{min}(T_{a,g} - T_{t,g}) \quad (3)$$

Bu eşitliklerde  $C_t$  ve  $C_a$  sırasıyla taze ve atık havanın ısı kapasitesi,  $C_{min}$  ise  $C_t$  ve  $C_a$ 'dan küçük olanıdır.

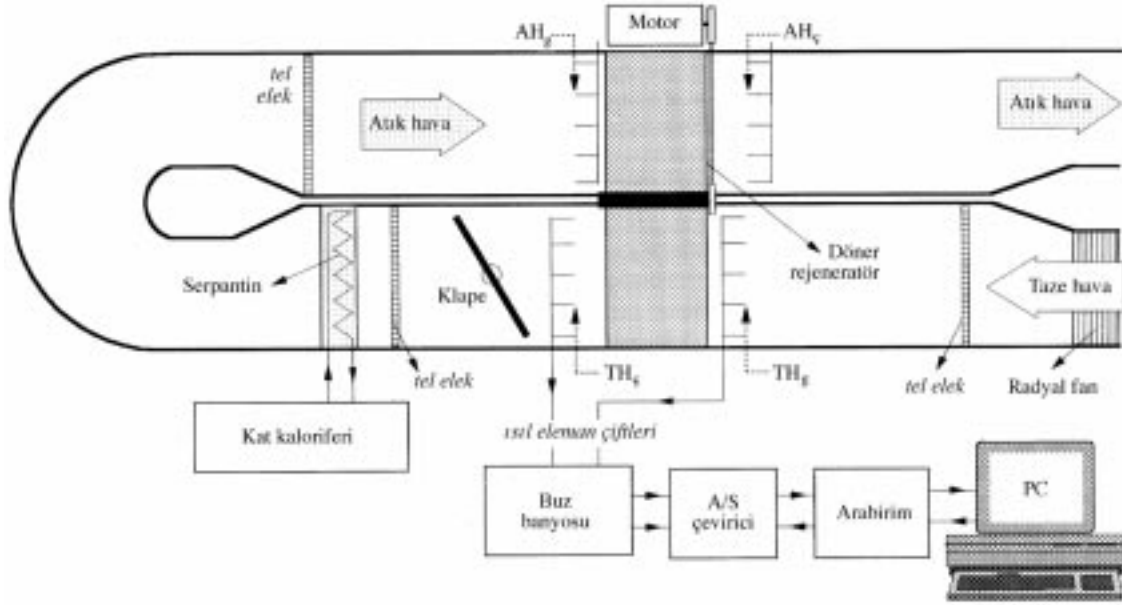
### Deney Düzenegi

Bu çalışmada kullanılan deney düzenegi şematik olarak Şekil 1'de gösterilmiştir. Deney düzeneginin en önemli elemanı olan döner rejeneratör alüminyum

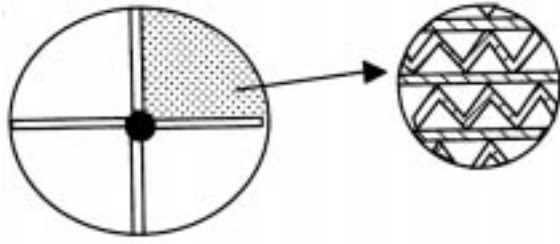
levhalar kullanılarak laboratuvarında imal edilmiştir (Şekil 2). Kullanılan alüminyum levhanın kalınlığı, Türkiye'de ticari olarak satılan en ince alüminyum levha kalınlığı olan 0.35 mm'dir. Levhalara, yüksekliği 3.44 mm olan eşkenar üçgen şeklinde şekil verilmiş ve bu şekillendirilmiş levha iki adet düz levha arasına yerleştirilmiştir. Bu şekilde, katmanlar halinde imal edilen döner rejeneratörün çapı 690 mm, uzunluğu ise 200 mm'dir. Rejeneratörü döndürebilmek için bir elektrik motoru ve devri 2 devir/dakika ile 7 devir/dakika arasında ayarlanabilen bir redüktör kullanılmıştır. Bir zincir dişli yardımıyla güç redüktörden rejeneratör merkezindeki mile aktarılmıştır.

Sistemde hem taze, hem de ısı enerjisinden faydalanılacak akışkanı (atık hava) temsil etmesi için aynı hava kullanılmıştır. Radyal bir fan yardımıyla taze hava dış ortamdan alınarak rejeneratör üzerine gönderilmiştir. Burada ön ısıtmaya tabii tutulan taze hava, bir serpantinden geçirilerek sıcaklığı artırılmıştır. Serpantinde bir kat kaloriferinden sağlanan sıcak su dolaştırılmıştır. Sistemde dolaşan hava, serpantinden çıktıktan sonra, atık havayı temsil etmektedir. Serpantinde dolaştırılan suyun sıcaklığı değiştirilerek atık havanın sıcaklığı değiştirilmiştir. Atık hava rejeneratörden geçerken ısı enerjisinin bir bölümünü rejeneratör matrisine vererek soğumuş ve daha sonra da dış ortama atılmıştır. Sistemde dolaşan havanın debisi bir klape yardımıyla ayarlanmıştır.

Kullanılan rejeneratörün etkinliğini belirleyebilmek için, sistemde dolaşan hava debisinin ve rejeneratörün giriş-çıkışındaki ( $TH_g$ ,  $TH_\zeta$ ,  $AH_g$  ve  $AH_\zeta$ ) sıcaklıkların bilinmesi gereklidir. Hava kanallarında ve hava kanalları ile rejeneratör arasındaki bağlantılarda sızıntıları en aza indirmek için azami gayret gösterilmekle birlikte bunları sıfıra indirmek mümkün olmamıştır. Ayrıca rejeneratör kanalları içerisinde bir miktar havanın sıcak taraftan soğuk tarafa ve benzer şekilde soğuk taraftan da sıcak tarafa taşınması kaçınılmazdır. Bu sebeplerden dolayı hava debisinde meydana gelen değişimleri tespit edebilmek için 4 ayrı kesitte ( $TH_g$ ,  $TH_\zeta$ ,  $AH_g$  ve  $AH_\zeta$ ) debi belirlenmiştir. Bunun için, her bir kesitte 70 ayrı noktada hız ölçülmüştür. Hız ölçümü için kızgın-tel (hot-wire) anemometresi kullanılmıştır. Kızgın-tel deneylerden önce bir pitot tüpü kullanılarak kalibre edilmiş ve kalibrasyon deneyler süresince belirli aralıklarla kontrol edilmiştir.



Şekil 1. Deney düzeneğinin şematik resmi.



Şekil 2. Deneylerde kullanılan döner rejeneratörün şematik resmi.

Sıcaklık ölçümü için ise kanal içerisinde değişik noktalara yerleştirilmiş, düşey yönde hareket edebilen kromel-alumel ısıl eleman çiftlerinden faydalanılmıştır. Isıl elemanlar tarafından üretilen elektro motor kuvvetler bir buz banyosundan geçirildikten sonra 16 bit'lik bir analog sayısal çeviriciden sayısal sinyallere çevrilmiş ve bir arabirim üzerinden bilgisayara gönderilmiştir. Hız ölçümünde olduğu gibi, 4 ayrı kesitte ( $TH_g$ ,  $TH_ç$ ,  $AH_g$  ve  $AH_ç$ ) ve her bir kesitte 70 ayrı noktada sıcaklık ölçülmüştür. Her bir noktada 1 s içerisinde ardışık 10 değer okunmuştur. Ele alınan noktadaki sıcaklık değeri olarak okunan 10 değerlerin ortalaması, kesitteki ortalama sıcaklık olarak da ölçüm yapılan 70 noktadaki sıcaklıkların ortalaması alınmıştır.

Rejeneratördeki basınç kaybını belirleyebilmek için  $TH_g$ ,  $TH_ç$ ,  $AH_g$  ve  $AH_ç$  kesitlerinde statik

basınç bir eğik manometre yardımıyla ölçülmüştür.

Deneylerde atık havanın sıcaklığını belirleyen serpantine giren suyun sıcaklığı, sistemde dolaşan debiyi etkileyen klape konumu ve rejeneratörün dönme hızı değiştirilmiştir. 3 farklı serpantin suyu giriş sıcaklığı (60, 70 ve 80 °C) ve 2 değişik klape konumu (tam açık ve yarı açık) ele alınmıştır. Klape tam açık olması durumunda sistemde dolaşan havanın debisi yaklaşık  $0.92 \text{ m}^3/\text{s}$ , yarı açık olması durumunda ise  $0.83 \text{ m}^3/\text{s}$  olmuştur. Klape konumuna bağlı olarak değişmekle birlikte 60, 70 ve 80 °C serpantin suyu giriş sıcaklıklarında, sırasıyla yaklaşık 45, 55 ve 60 °C sıcaklığında atık hava elde edilmiştir. Her bir su giriş sıcaklığı ve klape konumu için 2 ile 7 devir/dakika arasında değişen 6 farklı dönme hızında deneyler yapılmıştır. Toplam olarak 36 değişik durum test edilmiştir.

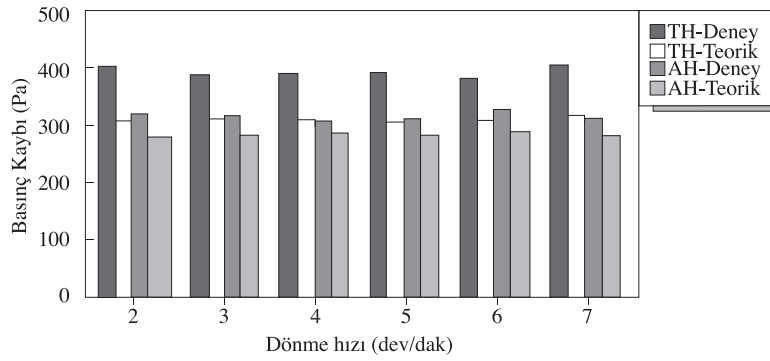
DeneySEL belirsizlikler Moffat (1988) tarafından verilen yöntemle göre belirlenmiştir. Buna göre basınç kaybındaki en büyük hata yaklaşık % 5, etkinlikteki en büyük hata ise yaklaşık % 13 olarak bulunmuştur.

## Deney Sonuçları ve Tartışma

Şekil 3'de  $0.83 \text{ m}^3/\text{s}$  taze hava debisinde (klape yarı açık), 60 °C atık hava sıcaklığında (80 °C serpantin suyu giriş sıcaklığı) ve değişik dönme hızlarında, rejeneratörün temiz ve atık hava tarafında ölçülen basınç kaybı gösterilmiştir. Bu

şekilde ayrıca Yılmaz ve ark. (1996) tarafından verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanan basınç kaybı da verilmiştir. Temiz hava tarafındaki basınç kaybı atık hava tarafındaki basınç kaybından yaklaşık % 20 daha yüksektir. Bu ise aşağıda da tartışılacağı gibi temiz hava debisinin atık hava debisinden daha büyük olmasından kaynaklanmaktadır. Basınç kaybı temiz hava tarafında 400 Pa civarında olurken atık hava tarafında yaklaşık 320 Pa'dır. Deneylerden elde edilen ve eşitlikler yardımıyla hesaplanan

basınç kayıpları karşılaştırıldığında, eşitliklerin daha düşük sonuçlar verdiği görülmektedir (Şekil 3). İkisi arasındaki fark temiz akışkan tarafında % 20, atık akışkan tarafında ise % 12 civarındadır. Diğer atık hava sıcaklıklarında da (45 °C ve 55 °C) benzer sonuçlar elde edilmiştir. Klappenin tam açık olması durumunda (0.92 m<sup>3</sup>/s) rejeneratördeki basınç kayıpları biraz artmakla birlikte yukarıda verilen genel özellikler aynıdır.



Şekil 3. Rejeneratörde meydana gelen basınç kaybı ( $V=0.83 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $T_{AH}=60^\circ\text{C}$ ),

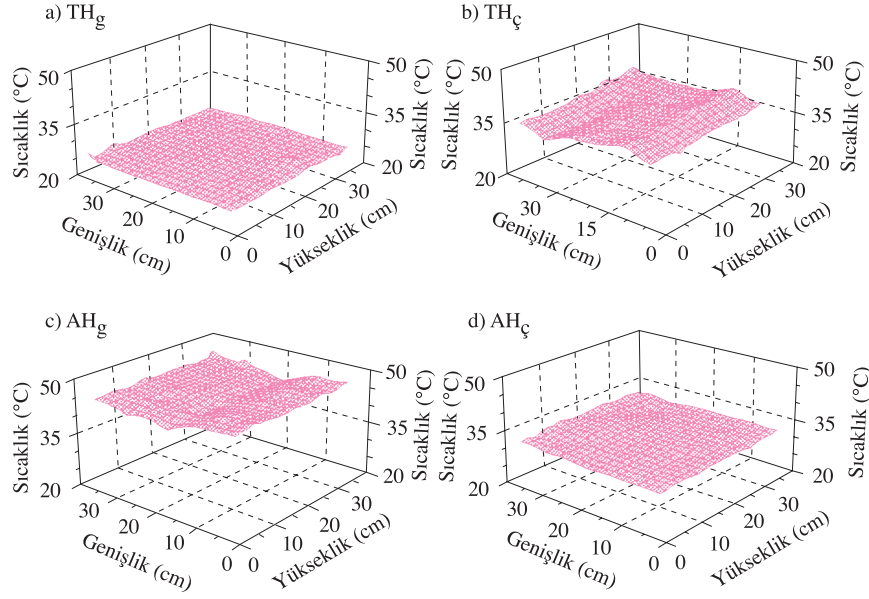
Sıcaklık ölçümlerine örnek olarak 0.92 m<sup>3</sup>/s hava debisi (klape tam açık), 45°C atık hava sıcaklığı (60 °C serpantin suyu giriş sıcaklığı) ve 2 devir/dak. dönme hızında, TH<sub>g</sub>, TH<sub>ç</sub>, AH<sub>g</sub> ve AH<sub>ç</sub> kesitlerinden elde edilen değerler Şekil 4'te çizilmiştir. Bu örnek için, temiz hava rejeneratöre 24 °C sıcaklığında girmekte, rejeneratör matrisinden aldığı ısı ile yaklaşık 37 °C'ye ısınmaktadır. Atık hava ise rejeneratöre yaklaşık 45 °C'de girmekte ve ısı enerjisinin bir bölümünü rejeneratör matrisine vererek yaklaşık 33 °C'ye kadar soğumaktadır. Her 4 kesitte de hava sıcaklığının üniform olduğu görülmektedir. Sayısal olarak değerleri değişmekle birlikte, diğer koşullarda da benzer sıcaklık dağılımları elde edilmiştir.

Şekil 5'de ise, gerçekleştirilen hız ölçümlerine bir örnek verilmiştir. Deney parametreleri, yukarıda verilen sıcaklık örneğindeki parametrelerle aynıdır. TH<sub>g</sub>, AH<sub>g</sub> ve AH<sub>ç</sub>'de kanalların kesitleri kare şeklinde olup bu kesitlerdeki hız profilleri kare kesitli bir kanaldan geçen akışkanın sahip olduğu hız profiline benzemektedir. TH<sub>ç</sub>'de ise kesit yamuk şeklinde olduğundan, hız profilinde bazı değişimler gözlenmiştir.

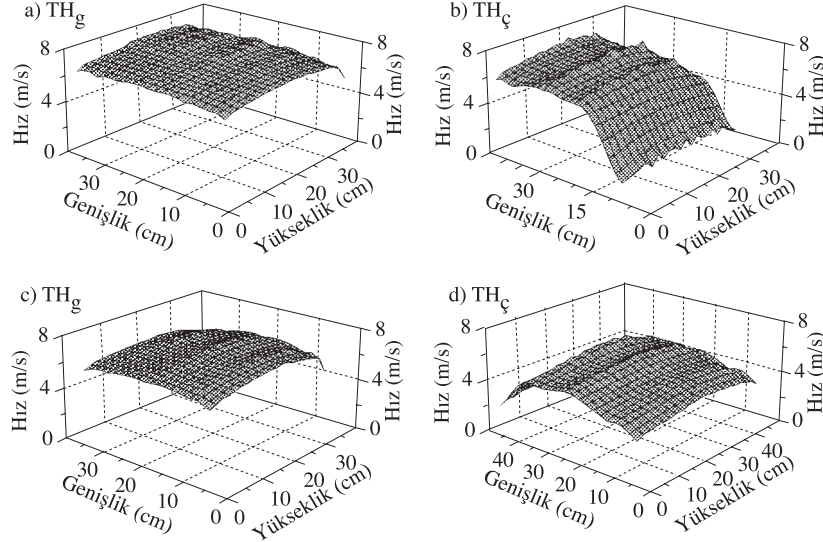
Dört değişik kesitte ölçülen hız dağılımlarını yardımıyla taze ve atık havanın rejeneratöre giriş ve çıkışındaki debiler hesaplanmıştır. Sistemde gerek taze ve gerekse atık akışkanı temsil etmesi

için aynı hava kütlesi dolaştırılmakla birlikte, kanalların rejeneratöre bağlanmasında, kanallarda ve rejeneratör içerisindeki sızıntılardan dolayı hava debisinde bazı değişimler meydana gelmiştir. Bu durum Şekil 6'dan açıkça görülebilmektedir. Bu şekilde, klappenin tam açık konumunda, yaklaşık 60 °C atık hava sıcaklığında (80 °C serpantin suyu giriş sıcaklığı), değişik dönme hızlarında, rejeneratör giriş ve çıkışında elde edilen taze ve atık hava debileri gösterilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi rejeneratörden geçerken taze havanın debisinde yaklaşık % 7'lik bir azalma meydana gelmiştir. Taze havanın bir bölümü dış ortama geçerken bir bölümü de daha düşük basınca sahip atık hava tarafına geçiş (by-pass) yapmıştır. TH<sub>ç</sub> kesitinden AH<sub>g</sub> kesitine geçişte kanallarda meydana gelen sızıntı oldukça düşüktür. Rejeneratörde taze havanın bir bölümünün atık tarafına sızıntı yapmasından dolayı, rejeneratörden geçerken atık havanın debisinde bir miktar artış görülmektedir.

Rejeneratörde transfer edilen ısının dönme hızı ile değişimi, değişik hava debileri ve atık hava sıcaklıkları için Şekil 7'de gösterilmiştir. Şekilden, dönme hızının değişmesiyle rejeneratörde transfer edilen ısının değişmediği, ancak atık hava sıcaklığının artması ile arttığı görülmektedir.



Şekil 4. Taze ve atık havanın rejeneratöre giriş ve çıkışında sıcaklık dağılımı (2 dev/dak,  $V=0.92 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $T_{AH}=60^\circ\text{C}$ ).

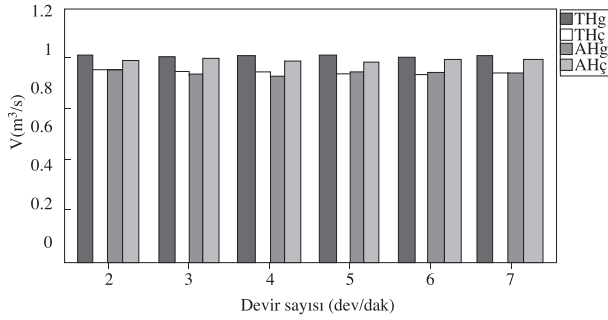


Şekil 5. Taze ve atık havanın rejeneratöre giriş ve çıkışında hız dağılımı (2 dev/dak,  $V=0.92 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $T_{AH}=60^\circ\text{C}$ ).

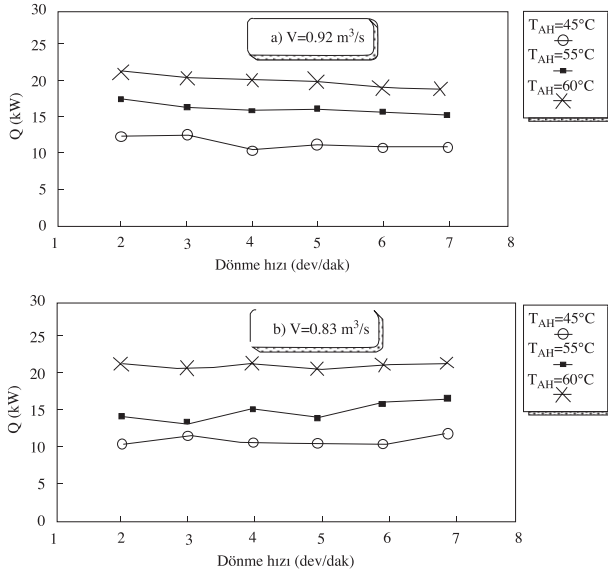
Deneylerde ölçülen büyüklükler yardımıyla, eşitlik (1) tanımlanan rejeneratör etkinliği hesaplanmış ve dönme hızının fonksiyonu olarak Şekil 8 ve Şekil 9'da gösterilmiştir. Şekil 8'de sistemde dolaşan hava debisinin (klape konumunun), Şekil 9'da ise atık hava sıcaklığının (kat kaloriferi sıcaklığının) etkisi dikkate alınmıştır. Şekillerden, test edilen dönme hızları için (2 ile 7 devir/dakika) bütün koşullarda etkinliğin dönme hızından bağımsız olduğu görülmektedir. Ayrıca bu çalışmada ele

alınan parametre sınırları içerisinde, gerek taze ve atık hava debisi gerekse atık hava sıcaklığı rejeneratör etkinliğini etkilememektedir. Dönme hızının, debinin ve atık hava sıcaklığının değişmesiyle rejeneratör etkinliğinde bazı değişiklikler gözlenmekle birlikte bu değişiklikler sistematik olmayıp, deneysel belirsizlik sınırları içerisinde kalmaktadır. Etkinlik ortalama % 60 civarındadır. Ticari olarak satılan döner rejeneratörlerin etkinliğinin % 60 ile % 80 arasında değiştiği (Yılmaz ve Cihan, 1993) dikkate

almırsa, elde edilen etkinlik tatmin edici bir seviyededir. İmal edilen rejeneratörde bazı iyileşmeler yapılarak bu değerlerin bir miktar daha yükseltilmesi mümkündür.



**Şekil 6.** Hız ölçümlerinden elde edilen hava debileri (Klape tam açık,  $T_{AH}=60^{\circ}\text{C}$ ).

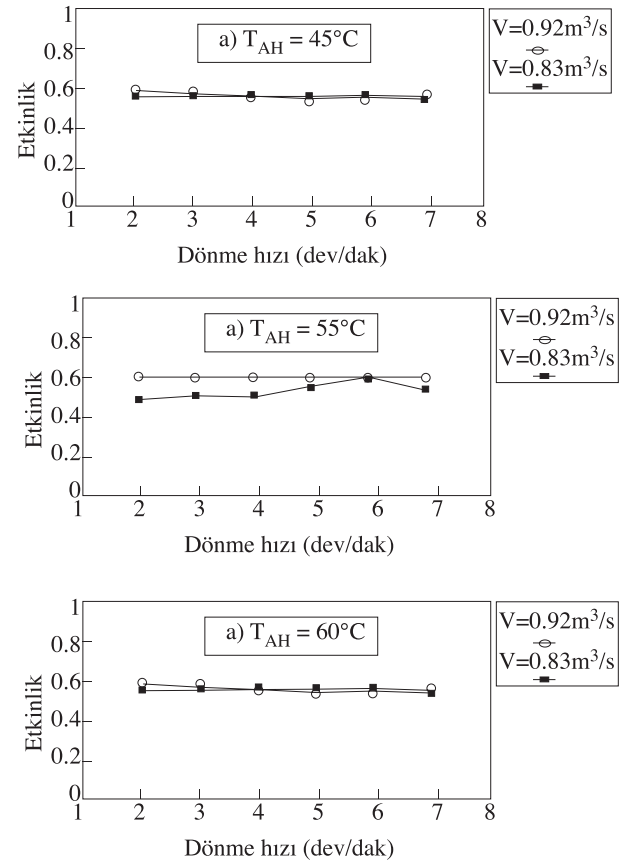


**Şekil 7.** Rejeneratörde transfer edilen ısı (a:  $V=0.92\text{ m}^3/\text{s}$ , b:  $V=0.83\text{ m}^3/\text{s}$ ).

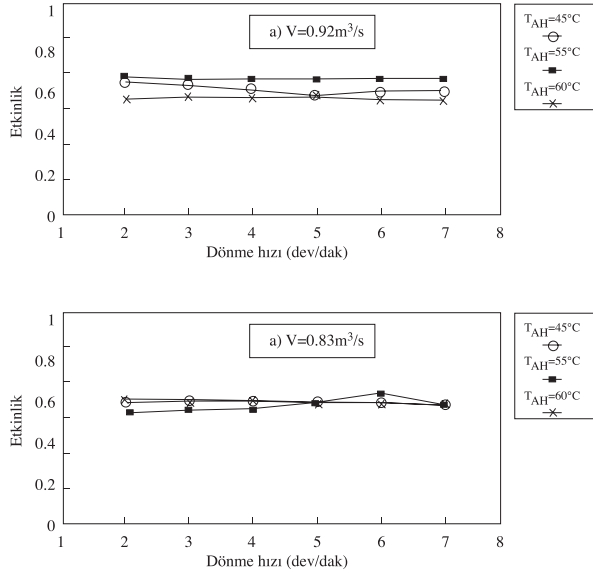
Şekil 10'da ise  $0.92\text{ m}^3/\text{s}$  hava debisi ile gerçekleştirilen deneylerden elde edilen etkinlik değerleri Yılmaz ve ark. (1996) tarafından verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanan ve Ünal (1996) tarafından rejeneratör diferansiyel denklemlerinin sayısal çözümünden elde edilen etkinlik değerleri ile karşılaştırılmıştır. Şekillerden deneylerden elde edilen ve diferansiyel denklemlerin çözümünden bulunan etkinliklerin birbirleriyle iyi bir uyum içerisinde oldukları görülmektedir. Bununla birlikte

eşitlikler yardımıyla hesaplanan etkinlik değerleri deneylerden elde edilen etkinlik değerlerinden daha yüksektir. İki arasındaki fark ortalama % 11 civarındadır. Bu durum  $0.83\text{ m}^3/\text{s}$  hava debisi ile yapılan deneyler için de geçerlidir. Deneysel belirsizlikler ve eşitliklerin elde edilmesinde kullanılan kabuller dikkate alınrsa, eşitliklerin döner rejeneratörlerin etkinliğini tahmin etmede güvenle kullanılabilirliği sonucunu çıkarmak mümkündür.

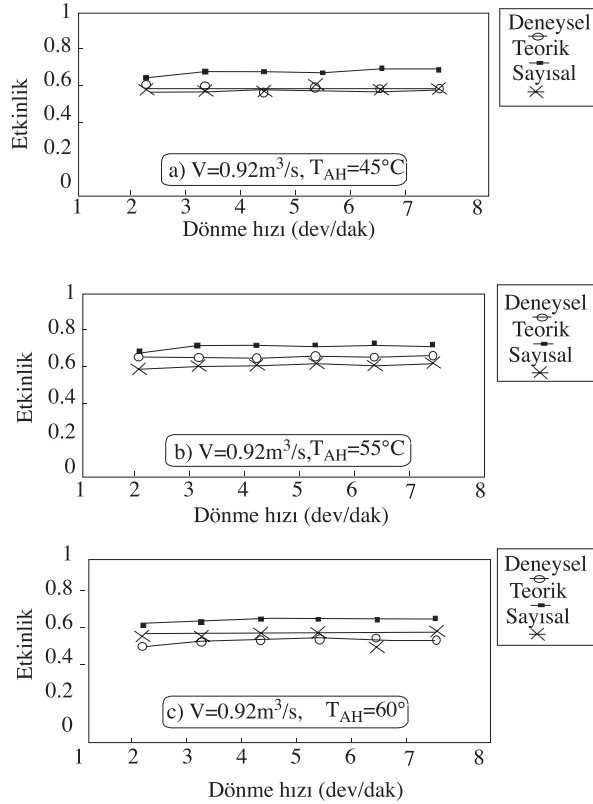
Deney düzeneğinin tasarımından dolayı, bu çalışmada ele alınan atık hava sıcaklıkları pratikte mahal iklimlendirmesinde karşılaşılan değerlerden daha yüksektir. Ancak kat kaloriferinin sağladığı suyun sıcaklığı değiştirilerek, 3 farklı atık hava sıcaklığında gerçekleştirilen deneyler, etkinliğin atık hava sıcaklığından bağımsız olduğunu göstermektedir. Bu sebeple daha düşük atık hava sıcaklıklarında da rejeneratör etkinliğinin aynı olması beklenmektedir.



**Şekil 8.** Değişik atık hava sıcaklıkları için rejeneratör etkinliğinin dönme hızı ile değişimi (a:  $T_{AH}=45^{\circ}\text{C}$ , b:  $T_{AH}=55^{\circ}\text{C}$ , c:  $T_{AH}=60^{\circ}\text{C}$ ).



**Şekil 9.** Değişik hava debileri için rejeneratör etkinliğinin dönme hızı ile değişimi (a:  $V=0.92\text{ m}^3/\text{s}$ , b:  $V=0.83\text{ m}^3/\text{s}$ )



**Şekil 10.**  $0.92\text{ m}^3/\text{s}$  hava debisi ve değişik atık hava sıcaklıkları için deneysel, teorik ve sayısal etkinlik-

lerin karşılaştırılması (a:  $T_{AH}=45^\circ\text{C}$ , b:  $T_{AH}=55^\circ\text{C}$ , c:  $T_{AH}=60^\circ\text{C}$ ).

## Sonuçlar

Bu çalışmada, laboratuvar şartlarında alüminyum levhalar kullanılarak imal edilen bir döner rejeneratörün etkinliği ve rejeneratörde meydana gelen basınç düşümü araştırılmıştır. Yapılan deneylerden çalışmada ele alınan dönme hızları (2 devir/dakika - 7 devir/dakika), taze ve atık hava debileri ( $0.83\text{ m}^3/\text{s}$  -  $0.92\text{ m}^3/\text{s}$ ) ve atık hava sıcaklıkları ( $45^\circ\text{C}$  -  $60^\circ\text{C}$ ) için dönme hızının, atık ve taze hava debisinin ve atık hava sıcaklığının etkinlik üzerindeki etkisinin ihmal edilebilir mertebede olduğu görülmüştür. Bütün koşullarda etkinliğin yaklaşık % 60 olduğu bulunmuştur. Bu değer ticari olarak satılan ve dış alım yoluyla ülkemize getirilen döner rejeneratörlerin etkinliğinin (%60-%80) alt sınırındadır. Ancak, rejeneratör üzerinde bazı değişiklikler yapılarak etkinliğin artırılması mümkündür.

Deneylerden elde edilen etkinlik, Yılmaz ve ark. (1996) tarafından verilen eşitlikler ve Ünal (1996) tarafından rejeneratör diferansiyel denklemlerinin sayısal çözümünden elde edilen etkinlikler ile karşılaştırılmıştır. Deneysel ve sayısal etkinlikler arasında iyi bir uyumun olduğu görülmüştür. Ancak eşitlikler, deneysel değerlerden % 11 daha büyük etkinlik değerleri vermiştir. Basınç kaybı dikkate alındığında ise eşitliklerden deneylere göre % 20 daha düşük değerler elde edilmiştir.

## Semboller

AH	:	Atık hava
C	:	Havanın ısı kapasitesi [=MC <sub>p</sub> ]
C <sub>p</sub>	:	Havanın özgül ısı (J/kgK)
M	:	Havanın kütle debisi (kg/s)
Q	:	Transfer edilen ısı (W)
Q <sub>max</sub>	:	İdeal bir rejeneratörde transfer edilen ısı (W)
T	:	Sıcaklık (°C)
TH	:	Temiz hava
ε	:	Etkinlik
V	:	Hava debisi (m <sup>3</sup> /s)

## İndisler

a	:	Atık
ç	:	Çıkış
g	:	Giriş
t	:	Temiz

**Kaynaklar**

Moffat, R.J., Describing the experimental uncertainties in experimental results, *Experimental Thermal Fluid Science* 1,3-17, 1988.

Ünal, Ş. Döner tip rejeneratörlerin etkinliğinin nümerik olarak hesaplanması, Doktora Tezi, Ç.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 1996.

Yılmaz, T., Büyükalaca, O. ve Candar, L., Calcu-

lation of rotary heat exchangers with various matrix geometries, *Proceedings of the TIEES-96, First Trabzon Int. Energy and Environment Symposium, Trabzon, Turkey, Volume 1, 507,514, 1996.*

Yılmaz, T. ve Cihan, E., Enerji geri kazanımında etkin bir araç : Döner tip rejeneratörler, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 1(10), 29-33, 1993.