



**bu bir MMO  
yayımdır**

MMO, bu makaledeki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan ve basım hatalarından sorumlu değildir.

## **Tekstil Sektöründe Isı Geri Kazanım Sistemi**

**Erden ENER**

REMAR Ltd. Şti.

# TEKSTİL SEKTÖRÜNDE ISI GERİ KAZANIM SİSTEMİ

Erden ENER

## ÖZET

Dünyada, Tekstil sektöründe ısı geri kazanım uygulamaları, arıtma tesislerinin kurulması ile güncelleşti. İlik uygulamalarda Organize Sanayi bölgelerinde kurulan merkezi arıtma sistemlerinin ömrünü uzatmak amaçlanıyordu. Enerji tasarrufu açısından faydaları ise ikinci planda kalmıştı. Zaman içinde ısı geri kazanımından sağladıkları faydaların küçümsenmeyecek kadar fazla olduğu anlaşılmıştır. Türkiyede maliyetleri etkiliyen önemli kalemlerden biri de yakıt maliyetidir. Bu sebeple yazıda temel olarak ısı geri kazanım sisteminin kurulmasında dikkat edilmesi gereken konular ve enerji tasarrufu açısından önemi anlatılacaktır.

## GİRİŞ

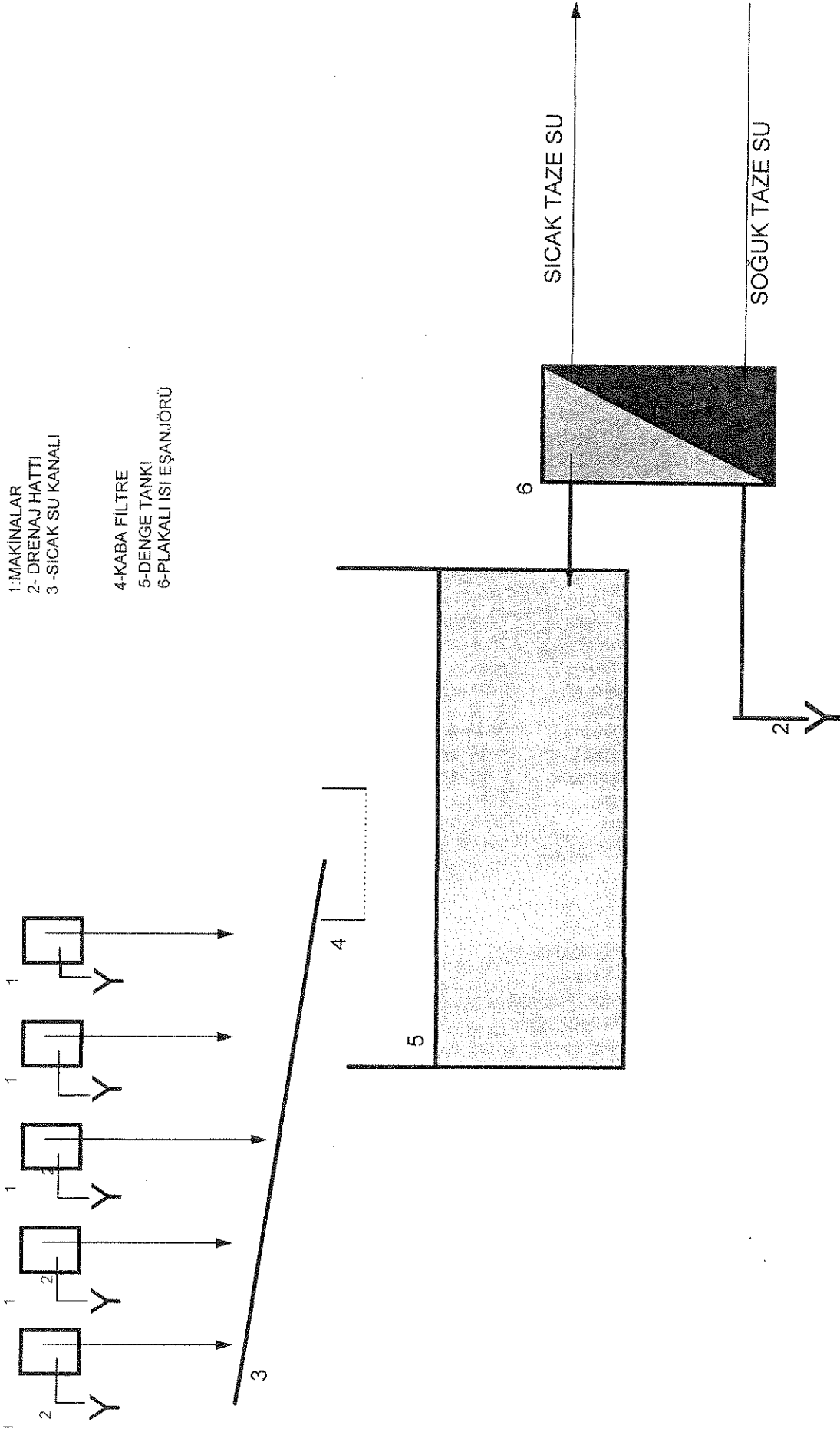
Tekstil sektöründe önemli adımlar atmış ülkemizde ciddi boyutta rekabet ortamının oluşmaması ve iş gücünün diğer bazı ülkelere göre daha düşük olması sebebi ile enerji ekonomisi konusunda ciddi çalışmalar yapılamamıştır. Son on yıl içinde bazı çalışmalar yapılsa da yetersiz düzeydedir. Gelecek on yıl içinde bu çalışmaların ivme kazanacağı açıktır.

## ISI GERİ KAZANIMI NEDİR ? NASIL YAPILIR?

Tekstil fabrikalarında Yıkama, Boyama, Apre işlemlerinde kullanılan sıcak su, özelliklerini kaybedince veya işlem sonunda atılmak üzere drenaj hattına verilir. İşte bu atık suyun ısı enerjisini kullanarak taze besleme suyuna aktarma işlemine ısı geri kazanımı demekteyiz. Şekil 1de tesisat şeması görülmektedir.

Bu işlemin ısı geri kazanım amacının dışında başka bir amacı da vardır. Arıtma sistemlerinde kullanılan borular, demir yada beton malzemeden yapılır. Boyalı atık su bünyesinde kimyasal tuzlar, boya ve bazı enzimler içerir. Bu bileşik sıcak halde diğer bir fabrikadan gelen kimyasal atıkla birleştiğinde arıtma sistemi için tehlike oluşturabilir. Örneğin, yakından ilgilendiğimiz Avustralya gibi bazı ülkelerde 40-45°C civarındaki atık suyun *Environment Protection Authority'nin* belirttiği yasalara göre kanunen 35°C altına soğutulması gerekir. Bu ülkede tekstil ve benzeri işletmelerin uyguladığı yöntem; sıcak atık suyu soguk su ile karşılaştırarak 35°C altına düşürmektir. Yine de 35°C altına düşmez ise tekrar bir kule devresi ile 35°C altına indirilir. Maalesef ülkemizde enerji kaynakları o kadar bol ve ucuz değildir. İleride oluşabilecek enerji problemlerini düşünerek kaynaklarımızı verimli ve tasarruflu kullanmalıyız.

- 1: MAKİNALAR
- 2: DRENAJ HATTI
- 3: SICAK SU KANALI
- 4: KABA FİLTRE
- 5: DENGE TANKI
- 6: PLAKALI ISI EŞANJÖRÜ



## TEKSTİL SEKTÖRÜ ATIK SIVILARDAN ISI GERİ KAZANIMI, GENEL ANLAMDA AŞAĞIDAKİ AVANTAJLARI SUNMAKTADIR:

- 1-Azalan yakıt tüketimi.
- 2-Düşük atık sıcaklığına bağlı olarak termal kirliliğin önüne geçilmesi.
- 3-Verimi arttıran kısalmış boyama ve işlem süresi.
- 4-Temiz sıcak suyun sürekli bulunmasının yıkama işlemini kolaylaştırması.
- 5-Azalan genel işletme giderleri

## ISI GERİ KAZANIM SİSTEMİNDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR NELERDİR ?

1. Mevcut tesislerde atık sular kanallarda toplanarak drenaj hattına verilmektedir. Sıcak atık ile soğuk atık ayrı ayrı kanallara verilmediği için karışım suyu sıcaklığı ortalama 40-45°C civarı olmaktadır. Bu sebeple ısı geri kazanımı verimli olamamaktadır. Mutlaka sıcak ve soğuk akışkanın ayrı ayrı kanallarda toplanması gerekir. Tesislerde üretimi durdurmadan bu değişikliği yapmak oldukça güçtür. Bu sebeple yeni yapılan tesislerde proje çalışmaları sırasında bu konu dikkate alınmalıdır.

2. Üretim sırasında bir şekilde suya karışan elyaf, pamuk ve imalat atıkları filtrelerde tutulması gerekir. Filtreleme ısı geri kazanım için en önemli problemdir. Her fabrikanın sudaki katı madde cinsi ve oranı değişiktir. Bu sebeple filtre seçimi yaparken dikkatli olunmalıdır. Filtrelerde otomatik temizlemeli tipler tercih edilmelidir. Otomatik tip filtreler yüksek maliyetlerine rağmen gerekli filtrasyonu gerçekleştirememektedir. Kullanıcı hataları da eklendiğinde işletme problemleri ortaya çıkmaktadır. Bu sorun karşısında plakalı ısı eşanjörü imal eden firmalar bazı tedbirler almak zorunda kaldılar. Atık suyun geçtiği iki plaka arası mesafeyi artırdılar. Plaka yüzeylerinde tasarım değişiklikleri yaptılar. Böylece plakaları arasını elyaf ve atıkların takılmayacağı şekle getirdiler. Diğer temiz suyun dolaştığı taraf ise ısı transferi için uygun aralıkta tuttular. Atık suyun önüne 4 mm izgara aralığı olan sepet filtre konularak kaba atıklar da tutuldu.

Gözlemlerimiz neticesinde yünlü ve pamuklu uygulamalarda oldukça başarılı olan Avusturyada bu tip eşanjörler sorunsuz olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde de bu yöntemi deneyen firma sayısı iki sene içinde oldukça artmıştır.

3. Gerçekten örnek teşkil edecek sistemlerin kurulamaması yüzünden yatırımcılar konuya uzak kalmıştır.

4. Yeni yapılacak fabrikalarda proje aşamasında atık su sistemi düşünülerek eğitim ve kot farkı ayarlanmamaktadır. Bu sebeple sonradan sistemde pompalar kullanarak ilave yükler getirilmektedir.

## ISI GERİ KAZANIMIN EKONOMİK OLABİLMESİ İÇİN AŞAĞIDAKİ ÖZELLİKLERİ TAŞIMASI GEREKİR;

1. Atık sıcak su miktarı en az 30 ton/h olmalıdır.
2. Aşağıda belirtilen sebeplerden dolayı mutlaka plakalı ısı eşanjörü kullanmak gerekir.
  - a) Tekstil uygulamalarında borulu eşanjörlerde bakım veya temizlik için gerekli müdahale süresi çok uzundur. Buna göre plakalı ısı eşanjörlerinde süre çok daha kısadır.
  - b) Borulu tiplerde ısıtıcı akışkan ile ısınan akışkan arasındaki sıcaklık farkı (aynı debiler için) 15-20°C kadardır. Halbuki plakalı ısı eşanjörlerinde yaklaşım 5°C civarındadır
  - c) Kullanılacak borulu tip eşanjör için gerekli krom nikel maliyeti plakalı eşanjör maliyetinden çok daha fazladır.

d) Aynı işi yapacak borulu eşanjör ağırlığı ve hacmi sebebi ile işletmede çıkaracağı problemler sebebi ile tercih edilmez.

e) Herhangi bir kapasite artırımını söz konusu olduğunda (bazı uygulamalar dışında) plakalı ısı eşanjörü kullanılan yerlerde yalnızca plaka ilave etmekle ihtiyaca cevap vermek mümkündür.

3. İşletme 24 saat çalışmalı ve su kullanımı sürekli olmalıdır.

### YATIRIM MALİYETLERİNİN HESAPLANMASI

Her fabrikanın kendine has özelliklerinin bulunduğu ve makinaların çalışma periyotlarının yükleme hızlarının değiştiği bilinmektedir. Bu sebeple standart bir hesap yaparak bu hesabı genelde bütün fabrikalar için kabul etmek hatalı olacaktır. Bu sebeple her fabrika için ayrı ayrı hesap yapmak sağlıklı olmaktadır.

**Simülasyon programı hakkında genel bilgiler:** Bu programın amacı fabrikanın tam yükte ve 24 saatlik zaman dilimi içinde ihtiyacı olan su miktarını ve hangi miktarlarda kaç derecede su istediğini, aynı anda atılan atık suyu ve makinalar arasında karşılaştırma yaparak gerekli depolama ve ihtiyacın belirlenmesi imkanını sağlar. Programa, 24 saatlik zaman dilimi içinde her makinanın yükleme ve boşaltım süreleri girilir. Böylece makinaların çalışmalarını program üzerinde taklit edilmiş olur. Su tüketimlerinde oluşan pik noktaları, bu pik noktaların süresi, gerekli olan sıcak su miktarı ve atık su miktarının pik noktalarını karşılaştırır. Pik noktalar artık gün içinde bilinmektedir. Yapılacak tankların hacimleri pompa ve eşanjör boyutları ihtiyacı karşılayacak şekilde kolayca seçilecektir.

Bu program veya hesaplama yukarıdaki içeriği taşıyacak şekilde basitçe yapılmalıdır. Bu sayede ekipmanlar optimum olarak seçilecek, gerekli finansman ve bütçe kolayca çıkarılacaktır.

Pratik olarak düşünersek yukarıda belirtilen koşullar göze alındığında ortalama 70°C atık su üreten bir tesis (35 m<sup>3</sup>/h altında olmamak kaydı ile) ortalama 2,5 ayda ilk yatırım bedelini ödeyecektir.

### ÖRNEK BİR TESİSİN ISI GERİ KAZANIM MİKTARININ HESAPLANMASI:

#### KABULLER:

Ortalama sıcak atık su miktarı: 30m<sup>3</sup>/h

Atık su sıcaklığı: 70°C

Karışım koşullarında PH12-5 arasında

Soğuk su sıcaklığı: 15°C

Soğuk su debisi: 50 °C

Cp: 1 Kcal/m<sup>3</sup>°C

Yakıt alt ısı değeri Hu: 9600kcal/kg

Tesis 24 saat ve 365 gün çalışıyor.

Fuel oil fiyatı : 30.000.TL/kg

### KAZANILAN ENERJİ MİKTARININ HESAPLANMASI:

$$Q = m \times Cp \times \Delta t$$

$$Q = 30.000 \times 1 \times (70 - 35)$$

$$Q = 1.050.000 \text{ Kcal/h}$$

$$Q = Hu \times my$$

$$my = 1.050.000 / 9.600$$

$$my = 109.375 \text{ Kg / h}$$

BİR GÜNLÜK YAKIT TASARRUFU :	109.375 x 24 =	2.625 kg/gün
" AYLIK " " :	2.625 x 30 =	78.750kg/ay
" YILLIK " " :	78.750 x 12=	945.000kg/yıl

$$\text{Maddi Değer Olarak } 30.000 \times 945.000 = 28.350.000.000 \text{ TL/YIL}$$

### ISINAN TAZE SOĞUK SUYUN EŞANJÖR ÇIKIŞ SICAKLIĞININ HESAPLANMASI:

$$Q=1.050.000 \text{ KCal/h} \quad \Delta t=(T_{\text{ç}}-T_g)$$

$$Q=m \times C_p \times \Delta t$$

$$T_{\text{ç}}=(Q/M) + T_g$$

$$T_{\text{ç}}=36^{\circ}\text{C}$$

Genelde işletmelerde düşük sıcaklıkta çalışan makineler minimum 40°C sıcak su kullanırlar. Bu sebeple bazı işletmeler bu suyu hazır bekletmek veya hazırlanana kadar beklemek zorundadır. Bu suyu hazırlamak için harcanacak para ve zaman artık kazanılmıştır. Bazı işletmelerde de düşük sıcaklıkta su kullanımı yerine yüksek sıcaklıklarda su ile çalışılmaktadır. Böyle durumlarda yukarıdaki örnek çalışmada soğuk su debisini atık su debisi civarına çekilerek ısınan suyun sıcaklığını yükseltme şansımız vardır. Aynı örnek için temiz suyun çıkış sıcaklığı 70°C çıkarılabilir.

Plakalı Eşanjörlerin seçiminde bu sıcaklık yaklaşımı 2°C civarına kadar rahatlıkla çıkarılabilir. tekstil sektöründe bu farkı en fazla 5 -10 °C civarında tutmalıyız. Bu uygulamanın sebehi kısaca anlatılmıştır.

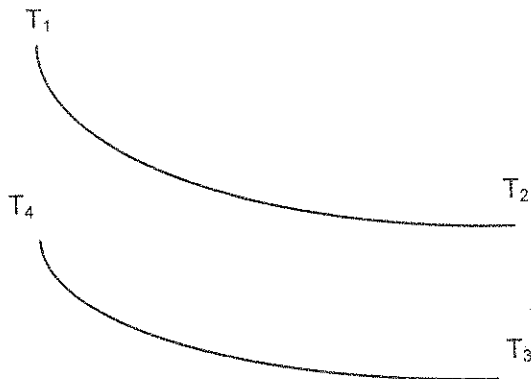
### PLAKALI ISI EŞANJÖRÜ TASARIMINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

$$Q=M \times C_p \times \Delta t \quad M=Q / C_p \times \Delta t \quad \Delta t=Q / M \times C_p \quad (1)$$

$$Q=k A \text{ LMTD} \quad (2)$$

$$\Theta = \frac{\Delta t}{\text{LMTD}} = \frac{k A}{m C_p}$$

$$1/k= 1/\alpha_1 + 1/\alpha_2 + \delta/\lambda + R_f$$



Yukarıdaki denklemlerden de anlaşılacağı gibi  $\Theta$  değerini büyütmemiz ısı transferini zorlaştırır. Plaka yüzeyini büyütür  $\Theta$  değerine etki eden faktörlerin başında LMTD değerinin büyümesi gelir. LMTD büyür ise  $\Theta$  Küçür ve böylece daha küçük yüzeyli bir eşanjör ile çözüm sağlanmış oluruz.

Şekil 2 de sıcaklık eğrilerinin şematik gösterilmiştir. LMTD değeri kısaca  $(T_1-T_4)$  ve  $(T_2-T_3)$  değerlerinin arasındaki farka bağlıdır. Bu fark büyük ise eşanjör küçülecektir. Daha küçük bir yüzey ile görev tamamlanacaktır.

Plakalı ısı eşanjörlerinin en büyük faydası da işte bu noktadadır . Isıtıcı akışkan ile ısınan akışkan arasındaki sıcaklık farkı  $2^{\circ}\text{C}$  civarındadır .Böylece sanayide her sektörde ısı geri kazanımını mükemmel olarak yapar . Ortam ile krom nikel plakalar arasında ısı transfer yüzeyi oldukça düşük olması sebebi ile ısı enerjisi kayıpları %1-1.4 kadardır.

Tekstil sektöründe sıcak akışkan ile soğuk akışkan arası yaklaşım maksimum 5 -  $10^{\circ}\text{C}$  civarı kadar olmaktadır .Sıcaklık farkını iki derece civarında tutmamız, $\Theta$  degerini beş dereceye göre logaritmik olarak arttıracaktır.  $\Theta$  degerindeki artış gerekli ısı transfer yüzeyini de aynı oranda arttıracaktır. Amaç ısı transferini maksimum yaparken eşanjör içinde kirlenmeyi de minimum yapmaktır. Plaka sayısını arttırmak işte bu sebep göz önüne alınarak kontrollü yapılmalıdır.

## SONUÇ

Ülkemizde Isı Geri Kazanımı , bu güne kadar bütün alanlarda beklediğimiz seviyeye gelememiştir.Ümidimiz,gelecek yıllarda bu konuda çalışacak kişi ve kuruluşların sayısında artış olmasıdır.Doğal yapının korunması, kaynaklarımızın ekonomik kullanılması ve gelecek kuşaklara daha iyi bir ülke bırakabilmemiz için bu konuya ayrı bir önem vermemiz gereklidir.

## GÖSTERİMLER

<b>Q</b>	=Isı yükü	<b>my</b>	=Yakıt debisi
<b>m</b>	=Kütlesel debi	$\Theta$	=Teta degeri
<b>Cp</b>	=Özgül ısı	$\alpha 1$	=Akışkandan metale
$\Delta t$	=Tek taraf için giriş çıkış arası sıcaklık farkı	$\alpha 2$	= Metalden diğer akışkana
<b>k</b>	=Isı transfer yüzeyi	$\delta$	=Metal kalınlığı
<b>LMTD</b>	=Logaritmik sıcaklık farkı	$\lambda$	=Termal kondüktivite
		<b>Rf</b>	=Kirlenme faktörü

## KAYNAKLAR

- [1]-Alfa Laval Plate Heat Exchangers The Theory Behind Heat Transfer VM/67075 E/910
- [2] Metin Alfa Laval bultenler ve şirket içi teknik dökümanların düzenlenmesi, tecrube ve teknik görüşümüze dayanmaktadır.
- [3] Simülasyon programı hakkındaki bilgiler, Segü Mühendislik Ltd. Şti.den elde edilmiştir.

## ÖZGEÇMİŞ

Erden ENER 1971 yılında doğdu.Orta öğretimini 1988 yılında İstanbul Pertevniyal Lisesinde bitirdi.Lisans eğitimini Trakya Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği bölümünde, 1993 yılında tamamladı.Halen Alfa laval Plakalı Isı Eşanjörleri Ege Bölgesi Distrübitörü Remar Ltd .Şti de satış mühendisi olarak çalışmaktadır.