

# TEKSTİL FABRİKASI BOYA TESİSİNDE SCADA YAZILIMLI ISI GERİ KAZANIM OTOMASYONU ve UYGULAMASI

**Mustafa ŞEKKELİ<sup>1</sup>**  
msekkeli@ksu.edu.tr

**Muharrem İMAL<sup>2</sup>**  
muharremimal@ksu.edu.tr

**Erdal KILIÇ<sup>3</sup>**  
ladrekilic@hotmail.com

**Furkan DİNÇER<sup>4</sup>**  
roboelektronik@hotmail.com

<sup>1,4</sup> Sütçü İmam Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak., Elektrik-Elektronik Müh. Böl. K.Maraş  
<sup>2</sup> Sütçü İmam Üniversitesi, Müh.-Mim. Fak., Makine Müh. Böl. K.Maraş  
<sup>3</sup> Sütçü İmam Üniversitesi, Afşin Meslek Yüksek Okulu, K.Maraş

## ABSTRACT

*Stenter machine is used to dry humidity inside the fabric. hot air from the cabin of stenter machine, is normally exaused to the chimney.. In this study, those that laid out a hot-air is recovered with scada based automation system. Obtained heat with the help of a heat exchanger , cold fresh air entering the stenter machine is used in the heating process. so that, heating of cold air entering the stenter machines on fuel savings are used for*

**Anahtar sözcükler:** Ramöz, Isı geri kazanım, Otomasyon, PLC

## 1. GİRİŞ

Tekstil ürünleri üretim sürecinde bir takım yaş işlemlere tabi tutulmakta ve bu nedenle değişik aşamalarda kurutulmaları gerekebilmektedir. Tekstil endüstrisinde ürünlerin kurutulması, malzemeden nemin alınmış şekline göre ön kurutma ve esas kurutma olarak sınıflandırılmaktadır. Ön kurutma işlemi; mekanik yöntemlerle kurutma olup, ilk yatırım ve işletme giderleri bakımından ekonomik olmakta, ancak ürün üzerindeki nemin tamamı bu yöntemlerle giderilememektedir. Bu nedenle esas kurutma olarak bilinen ısı enerjisiyle kurutmada, maliyeti düşürmek için yaş tekstil ürünleri önce ön kurutmaya tabi tutulmakta, daha sonra esas kurutmaya gönderilmektedir. [1]

Ürünün kurutulması ve yapısına zarar verilmemesi açısından tekstil endüstrisinde en yaygın olarak kullanılan kurutma makinelerinden biriside Ramözlerdir. Ramözler, genel olarak bitim işlemi sonrası fiksaj işleminde, sentetik kumaşların termofiksajında, boyama-baskı

sonrası kumaşların kurutulmasında ve fiksajında ve diğer terbiye işlemleri sonrası kurutmada yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ramözlerde ihtiyaç duyulan hava iki yöntemle ısıtılmaktadır; birinci yöntemde 300-400 oC derece sıcaklıktaki kızgın yağ ısıtma bataryalarından geçirilerek hava ısıtılır, ikinci yöntemde ise doğalgaz yakıcılarında (brülörler) yanan doğal gaz havayı ısıtır. Doğal gazın yakılması ile ısıtılan Ramözler günümüzde daha çok kullanılmaktadır. Bunun sebebi basit yapıları ve ısı verimlerinin daha yüksek olmasıdır. [1-4]

Ramöz makinesi kamaralarından 100-150 °C sıcaklıkla çıkan kirli baca gazı normalde dışarı atılmaktadır. Bu çalışmada dışarı atılan bu sıcak hava bir otomasyon sistemiyle geri kazanılmakta, havanın ön temizliği yapıp ,içerisindeki katı kırıntı ve atıklar temizlenmektedir. Daha sonra bu sıcak hava bir eşanjörden geçirilerek ısısı ramöz makinesine giren temiz havanın ısıtılması işleminde kullanılmaktadır. Böylece ramöz makinesi için gerekli

havanın ısıtılması için kullanılan yakıttan tasarruf sağlanmıştır.Yapılan bu otomasyon sistemi kendini yaklaşık 12 ay gibi sürede amorti edeceği hesaplanmıştır.

## 2. RAMÖZ MAKİNESİ

Ramözler, kumaşların makine içerisinde enine bir şekilde iğne yada paletler tarafından kenarlarından tutturulduğu, bir çift yürüyen zincirle kumaşın hareketinin sağlandığı ve bu esnada kumaşa sıcak havanın gönderildiği kurutma makinelidir.

Ramözlerin ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin yüksek olmasına rağmen, tekstil ürünlerinin boyutsal formunun kontrol edilebilmesi ve kurutma, kondenzasyon ve termofiksaj işlemlerinde de kullanılabilmesi nedeniyle en çok tercih edilen kurutma makineleridir. Ramözlerde kumaşa istenilen en ve boy ayarı verilebilmekte, kumaştaki kırışıklıklar giderilebilmekte ve kumaş kenarındaki tutucular dışında hiçbir yere değmeden kumaş geçişi sağlanabilmektedir [3].

Kumaş enine açık bir şekilde makineye sevk edilmekte ve makine içerisinde kenarlarından tutturulmuş bir biçimde taşınmaktadır. Kumaşın alt ve üst yüzeylerine düzeler vasıtasıyla püskürtülen basınçlı sıcak hava ile nemli kumaşa bulunan su, buhar haline geçmekte ve su buharı içeren hava, özel bir emme tertibatı ile kumaştan uzaklaştırılmakta ve böylece kumaş kurutulmuş olarak makineyi terk etmektedir. [2].

Ramözlerde 1.5-3 metre boyunda, mamul türüne bağlı olarak sayıları belirlenebilen bölmeler bulunmaktadır. İlk bölümde kumaş çok hızlı ısıtılmakta, orta bölümde sıcaklık sabit tutulmakta ve son bölümde ise daha düşük sıcaklıkta çalışılmaktadır. Bölmeler içerisinde kumaş, sadece kenarlarından tutularak hiçbir yere değmeden taşınmakta ve düzelerden kumaş

yüzeyine basınçlı sıcak hava püskürtülmektedir [4].

Kumaş üzerine püskürtüldükten sonra yüksek oranda su buharı içermeye başlayan havanın belli bir bölümü, özel bir emme tertibatı ile kurutma bölümünden atılmaktadır. Böylece, ramöz çıkışında kumaşın nem içeriği yaklaşık olarak %5 seviyesine düşürülmektedir. Emme tertibatı yardımıyla kurutma bölümünü terk eden havanın sıcaklığı genellikle 120-180 °C, debisi ise 10000-12000 m<sup>3</sup>/saat aralığındadır.

Ramöz içerisine verilen toplam ısının bir kısmı kumaş tarafından taşınan ve etrafa verilen ısıdır. Bu ısı yaklaşık % 15 civarındadır. Isının geri kalan kısmı ise, kumaştaki suyu buharlaştırmak için harcanan ısı ve kurutma havasını ısıtmak için harcanan ısıdır. Bu ısılardan toplamı % 85 civarındadır. Bu ısı enerjisi ramöz bacasından atmosfere salınır. Bacadan atılan bu ısı enerjisi geri kazanım amaçlı kullanılabilir.

Bu amaçla yapılan ısı geri kazanım üniteleri, genellikle sıcak havanın borulu ısı değiştirici yardımı ile ramöze giren taze soğuk havayı ısıtması şeklindedir. Bu şekildeki bir endüstriyel kontrol sisteminde önce sıcak atık hava içerisindeki katı içerikler bir ön temizleyiciden geçirilerek temizlenir.[4]

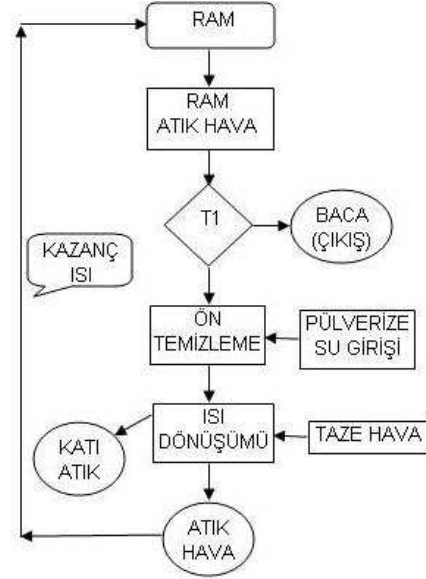
## 3. PLC VE SCADA SİSTEMLERİ

PLC (Programmable Logic Controller) Programlanabilir Mantıksal Denetleyici) , dış algılayıcılardan aldığı bilgiyi kendine yüklenen programa göre işleyen ve iş elemanlarına aktaran mikro işlemci tabanlı bir cihazdır. PLC'ler, endüstriyel otomasyon sistemlerinin kumanda ve kontrol devrelerine uygun yapıda giriş-çıkış birimleri ve iletişim arabirimleri ile donatılmış, SCADA sistemi ile uyumlu çalışan sanayi tipi bilgisayarlardır [5]

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) kullanılarak bir otomasyon sisteminin işleyişi görüntülenebilir, kontrol ve kumanda edilebilmektedir. SCADA sistemleri, endüstriyel proseslerde, telekomünikasyonda, taşımacılıkta, enerji santrallerinde ve tekstil fabrikaları sanayi tesislerinde kontrol amaçlı kullanılmaktadır. SCADA sistemleri 100 binleri bulan giriş/çıkış olan prosesleri kontrol edebilmektedir[5-7].

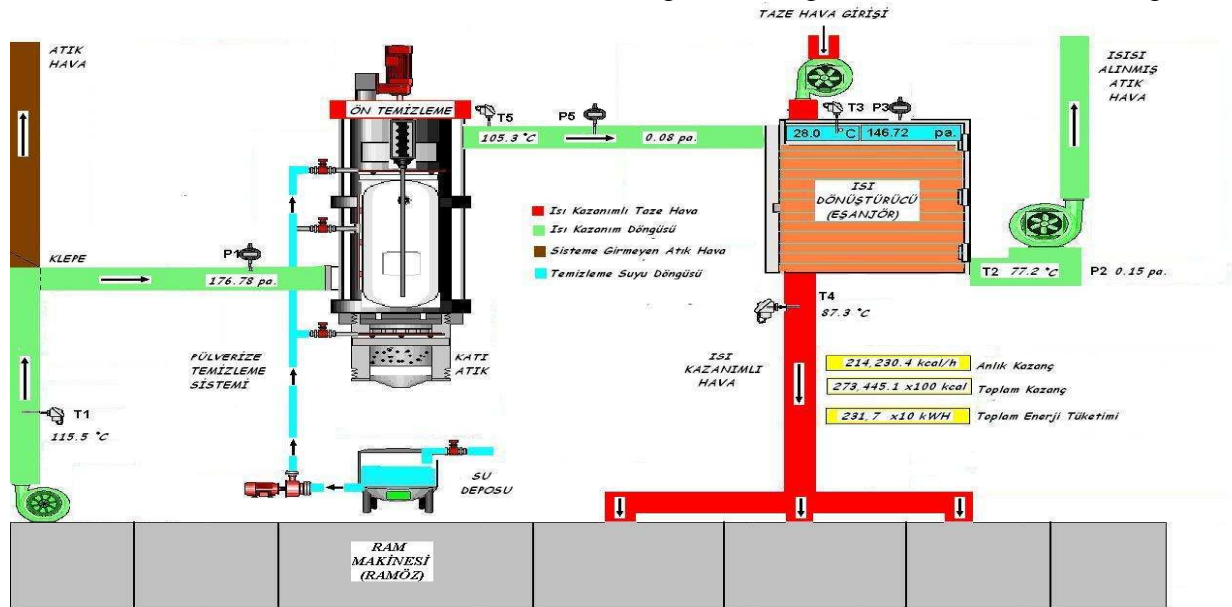
#### 4. ISI GERİ KAZANIM OTOMASYON SİSTEMİ

Ram makinesi kamaralarından 100-150 °C sıcaklıkla çıkan kirli baca gazı dışarı atılmayıp bir prosesle ısı geri kazanımı yapılmaktadır. Yapılan otomasyon sisteminde ait proses akış diyagramı Şekil-1 de verilmiştir.



Şekil-1 Isı kazanım otomasyonu akış diyagramı

Ayrıca Şekil-2 de otomasyon scada ekranı ve blok diyagramı verilmiştir. Blok ve akış diyagramlarına göre otomasyon sistemi aşağıda anlatıldığı gibi çalışmaktadır; çıkan baca gazının sıcaklığı T1 ile gösterilmiştir. Baca gazı, ısı geri kazanım sistemi stop durumundayken otomatik bir klepe yardımıyla dışarı verilmektedir. Sistem çalışır duruma getirildiğinde klepe baca gazının dışarı bağlantısını keser ve gazın ısı geri kazanım sistemine giden



Şekil.2 Ramöz otomasyon sistemi scada ekranı

yolunu açar. Sisteme gelen bu kirli havanın debisi inverterle sürülen, baca gazı fan motorlarının çalışma frekansına göre belirlenmektedir. Frekans değerine göre baca borularından kaç m<sup>3</sup> hava geçtiği hesaplanmaktadır. PT-100 sensörü ile sıcaklık (T1), frekans ile debi bilgisi alınıp ısı kazanımı yapılabilecek havanın enerji potansiyeli belirlenmektedir.

Makinenin kamaralarından gelen baca gazının içinde üründen (kumaş) gelen elyaf tozları ve kimyasallar bulunduğundan bu hava eşanjöre verilmeden önce döner filtre sistemiyle temizlenmektedir. Bu filtre içinde dönen bir elek yardımıyla havadaki istenmeyen maddeler ve kirliler tutulmaktadır. Döner filtre sisteminde bulunan eleklerin temizlenmesi için, bir sistem yapılmıştır. Bu sistemde basınçlı su fiskiyelerle pülverize edilerek belli aralıklarla döner filtre üzerine verilmekte ve tıkanan delikler açılmaktadır. Çalışılan prosese göre havanın kirlilik durumu değişiklik gösterdiğinden fiskiye ve döner filtre çalışma periyotları scada ortamında istenildiği gibi değiştirilebilmektedir. Döner filtre çıkışındaki hava yine bir PT-100 sıcaklık sensörü yardımıyla ölçülüp scada ekranında T5 olarak gösterilmiştir.

Döner filtreden çıkan hava ön temizliği yapılmış olarak eşanjöre verilmektedir. Eşanjör ısı dönüştürücü olarak görev yapmaktadır. Sistemden gelen temizlenmiş ve sıcak hava serpantinlerde dolaştırılır. Dışardan alınan ve T3 ile gösterilen temiz hava serpantinle temas ettirilerek sıcak havadaki ısı taze havaya aktarılır. Isısı alınan proses havası scada ekranında T2 ile gösterilmiştir. Bu hava bir pompa vasıtasıyla atık hava olarak bacadan dışarı verilir. Temiz hava eşanjör çıkışında ısı artırılmış olarak ramöz makinesine tekrar verilir. Scada ekranında bu sıcaklık T4 olarak gösterilmiştir. Bu otomasyonda eşanjöre T3 olarak giren temiz hava eşanjörden T4 olarak ve sıcaklık artmış olarak Ram makinesi kamaralarına verilmektedir. Sistem T2 sıcaklığı set

edilerek çalışılmaktadır. T2 sıcaklık değerine göre sisteme giren temiz havanın debisi bir inverterle ayarlanmaktadır. Temiz havanın debisi pitot tüpü yardımıyla (fark basınç) ölçülmektedir.

T3 , T4 noktaları arasında elde edilen fark ısı kazancı ve pitot tüpü ile elde edilen basınç farkı sayesinde hava debisi hesaplanmakta ve bu otomasyon sisteminden elde edilen kazanç enerji kcal olarak scada ekranında anlık olarak gösterilmektedir. Ayrıca bu değerler scada veri tabanına kaydedilip günlük, aylık ve yıllık verilere göre raporlanabilmektedir. Sistem elemanlarının herhangi birinin arızalanması durumunda sistem otomatik olarak by-pass konumuna geçmektedir. Ayrıca Ram makinesi baca gazının 150 °C sıcaklığı geçtiği durumda yine sistem otomatik olarak by-pass konumuna

geçmekte ve geri kazanım ünitesi devreye girmeyip hava doğrudan dışarı atılmaktadır. Baca gazı çıkış fanı, temiz hava giriş fanı ve kirli hava çıkış fanı inverter ile sürülmektedir.

## 5. ISI GERİ KAZANIM HESAPLARI

### 5.1 Isı geri kazanım otomasyon sistemi için kullanılan formüller

Isı geri kazanım sistemine ait kullanılan formülasyonlar ve sembollerin anlamları aşağıda verilmiştir.

Pitot Tüpü ( basınç dönüştürücü) Hava Debisi

$$Q = V \times 60 \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times \frac{101.3 + P}{101.3} \times \frac{273}{273 + T} \quad (1)$$

Pitot Tüpü Hava Hızı

$$V = C \times \frac{\sqrt{2 \times \Delta P}}{\gamma} \quad (2)$$

Fark basınç;

$$\Delta P = \frac{1}{2} \times \gamma \times V^2 \quad (3)$$

Hava yoğunluğu;

$$\gamma = 1.293 \times \frac{273}{273 + T} \quad (4)$$

Yukardaki formüllerde

D: Havanın geçtiği borunun çapı (m),

V: Havanın hızı (m/sn)

Q: Havanın debisi (m<sup>3</sup>/dk)

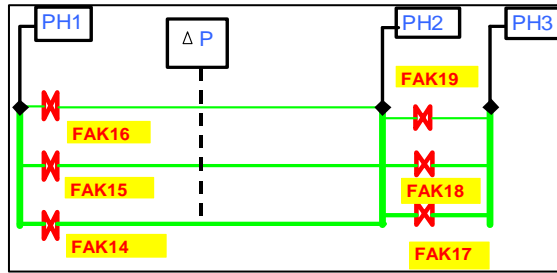
$\delta$  : Havanın yoğunluğu (kg/m<sup>3</sup>)

C: Pitot tüpü katsayısı

$\Delta P$ : fark basınç

Olarak sembolize edilmiştir.

Borulardaki basınç kaybı şekil.3 de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil.3 borulardaki basınç kaybı şeması

## 5.2 Mevcut tesis bilgileri

Ramöz Bilgileri: tesiste 3 adet ramöz makinesi bulunmaktadır. Tablo 1 de tesise ait ramöz makinesi değerleri verilmiştir. Otomasyon sistemi sadece 1 ramöz makinesine uygulanmıştır.

Tablo .1 Ramöz makinesi bilgileri

Ramöz	Ra m 1	Ra m 2	Ra m 3
Kamara Sayısı	10	10	10
Baca Sayısı	2	2	2
1.Baca Gaz Sıcaklığı (°C)	110	110	110
1.Baca Gazı Debisi (m <sup>3</sup> /h)	159 84	159 84	175 00
2.Baca Gazı Sıcaklığı (°C)	110	110	110
2.Baca Gazı Debisi (m <sup>3</sup> /h)	159 84	159 84	175 00

Tesiste üretilen mamul kumaşlara ait bilgiler ise Tablo.2 de verilmiştir.

Tablo. 2 Kumaş bilgileri

Ramöz Hızı (m/dk)	30-40
Kumaş Ağırlığı (gr/m)	386
Kuru Kumaş Ağırlığı (kg/h)	630-840 (663)
Kumaş Giriş Nemi (%)	55-75
Kumaş Çıkış Nemi (%)	3-8
Buharlaştırılan Su Miktarı (kg/h)	725-1050

Gerekli ısıyı elde etmek için mevcut sistemde kullanılan enerji değerleri Tablo.3 de verilmiştir.

Tablo.3 gerekli enerji değerleri

Buharlaştırma (kcal/h)	480.000
Hava Isıtma (kcal/h)	674.525
Kumaş ve Makine Kaçakları (kcal/h)	125.000
Toplam (kcal/h)	1.279.525

## 5.3 Isı Geri Kazanımlı Sistemde Harcanan Enerji Miktarları

Tablolardaki veriler kullanılarak tek bir ramözde harcanan enerji miktarı 1.279.525 kcal/h 'dır. Ortalama enerji tüketimini 3 adet Ramöz için hesaplırsak; 3.838.575 kcal/h olarak bulunur.

İşletmede kullanılan kızgın yağlı kazan verimi yaklaşık olarak %70 civarında olduğu tespit edilmiştir.

Ramözlerin aktif olduğunda harcadıkları yakıt enerjisi;

$$3.838.575 / 0,70 = 5.483.678 \text{ kcal/h} \quad (5)$$

Kazanda kullanılan kömürün ısıl enerjisi 6.200 kcal/kg olarak alınıp yakılan kömür miktarı;

$$5.483.678 / 6200 = 884,46 \text{ kg/h} \quad (6)$$

Kömür birim fiyatı 140 TL/ton olup aylık kömür harcaması;

$884,46 \times 24 \times 30 \times 0,140 = 89.153$  TL/ay (7)  
olarak bulunur.

Aynı hesapları uyguladığımız takdirde 577,53 kg/h aylık kömür için harcanan miktar bulunur. Mevcut sisteme revizyon yapılarak, faaliyete geçirilen ısı geri kazanımlı otomasyon sisteminde 58.215 TL/ay tasarruf yapılmış olur. Isı geri kazanım sistemi ile yapılan otomasyon sistemi nedeniyle elde edilen toplam yakıt tasarrufu %36 (30.938 TL/ay) olarak hesaplanmıştır.

Bu durumda yakıttan elde edilen tasarruf sayesinde otomasyon sistemine harcanan bedel yaklaşık 12 ay gibi bir zamanda geri alınmış olacaktır.

#### **5.4 Anlık Değerler İçin Örnek Hesaplama**

Aşağıda scada ekranında okunan herhangi bir ana ait otomasyon sisteminin giriş , çıkış ve elde edilen kazanç değerleri örnek olarak verilmiştir.

Çap: 0.64 metre

Giriş Sıcaklığı: 28,3 °C

Çıkış Sıcaklığı: 87 °C

Pitot: 146,72 paskal

Yoğunluk: 1,1715 kg/m<sup>3</sup>

Hız: 11,0783 m/s

Debi: 12.835,23 m<sup>3</sup>/h

Kazanç: 211.843,51 kcal (Otomasyon sistemi sayesinde elde edilen kazanç)

## **6. SONUÇ**

Tekstil mamülleri üretim sürecinde bir takım yaş işlemlere tabi tutulmakta ve bu nedenle değişik aşamalarda kurutulmaları gerekmektedir. Kumaş kurutma işleminde

en çok kullanılan makine ramöz makineleridir. Bu makinelerde kumaş kurutma sistemi ısıtılan havanın kumaş üzerine püskürtülmesi ile yapılır. Ramözden çıkan sıcak hava bacalarla dışarı atılır. Bu çalışmada dışarı atılan sıcak havadan ısıyı geri kazanmak amacıyla ısı geri kazanım sistemi uygulanmıştır. Atık havadan elde edilen ısı ramöz makinesinin soğuk olan temiz havasının ısıtılmasında kullanılmıştır. Böylece soğuk havayı ısıtmak için kullanılan yakıttan yaklaşık % 30 gibi bir tasarruf sağlanmıştır.

## **7. KAYNAKLAR**

- [1] R.T.Oğulata, F.D.Kadem, E.Koç, Tekstilde Kurutma Yöntem ve Makineleri, 4.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 2000, İzmir
- [2] Babcock Textilmaschinen GMBH Ramöz Katalogu, 2000
- [3] Monforts Tekstil Terbiyesi Makineleri Katalogu, 2008.
- [4] I.Tarakçıoğlu, Tekstil Terbiyesi ve Makineleri, Ege Üniversitesi, 1996 , İzmir.
- [5] S.Kutulan, PLC ile Endüstriyel Otomasyon, Birsen Yayınevi, 2005. İstanbul.
- [6] N.Berçin, SCADA Sistemlerinin İncelenmesi ve O.G. Elektrik Dağıtım Tesislerinde Uygulanması, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 1997.
- [7] Communication Technologies Inc., SCADA Systems, Com. Tech. Inc., National Communications System, Technical Information Bulletin 04-1, Chantill Virginia USA, 4-9 (2004)