

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**ENTEGRE TEKSTİL ÜRETİM İŞLETMESİNDE ISI GERİ
KAZANIM ÜNİTESİ İLE TEMİZ ÜRETİM VE ENERJİ
TASARRUFU**

**Hazırlayan
Ramazan GÜNEŞ**

**Danışman
Doç. Dr. Sibel GÜNEŞ**

Yüksek Lisans Tezi

**Eylül 2019
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**ENTEGRE TEKSTİL ÜRETİM İŞLETMESİNDE ISI GERİ
KAZANIM ÜNİTESİ İLE TEMİZ ÜRETİM VE ENERJİ
TASARRUFU
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Ramazan GÜNEŞ**

**Danışman
Doç. Dr. Sibel GÜNEŞ**

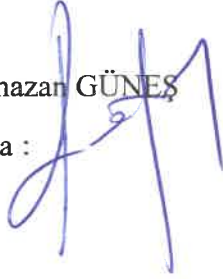
**Eylül 2019
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Ramazan GÜNEŞ

İmza :



“Entegre Tekstil Üretim İşletmesinde Isı Geri Kazanım Ünitesi İle Temiz Üretim Ve Enerji Tasarrufu” adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Ramazan GÜNEŞ

Danışman

Doç. Dr. Sibel GÜNEŞ

Makine Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Neadet ALTUNTOP S.

Doç.Dr. Sibel GÜNEŞ danışmanlığında **Ramazan GÜNEŞ** tarafından hazırlanan “**Entegre Tekstil Üretim İşletmesinde Isı Geri Kazanım Ünitesi İle Temiz Üretim Ve Enerji Tasarrufu**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Makine Mühendisliği** Anabilim Dalında **yüksek lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

26.08.2019

JÜRİ:

Danışman : Doç.Dr. Sibel GÜNEŞ

Üye : Prof.Dr. Veysel ÖZCEYHAN

Üye : Prof.Dr. Ünal AKDAĞ



ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 24/05/2019 tarih ve 2019/55-09 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. Mehmet AKKURT

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı hazırlarken beni teknik ve manevi açıdan yönlendiren, araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyen, değerli hocam Doç.Dr. Sibel GÜNEŞ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım süresince imkânlarından faydalandığım ORTA ANADOLU TİC. ve SAN. İŞL. T.A.Ş.'ye, değerli Direktörüm Erkan ILGAZ'a ve Bölüm Müdürüm Oğuz GÜMÜŞ'e, ayrıca burada görev alan çalışma arkadaşlarıma desteklerinden ötürü teşekkür ederim.

Yaşamımın her döneminde, her türlü desteği gösteren, her zaman yanımda olan, değerli eşime ve çok sevgili aileme, en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Ramazan GÜNEŞ

Temmuz 2019, KAYSERİ

ENTEĞRE TEKSTİL ÜRETİM İŞLETMESİNDE ISI GERİ KAZANIM ÜNİTESİ İLE TEMİZ ÜRETİM VE ENERJİ TASARRUFU

Ramazan GÜNEŞ

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Ağustos 2019

Danışman: Doç. Dr. Sibel GÜNEŞ

ÖZET

Bu çalışmada, entegre bir Denim üretim tesisinde yapılan enerji tasarrufu çalışmaları baz alınarak tekstil makinelerinde uygulanan ısı geri kazanım ünitesinin enerji kazancının incelenmesi amaçlanmıştır. Bu sayede Tekstil üretim hatlarında enerji kazancı ile birlikte temiz üretimlerin yapılması da sağlanmış olacaktır.

Bu bağlamda Orta Anadolu firması örneği ele alınarak, Sanayide Enerji Verimliliğinin Arttırılması Projesi'nde (2015) [1] yer alan firmanın enerji verimliliği konusunda faaliyetlerine de yer verilmiştir. Üretim hatlarındaki enerji verimli değişikliklerden ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi'ne uzanan bu serüvende, ısı enerjisi tüketiminin % 56'lık kısmını harcayan Terbiye İşletmesinde Germe Makineleri incelenerek Isı Geri Kazanım Ünitesi ile ön görülen kazanımlar ele alınmıştır. Kurutma ve Fikse amaçlı kullanılan Germe makinesi için ısı geri kazanım öncesi ve sonrası yakıt tüketimi (doğalgaz) incelenmiştir. Çalışma sonunda elde edilen değerler neticesinde gövde borulu ısı eşanjörünün kullanıldığı ısı geri kazanım sistemi ile Germe makinesinin doğalgaz tüketiminin $28.000 \text{ m}^3/\text{h}$ değerinden $21.288 \text{ m}^3/\text{h}$ değerine inerek %24'lık bir tasarruf elde edildiği görülmüştür.

Tekstil sektöründe uygulanan yüksek verimli üretim teknolojilerinin kullanımıyla, aynı miktarda üretim için daha az hammadde ve enerji kullanımı ve daha az atık prensibi ile mevcut en iyi teknolojilerin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda; Dünya'da ve Türkiye'deki temiz üretim teknolojileri ve uygulanabilirlikleri incelenmiştir. Yıkama, ağartma, mersevizasyon, haşıllama, haşıl sökme, ön işlem, boyama ve son işlemlerin gerçekleştirildiği tekstil işletmelerinde uygulanan ve/veya uygulanması planlanan "Mevcut En İyi Teknikler (MET)" araştırılmıştır [2].

Anahtar Kelimeler: Isı Geri Kazanım, Tekstil Makineleri, Mevcut En İyi Teknikler

**CLEAN PRODUCTION AND ENERGY SAVING WITH THE HEAT
RECOVERY SYSTEM IN AN INTEGRATED TEXTILE MANUFACTURING
MILL**

Ramazan GÜNEŞ

Erciyes University, Institute of Science and Technology

Master Thesis, August 2019

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Sibel GÜNEŞ

ABSTRACT

The aim of this study is to examine of the energy saving of the heat recovery system which could be integrated on any textile machinery where denim industry that is based on the research on their energy saving implementations. Since this kind of studies, not only energy saving could be settled, but also clean production should be provided in the textile manufacturing mills.

Since this study, ORTA ANADOLU TEXTILE COMPANY will be evaluated as an example and shared the outputs of their energy efficiency projects within the Project of Increase Energy Efficiency in Industry (2015) [1].

The energy saving would be evaluated by this company from the energy efficient modification on the production line to get the ISO 50001 Energy Management System certification, where the Finishing and Dyeing Department that is used 56% energy usage with Steam through the textile machineries in this mill. The fuel consumption of the air were examined before and after the heat recovery for the stenter used for drying and fixing purposes and operated. As result of the study, it has been shown that the fuel consumption savings with shell and tube heat exchanger on the stenter by application which is recycled fuel consumption has decreased from 28.000 m^3/h to 21.288 m^3/h and 24% saving were achieved.

The another aim is to examine the Best Available Techniques (BAT) based on the principle of less waste production and that uses less natural resources/energy for the same amount via high efficiency technology/management tools in textile industry. In this context, cleaner production technologies and their applicability were examined in the world and Turkey. The processes which applied and planned to be implemented

“The Best Available Techniques (BAT)” in textile enterprises such as washing, bleaching, mercerization, and sizing, desizing, pretreatment, dyeing, finishing were investigated.

Keywords: Heat Recovery, Textile Machinery, Best Available Techniques



İÇİNDEKİLER

ENTEĞRE TEKSTİL ÜRETİM İŞLETMESİNDE ISI GERİ KAZANIM ÜNİTESİ İLE TEMİZ ÜRETİM VE ENERJİ TASARRUFU

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI	iii
KABUL ONAY SAYFASI.....	iv
TEŞEKKÜR	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT	vii
GİRİŞ	1

1.BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. ORTA ANADOLU Tekstil Üretimi ve Terbiye Bölümü.....	4
1.2. Sanayide Enerji Verimliliğinin Arttırılması Projesi Kapsamında Orta Anadolu ve Kurum Kültürü.....	5
1.2.1. Bütünsel Yaklaşım ve Farkındalık.....	7
1.2.2. Orta Anadolu’da Enerji Yönetim Sistemi Uygulamaları.....	11
1.3. Terbiye İşletmesinde Germe Makineleri ve Enerji Tüketimleri.....	13
1.4. Literatür Çalışmaları	17

2.BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Tez Aşamaları.....	23
-------------------------	----

2.2. Tekstil Sektöründe Enerji Kullanımı ve Mevcut En İyi Teknikler.....	23
2.2.1. Mevcut En İyi Teknikler (MET)	24
2.2.2. Kurumsal Temeller ve Tekstil Sektörü İçin Dünya’da Uygulanan MET Örnekleri.....	25
2.2.3. Tekstil Sektörü İçin Türkiye’de Uygulanan MET Örnekleri	26
2.3. Atık Gazlardan Isı Geri Kazanımı Yöntemi	27

3.BÖLÜM

ISI EŞANJÖRÜ SEÇİMİ VE HESAPLAMALAR

3.1. Hesaplamalarda Kullanılan Veriler	31
3.2. Sıcak ve Soğuk Akışkan Özellikleri.....	32
3.3. Basınç Kayıpları Hesabı	33

4.BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Germe 6 Makinesi İçin Isı Geri Kazanım Hesabı.....	39
--	-----------

5. BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Enerji Yönetim Sistemine Sistemik Yaklaşım	41
5.2. Isı Geri Kazanım Ünitesi İle Temiz Üretim ve Enerji Tasarrufu	42
KAYNAKÇA.....	43
ÖZGEÇMİŞ	45

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Bir Germe Makinesi Üzerine Monte Edilmiş Isı Geri Kazanım Ünitesi	2
Şekil 1.2 Isı Geri Kazanım Ünitesi	2
Şekil 1.3 Orta Anadolu Denim Üretim Diagramı	5
Şekil 1.4 Plansız Enerji Yönetiminin Sonuçları	7
Şekil 1.5 Sistematik EnYS'nin Sonuçları	7
Şekil 1.6 Enerji Yönetim Sistemi Özdeğerlendirme Diyagramı.....	10
Şekil 1.7 Doğalgaz Aylık Tüketim/kWh	12
Şekil 1.8 Doğalgaz Aylık Birim Fiyat	12
Şekil 1.9 Doğalgaz Aylara Göre Tüketim ve Maliyet	12
Şekil 1.10 Germe Makinesi.....	14
Şekil 1.11 Germe Makinesi Kamara İçi Düzeler.....	15
Şekil 1.12 Germe Makinesi Düzelerinin Çalışma Prensibi.....	16
Şekil 1.13 Germe Giriş Palet Sistemi ve Avans Besleme Silindirleri.....	16
Şekil 2.1 Isı Geri Kazanım Ünitesi Hava Akış Şeması	28
Şekil 2.2 Orta Anadolu Germe 3 Makinesi Üzerinde Isı Geri Kazanım Ünitesi.....	29
Şekil 4.1 Doğalgaz Tüketen Makineler Üretim Dağılımları	36
Şekil 4.2 Makineler Bazında Yıllık Doğalgaz Tüketimleri, 2018.....	38
Şekil 4.3 Germe 6 Makinesi Isı Geri Kazanımı.....	40

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1 Orta Anadolu Doğalgaz Aylık Tüketimleri.....	11
Tablo 2.1 Orta Anadolu Üretim Prosesleri.....	28
Tablo 2.2 Orta Anadolu MET Teknikleri.....	28
Tablo 3.1 Soğuk Akışkanın Özellikleri	32
Tablo 3.2 Sıcak Akışkanın Özellikleri	32
Tablo 3.3 Tasarlanan Eşanjörün Parametreleri	34
Tablo 4.1 Terbiye Makineleri Tüketilen Yakıtlar	36
Tablo 4.2 Doğal Gaz Tüketilen Makineler Yıllık Üretim Miktarları (mt)	37
Tablo 4.3 Makineler Bazında Yıllık Doğalgaz Tüketimleri, 2018	37
Tablo 4.4 Yakıt Tüketim Miktarları	39
Tablo 5.1 Geri Dönüş Hesabı	42

KISALTMALAR**AÇIKLAMALAR**

IGK	Isı Geri Kazanımı
EnYS	Enerji Yönetim Sistemi
EnMS	Energy Management System
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization
AB	Avrupa Birliği
ETTO	Erciyes Teknoloji Transfer Ofisi
ÖEK	Önemli Enerji Kullanıcısı
MET	Mevcut En İyi Teknikler
BAT	Best Available Techniques
BREF	MET Referans Dökümanı
IPPC	International Plant Protection Convention
m_h, m_c	Sıcak ve Soğuk Akışkanın Kütle Debisi
c_{ph}, c_{pc}	Sıcak ve Soğuk Akışkanın Özgül Isısı
T_{h1}, T_{h2}	Sıcak Akışkanın Giriş ve Çıkış Sıcaklıkları
T_{c1}, T_{c2}	Soğuk Akışkanın Giriş ve Çıkış Sıcaklıkları
U	Toplam Isı Transferi Katsayısı
ΔT_m	İki Akışkan Arasındaki Sıcaklık Farkı
P	Pompa Gücü
ρ	Akışkanın Ortalama Sıcaklığının Yoğunluğu
$\dot{q}$	Pompa Verimi
Re	Reynold Sayısı
Nu	Nusselt Sayısı
h	Taşıma Katsayısı

GİRİŞ

Tekstil sektöründe bir denim üretim fabrikasında ısı geri kazanım üniteleri enerji tasarrufu yapılması istenilen çeşitli makinelerde kullanılabilir. Bu bağlamda kullanılan ısı geri kazanım ünitesi atık hava artımında ve ısı geri kazanımıyla birlikte enerji tasarrufunda tercih edilebilir.

Germe makinelerinde üretim atığı bacalardan çıkan egzoz havası temizliğinin özellikle zor olduğu kabul edilir, çünkü meydana gelen egzoz havası karışımı, kayda değer miktarda yağ, lif ve muhtemelen balmumu partiküllerini içerir ve bazı durumlarda koku yoğun bir etkiye sahip olabilir. Kullanım yerine bağlı olarak, Germe bacalarındaki emisyon limitleriyle ilgili düzenlemeler ve yasal gereklilikler vardır.

Bilindiği üzere, enerji maliyetleri üretim maliyetlerinde büyük bir paya sahiptir. Germe makineleri Denim üretim tesisindeki bir Terbiye İşletmesinde kumaşın geniş bir şekilde ısıtılmasında kullanılır. Dolayısıyla, bir Germe makinesinde tekstil malzemesi sadece kurutulabilir, aynı zamanda fiksasyon için ısıtılma tabi tutulabilir. İşlem sıcaklığı, sürece bağlı olarak genellikle maksimum 195°C'dir. Elektrik enerjisinin yüksek kullanımına ek olarak (örneğin motorlar ve fanlar için), Germe makineleri ayrıca pahalı doğalgaz veya termal yağ ısıtıcıları tarafından üretilen yüksek bir ısı girişi gerektirir.

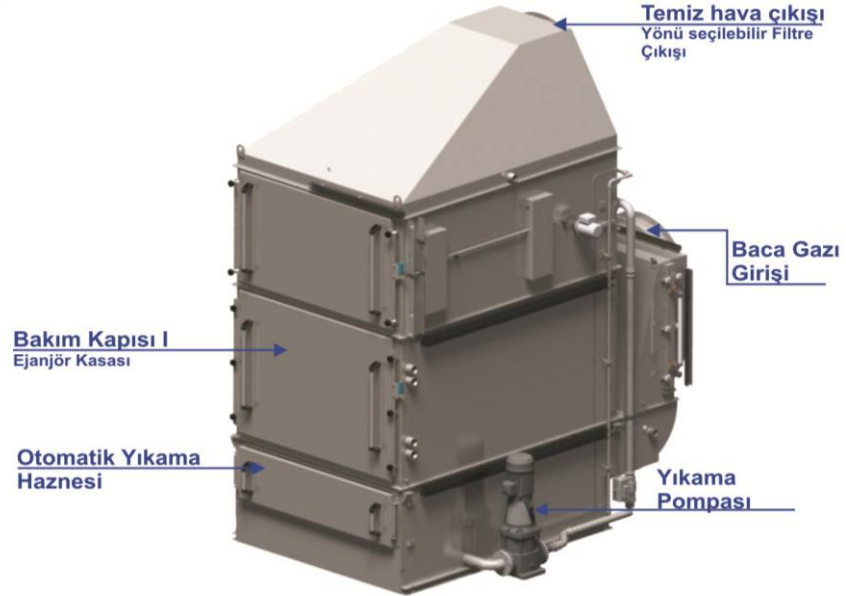
Bir merkezden türetilen kirli egzoz havası ile karşılaştığında, uygun olmayan bir filtre hücresi hızlı bir şekilde aşınır ve filtre değişimi veya için yüksek maliyetler getirir. Buna ek olarak, Germe makinesinden çıkan egzoz havası, sonraki işlemler için kullanılabilecek değerli ısı içerir.



Şekil 1.1 Bir Germe Makinesi Üzerine Monte Edilmiş Isı Geri Kazanım Ünitesi

Genel olarak ısı geri kazanım üniteleri Tekstil makinelerinde işlenen her türlü tekstil kumaşına uygundur:

- Doğal lifler: yün, pamuk
- Sentetik lifler: poliakrilik, poliamid, polyester
- Doğal kimyasal lifler: viskon / asetat



Şekil 1.2 Isı Geri Kazanım Ünitesi

Bu egzoz havası filtreleme sistemi ile egzoz havası temizliği için ekonomik ve enerji açısından verimli bir çözüm sunulabilir.

1. En yüksek temiz gaz değerlerinin elde edilmesi

Egzoz havası, rahatsızlıkları ve kirletici emisyonları önlemek için atmosfere yönlendirilmeden önce filtre hücreleri tarafından derinlemesine temizlenir. Üretim tesislerinin egzoz emisyonları azalmış ve hava kirliliğinden kaynaklanan dış rahatsızlıklar giderilmiş olur.

2. Enerji maliyetlerinde azalma

Entegre ısı geri kazanım sistemi sayesinde, egzoz ısısı sonraki işlemlerde kullanım için verimli bir şekilde geri kazanılır.

Sıcak egzoz havasından elde edilen ısı, Germe makinesini besleyen besleme havası ısıtması için kullanılabilir. Bu verimli ısı geri kazanımı sayesinde, Germe makinesinin işletme maliyetleri, geleneksel ısı tedariki için daha düşük harcamalar (pahalı gaz) nedeniyle radikal bir şekilde azaltılabilir. Aynı zamanda geri kazanılan ısı, diğer üretim alanlarında (boyahane veya çamaşırhane, laboratuvar veya bir başka Germe makinesi) kullanılan su veya hava ısıtması için de kullanılabilir.

3. Uzun kullanım ömrü ve düşük bakım

Genel olarak egzoz hava filtresi sistemlerinde, entegre bir temizleme sistemi ile çalıştırılır. Otomatik filtre temizleme sistemi, filtre ve ısı geri kazanım modüllerinin tam etkinliğini sağlarken filtre modüllerinin düzenli olarak temizlenmesini sağlar. Bu sayede hava temizliği esnasında tutulan yağ, elyaf vb. atıklardan kaynaklı kirlilik ile sistemde oluşabilecek yangın riskinin önüne geçilmiş olunur.

1.BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

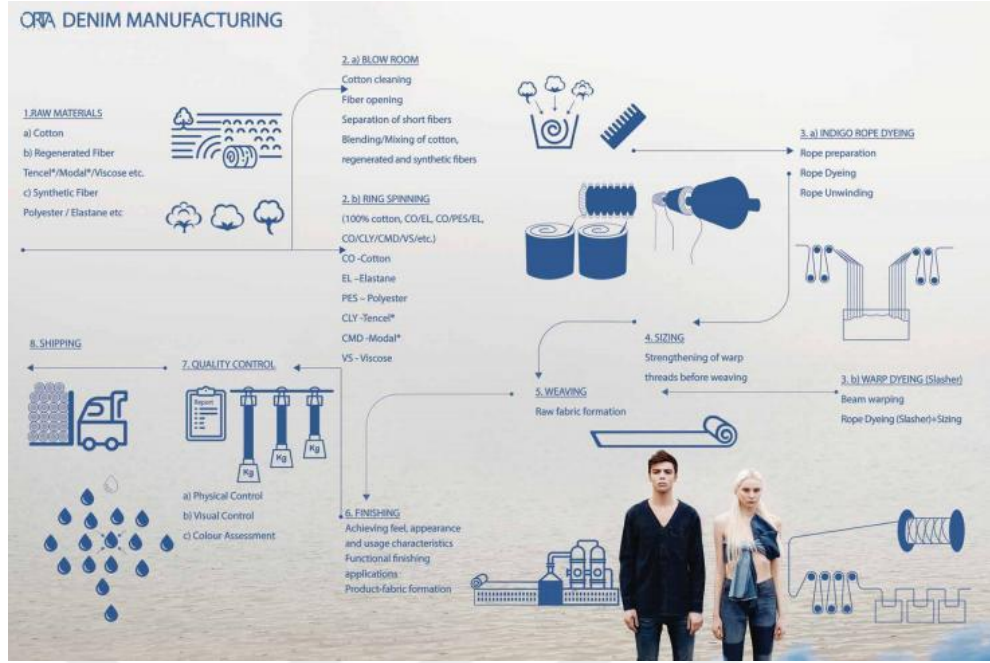
1.1. ORTA ANADOLU Tekstil Üretimi ve Terbiye Bölümü

Orta Anadolu Tekstil firması, yıllık 60 milyon denim kumaş metre üretim kapasitesiyle Türkiye ve Avrupa’da premium pozisyonda olup; denim sektöründe ürün ve hizmet kalitesiyle ciddi bir üne sahiptir [3].

Şirket, üretiminin ortalama %60’ını ihraç etmekte, %40’ını yurt içi piyasasına pazarlamaktadır. Müşterileri, yüksek kalitede önem veren uluslararası markalı spor giyim üreticileri olup, başında Levi’s, Wrangler, Mavi, Mustang, Diesel, Zara ve Replay gibi denim dünyasının devleri gelmektedir. Türkiye’de ise bu markaların lisanslarıyla üretim yapan konfeksiyoncular ve onlara fason çalışan işletmelerine mal ve hizmet sunulmaktadır.

Denim kumaş imalatında prosesi son adımı olan Terbiye İşletmesinde denim kumaşa bitim işlemleri uygulanmaktadır. Bu son adımda, yıkama ve yakma işlemleri, haşıl sökme işlemleri, apre işlemleri, kumaşa fiziksel ve görsel özelliklerinin kazandırıldığı adımlar, kaplama veya boya işlemleri uygulanabilmektedir.

Bu prosesler içinde kullanılan enerji yoğun adımlarda kullanılan ağırlıklı enerji sınıfı %56’lık bir oranla buhar olmakla birlikte doğalgaz, elektrik, su, basınçlı hava gibi de enerji tüketimleri mevcuttur. Planlanan Isı Geri Kazanım (IGK) ünitesi uygulaması ile doğalgaz tüketimi yapılan Germe makinelerinde geri kazanım ve baca gazı için temiz üretim hedeflenmiştir.



Şekil 1.3 Orta Anadolu Denim Üretim Diagramı [7]

1.2. Sanayide Enerji Verimliliğinin Arttırılması Projesi Kapsamında Orta Anadolu ve Kurum Kültürü

Orta Anadolu Tekstil Fabrikası, Kasım 2015’de katıldığı “Sanayide Enerji Verimliliğinin Arttırılması Projesi” ile [1], [20] yürütülen enerji verimliliği çalışmalarını planlı bir bakış açısıyla yönetmeye başlamıştır.

Enerji Verimliliği çalışmalarında yönetimin desteği oldukça değerlidir. Bu sebeple EnYS yaklaşımının liderler tarafından benimsenmesi için şirket içi iletişimin doğru kurgulanması önem arz etmektedir. Nitekim EnYS’in ilk uygulama döneminde, Orta Anadolu’da EnYS çalışmalarının; ilk başta Genel Müdür olmak üzere, Fabrika Direktörü ve aynı zamanda Enerji Yönetim Temsilcisi önderliğinde, Enerji Yöneticileri koordinasyonunda; mühendis, şef, ve müdürlerden oluşan 15 kişilik bir Enerji Yönetim Sistem Ekibi tarafınca yönetildiği görülmektedir. Firma bünyesinde çalışanların şirkete bağlılığının yüksek olması, firmaya fayda sağlayacak her konunun, projenin sahiplenilmesini daha da kolaylaştırmıştır

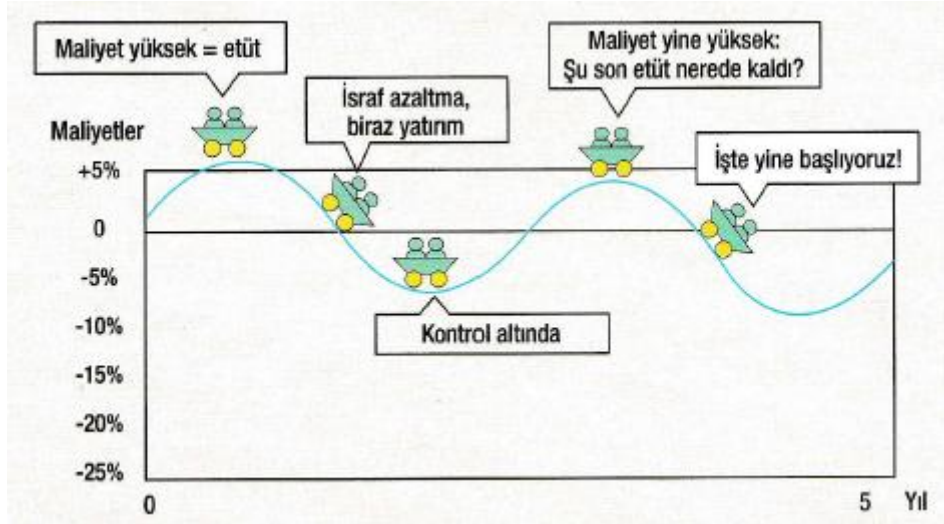
Orta Anadolu bünyesinde çalışmaların takım ruhu ile yürütülmesi tercih edilen ve desteklenen bir çalışma metodudur. Bu sebeple EnYS çalışmalarının sorumluluğu bir

kişiden, bir birimden daha çok, çalışmayla ilgilenebilecek kişi ve birimlerin görevlendirilmesi ile gönüllü katılıma açık oluşturulan ekibe verilmiştir. Ekipte yer alan bireylerin büyük bir kısmı görevlendirme beklemeden gönüllü olarak ekibe katılım sağlamışlardır.

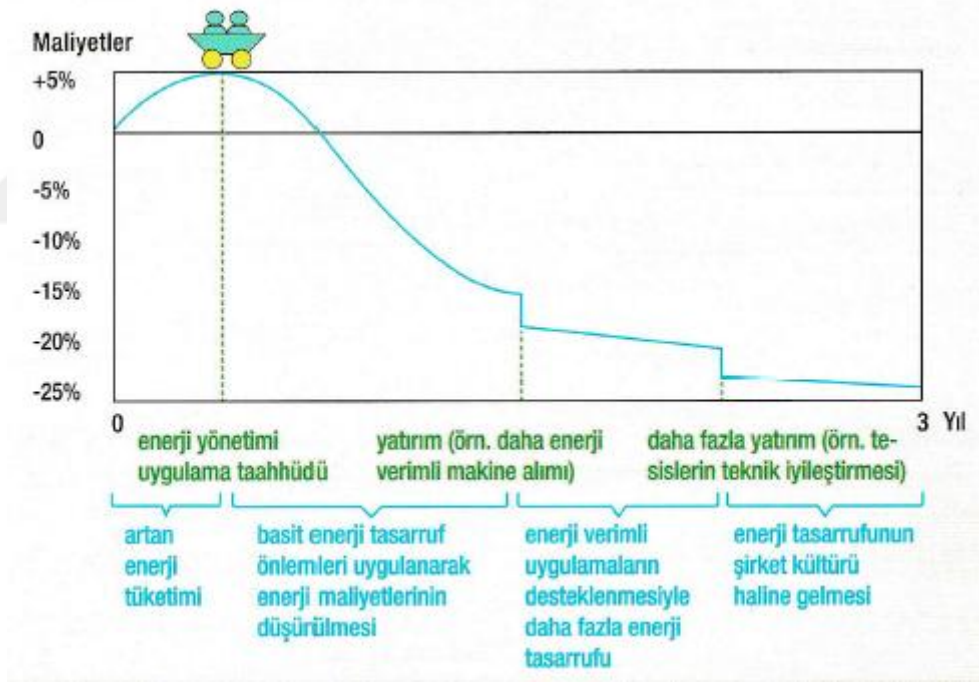
Şirkette var olan dayanışma ve birlikte iş yapma kültürü, takım çalışmalarının planlı ve disiplinli olarak yürütülmesini sağlamaktadır. Takım çalışmalarının yürütülmesinde; çalışmanın konusu ve ekibin belirlenmesi, iş planının hazırlanması, standart veriler kullanılması, raporlama konusunda firma bünyesinde ortak bir teknik uygulanmaktadır. Bu teknik prosedür olarak yayınlanmıştır. Fabrikada benimsenilmiş olan ortak çalışma kültürü sayesinde, proje ekibi kurulduktan hemen sonra, proje hedefi belirlenmiş ve yapılması gereken çalışmalara hızlıca giriş yapılmıştır [6].

Proje ekibi üyelerinin şirket içi iletişimini etkili kılmak amacıyla bir mail grubu kurulmuştur. Proje kapsamında her hafta toplantılar düzenlenmiş olup, toplantı tarihleri ve proje danışmanlarının ziyaret tarihleri belirlenmiş ve gelecek aylara dönük yapılacak çalışmalar için ön planlamalar yapılmıştır. Şirketin ortak alanındaki dosyalama sistemi ile proje için bir depolama alanı oluşturulmuştur. Dosyanın erişim ve güncelliği göz önünde bulundurularak, toplantılara ait tutanaklar, imza listeleri ve proje verileri kontrol ve güvence altına alınmıştır, burada her toplantıda yazılan tutanaklarda alınan ortak kararlar ve bir sonraki toplantının gündemi yer almaktadır.

Dönemsel bölüm hedefleri kapsamında her bölüme yönelik 1-2 adet Enerji Verimliliği Projesi kapsamında çalışma yapılması hedef olarak bölümlere tanımlanmıştır. Bu şekilde, enerji verimliliğinin iyileştirilmesine dair hedeflerin, öncelikle bölüm ve ardından kişisel hedeflere kadar paylaştırılması amaçlanmıştır. Proje için yürütülen tüm çalışmalar, proje ekibi üyelerinin yanı sıra yönetim ve firmanın diğer çalışanlarıyla da periyodik olarak paylaşılmıştır.



Şekil 1.4 Plansız Enerji Yönetiminin Sonuçları [8]



Şekil 1.5 Sistemik EnYS'nin Sonuçları

1.2.1 Bütünsel Yaklaşım ve Farkındalık

Mühendis yoğun ekiplerde enerji verimliliğine dair teknik detaylarda boğulmak ve sistemin bütününden uzaklaşmak her zaman bir risktir. Proje kapsamında firmaya destek veren danışmanlar ile birlikte metodolojik yaklaşımın önemine vurgu yapılarak sistemin bütünsel olarak değerlendirilmesinin gerektiği konusunda hem fikir

olunmuştur.. Bu yönlendirme ile firmadaki çalışmaların etkililiği açısından kayda değer bir ilerleme sağlanmıştır ve sistem kurmak üzere odaklanmak gayet mümkün olmuştur.

Enerji Verimli Bakım Prosedürü oluşturularak, motor değişimleri veya bakımları vb. uygulamalar kataloglarda tanımlanmıştır. İşletmelerde yapılan farkındalık eğitimleri sayesinde koruyucu bakım çalışmalarının etkinliği artırılmış ve Makine Bakım Bölümü'nün iş yükü azaltılmıştır ve bu şekilde bakım maliyetlerinin azaltılması ile de dolaylı olarak fayda sağlanmıştır. Mesela, EnYS çalışmaları sayesinde hava ve buhar kaçaklarının önlenmesi konusunda çalışanların katılımıyla kaçakların tespitleri ve iyileştirme önerilerinin bakım ekiplerine aktarılması sağlanmıştır [3].

Ayrıca hazırlanan Enerji Verimli Satın Alma Prosedürü sayesinde, satın alma şartnameleri yeniden gözden geçirilmiştir. Ekipte yer alan Satın Alma çalışanlarının farkındalıkları artırılmıştır. Enerji Yönetim Satın Alma Bildirisi firmanın tüm tedarikçilerine mail yoluyla duyurulmuştur ve yapılacak alımlarda ekipmanın veya hizmetin ilk satın alma maliyetinden ziyade, yaşam döngüsü analizde belirtilen maliyeti göz önünde bulundurulacağı belirtilmiştir.

Yine EnYS kültürü sayesinde ölçümlerin ne kadar mühim olduğu konusunda hem fikir olunmuştur. Yapılan ölçümlerin yorumlanması ve değerleri anlam kazanması açısından önemli bir farkındalık yaratılmıştır, böylece analizi sorgulama becerileri artmıştır.

Projenin firmaya sağladığı en önemli kazanımların başında, çalışanlarda enerji tüketimine yönelik farkındalık yaratılması gelmektedir. Tüm bölümlerde sağlanan bu farkındalık sayesinde firmada hep birlikte bir seferberlik yapılması sağlanmıştır. Yine çalışmalar kapsamında firmada hali hazırdaki öneri sistemi değerlendirilmiştir. Tespit edilen iyileştirmeler; ödüllendirme metodu ile online bir sistemin tasarlanmasına yönelik başlatılan altyapı çalışmaları bitirilmiş, sistem 2017 yılı başında uygulanmaya başlanmıştır. Enerji konusundaki çalışan önerilerinin desteklenmesi ile artırılması amacıyla, çalışanların performansının değerlendirilmesi sürecinde de sunulan öneriler ve gönüllü olarak yer alınan proje ekipleri sayısı değerlendirme sürecinde göz önünde bulundurulacak unsurlar arasında yer almaktadır.

Enerji verimli ekipman, proses ve işletme tasarımı konusunda da tüm üretim aşamalarının yeniden gözden geçirilmesi sağlanmıştır. Yapılan toplantılarda çalışanlardan gelen önerilerin yorumsuz ve ön yargısız değerlendirilmesine özen gösterilmiş, yenilikçi ve yaratıcı önerilerin değerlendirilerek, yatırım gerektirmeyen birçok iyileştirme projelerinin değerlendirilmesi için olanak sağlanmıştır. Yönetim desteği ile üretim proseslerinde Kalite'yi etkilemeyecek değişiklikler yapılarak bir nevi risk alınmıştır. Yönetim desteğinin yanında bölüm çalışanları tarafından alınan “biz bunu yapabiliriz” ekip kararı ile yola çıkılmıştır. Bölüm çalışanları tarafından topluca risk alma cesareti gösterilerek, tüm çalışanların katılımıyla enerji verimli tasarım çalışmalarında üst düzey başarı elde edilmiştir. Önerilerde yatırım gerektirmeyen ya da çok düşük maliyetli iyileştirme örnekleri aksiyon planının % 18'ini oluşturmakta olup, toplam enerji tasarruf oranının %30'unu karşılamaktadır. İyileştirme faaliyetleri örnekleri;

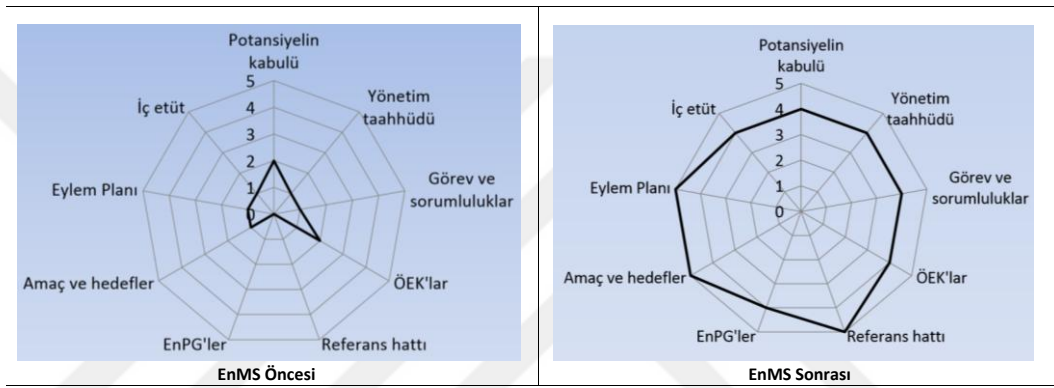
- Terbiye proseslerinde üretim makinelerinde hız artırma çalışmaları
- Bazı makinelerde üretim yapılmıyorken çalışmaya devam eden fan motorlarının yapılabilecek bir otomasyon sistemi ile devre dışı bırakılması,
- Makine üstlerindeki bazı davlumbazlara borulu ısıtıcı uygulaması (Bazı makinelerin davlumbazlarında yoğunlaşmadan kaynaklı, üretim esnasında kumaş üzerine damlama problemini önlemek amacıyla üretim olmamasına rağmen kontak barabanlara buhar beslenilmesine devam ediliyordu).

Orta Anadolu, EnYS'nin şirket kültürüne entegrasyonu sürecinde sağlıklı şirketsel iletişimin gerekliliğini öngörerek; şirket içi iletişimi güçlendirecek alt yapıyı kurmuştur. Mesela, Yalın Ofis tarafından aylık yayınlanan “Şirket İçi Gündem Bülteni” toplam kalite, yalın üretim, EnYS konularında yapılan çalışmaların paylaşıldığı ve tüm çalışanlara ulaşabilecek bir yayın organı yaratılmıştır. Ek olarak, enerji verimliliği farkındalığını arttırmak amacıyla ofislerde ve işletme içinde kullanılan tüm bilgisayarlar için ekran koruyucular hazırlanmıştır.

İnsan Kaynakları tarafından yürütülen işe alım ve çalışanların oryantasyon sürecinde her bir Beyaz Yaka, Mavi Yaka, Stajyerler ve Taşeron firma çalışanlarına yönelik "Enerji Verimliliği Bilinçlendirme Eğitimi" verilmektedir.

Orta Anadolu Yönetimi, EnYS Ekibi'nin çalışmalarına destek verdiğini, ekibin öğrenme faaliyetlerini desteklediği, tüm görüş ve önerilerine önem verdiğini her ortamda hissettirmiştir. Bu kapsamda Erciyes Teknoloji Transfer Ofisi (ETTO) tarafından AB Horizon 2020 Çerçeve Programı – Enerji alanına yönelik Mayıs 2016 tarihinde düzenlenen Tecrübe Paylaşım Semineri'ne EnYS ekip üyelerinden bazılarının katılımı sağlanmıştır.

Yürütülen tüm EnYS çalışmalarının şirket içi ve şirket dışında kamuoyu ile paylaşımı güncel olarak “Sürdürülebilirlik Platformu” olan www.ortablu.org web ortamı üzerinden yapılmaktadır.



Şekil 1.6 Enerji Yönetim Sistemi Özdeğerlendirme Diyagramı

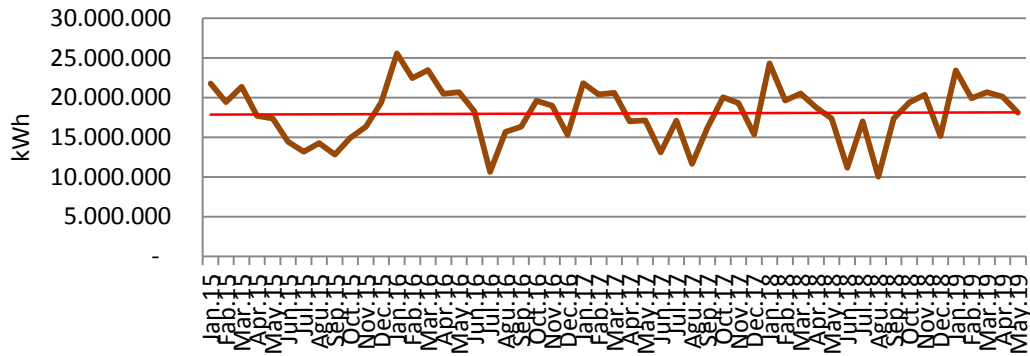
Yapılan incelemede de belirtildiği üzere, EnYS'nin vurguladığı bir başka husus: “Enerji yönetimi yalnızca bir ekipman/makine değişimi değil, kültür değişimi” dir. İşletme bünyesinde ne kadar yüksek oranda bir maliyetli yatırım yapılırsa yapılsın, çalışanların farkındalığı arttırılamadığı ve ortak payda sağlanamadığı müddetçe enerjinin etkin bir şekilde yönetilmesi mümkün değildir. EnYS bir kişinin değil, konu ile ilgili olan tüm bölümlerin katılımı ile birlikte yönetilebilecek bir zaman dilimidir.

1.2.2. Orta Anadolu’da Enerji Yönetim Sistemi Uygulamaları

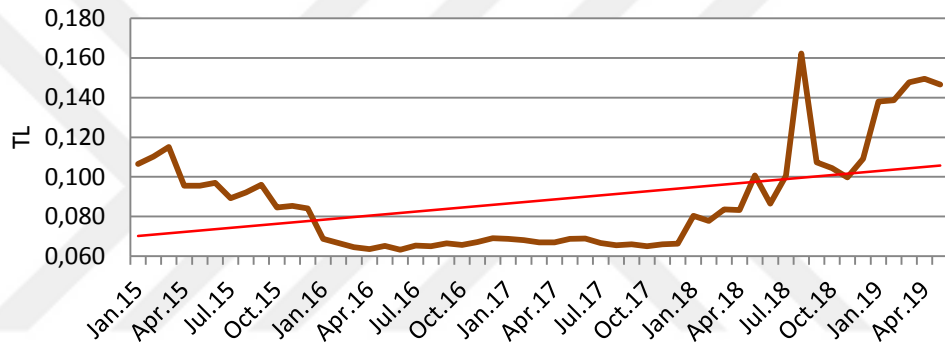
Sanayide Enerji Verimliliğinin Artırılması Projesi bünyesinde, Orta Anadolu EnYS Ekibi, her ay sistematik olarak fabrika enerji tüketimlerini inceleyerek, ilgili birimlerin enerji tüketimlerini azaltma konusunda yapılabilecek enerji verimli faaliyetlerine haftalık toplantılarında yer vermektedirler. Bu bağlamda Orta Anadolu Terbiye Bölümünde enerji tüketimleri için Doğalgaz Önemli Enerji Kullanıcısı (ÖEK) olarak belirlenmiş ve tüketimler aşağıdaki gibi takip edilmiştir.

Tablo 1.1 Orta Anadolu Doğalgaz Aylık Tüketimleri

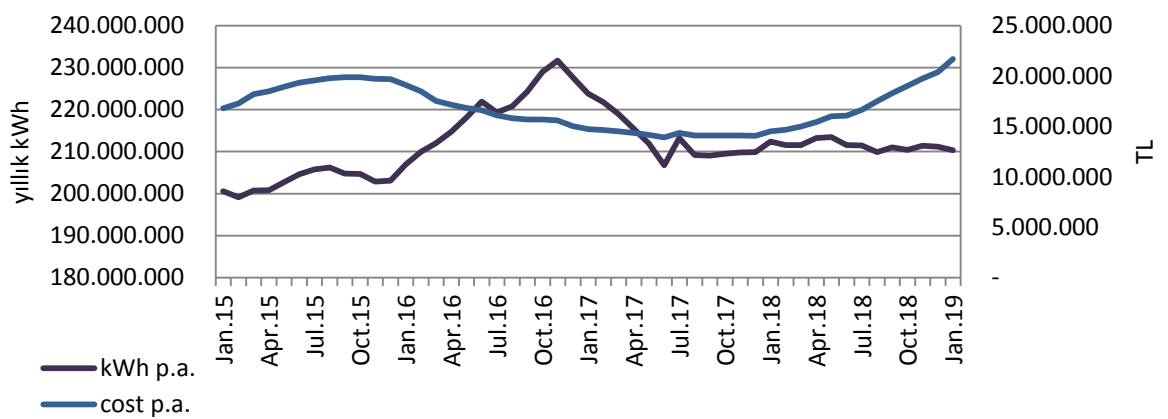
Ay	DOĞAL GAZ				
	kWh (Yıllık)	Maliyet (Yıllık)	Bütçe (Yıllık)	Ortalama birim fiyat	Hedef kWh 2%
Ocak.17	223.844.712	14.750.592		0,069	202.764.450
Şubat.17	221.807.735	14.644.738		0,068	205.743.323
Mart.17	218.940.621	14.508.631		0,067	207.796.478
Nisan.17	215.473.412	14.343.021		0,067	210.497.551
Mayıs.17	211.940.478	14.173.509		0,069	213.720.378
Haz.17	206.750.091	13.920.313		0,069	217.481.721
Tem.17	213.220.629	14.363.813		0,067	214.978.827
Ağu.17	209.158.263	14.103.660		0,066	216.374.059
Eylül.17	209.031.670	14.088.621		0,066	219.831.086
Ekim.17	209.462.250	14.104.878		0,065	224.422.196
Kasım.17	209.793.062	14.104.719		0,066	227.048.903
Ara.17	209.849.540	14.067.588		0,066	223.054.799
Ocak.18	212.360.048	14.526.033		0,080	219.367.818
Şubat.18	211.580.135	14.663.982		0,078	217.371.581
Mart.18	211.518.637	15.000.703		0,084	214.561.809
Nisan.18	213.245.940	15.422.655		0,083	211.163.943
Mayıs.18	213.463.902	15.993.090		0,101	207.701.669
Haz.18	211.555.851	16.058.264		0,086	202.615.089
Tem.18	211.467.264	16.631.817		0,101	208.956.216
Ağu.18	209.852.025	17.496.083		0,162	204.975.098
Eylül.18	211.025.798	18.290.664		0,107	204.851.037
Ekim.18	210.373.577	19.010.536		0,104	205.273.005
Kasım.18	211.396.945	19.765.908		0,100	205.597.201
Ara.18	211.189.111	20.401.063		0,109	205.652.549
Ocak.19	210.306.321	21.679.223		0,138	208.112.847
Şubat.19	210.570.586	22.909.544		0,139	207.348.532
Mart.19	210.735.715	24.251.417		0,148	207.288.265
Nisan.19	212.132.166	25.701.224		0,149	208.981.021
Mayıs.19	212.878.780	26.605.769		0,147	209.194.624



Şekil 1.7 Doğalgaz Aylık Tüketim/kWh



Şekil 1.8 Doğalgaz Aylık Birim Fiyat



Şekil 1.9 Doğalgaz Aylara Göre Tüketim ve Maliyet

Proje kapsamında enerji verimliliği adına Terbiye İşletmesinde önemli enerji kullanıcısı olarak nitelendirilen Germe makineleri ele alınmış ve doğalgaz tüketimleri

incelenmiştir. Belirtildiği üzere artan doğalgaz maliyetleri ile atık baca gazı ısısında geri kazanımla doğalgaz maliyetlerinin düşürülmesi, bu sayede daha az enerji kullanımı ve atık hava gazının temizlenmesi hedeflenmiştir.

Germe makinelerine akuple edilecek olan ısı geri kazanım ünitesi ile yüksek ısılı baca gazından geri kazanılan atık ısı, tekrar Germe makinesine verilerek doğal ısıtma kaynağı olarak kullanılacağından fazladan doğalgaz tüketiminin önüne geçilmiş olunacaktır.

1.3. Terbiye İşletmesinde Germe Makineleri ve Enerji Tüketimleri

Germe makineleri üflemleri kurutma esasına göre çalışan bir Terbiye üretim makinesidir. Bu kurutma metodunda; tekstil ürünü yani dokunmuş kumaş, yalnızca ısıtılmış havayla temas eder, kurutucu yüzeye temas yoktur. Bu teknikle kurutma işlemi için, genelde sıcak hava kullanılır. Tekstil ürünü bu ısıtılmış hava ile kontak halindedir. Temas sırasında ısıtılmış havadan geçen tekstil mamulüne ısı transferi kumaştan da havaya buhar transferi gerçekleşir. Kumaş sıcaklığı daha düşük olduğu için, havadan kumaşa doğru orantılı olarak bir ısı transferi oluşur. Havadan kumaşa geçen ısının etkisiyle, kumaşın üzerindeki su buharlaşır ve su buharı havaya geçer [4,5].

1. Isı transferi için havanın daha sıcak olması gerekir.
2. Havanın yoğuşmadan, buhar olarak içerebileceği belli bir su miktarı vardır. Bu, sıcaklıkla alakalıdır ve düşük sıcaklıkta bu miktar çok azdır.

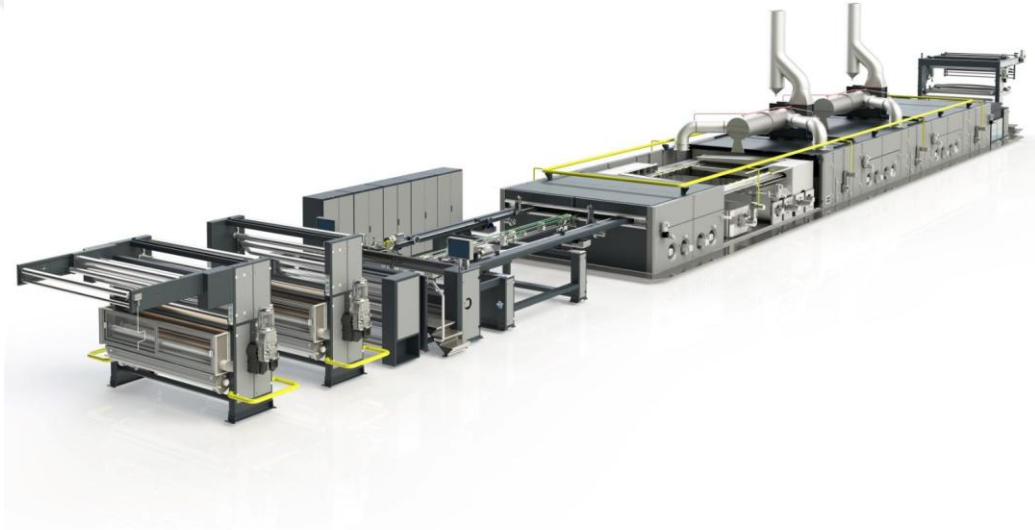
Üflemleri kurutma tekniği, bugün tekstilde en fazla kullanılan kurutma tekniğidir. Günümüzde kullanılan makinelerin birçoğu bu metotla çalışır. Bunun en önemli nedenleri;

- Kumaşın kirlilik riskinin az olması,
- Tansiyonların kontrol altında tutulmasının mümkün olması,
- Tüm kumaş çeşitleri için elverişli olması.

Kumaşa bulunan nemin tamamı yüzeyde bulunmayıp kumaşa zayıf fiziksel bir şekilde bağlı olduğundan, kurutma esnasındaki kütle transferi, işlem boyunca aynı hız ve

oranda gerçekleşmemektedir. Kumaş yüzeyinde bulunan suyun kolayca uzaklaştırılması kolayken, lif yapısında bulunan suyun uzaklaştırılması oldukça zordur.

Paletli kurutucu adıyla da bilinen Germe makineleri (Şekil 1.3.1), terbiye işletmelerinde, gerek üflemlili kurutma gerekse diğer kurutma teknikleri ile çalışan makineler arasında en önemli ve en çok kullanılan makinedir. Bu makine yalnız kurutma işlemleri için değil her türlü bitim işlemi sonrasında, kurutma ve kumaşların termofiksajı (Fikse) amacıyla da kullanılmaktadır. Birçok terbiye makinesinde olduğu gibi, Germe makinelerinin de standart bir tipi veya boyutsal büyüklüğü yoktur. Her terbiyecisi kendi işletme ve üretim şartlarına en uygun makineyi kendisi belirlemelidir.



Şekil 1.10 Germe Makinesi

Bir Germe seçilirken şu unsurlar dikkat alınmalıdır;

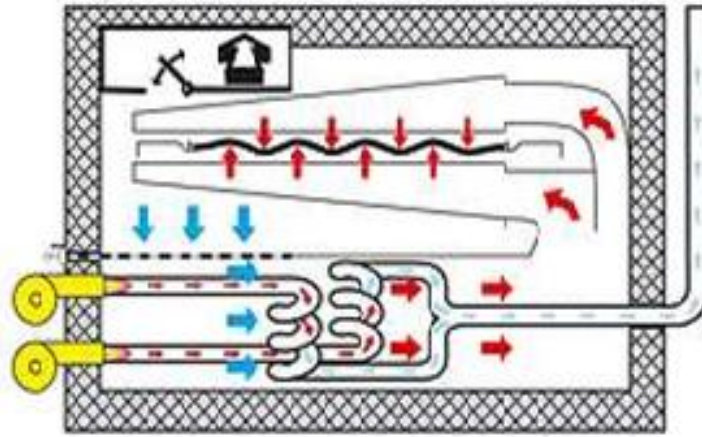
- Kamara Sayısı (Makine uzunluğu)
- Çalışılacak en geniş ve en dar kumaş ölçüleri
- Çalışılacak kumaş cinsi
- Kurutma veya Fikse işlemi için mi, ya da birlikte mi kullanılacağı
- Kullanılacak enerji çeşidi
- Apre işlemi veya boya proseslerinin yapılıp yapılmayacağı
- Tekstil ürününe göre kontrol sistemleri

Üflemeli kurutma makinelerinde sıcak gazın kumaşa aktarılması değişik şekillerde yapılabilir. Germelerde sıcak hava düze denilen (Şekil 1.3.2) deliklerden kumaş yüzeyine dikey doğrultuda aktarılmaktadır.



Şekil 1.11 Germe Makinesi Kamara İçi Düzeler

Germe, kumaşın en-boy ayarının yapılabilmesi, finish işlemleri sırasında kumaş üzerinde kimyasal uygulama (apre) olduğu halde kumaşın bir yere temas etmeden iki kenarından tutularak (klepeler ile) makine çıkışına kadar transferi, etkili bir kurutma sağlanması, kurutma esnasında kumaşa üflenilen sıcak havanın etkisiyle kumaş tuşesi ve çekmezliklerinin olumlu yönde etkilenmesi gibi bir çok avantaja sahiptir [4]. Dokuma kumaşların terbiyesinde geçmişten bu yana vazgeçilmez bir öneme sahip olan Germe makineleri, günümüzde örgülü kumaşlarda da tüp şeklinden açık en üretime doğru bir eğilim kazanması ile örgü ve dokuma kumaşlar için de çok önemli bir makine durumuna gelmiştir.



Şekil 1.12 Germe Makinesi Düzelerinin Çalışma Prensibi

Germe makinelerinde kumaşın makinede taşınması, Germenin iki yanındaki büyük baklalar halinde oluşan sonsuz zincirler vasıtasıyla yapılmaktadır. Zincirin her bir baklası üzerinde iğneler ve/veya klepeler bulunmaktadır. Kumaş iki kenarından bu iğnelere takılarak veya mandallar arasında sıkıştırılarak zincir ile birlikte hareket etmektedir (Şekil 1.3.4). Zincirler arasındaki mesafe makinenin girişinden son kurutma bölmesine kadar olan kısımda artırılarak kumaşın enini genişletmek mümkün olduğu gibi, zincirler arası mesafenin gittikçe azaltılarak kumaşın eninde daralmayı sağlamak da mümkündür. İğneli paletli Germelerde kumaşın boyunu da ayarlayabilmek mümkündür. Eğer makineye kumaş, palet hareket hızından daha da yüksek bir hızla beslenirse, yani avans verilirse, zincirlere daha bol bir şekilde tutturulmakta ve kurutucudan geçerken çözgü yönünde yani boydan çektilererek, kumaşın boyu kısaltılabilmektedir. Dolayısıyla bu şekilde üretilmiş bir kumaştan dikilmiş, ürünlerin kullanımında, yıkandıklarında fazla çekmemektedirler [5].



Şekil 1.13 Germe Giriş Palet Sistemi ve Avans Besleme Silindirleri

Germe makinelerinin çalıştırılması için harcanan enerjinin büyük bir kısmını kurutma için kullanılan havanın ısıtılması teşkil etmektedir. Bu nedenle sıcak hava/buhar oranları kurutma işlemlerinin ekonomik açıdan verimliliğinin belirlenmesinde yardımcı olur ve enerji maliyetleri de her geçen gün artacağından bu unsur mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Kumaşın girişteki ve proses sonundaki nemi; kumaş eni ve makine hızına bağlıdır, bundan dolayı sabit bir baca debisinden söz edilememektedir. Bacalardan çıkan atık havanın nem içeriği sürekli ölçülmeli, kurutma şartları değerlendirilerek baca klepeleri ve fanlar düzenlenmeli ya da otomatik olarak ayarlanması sağlanmalıdır.

Germedeki atık ısının ana kaynağı bacadan atılan sıcak ve nemli havadır. Germe makinesi atık havasındaki ısı, enerji olarak da büyük bir kayıptır. O yüzden makine bacaları için bir ısı geri kazanım sisteminin kurulması, önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlamaktadır.

1.4. Literatür Çalışmaları

Freiberg, (1998), yaptığı çalışmada atık baca gazını temizleme sistemlerini ekonomik açıdan ele alarak incelemelerde bulunmuştur. Özellikle soğutma ve filtreleme sistemlerinde ısı geri kazanım sistemini tekstil terbiye işlemlerinde açığa çıkan atık hava üzerinde düşük enerji maliyetleri açısından değerlendirerek kirli havayı temizleme sistemi üzerine araştırmalar yapmıştır [17].

Durur vd (2003), iplik, dokuma, konfeksiyon birimlerini içeren fabrikalarda kullanılan elektrik enerjisinin üretim ile ilişkisini incelemişlerdir. Birçok tekstil fabrikasında üretim miktarından bağımsız olarak sabit elektrik enerjisi tüketimi olduğundan, birim kumaş metresi başına enerji maliyetini azaltmak için üretim miktarlarının arttırılması gerektiği belirtilmektedir.

Oğulata (2004), tekstilde kurutma ve fikse prosesinden ortam havasına yayılan su buharını kullanarak ısı geri kazanım yollarını incelemiştir. Enerjinin yüksek maliyeti nedeniyle enerjiyi daha verimli kullanmak gerekmektedir. Bu çalışmada tekstil sektöründeki kurutma ve fikse prosesinden ortam havasına yayılan su buharından ısı

geri kazanım yolu anlatılmaktadır. Kurutma makinesinden ortama çıkan ısı toplanarak bir çapraz akışlı plaka tipi eşanjöre verilerek kazanda kullanılacak olan havanın ön ısıtılmasında kullanılmaktadır. Yani atık havadan taze ve temiz havaya ısı transferi sağlanarak enerji geri kazanımı sağlanmaktadır. Bu sistemin matematiksel hesaplaması yapılarak sonuçlar grafik halinde gösterilmektedir. Buna göre;

- Kurutma makinesine giren havanın sıcaklığı arttıkça, proses havasının kütlesi azalmaktadır. Ancak kurutma oranı (k) azaldıkça proses hava kütlesi azalmaktadır.
- Kurutmaya giren hava sıcaklığı ne olursa olsun, kurutma oranı arttıkça buharlaşan su kütlesi artmaktadır.
- Kurutma içindeki havanın sıcaklık artışı ve kurutma oranı (k) artışı, yüksek ısı transferi ile olur.
- Kurutma oranı (k) değeri ortalama % 30 iken, kurutmaya giren hava sıcaklığı arttığında, dönüştürücüdeki ısı transferi azalmaktadır.
- Kurutma oranı (k) değeri ortalama % 30 iken, kurutmaya giren hava sıcaklığındaki artış kazan kapasitesini arttırmaktadır.
- Kurutmaya giren hava sıcaklığı arttıkça, eşanjörün verimi azalmaktadır.
- Kurutmaya giren hava sıcaklığı arttıkça, ısı geri kazanım sisteminde enerji tasarruf miktarı da azalmaktadır.

Sonuç olarak tekstil üretim sektöründe kurutma ve fiske prosesinin fazla enerji tüketen bir işlem olduğu bu nedenle ısı geri kazanım sisteminin uygulanması gerektiği, böylece önemli enerji tasarrufu sağlanacağı ve çevre kirliliğine yol emisyonların azaltılacağı belirtilmektedir [23].

Öztürk (2005), tekstil sektöründe enerji tüketimi ve enerji maliyetinin enerjinin kullanımı ile tekstil üretimi arasındaki ilişkiyi göstermek amacıyla çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmasında tekstil endüstrisinde enerji tüketiminin karakteristiklerini incelemiş, elektrik enerjisinin 4 farklı tekstil firmasında üretim, aydınlatma, ısıtma ve havalandırma gibi alanlarda kullanım miktarını gözler önüne sermiştir. Ayrıca dokuma, boyama, iplik üretimi gibi alanlarda kullanılan elektrik, buhar, doğalgaz, fuel oil, kömür enerjisinin kullanım oranlarından bahsetmiştir. Tekstil sektöründe oluşan atık sıcak suyun enerjisinin atık su ısı kazanım sistemleri ile geri

kazanılarak büyük enerji tasarrufu sağlanacağını üzerinde durmuştur. Çalışmasında bulmuş olduğu sonuçları hem tablo hem de grafik şeklinde ortaya koymuştur [15].

Karaaslan (2006), tekstil terbiyesinde kullanılan Germe makinelerinin bacalarından atılan atık havada işe dönüştürülemeyen fazla miktarda atık hava bulunmaktadır. Bu atık enerjinin bir ısı geri kazanım sistemi kullanılmadan atılması işletmeler için büyük bir kayıptır. Bu çalışma tarafından tasarlanan ve hava –su teması esasına göre çalışan laboratuvar tipi bir yıkama kulesi monte edilerek Germe atık havasıyla işletme suyunun ne kadar ısıtılacağı araştırılmıştır. Yıkama kulesinin özelliklerinin, kullanılan su debisinin, su sıcaklığının ve atık havadaki nem miktarının geri kazanılan enerji miktarına etkisi incelenmiştir [15].

Tarakçıoğlu ve ark. (2007), bu çalışmada tekstil sektöründe kurutma amacıyla yaygın bir şekilde kullanılan Germe makinelerinin atılan atık havadan ısı geri kazanımı için deneysel araştırmalar yapılmıştır. Laboratuvar ölçekli ters akış sistemi ile ısı geri kazanım sisteminin verimliliğini etkileyen başlıca faktörler enerji analizi yapılarak değerlendirilmiştir.

Çınar (2008), tekstil sektörü, artan enerji maliyetlerinden dolayı bütün sanayi kolları içinde enerji tasarrufu konusunda üzerinde en çok durulan konulardan biri olmuştur. Bu çalışmada tekstil üretim alanında faaliyet gösteren ve yoğun bir şekilde enerji tüketimi olan tekstil fabrikaları seçilmiştir. Bu fabrikalardan enerji tüketimi, üretimi ile ilgili veriler toplanarak enerji çalışmaları yapılmıştır. Üretimlerinde özgül enerji tüketimleri hesaplanarak işletmenin gelecek enerji ihtiyaçları analiz edilmiştir. Fabrika bünyelerinde bulunan kazanlarda ve doğalgaz enerjisi kullanan makinelerde baca gazı analizleri yapılmıştır. Alınan sonuçların analiz edilmesi sonucunda araştırma yapılan tekstil işletmelerinde enerjinin verimli kullanılması, yapılmasın gerekli olan enerji tasarruflarının neler olabileceği üzerinde durulmuştur [5].

Palamutçu (2010), bu çalışmada elektrik enerjisi, pamuklu tekstil işleminde tüketilen birincil enerji kaynaklarından biridir. Toplam enerjiye maliyet oranı, Türkiye'de üretilen ıradan bir tekstil ürününün toplam üretim maliyetinde yaklaşık% 8,10'dur. Bu enerji maliyetinin önemli bir kısmı elektrik enerjisidir. Bu çalışmada pamuklu tekstil işletme aşamalarının birimlere ait elektrik enerjisi tüketimini araştırılmıştır. Gerçek zamanlı ölçüm teknikleri kullanılarak elektrik enerjisi için gerçek ve tahmini Özel Enerji

Tüketimi (SEC) değerleri iplik eğirme, çözgü, dokuma, terbiye aşamaları için hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda birim tekstil ürünü başına düşen gerçek elektrik enerjisi tüketim miktarının, ilgili tekstil işlem aşamalarının birim tekstil ürünleri başına düşen tahmini elektrik enerjisi tüketim miktarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir [18].

Uşak (2010), bu çalışmanın amacı Germe makinelerinde enerjiyi minimum seviyede kullandırmaktır. Kurutma, apre ve fikse işlemlerinde üfleli kurutma metoduyla çalıştırılan Germe makinesinde bu işlemleri yapmak amacıyla kullanılan hava debisini, en alt seviyelere düşürerek farklı ürünler üzerinde deneyler yapılmıştır [19].

Kandilli ve Koçlu (2011), Türkiye’de tekstil sektörü ekonomik açıdan önemli bir rol oynamaktadır. Sıcak atık sıvı ve gazların büyük bir kısmı doğrudan dışarı atılmaktadır. Tekstil sektöründe kullanılan bu atıklar için ısı geri kazanımı kullanılarak enerji tasarrufu sağlamak mümkündür. Bu çalışmada ısı geri kazanım sistemi Uşak Organize Sanayi Bölgesinde bulunan bir battaniye firması tarafından kurulmuştur. Optimum çalışma koşulları için akış plakalı eşanjör ile termodinamiğin birinci ve ikinci kanunu değerlendirilerek işlemler değerlendirilmiştir. Enerji maliyetini azaltmak, çevresel etkileri iyileştirmek ve süreç süresini kısaltmak tekstil endüstrisinde ekonomik faydalar sağladığı görülmüştür [19].

Şekkeli, Keçecioğlu (2012), çalışmada bir tekstil fabrikasında kullanılan Germe makinesinin enerji tüketimini optimum seviyede kullanmaya yönelik bacadan çıkan atık ısıların geri kazanım sistemi uygulaması çalışmaları yapılmıştır. Uygulama yapılan Germe makinesinde kurutma işlemi için gerekli ısı, kızgın bir yağ kazanı vasıtasıyla elde edilmektedir. Bu çalışmanın neticesinde büyük ölçüde ısı enerjisi için kazanım sağlanmıştır. Elde edilen ısı, Germe makinelerinde tekrar tekrar kullanılarak, kazan için gerekli yakılan kömür kullanımı azaltılmıştır. Ayrıca atık ısı geri kazanım sistemindeki, giriş temizlik filtresi kullanılarak Germe makinesinin neden olduğu hava kirliliği büyük oranda, yok denecek kadar aza indirilmiştir [20].

Acar (2012), yapılmış olan bu çalışmada enerji yoğunluklu bir fabrikayı enerji verimliliği kapsamında incelemiştir. İncelemeyi yaparken enerjinin yoğun olarak kullanıldığı sistemleri ele almıştır. Bu sistemlerin daha verimli bir şekilde kullanılabilmesi için ne gibi değişiklikler yapılabileceğini incelemiş ve yapılabilecek

olan bu değişikliklerin maliyet analizini incelemiştir. Bu çalışma sonucunda büyük yatırım maliyetleri gerektirmeyen, geri ödeme süresinin düşük olduğu ve fabrika tarafından uygulanmasına karar verilmesi durumunda çok kısa sürede büyük kazançlar sağlayabilecek uygulamaların olduğu sonucuna ulaşmıştır [22].

Sharma (2012), gerçekleştirmiş olduğu çalışmada tekstil endüstrisinde enerji yönetimi konusu ele almıştır. Hangi alanda ne tür çalışmalar yapılarak ne kadar tasarruf sağlanabileceği gibi konulara değinmiştir [20].

Nasifa ve Al-Waked (2014), bu çalışmada enerji geri kazanımı ile bir klimanın CO₂ gazının emisyon analizi yapılmıştır. Klima sistemi içinde entalpi, ısı eşanjörü ve hava karıştırma etkileri değiştirilerek belirlenen yazılımlarla modellenmiştir [13].

Johann, Silva, Lima, Pereira (2014), bu çalışmada tekstil malzemelerinin kurutma sürecinin doğru bir şekilde yansıtan bir modelin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Matematiksel modelleme enerji ve kütle denkliklerinden geliştirilmiş ve matematiksel modelin çözümü için Kartezyen koordinatlarda sonlu farklar metodu kullanılmıştır. Kısmi türevli denklem sisteminde bilinmeyen değerler yerine tekstil ürünün sıcaklık ve nem oranları kullanılarak denklem sistemine dönüştürülmüştür. Simülasyon sonuçları literatürden elde edilen deneysel verilerle karşılaştırılmıştır. İstatistiksel analizde, matematiksel modeli doğrulamak için Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır. Sonuçlarda p değeri %5'in üzerindeydi bu da normal değer aralığında olduğunu göstermiştir [21].

Melo, Moreira ve Pereira (2015), çalışmalarında tekstil endüstrisinde enerji verimliliği ile üretkenlik arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmalarındaki başlıca amaç varolan enerji verimliliğini arttırmak, mevcut enerji kayıplarını belirlemek olmuştur [21].

Silleli Ünal, Çelenk, Kavak (2018), ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi standartları gerekliliklerinin etkin yönetilmesi hakkında çalışmalar yürütmüş, bunun için sistematik bir teknik sunan EnYS'in Türkiye'de uygulanmaya başlanmasının hem sanayi tesisleri hem de tekstil sektörü çalışanları bakımından oldukça önemli olduğunu vurgulamıştır. Bu kapsamda "Sanayide Enerji Verimliliğinin Arttırılması Projesi" sayesinde yaygınlaştırılan "Enerji Yönetim Sistemi-EnYS"nin, çalışanlara sistematik bakış açısı kazandırarak, şirketlerin enerjilerini etkin bir biçimde yönetmeleri konusunda rehberlik ettiği konuna değinmiştir [6].

Bu bağlamda incelenen, tekstil sektörünün önemli isimlerinden Orta Anadolu’da çalışanlarla başarmayı hedefleyen yönetim yaklaşımı sayesinde; bütünsel ve sistematik bakış açısı ile sürekli iyileştirme kültürü geliştirildiği ve yönetim vurgusu ve desteğinden bahsedilmiştir. “Sorunlara birlikte çözüm bulma” tutumu ile; “Takım Çalışmaları”nın ne biçimde yönetileceği birer birer tanımlanmış ve yaygınlaştırılmıştır. Bu sayede de sürekli iyileştirme kültürü kurumun her bir çalışanı ile birlikte başarılmıştır. EnYS ekibi üyelerinin bu çalışmalar sayesinde birbirlerini daha da iyi tanıma imkanı bulduklarından dolayı, artan ortak sinerji ile daha yüksek bir motivasyonla çalıştıkları gözlenmiştir. Kurum kültüründe takım çalışmalarının iyileştirilmesi ile şirket içi iletişimi artırmakta ve tüm verimlilik artırıcı çalışmalarında başarıyı ve sürdürülebilirliği birlikte getirmektedir [6],[8].

Orta Anadolu’da yürütülen enerji Enerji Yönetim Sistemi çalışmaları, Sanayide Enerji Verimliliği Projesi sayesinde; daha etkin bir şekilde yönetilmeye başlanmıştır.

2.BÖLÜM

GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Tez Aşamaları

Bu tez çalışması iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada konuyla ilgili literatür taraması yapılmış ve yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir. Bu tarama sonucunda elde edilen bulgulardan teorik kısımlar derlenmiştir. İkinci aşamada ise Kayseri’de faaliyet gösteren Orta Anadolu Tekstil firmasında proses incelemesi yapılarak karşılaşılan sıkıntıların gerekçeleri alınan fiili ölçümlerin değerlendirilmesi ile ele alınmıştır. Bunun yanı sıra denim üretim tesisinde Terbiye prosesi adımları incelenmiş ve tüketilen enerji miktarlarında göre ÖEK’ler değerlendirilerek en uygun makine tespit edilmiştir.

Günümüzde tekstil üretiminde enerji yoğun çalışan tekstil makinelerine Terbiye İşletmesinde yapılan enerji verimli aksiyonlar incelenerek, atık baca gazındaki enerji miktarının tekrar üretimde değerlendirilmesiyle yakıt tüketiminin azaltılması, dolayısı ile maliyetlerin düşürülmesi hedeflenmiştir. Bu sayede temizlenen bacı gazı ile de temiz üretim, yeşil üretim başlığı vurgulanmaktadır.

2.2. Tekstil Sektöründe Enerji Kullanımı ve Mevcut En İyi Teknikler

Tekstil sanayisinde, farklı faaliyetler ve ürünler ile, proses teknolojileri bakımından önemli çeşitlilikler vardır. Bu da enerji tüketiminin doğasında veya enerjinin genel maliyetler içindeki payında değişikliklerin olmasına sebep olmaktadır. Birçok tekstil fabrikasında son işlem bölümlerinde düşük sıcaklıklarda ısı enerjisi bile tüketimlerde önemli bir masraf olmaktadır. İplik-dokuma bölümlerinde enerji tüketimi genelde %40 elektrik ve %60 ısı şeklinde gerçekleşmektedir. Bu oran Terbiye bölümlerinde ise enerjinin % 70’den fazlası Buhar (Thermal) olarak kullanılmaktadır. Dokuma işletmesinde; üretime geçilmeden önce uygulanan haşıl, dikim/tasarım işletmesindeki

ütüleme prosesi buhar enerjisi gerektiren işlemlerdir. İşletmelerde Dokuma ve Terbiye bölümlerinde kullanılan ısı enerjisi; genel olarak doğalgaz, kömür ve buhardan sağlanırken; konfeksiyonlarda ütüleme için kullanılan enerji direk olarak buhardan veya elektrik enerjisi kullanılarak elde edilmektedir. Doğalgazdan elde edilen enerji ağırlıklı olarak Germe makinelerinde ve Fikse makinelerinde tüketilmektedir. Burada oluşan kayıplar %35 oranlarına kadar varmaktadır. Baca gazından atılan sıcak gazlar kayıp enerjiyi oluşturmaktadır. Bu enerjinin geri kazanılması için çeşitli atık ısı eşanjör uygulaması geliştirilmiştir.

2.2.1. Mevcut En İyi Teknikler (MET)

Mevcut En İyi Teknikler kavramı, Endüstriyel Emisyonlar Direktifinde tanımlanmış olup, aslında maliyet ve faydaları göz önüne alındığında, çevrenin yüksek düzeyde korunmasına konusunda uygulanan en etkili teknikler olarak nitelendirilebilir. MET'lerin, yalnızca bir üretim aşamasında kullanılan teknolojiyi ifade etmediği, bununla birlikte fabrikaların tasarlanma, kurulma, işletme ve bakım biçimlerini de yönlendirdiğini bilmek gerekir. Bazı MET'ler, basit uygulamalar olduğundan herhangi bir yatırım gerektirmemektedir. İşletmelerdeki uygulamalarda, verilen bir tekniğin MET olarak değerlendirilebilmesi için, aşağıdaki kriterler göz önünde bulundurulmalıdır [2];

- Eğer söz konusu teknik herhangi bir MET referans dokümanında (BREF) MET olarak bahsediliyorsa o zaman MET'tir.
- Eğer herhangi bir MET referans dokümanında (BREF'ler) MET olarak bahsedilmiyorsa, söz konusu metod Entegre Çevre İzni yönetmeliğinin Ek III listesinde yer alan şartlar göz önünde bulundurularak MET olup olmadığına bakılmalıdır. Bahsedilen şartlar şunlardır:

- 1- Düşük atık oluşumuna sebep olan teknolojilerin kullanımı,
- 2- Proseste kullanılan mamül kumaşın ve mümkün olduğu durumlarda atıkların geri kazanımının geliştirilmesi,
- 3- Endüstriyel anlamda başarı ile denenmiş benzer proses, tesis veya işletme teknikleri,
- 4- Bilimsel metod ve bilgidaki teknolojik gelişim ve değişiklikler
- 5- İlgili emisyonların doğası, sanayiye etkileri ve hacmi,
- 6- Yeni kurulacak veya kurulmuş tesislerin üretime geçme zamanları,

- 7- Mevcut en iyi tekniklerin uygulanmasına biran evvel geçilmesi için gerekli süre,
- 8- Proseste kullanılan tüm hammaddelerin kalitesi ve tüketimleri ile enerji verimliliği,
- 9- Özellikle emisyonların doğadaki genel etkisinin ve riskleri önleme ya da en aza indirmenin gerekliliği,
- 10- Uluslararası kamu kuruluşları tarafından yayınlanmış bilgiler

2.2.2. Kurumsal Temeller ve Tekstil Sektörü İçin Dünya’da Uygulanan MET Örnekleri

Avrupa ülkelerinde yüksek düzeyde bir kirleticisi olan endüstrilere, yeterli düzeyde çevre koruma sağlayabilmeleri amacıyla Mevcut En İyi Teknikleri (MET) uygulama yükümlülükleri getirilmekte olup, bu yükümlülükler başlıca 4 prensibe dayandırılmaktadır [2];

- Zorunlu kullanım izin sistemi ile birlikte, çevresel etkilerine kapsamlı bir yaklaşım (hava, su, enerji, atık üretimi vb): Bu yetkilendirme prosedürü şartların ana hatlarını belirler ve endüstriyel tesisler için kurallar ve teknik kılavuzlar yaratır.. Bu genel yaklaşım aynı zamanda, bu direktifin uygulamaya konulmasında etkin otoriteler arasında koordinasyon gereksinimi anlamına gelir. Başlıca prensiplerinin işletme düzeyinde bütünleşmesine yardımcı olacak bir teknik belirlemez.
- Esneklik ve kişiselleştirme: Amaç, yerel şartların dikkate alınmasını sağlamaktır.
- MET uygulamasının sağlanması: Avrupa’da üye ülkeler arasında BREF’lere (BAT Referans Belgelerine) neden olan MET’lerle ilgili bilgi değişimi
- Tüm paydaşların daha fazla katılımlarının sağlanması

Abdel-dayem ve Mohamad (2001), tekstilde güneş enerjisini panelleri sayesinde elde edilen enerjinin kullanmanın uygulanabilirliğini araştıran bir çalışma yapmışlardır [9].

Palanichamy ve ark. (2001), bir tekstil firmasında enerji koruma projesi yürütmüşlerdir. Üretimle ilgili ve üretimi destekleyen işletmelerde bir enerji denetlemesi sırasında

belirlenen sorunlar için önlem olarak önemli ölçüde enerji tasarruflarının yapılabileceğini göstermişlerdir [10].

Hall (2002), 3 tekstil tesisinde gerçek zamanlı bir otomasyonlu su yönetim sisteminin kurulmasıyla kanalizasyon, su, elektrik ve kimyasal madde maliyetlerinde tasarruf sağlanabileceğini göstermiştir [11].

Palanichamy ve Sundar (2005) kendi çalışmalarında, tekstil endüstrisinde ekipman operasyon değişiklikleri, yapısal modifikasyonların inşa edilmesi ve makine aksesuarlarında değişiklikler gibi risk önlemlerini benimseme deneyimlerini paylaşmışlardır. Ayrıca, enerjide azalmayı ve sera gazlarının hesaplanan yıllık azalmasını da göstermişlerdir [12].

Muneer ve ark. (2006) bir boyama fabrikasında lamelli tipte gömülü güneş su ısıtıcısının enerji tasarrufu açısından en uygun seçim olduğunu bildirmişlerdir [13].

Hong ve ark. (2010), 303 tekstil firmasının enerji tasarruf planını uygulamaya koyarak yaptığı enerji tasarruflarının önemli ölçüde olduğunu ve üretimdeki tasarruflar ve üretim destek sistemleri aracılığı ile egzoz emisyonlarını belirli bir miktar azalttığını bildirmişlerdir. Bu tür sonuçlar, tekstil sanayisindeki enerji kullanıcılarının enerjiyi koruma yöntemleri bulmalarına yardımcı olduğunu düşünülmektedir [14].

2.2.3. Tekstil Sektörü İçin Türkiye’de Uygulanan MET Örnekleri

Öztürk (2004), enerjinin verimli kullanılması, kayıpların tanımlanması ve fabrikalarda bu tür kayıpların azaltılması için çeşitli enerji koruma önlemleri sunmuştur [15].

Kocabaş ve ark. (2009), tekstil üretim prosesinde su ve enerji tüketiminin azaltılması için zorunlu olan en iyi mevcut teknik (MET) önlemlerinin uygulanmasının sonuçlarını sunmuşlardır [16].

Pulat ve ark. (2009), bir tekstil fabrikasında atık ısı geri kazanım sisteminin sudan-suya kabuk ve tüplü ısı değiştiricisi ile birlikte uygulandığı bir durum çalışmasını açıklamışlardır [17].

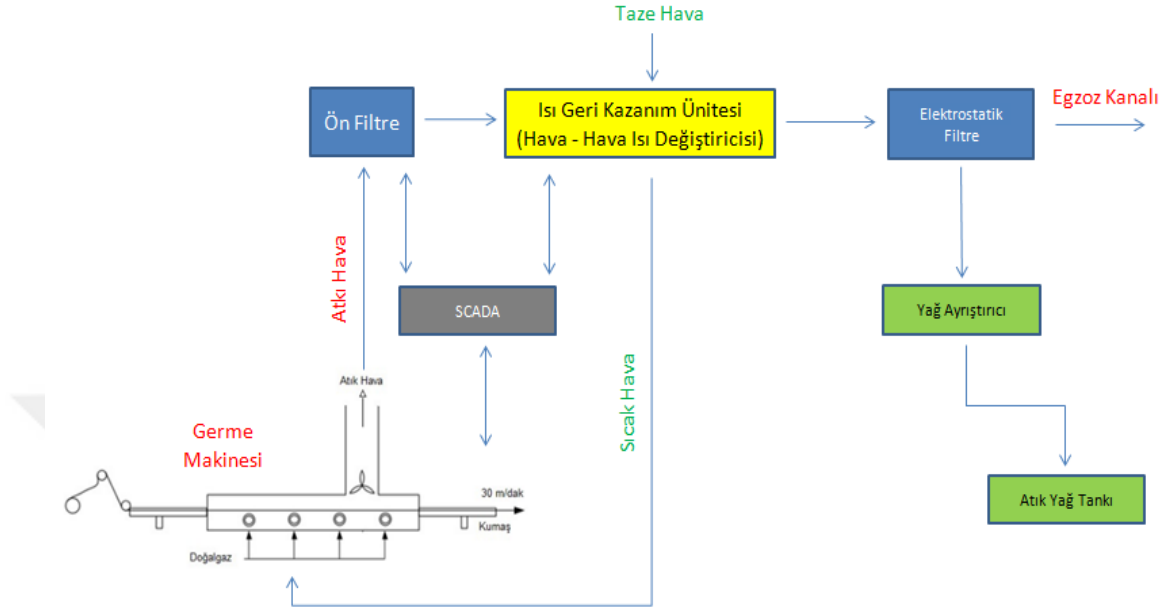
Palamutçu (2010), tekstil fabrikalarının enerji tüketimlerini incelemiş ve birim kalitelenmiş kumaş başına düşen elektrik tüketiminin aslında bilinen miktarlardan daha yüksek oranda olduğunu belgelemiştir. Ayrıca, fabrika yöneticilerinin enerji yönetim uygulamaları hakkında bilgilerinin ve farkındalıklarının hedeflenen düzeyde olmadığını da belirtmiştir [18].

2.3. Atık Gazlardan Isı Geri Kazanımı Yöntemi

Yöntemin amacı; Tesislerde bulunan yakma ünitelerine ait emisyon bacalarından atmosfere verilen yüksek sıcaklıktaki ısıнын tutularak, atmosfere verilen ısı miktarının düşürülmesi, yakılan yakıt miktarının azaltılması ve geri kazanılan ısıнын tekrar proseste kullanılmasıdır.

Yöntemin Çalışma Prensipleri; Yakma sisteminden bacaya gönderilmek üzere çıkan emisyon gazları genellikle yakma sisteminin çalışma rejimi sıcaklığından 30°C ile 80°C daha yüksek olmaktadır. Yakma sisteminin çalışma sıcaklığı ve buna bağlı olarak emisyon gazı çıkış sıcaklığı arttıkça, emisyon gazları vasıtası ile çevreye atılan enerji miktarı da yükselmektedir. Bacadan atılan atık ısıнын bir kısmının geri kazanılması sistemin verimini yükselterek yakıt tasarrufu sağlayacaktır. Emisyon bacalarına takılan ekonomizerler ısı veya güç üretim tesislerinde kazanlardan çıkarak bacaya verilen emisyon gazları üzerinde bulunan ısıнын belli bir bölümünü, bünyelerinde döndürülen suya aktararak, geri kazanmak amacıyla kullanılırlar. Yakma sisteminin emisyon gazı çıkış sıcaklığı, sistemin verimine, çalışma rejimine, brülör-kazan uyumuna ve yakılan yakıt cinsine bağlı olarak belirli bir büyüklükte olur. Ekonomizerler gaz çıkış sıcaklığını ise, kullanılan yakıtın çeşidi ve ısıнын aktarılacağı maddenin çalışma şartları belirler. Herhangi bir ekonomizerde geri kazanılabilecek ısıнын büyüklüğü yakma sistemi emisyon gazının çıkış sıcaklığına bağlı olduğu gibi emisyon gazının ekonomizerden atılış sıcaklığına da bağlıdır. Ekonomizere giren ve çıkan emisyon gazlarının sıcaklıklarının farkı ne kadar büyük olursa geri kazanılan ısı, dolayısıyla verim artışı da o kadar büyük olur. Bir ekonomizerde, doğalgaz ya da benzer gaz yakıtlı kazanlarda 140°C, fuel oil ve kömür yakıtlı kazanlarda 220 °C ve daha büyük emisyon gazı sıcaklıklarından ekonomik olarak yararlanmak mümkündür. [5].

Bununla birlikte yüksek ısılı atık baca gazının yoğun olduğu Germe makinelerinde en yaygın olarak kullanılan tekniklerden birisi de Isı Geri Kazanım Ünitelerinin kullanımıdır.



Şekil 2.1 Isı Geri Kazanım Ünitesi Hava Akış Şeması

Belirtilen tesiste Terbiye İşletmesi atık hava bacaları çıkışlarında yüksek doğalgaz tüketiminin olduğu makinelerde Isı Geri Kazanım sistemi için hesaplamalar yapılmıştır.

Tablo 2.1 Orta Anadolu Üretim Prosesleri

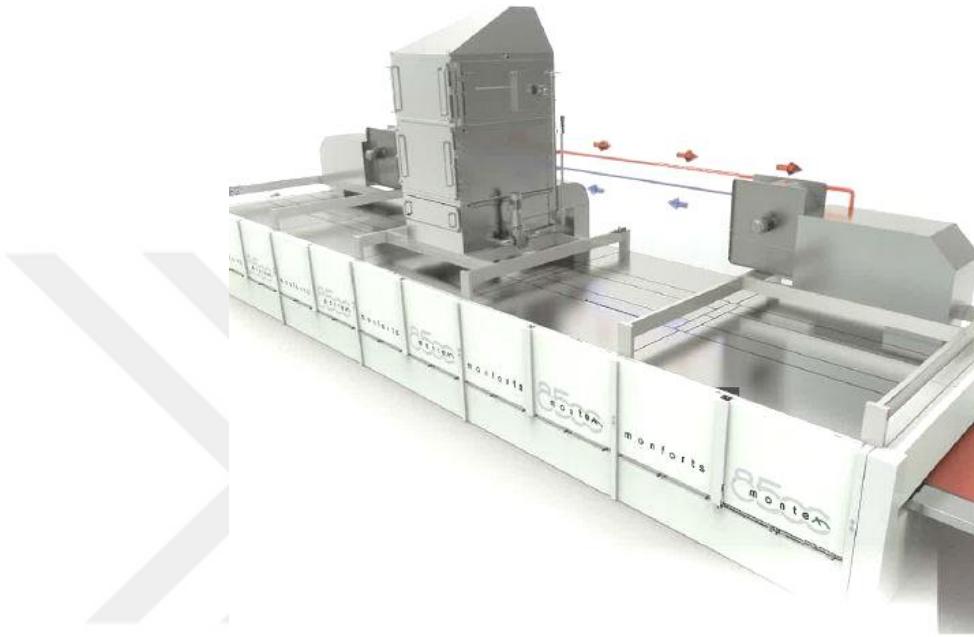
Tesis Adı	Boyama		Ağartma		Merserizasyon		Baskı		Terbiye		Kostik Kullanımı	
Orta Anadolu	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Var	Yok
	X		X		X			X	X		X	

Tablo 2.2 Orta Anadolu MET Teknikleri

Tesis Adı	Kostik Geri Kazanım Yöntemi		Atık Gazdan Geri Kazanım Yöntemi		Atık Sudan Geri Kazanım Yöntemi	
Orta Anadolu	Mevcut	Mevcut Değil	Mevcut	Mevcut Değil	Mevcut	Mevcut Değil
	X		X			X

Bu teknikle işletme içinde enerji geri kazanım sistemlerinden MET olarak kabul görecekt uygulamaların yanı sıra atık ısı ger kazanım sistemi için de çalışmalar yapılmıştır.

Germe ve fıkse işlemleri için kullanılan ve doğal tüketimi ile çalışan Thermex makinelerinde Isı Geri Kazanım üniteleri ile yapılan çalışmalara yer verilmiştir.



Şekil 2.2 Orta Anadolu Germe 3 Makinesi Üzerinde Isı Geri Kazanım Ünitesi

3.BÖLÜM

ISI EŞANJÖRÜ SEÇİMİ VE HESAPLAMALAR

Isı eşanjörleri sürekli halde çalışırlar. Potansiyel ve kinetik enerjiler akışkanların entalpilerine göre çok daha küçüktür. Bu terimler ihmal edilebilir. Ayrıca, ısı değiştiricinin dış yüzeyi çevreye ısı kaybı olmayacak şekilde mükemmel yalıtılmış olarak kabul edilebilir ve ısı transferi sadece iki akışkan arasında gerçekleşir. Nanoteknolojik ısı yalıtım teknolojileri ile ısı üretim verimleri en üst seviyeye çıkarılmalıdır. Bu durumda Termodinamiğin Birinci Kanunu aşağıdaki şekilde yazılabilir;

$$Q = \dot{m}_h c_{ph} (T_{h1} - T_{h2}) = \dot{m}_c c_{pc} (T_{c2} - T_{c1}) \quad (3.1)$$

Bu denklemde; $\dot{m}_h$ ve $\dot{m}_c$ sırası ile sıcak ve soğuk akışkanın kütleli debisi (kg/sn), c_{ph} ve c_{pc} sırası ile sıcak ve soğuk akışkanın özgül ısısı (J/kgK), T_{h1} ve T_{h2} sıcak akışkanın giriş ve çıkış sıcaklıkları (°C), T_{c1} ve T_{c2} soğuk akışkanın giriş ve çıkış sıcaklıkları (°C) Eşanjörün toplam ısı transferi boyunca ısı transfer hızı;

$$Q = UA_s \Delta T_m F \quad (3.2)$$

olarak Newton'un Soğuma Kanununa benzer şekilde de ifade edilebilir, burada U toplam ısı transfer katsayısı, A_s toplam ısı transfer alanı ve ΔT_m iki akışkan arasındaki uygun ortalama sıcaklık farkı, F ise düzeltme faktörüdür. Burada toplam yüzey alanı A_s , ısı değiştiricinin boyutlarının kullanılmasıyla tam olarak bulunabilir. Ancak toplam ısı transfer katsayısı U ve iki akışkan arasındaki logaritmik sıcaklık farkı ΔT_m nin değişimleri göz önüne alınarak tanımlanmıştır.

Isı eşanjörü içindeki ile ısı eşanjörüne kadar olan boru veya kanal kısmındaki basınç kayıpları ayrı ayrı bulunduktan sonra, hepsinin toplam hesaplanarak, sistem içindeki sıcak ve soğuk akışkanları hareket ettirebilmek için gerekli pompa gücü aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır;

$$P = \frac{m \Sigma(\Delta P)_T}{\rho \eta} \quad (3.3)$$

Burada; pompa gücü (W) P, akışkanın kütleli debisi (kg/s) m, sistemdeki toplam basınç kaybı (Pa) $\Sigma(\Delta P)_T$, akışkanın ortalama sıcaklığının yoğunluğu (kg/m³) ρ , pompanın verimi η ile gösterilmektedir.

Teknik ve ekonomik açıdan yaklaşıldığında, tüm ısı eşanjörlerinde, ısı transferi ve basınç düşümü arasında çok hassas bir denge söz konusudur. Aynı ısı kapasite tasarımı yapılacak ısı eşanjöründe, akışkan hızlarının artırılması, ısı taşınım katsayısını dolayısıyla toplam ısı transfer katsayısını artırır, daha küçük ve hafif ısı geçiş yüzeyli (kompakt) ve daha düşük yatırım masraflı ısı eşanjörlerine imkân sağlar Akışkanların basınç düşüşleri ve kütleli debinin en aza indirilmesi dolayısıyla akışkan hızlarının düşürülmesi ile ısı değiştiricisinin işletme maliyetini en aza indirilmesi ancak ısı değiştiricisinin boyutunu ve ilk yatırım maliyetini en yüksek seviyeye yükseltir. Pratik bir kural olarak, kütleli debinin iki kata çıkarılması ilk yatırım maliyetini yarı yarıya azaltır fakat pompalama veya fan gücünü yaklaşık sekiz kat artırır.

Sonuç olarak; hem basınç düşüşü hem de aşınma (ömür), boru titreşimleri ve gürültüden sakınmak için akışkanlarda düşük hızların seçilmesi uygun olacaktır. Burada belirtilen özellikle maliyet konusundaki hususlar; bütçe kısıtlamaları ve paranın amaç olmadığı işlevselliğinin amaç olduğu yerlerdeki özel durumlarda, örneğin uydularda ve nükleer santraller gibi işlevselliğin önemli olduğu durumlarda geçerli değildir. Normal olarak ısı eşanjörü ne kadar küçük ve hafif ise tercih sebebidir. Bu durum boyut ve ağırlık özellikleri sınırlı olan otomotiv ve uydu endüstrisinde önem arz eder. Servis kolaylığı, emniyet, güvenilirlik ve düşük bakım maliyeti gibi faktörler ısı eşanjörünün seçiminde önemli rol oynarlar.

3.1. Hesaplamalarda Kullanılan Veriler

Sıcak su girişi: $T_{1g}=90^{\circ}\text{C}$

Soğuk su girişi: $T_{2g}=10^{\circ}\text{C}$

Soğuk su çıkışı: $T_{2ç}=50^{\circ}\text{C}$

Sıcak su debisi: $m_1=15 \text{ kg/sn}$

Soğuk su debisi: $m_2=10 \text{ kg/sn}$

Eşanjörde kullanılan boru malzemesi: Çelik

Eşanjörde kullanılan boruların iç çapı: 19 mm

Eşanjörde kullanılan boruların dış çapı: 25 mm

Isı eşanjörlerinin ısı hesaplamalarında yapılan kabuller;

1. Sürekli rejim şartları geçerlidir.
2. Isı eşanjörü çevreye ısı kaybı ihmal edilecek kadar iyi yalıtılmıştır.
3. Isı eşanjörünün içinde ayrıca bir ısı üretici yoktur.
4. Her bir akışkanın ısı ve fiziksel özellikleri sabit alınmıştır.
5. Toplam ısı transfer katsayısı ve kirlenme faktörleri sabit ve üniformadır.
6. Akışkan akımlarının kinetik ve potansiyel enerji değişimleri ihmal edilmiştir.

3.2. Sıcak ve Soğuk Akışkan Özellikleri

Soğuk akışkanın aldığı ısı sıcak akışkanın verdiği ısıya eşit olduğundan soğuk akışkan için verilen özellikler (1) nolu denklemde yerine yazılırsa soğuk akışkanın aldığı ısı yaklaşık olarak 1671348 W bulunur. Soğuk akışkanın çıkış sıcaklığı $T_{1ç}=65^{\circ}\text{C}$ kabul edildi ve özgül ısı $c_p=4195 \text{ J/kgK}$ olarak okundu. Buna göre ısı kapasite hesaplandı ve $T_{2ç}=63.43^{\circ}\text{C}$ olarak bulundu.

Tablo 3.1 Soğuk Akışkanın Özellikleri

T_g	$T_ç$	m	P	ρ	c_p	μ	ν	k	Pr
10 $^{\circ}\text{C}$	50 $^{\circ}\text{C}$	10 kg/sn	4275.03 Pa	995.74 kg/m^3	4178.37 J/kgK	0.8e-3 Pas	0.804e-6 m^2/sn	0.6174 W/mK	5.42 -

Tablo 3.2 Sıcak Akışkanın Özellikleri

T_g	$T_ç$	m	P	ρ	c_p	μ	ν	k	Pr
90 $^{\circ}\text{C}$	63.43 $^{\circ}\text{C}$	15 kg/sn	41630 Pa	973.7 kg/m^3	4195 J/kgK	0.365e-3 Pas	0.375e-6 m^2/sn	0.668 W/mK	2.3 -

Soğuk akışkan (gövde) tarafındaki hesaplamalar;

$$\text{Akışkan hızı} \quad U_{soğ} = \dot{m}_{soğ} / \rho_{soğ} A_{soğ} \quad (3.4)$$

$$\text{Reynolds sayısı} \quad Re = \frac{U_{soğ} d_e}{\nu} \quad (3.5)$$

$$\text{Nusselt sayısı} \quad Nu = j_{h,K} Re Pr^{1/3} (\mu / \mu_o)^{0.14} \quad (3.6)$$

$$\text{Taşıyım katsayısı} \quad h_d = \frac{Nu k}{d_e} \quad (3.7)$$

Şaşırtma levhası kesmesini %35 kabul ile $j_{h,K}=3,5 \times 10^{-3}$ alınarak taşıyım katsayısı $d_h=9016 \text{ W/m}^2\text{K}$ olarak bulundu. Sıcak akışkan (boru içi) tarafındaki hesaplamalar;

$$\text{Boru sayısı} \quad n = \frac{\dot{m}_{sıc}}{\rho_{sıc} A_{sıc} U_{sıc}} \quad (3.8)$$

$$\text{Reynold Sayısı} \quad Re = \frac{U_{sıc} d_h}{\nu} \quad (3.9)$$

$$\text{Nusselt sayısı} \quad Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.4} \quad (3.10)$$

$$\text{Taşıyım katsayısı} \quad h_i = \frac{Nu k}{d_h} \quad (3.11)$$

Toplam boru sayısı **545** olarak bulunan eşanjörün boru içerisindeki akışkanın ısı taşıyım katsayısı $h_i = 8247 \text{ W/m}^2\text{K}$ olarak ve eşanjör boyu **0,68 m** olarak bulunur. Sıcak ve soğuk akışkan tarafındaki ısı taşıyım katsayıları hesaplandıktan sonra gerekli kabuller yapıldığında toplam ısı transfer katsayısı $U=4295 \text{ W/m}^2\text{K}$ olarak bulunur.

3.3. Basınç Kayıpları Hesabı

$Re = 22000$ ve şaşırtma levhası kesmesinin % 35 olduğu kabulü ile $J_{h,k} \approx 3,5 \times 10^{-3}$ bulunur

$$\Delta P_{gövde} = 8 J_{h,k} \frac{D_G}{d_e} \frac{L}{e} \frac{\rho u_m^2}{2} \left(\frac{\mu}{\mu_0} \right)^{-0.14} \quad (3.12)$$

$$\Delta P_{gövde} = 8 \times 0,0035 \frac{140}{8,8} \frac{680}{50} \frac{995 \times 2,01^2}{2} \left(\frac{365}{528} \right)^{-0.14} \quad (3.13)$$

$\Delta P_{gövde} \approx 12822 \text{ Pa}$ olarak bulunur.

Sıcak ve soğuk akışkanın eşanjör içinde yönlendirilmesi aşağıdaki parametrelerin değerlendirilmesi ile kararlaştırılır.

1. Belirli bir çalışma periyodundan sonra ısı eşanjör yüzeyleri üzerine zamanla akışkanlar içinde bulunabilen parçacıklar, metal tuzları veya çeşitli kimyasal elemanlar kireç ve tortu gibi birikebilir. Dolayısı ile boru demetinin gövde tarafını temizlemek zor olduğundan kirlilik etkisi düşük olan akışkanın gövde tarafında olması daha uygundur.
2. Korozi ortamda çalışan eşanjör tasarımında oksidesyonu da önleyecek korozyon ve aşınma direnci yüksek alaşımlı malzeme kullanılır. Gövde yerine borular alaşımlı malzemeden yapılırsa maliyet oldukça azalır. Dolayısı ile korozi akışkan borulardan geçirilmelidir.
3. Yüksek sıcaklıktaki akışkanın gövde tarafında olması gövde yalıtımı gibi ek tesis masraflarına neden olduğu gibi, 15 bar'ın üstündeki basınç veya 150 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda doğabilecek ısıl veya yapısal gerilme etkileri emniyet sonuç değerlerini düşürür. Dolayısıyla yüksek sıcaklıklı akışkan boru tarafında olmalıdır.
4. Yüksek basınç özellikle gövde boru çapının büyük olmasına neden olduğu gibi eşanjör maliyetini de artırır. Dolayısıyla yüksek basınçlı akışkanın boru tarafında olması gerekir. Bu durum özellikle boyut (küçüklük) ve ağırlık (hafiflik) gerekleri oldukça kısıtlı olan otomotiv ve uzay teknolojisinde önem arz eder.
5. Kütleli debisi düşük olan akışkan gövde tarafında olmalıdır. Gövde tarafında saptırıcılar vasıtası ile düşük Reynolds sayılarında dahi türbülanslı akım elde edilebilir.
6. Akışkan gövde tarafında aktığında lamine akım özelliği gösteriyor ise borular içinden geçirilmelidir. Çünkü boru tarafında ısı geçişi ve basınç düşümünün hesaplanması daha kolay ve hassas yapılabilir.
7. Herhangi bir sızma sonucu çalışan personelin sağlığını tehdit eden akışkanlar eşanjörün sızdırmaz kısmında olmalıdır.

Tablo 3.3 Tasarlanan eşanjörün parametreleri

h_2 (W/m ² K)	h_d (W/m ² K)	U (W/m ² K)	A (m ²)	V (m ³)	Toplam Boru Sayısı	Boru Uzunluğu (m)	Kompaktlık (m ² /m ³)
8247,44	9016	4295	9,32	0,116	545	0,68	69,542

4.BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

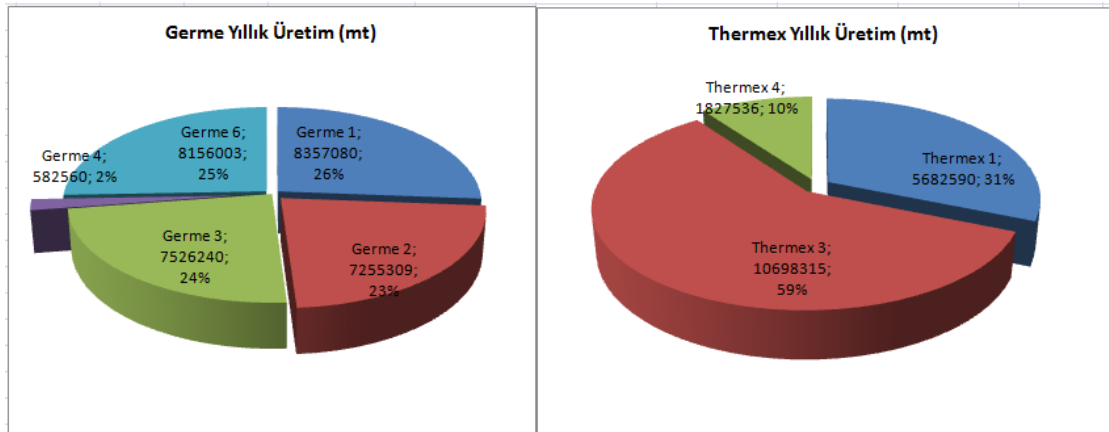
Tesiste bulunan Germe makinesinin bacasında atık gazdan ısı geri kazanım sistemi için çalışmalar yapılmıştır. Bunun için yüksek ısı ile çalışan ve yoğun doğalgaz enerjisi tüketen makineler incelenmiştir. Tablo 3.1’de belirtildiği gibi makinelerin yakma sistemlerine ait yakıt tüketimleri gösterilmiştir.

Uygulama yapılacak makine seçilirken yüksek ısılarda çalışmasına ve sistemin yüklenebilmesi için uygun olmasına bakılarak en yüksek kazanç sağlanmasına dikkat edilmiştir.

Tablo 4.1 Terbiye Makineleri Tüketilen Yakıtlar

#	Makine Adı	Marka	Yıl	Özgül Enerji Tüketimi							
				Doğal Gaz (m³)		Buhar (ton)		Elektrik (kWh)		Su (ton)	
				Kullanım	Sayaç	Kullanım	Sayaç	Kullanım	Sayaç	Kullanım	Sayaç
1	Thermex-1	Monforts	1998	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
2	Kontinü Boya	Morrison	1990	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	Germe-1	Monforts	1998	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
4	Sanfor - 1 (Terbiye Sanfor)	Monforts	1985	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	Sanfor - 3 (Yeni Sanfor)	Morrison	2010	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	Yıkama - 1	Benninger	2004	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗
8	Yıkama - 3	Benninger	2018	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	Thermex-4	Monforts	2007	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
10	Germe-2	Monforts	2004	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗
11	Penek	Energix XL	2008	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗
12	Formula - N	Gaston		✗	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗
13	Sanfor - 2 (Sanfor ODD)	Morrison	1998	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
14	Kalender	Andritz		✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗
16	Kasar	Benninger	2007	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
17	Merserize	Morrison	1991	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
18	Yıkama - 2	Morrison	2007	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
19	Thermex-3	Morrison	2007	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
20	Germe-3	Monforts	2007	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
21	Lisa (Karbon Fırça)	Lafer	2007	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗
22	Şardon	Has Group	2016	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
23	Makas	Has Group	2016	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
24	Germe-4	Monforts	2008	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
25	Germe-6	Has Group	2016	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗
26	Denim Finish-1	Morrison	1998	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
27	Denim Finish-2	Morrison	1998	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
28	Alchemy - 1	Lafer		✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
29	Alchemy - 2	Lafer		✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
30	Buharlama	Sperotto Rimar	2016	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗

Tablo 4.1’de belirtilen yakıt tüketimlerinden Thermex ve Germe makineleri uygulama yapılması için seçilebilecek makineler olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.1 Doğalgaz Tüketen Makineler Üretim Dağılımları

Tablo 4.2 Doğalgaz Tüketen Makineler Yıllık Üretim Miktarları (mt)

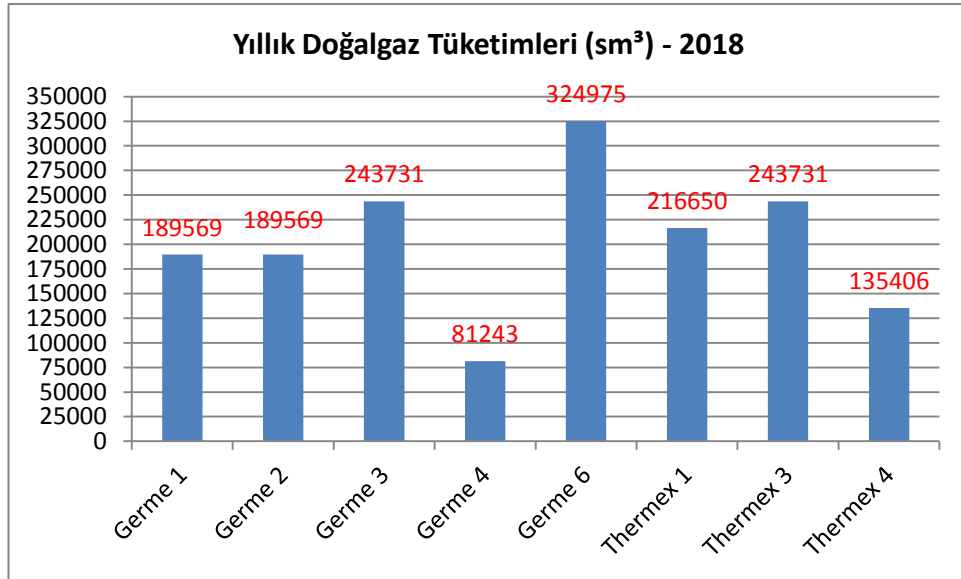
Makinalar	Germe 1	Germe 2	Germe 3	Germe 4	Germe 6
Yıllık Üretim (mt)	8.357.080	7.255.309	7.526.240	582.560	8.156.003
Makinalar	Thermex 1	Thermex 3	Thermex 4		
Yıllık Üretim (mt)	5.682.590	10.698.315	1.827.536		

Doğalgaz tüketimi ile çalışan Terbiye makinelerinin üretim kapasiteleri incelendiğinde Germe 4 gibi kapasitif anlamda üretim değerleri az olan bir makinenin seçilmemesi gereklidir. Aksi taktirde sistemin geri ödeme süresi uzayacaktır. Dolayısıyla üretim randımanları yüksek olan Thermex 3, Germe 1/2/3/6 gibi makineler ile devam edilmiştir [26].

Makinelerdeki doğalgaz tüketimleri de ünitenin maksimum verimle çalıştırılması için bir etken olduğundan seçilen makinelerdeki yıllık doğalgaz tüketimleri de incelenmiştir.

Tablo 4.3 Makineler Bazında Yıllık Doğalgaz Tüketimleri, 2018

Makineler	Yıllık Doğalgaz Tüketimleri (sm ³)
Germe 1	189.569
Germe 2	189.569
Germe 3	243.731
Germe 4	81.243
Germe 6	324.975
Thermex 1	216.650
Thermex 3	243.731
Thermex 4	135.406



Şekil 4.2 Makineler Bazında Yıllık Doğalgaz Tüketimleri, 2018

Yıllık üretim miktarlarına ve Orta Anadolu Tekstil Bütçe Raporlama Birimi'nden alınan yıllık doğalgaz tüketim miktarlarına bakıldığında, yüksek metraj üretimi, yüksek sıcaklıklarda yapan 3 makine, ünite için değerlendirilebilir;

- Germe 3
- Germe 6
- Thermex 3

Bunlar içinden ise Germe 6 ve Germe 3 makineleri 195°C'lerde fıkse işlemleri yapan makineler olduğundan seçilmiştir.

Thermex makineleri ise yapısal olarak Isı Geri Kazanım ünitesini kaldıracak dayanıklılıkta olmadığından ve işletme içindeki yerleri bir başka makineye ısı gönderecek duruma elverişli olmadığından seçilmemiştir.

Tablo 4.4'de görüldüğü üzere Germe ve Thermex makinelerinin ısı geri kazanımı sonrası elde edilen değerler belirtilmiştir.

Tablo 4.4 Yakıt Tüketim Miktarları

Makine Adı	Yakıt Türü	Isı Geri Kazanım Ünitesinden Önceki Enerji Tüketimi	Isı Geri Kazanım Ünitesi Giriş Hava Sıcaklığı	Isı Geri Kazanım Ünitesinden Önceki Enerji Tüketimi	Isı Geri Kazanım Ünitesi Çıkış Hava Sıcaklığı
Germe 1	Doğalgaz	24.000 m ³ /h	95 °C	21.717 m ³ /h	84 °C
Germe 2	Doğalgaz	24.000 m ³ /h	95 °C	21.717 m ³ /h	84 °C
Germe 3	Doğalgaz	25.600 m ³ /h	160 °C	18.754 m ³ /h	140 °C
Germe 4	Doğalgaz	24.000 m ³ /h	85 °C	22.324 m ³ /h	78 °C
Germe 6	Doğalgaz	28.000 m ³ /h	165 °C	21.288 m ³ /h	145 °C
Thermex 1	Doğalgaz	12.000 m ³ /h	135 °C	9.794 m ³ /h	118 °C
Thermex 3	Doğalgaz	12.000 m ³ /h	165 °C	9.123 m ³ /h	145 °C
Thermex 4	Doğalgaz	12.000 m ³ /h	135 °C	9.794 m ³ /h	118 °C

Terbiye işletmesinde bulunan doğalgaz tüketimi yapan tüm makinelerde ısı geri kazanım ünitesi ilave edilmesi durumunda yapılacak kazanım miktarları belirtilmiştir. Buna göre Germe 3 makinesinde %17’lik bir tüketim karlılığı, Thermex 3 makinesinde ve Germe 6 makinelerinde ise %24’lük bir tasarruf elde edilmiştir.

$$[(28.000-21.288)/28.0000] \times 100 = 24\% \quad (4.1)$$

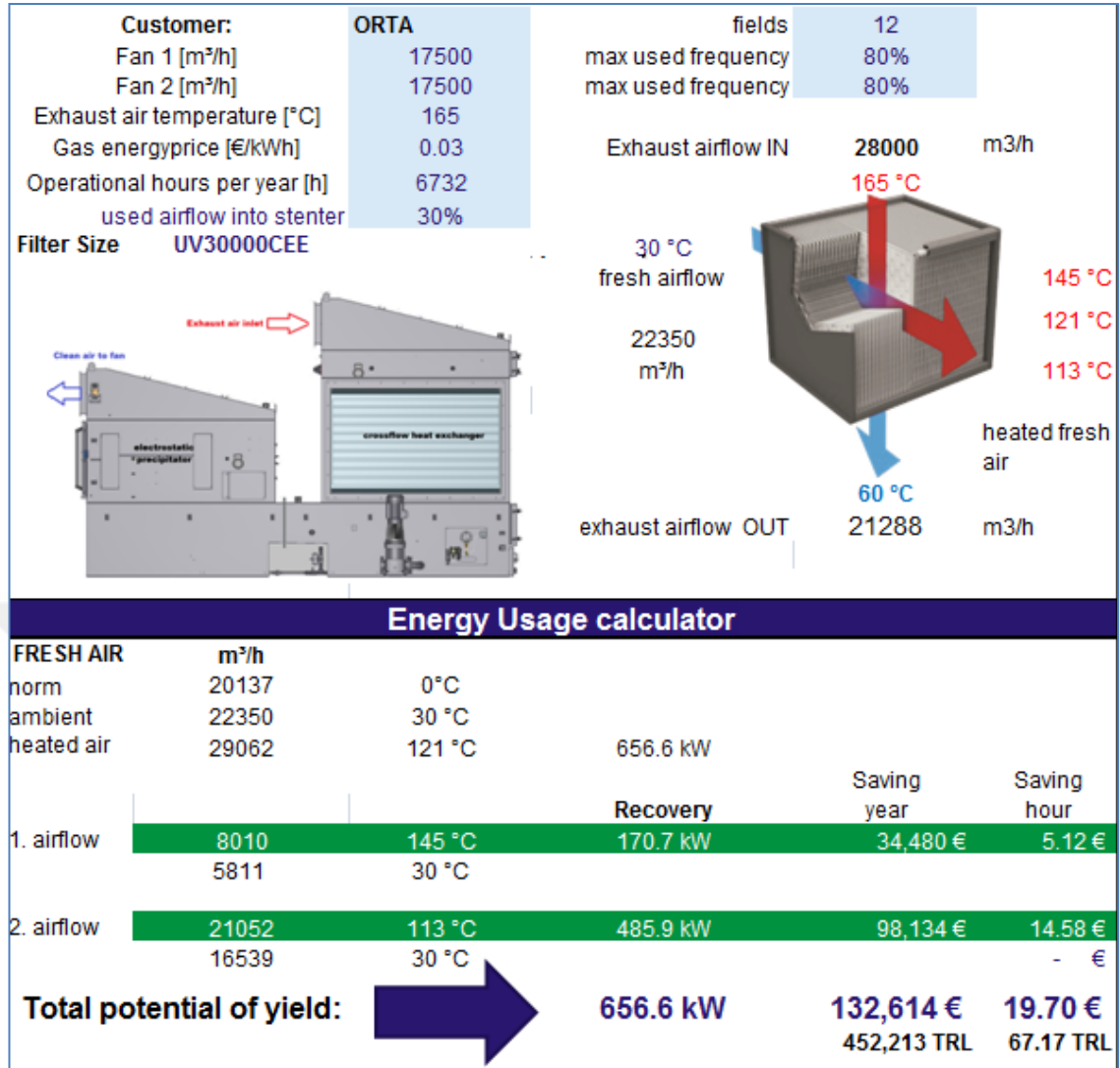
İşletme içinde yapılan proseslere göz atıldığında yüksek ısı kullanımı ile yüksek doğalgaz tüketen makineler içinden bu sistemin kurulması için seçim yapılması durumunda en optimum makinenin **Germe 6** olduğu söylenebilir.

4.1. Germe 6 Makinesi İçin Isı Geri Kazanım Hesabı

Terbiye İşletmesinde 4. Salonda bulunan Germe 6 makinesinde 2 adet 17.500 m³/h’lik debi ile çalışan fan bulunmaktadır.

Makinede thermofikse esnasında max. 195°C’lerde işlem yapılmaktadır. Dolayısı ile alınan ölçümlerde baca çıkış sıcaklıkları, bu çalışma sıcaklarında ortalama 165°C olmaktadır.

Hesaplamalarda gelir/gider analizi için işletmenin yılda 6732 saat çalıştığı ve %80’lik bir verimle çalıştığı ön görülmüştür. Buna göre Şekil 3.3’de görüldüğü üzere Germe 6 makinesinde %24’lük bir enerji kazanımı görülmektedir.



Şekil 4.3 Germe 6 Makinesi Isı Geri Kazanımı

Bu kazanımdan 3 farklı çevrimle elde edilen atık ısının tekrardan kullanılması ile bulunmaktadır. Ünite ilk çevrimde 165°C olan atık baca ısısını 145°C'ye düşürmektedir. Bu ısı ister aynı makinede girdi olarak kullanılabilir, istenilirse bir başka makinede ısıtmada kullanılabilir.

İkinci çevrimde ise 145°C'lik bu girdinin 121°C'lik çıktısı kullanılmaktadır. Bu ısının girdi olarak kullanılmasından sonra da en son 113°C'lik atık ısı elde edilmektedir.

Bu üç çevrim sonrasında elde edilen ısı, proseste ısıtmada kullanıldığında doğalgaz tüketimlerini azaltmakta ve %24'lük bir enerji tasarrufu sağlamaktadır. Aynı zamanda bu elde edilen geri kazanılmış ısı, Germe 6 makinesinin yanında bulunan laboratuvarın ısıtılmasında ya da işletme proses sularının ısıtılmasında da kullanılabilir.

5. BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Enerji Yönetim Sistemine Sistemik Yaklaşım

ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi standardının gerekliliklerinin faydalı yönetilmesi için sistemik bir teknik sunan EnYS metodunun Türkiye’de uygulanmaya başlanması; hem tekstil tesisleri hem de tekstil sektörü çalışanları bakımından oldukça önemli bir gelişmedir. Yapılan enerji verimli projeler sayesinde sektörde yaygınlaştırılan “Enerji Yönetim Sistemi-EnYS”, sistemik bir bakış açısı kazandırarak işletmelerin enerjilerini etkin bir şekilde yönetmeleri konusunda firmalara rehberlik etmiştir.

Orta Anadolu’da çalışanlarla başarmayı hedefleyen yönetim yaklaşımı sayesinde; bütünsel bir bakış açısı ile firmada sürekli iyileştirme kültürü geliştirilmiştir. “Sorunlara birlikte çözüm bulma” eğilimi kapsamında; “Takım Çalışmaları”nın nasıl yönetileceği belirlenmiş ve yaygınlaştırılmıştır. Bu sayede sürekli iyileştirme kültürü şirketin her bir çalışanına yansıtılmıştır. Orta Anadolu’da tüm takım üyeleri ile yapılan birebir görüşmelerde; proje ekibinin yüksek takım ruhuna sahip oldukları görülmektedir. EnYS proje ekibi üyelerinin bu çalışma sayesinde birbirlerini daha iyi tanıma fırsatı bulduklarını ve artan sinerji ile daha yüksek motivasyonla çalıştıklarını söylemek mümkündür. Şirket kültüründe takım çalışmalarının geliştirilmesi, şirket içi iletişimi artırmakta ve tüm verimlilik artırma çalışmalarında başarıyı ve akabinde sürdürülebilirliği getirmektedir.

Firmada yapılan tüm enerji verimli çalışmalar sayesinde; Orta Anadolu’da yürütülen enerji verimliliği proje çalışmaları daha bilinçli ve etkin bir şekilde yönetilmeye başlanmıştır.

5.2. Isı Geri Kazanım Ünitesi İle Temiz Üretim ve Enerji Tasarrufu

Üretimlerde kirlilik kontrolü, tasarım ve üretim aşamalarında kirliliği kaçınılmaz bir sonuç olarak görmekte, kirliliği ortaya çıktıktan sonra, bu soruna çözüm bulmaya çalıştığından (atıkları bertaraf etme ya da arıtma) kuruluşlara önemli miktarlarda ek maliyetler getirmektedir. Oysa ki temiz üretim, kirliliği kaynağında önleme, kaynak verimliliği ve çevre dostu ürün gibi yaklaşımları ile işletmelere çevre performansında yükselişin yanında üretim maliyetlerinde azalma da sağlamaktadır.

Bu araştırmadan elde edilen genel sonuçlar incelendiğinde;

- Araştırmanın yürütüldüğü tesislerde etkin malzeme yönetiminin sağlanması,
- Tesislerde hizmet ve kaynakların doğru seçiminin sağlanması,
- Uygun teknolojileri kullanımı ve üretim proseslerin optimizasyonun yapılması,
- Verimliliği yükselten tasarım yaklaşımının sağlanması,
- Tüm üretim atıklarının azaltılması ve geri dönüşümü ile maliyetlerin düşürülmesi,

$$(162.000/132.000) \times 12 \approx 15 \text{ ay}$$

İşletmede yapılan çalışma ile elde edilen kazancın %24'lük bir enerji tasarrufu ile yıllık 132.000€ olduğu görülmektedir. İlk yatırım maliyetine göre yaklaşık 15 ay geri dönüş süresi olduğu görülmüştür.

Tablo 5.1 Geri Dönüş Hesabı

Performans Göstergesi	Yatırım Maliyeti	Yıllık Tasarruf	Geri Dönüş Süresi
Isı Geri Kazanım Ünitesi ile Yakıt Tüketiminin %24 Azaltılması	162.000 €	132.000 €/yıl	15 ay

KAYNAKÇA

1. UNIDO, Enerji Yönetim Sistemi Uygulaması İçin Pratik Rehber, Sanayide Enerji Verimliliğinin Arttırılması Projesi, 2014
2. Çavuşoğlu, B. (2015) “Tekstil Sektöründe Temiz Üretim Teknolojisi Uygulamaları”.
3. ORTA ANADOLU, Enerji Yönetim Sistemi Sunumu, 8. Enerji Verimliliği Fuar ve Forumu, İstanbul, Ocak 2017.
4. Sert, M. Ö., Eyidoğan, M., Kılıç F., Kaya, D. (2017) “Bir Entegre Tekstil Üretim İşletmesinde Enerji Verimliliği Çalışması”.
5. Gelir, B. Ç. (2017) “Tekstil Sektöründe Kullanılan Ramöz Makinelerinde Isı Geri Kazanımı İle Enerji Tasarrufu”.
6. Ünal, Z. S., Çelenk, D., Kavak, K. (2017) “Enerji Yönetim Sisteminin Etkili Uygulanmasında Şirket İçi İletişim Ve Kurum Kültürünün Önemi”.
7. **Orta Anadolu Sustainability Report 2014 – 2016**
8. IV. Enerji Verimliliği Kongresi, Enerji ve Gelecek, Bildiriler Kitabı (2017)
9. Abdel-Dayem MA, Mohamad AM (2001), Potential of Solar Energy Utilization in the Textile Industry: a Case Study. **Renewable Energy**, 23: 368–397.
10. Palanichamy C, Nadarajan C, Naveen P, Sundar N (2001). Budget Constrained Energy Conservation - an Experience with a Textile Industry. *IEEE Transactions on Energy*
11. Hall D. (2002), Energy and Water Savings in the Textile Industry. **Journal of Industrial Textiles**, 31: 234–253.
12. Palanichamy C, Sundar N (2005). Second Stage Energy Conservation Experience with a Textile Industry. **Energy**, 33: 603–609.
13. Muneer T, Maubleu S, Asif M (2006). Prospects of Solar Water Heating for Textile Industry in Pakistan. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 10: 1–23.
14. Hong G B, Su T L, Lee J D, Hsu T C, Chen HW (2010). Energy Conservation Potential in Taiwanese Textile Industry. **Energy Policy**, 38: 7048–7053.
15. Öztürk H K (2004). Energy Use and Cost in Textile Industry: A case study for Turkey *Energy*, 33: 2424–2446
16. Kocabaş M, Yükseler H, Dilek BF, Yetiş Ü (2009). Adoption of European Union’s IPPC Directive to a Textile Mill: Analysis of Water and Energy Consumption. **Journal of Environmental Management**, 91: 102–113.

17. Pulat E, Etemoğlu A B, Can M (2009). Waste-heat Recovery Potential in Turkish Textile Industry: case study for city of Bursa. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 13: 663–672.
18. Palamutçu S (2010), Electric Energy Consumption in the Cotton Textile Processing Stages Energy, 35: 2945–2952.
19. Uçak F (2010), Tekstil Terbiye İşletmelerinde Ramöz Makinasında Enerji Tasarrufu. Y. Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
20. Saharma, S. (2012), Energy Management In Textile Industry, International Journal of Power System Operation and Energy Management, 2, 45-49.
21. Melo, M.O., Moreira, R., & Pereira, V. (2015), Productivity and Energy Efficiency: A Case Study In The Textile Industry In Brazil, **Iberoamerican Journal Of Industrial Engineering**, 7, 196-215.
22. Acar, E. (2012), Enerji yoğunluklu bir fabrikanın enerji verimliliği özelinde incelenmesi, Gazi Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
23. Oğulata R. (2004), Utilization of waste-heat recovery in textile drying, **Applied Energy**, 79: 41-49
24. http://www.tr.undp.org/content/turkey/tr/home/operations/projects/poverty_reduction/improving_energy_efficiency_in_industry.html , 07.08.2017
25. <http://www.iso.org/iso-50001-energy-management.html> , 03.07.2017
26. Orta Anadolu, AS400 Üretim Randıman Programı, PR432

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Ramazan GÜNEŞ

Uyruğu: Türkiye (TC)

Doğum Tarihi ve Yeri: 20 Mayıs 1986, Kırşehir

Medeni Durumu: Evli

E-posta: rgunes@ortaanadolu.com

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Ün. Fen Bilimleri Ens. Makine Müh. ABD.	2019
Lisans	Çukurova Üniversitesi, Müh. Fak., Makine Mühendisliği	2010
Lise	Hacı Fatma Erdemir Anadolu Lisesi, KIRŞEHİR	2004

YABANCI DİL

İngilizce