

**ÇİĞ SÜT ÜRETİM İŞLETMESİNDE ENERJİ
YÖNETİM SİSTEMİ ALTYAPISININ
OLUŞTURULMASI**

Aylin DUMAN ALTAN

Doktora Tezi

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU

2017

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

ÇİĞ SÜT ÜRETİM İŞLETMESİNDE ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ
ALTYAPISININ OLUŞTURULMASI

Aylin DUMAN ALTAN

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU

TEKİRDAĞ-2017

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU danıŐmanlıĐında, Aylin DUMAN ALTAN tarafından hazırlanan “Çiğ Süt Üretim İŞletmesinde Enerji Yönetim Sistemi Altyapısının Oluşturulması” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Jüri BaŐkanı : Prof. Dr.Birol KAYIŞOĞLU

İmza :

Üye : Prof. Dr.Türkan AKTAŐ

İmza :

Üye : Prof. Dr.Ali VARDAR

İmza :

Üye : Prof. Dr.Habib KOCABIYIK

İmza :

Üye : Yrd.Doç.Dr.M.Recai DURGUT

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

ÇİĞ SÜT ÜRETİM İŞLETMESİNDE ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ ALTYAPISININ OLUŞTURULMASI

AYLİN DUMAN ALTAN

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU

Bu tezin amacı, çiğ süt üretim işletmesinde enerji yönetimi sistemi alt yapısının kurulmasıdır. Bu amaçla, işletme için bir enerji politikası oluşturulmuştur ve enerji politikasının yerine getirilmesi için işletmede enerji etüdü yapılmıştır. Yüksek enerji tüketimi problemi için ve uygulanması muhtemel projeler için 8D raporları hazırlanarak ilgili süreçlerin kayıt altına alınması, kontrol edilmesi sağlanmıştır. Çalışma, Tekirdağ ili'nde bulunan modern bir çiğ süt üretimi işletmesinde yapılmıştır. Çalışma sonucunda, işletmedeki basınçlı hava hattı sistemlerinin uygun boyutlandırıldığı belirlenmiştir. Ancak, sıcak su hatları izolasyonunun deforme olduğu ve enerji verimli elektrik motorları kullanılmadığı tespit edilmiştir. Aydınlatma sisteminde enerji verimli armatürler kullanılmamaktadır. Önerilen verimlilik artırıcı projelere göre, enerji verimli motorların kullanımı %4,13, aydınlatma armatürlerinin değişimi %50,6, daha verimli chiller kullanımı %38,1, daha verimli ön soğutma eşanjörünün kullanımı %15,7, kompresör emişinin dış ortamdaki alınması %2,4 oranında enerji tasarrufu sağlayacaktır. Çalışma sonucunda önerilen tüm projelerin uygulanması durumunda işletmede yıllık 334719 kWh/yıl enerji tasarrufu sağlanacaktır.

Anahtar Kelimeler : enerji verimliliği, enerji yönetimi, süt soğutma, süt sağım, enerji etüdü

2017, 76 sayfa

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

ESTABLISHMENT OF ENERGY MANAGEMENT SYSTEM INFRASTRUCTURE IN A RAW MILK PRODUCTION ENTERPRISE

Aylin DUMAN ALTAN

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biosystems Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU

The aim of this study is to establish a infrastructure of energy management system in a raw milk production enterprise. For this purpose, an energy policy has been established for enterprise and an energy audit has been conducted to fulfill the energy policy. 8D reports have been prepared both for a high energy consumption problem and projects for possible implementation to the registration and controlled of processes. The study is conducted in a modern raw milk production enterprise in the province of Tekirdağ. As a result of the study, it has been determined that the compressed air line systems in operation are appropriately sized, the insulation of hot water lines is deformed. Energy efficient luminaires are not used in the lighting system. According to proposed efficiency improvement projects, the use of energy efficient motors 4,13%, energy efficient lighting systems 50,6% , more efficient chiller 38,1% , more efficient pre-cooling exchanger 15,7%, external environment for compressor suction 2,4% can achieve efficiency increase. Implementation of all proposed projects in the result of the study will provide 334719 kWh/year energy saving.

Key Words : energy efficiency, energy management, milk cooling, milk harvesting

2017, 76 pages

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	v
ŞEKİL DİZİNİ	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Kavramlar	4
1.1.1. Enerji verimliliği	4
1.1.2. Enerji verimliliği göstergeleri.....	4
1.1.3. Enerji yönetimi	5
1.1.4. Enerji yönetim sistemi.....	6
1.1.5. Enerji etüdü	6
1.2. Çiğ süt üretimi işletmelerinde enerji yönetimi uygulamaları	7
1.2.1 Soğutma sistemleri	7
1.2.2. Basınçlı hava sistemleri	9
1.2.3. Aydınlatma sistemleri.....	13
1.2.4. Su ısıtma	15
1.2.5. Sağım sistemi.....	16
1.2.6. Elektrik motorları	17
2. LİTERATÜR	18
3. MATERYAL ve YÖNTEM	23
3.1 Materyal.....	23
3.1.1. Ölçümlerin yapıldığı çiğ süt üretim işletmesi.....	23
3.1.2. Enerji etüdü için kullanılan ölçüm cihazları.....	29
3.2. Yöntem	30
3.2.1. Genel hesaplamalar.....	32
3.2.2. Basınçlı hava hattı kontrolü.....	34
3.2.3. Soğutma sistemi ölçümleri	35
3.2.4. Önerilen verimlilik arttırıcı projeler (VAP).....	36
3.2.4.1. Enerji verimli motorların kullanımı ile sağlanan enerji kazanımı	36
3.2.4.2. Kompresör emişinin dış ortamdan yapılması	36
3.2.4.3. Kompresör ısısının geri kazanımı.....	36
3.2.4.4. Aydınlatma armatürleri değişimi	36
3.2.4.5. Ön soğutma eşanjörünün değişimi	36
3.2.4.6. Mevcut chillerin daha verimli chiller ile değişimi.....	36
3.2.4.7. Süt soğutma sistemi için ısı geri kazanımı	40
3.2.4.8. Sıcak su hattı izolasyonu	40
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	42

4.1 Enerji Politikası	42
4.2. Sistemlerin Değerlendirilmesi	42
4.2.1. Vakum pompaları	42
4.2.2. Basınçlı hava sistemi	43
4.2.3. Basınçlı hava hattı kontrolü	44
4.2.4. Soğutma sistemi.....	45
4.2.5. Sıcak su üretim sistemi	48
4.3. VAP Değerlendirilmesi	52
4.3.1. Enerji verimli motorların kullanımı ile sağlanan enerji kazanımı	52
4.3.2. Kompresör emişinin dış ortamdan yapılması projesi	53
4.3.3. Kompresör ısıısının geri kazanımı projesi.....	54
4.3.4. Aydınlatma armatürleri değişimi projesi.....	55
4.3.5. Ön soğutma eşanjörünün değişimi projesi	56
4.3.6. Mevcut chillerin daha verimli chiller ile değişimi projesi.....	57
4.3.7. Süt soğutma sistemi için ısı geri kazanımı	58
4.3.8. Sıcak su hattı izolasyonu	59
4.4. 8D Raporları	59
4.4.1. Enerji yönetim sistemi 8D raporu.....	59
4.4.2. Aydınlatma sistemi 8D raporu.....	60
4.4.3. Isı geri kazanım sistemi 8D raporu.....	61
5. SONUÇLAR.....	62
6. KAYNAKLAR.....	66
EK1: 8D Rapor Formatı	71
EK2: Enerji Politikası Dokümantasyonu	72
EK3 : Enerji Yönetim Sistemi 8D Raporu	73
EK4 : Aydınlatma Sistemi 8D Raporu	74
EK5 : Isı Geri Kazanım Sistemi 8D Raporu	75
7. ÖZGEÇMİŞ	71

ÇİZELGE DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1. Armatür tiplerinin karşılaştırması	15
Çizelge 1.2. Verimlilik sınıflarının karşılaştırılması	17
Çizelge 3.1. İşletmeye ait veriler	23
Çizelge 3.2. Süt soğutma tankının teknik özellikleri.....	24
Çizelge 3.3. Kompresör-1'e ait teknik veriler	24
Çizelge 3.4. Kompresör-2'e ait teknik veriler	25
Çizelge 3.5. Basınçlı hava tankının teknik verileri.....	25
Çizelge 3.6. Hava kurutucunun teknik verileri.....	25
Çizelge 3.7. Vakum pompalarını tahrik eden elektrik motorlarına ait veriler.....	28
Çizelge 3.8. Ölçüm cihazları ve ölçüm noktaları	30
Çizelge 3.9. Elektrik motorları verim standartları tablosu	37
Çizelge 4.1. Kompresör-tank arası basınçlı hava hattına ait ölçüm ve hesaplar	45
Çizelge 4.2. Tank- kurutucu arası basınçlı hava hattına ait ölçüm ve hesaplar.....	45
Çizelge 4.3. Soğutma sistemine ait ölçüm ve hesaplar.....	46
Çizelge 4.4. Termal kamera görüntüleri.....	48
Çizelge 4.5. Elektrik motorlarına ait teknik özellikler	52
Çizelge 4.6. Elektrik motorlarına ait enerji kazanım tablosu	53
Çizelge 4.7. Elektrik motorlarına ait toplam enerji kazanım tablosu	53
Çizelge 4.8. Kompresör emişinin dış ortamdan yapılması durumundaki kazanımlar.....	54
Çizelge 4.9. Kompresör ısısının geri kazanımı durumundaki kazanımlar	55
Çizelge 4.10. Mevcut ve önerilen armatürlerin enerji tüketim değerleri.....	56
Çizelge 4.11. Armatürlerin değişimi ile sağlanacak kazanımlar	56
Çizelge 4.12. Ön soğutma eşanjörünün değiştirilmesi ile sağlanacak kazanımlar.....	57
Çizelge 4.13. Verimli chiller kullanımı ile sağlanacak kazanımlar.....	57
Çizelge 4.14. Isı geri kazanım ünitesine ait teknik özellikler.....	58
Çizelge 4.15. Isı geri kazanım ünitesi kullanımı ile sağlanacak kazanımlar	58
Çizelge 4.16. Sıcak su hattı izolasyonu ile sağlanacak kazanımlar	59
Çizelge 5.1. VAP'lara ait hesaplama sonuçları	64

ŞEKİL DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Yıllar bazında sektörel enerji yoğunluğu (Btep/Milyon TL)	2
Şekil 1.2. Çiğ süt üretim işletmelerinde enerji tüketiminin faaliyetlere göre dağılımı	3
Şekil 1.3. Basınçlı hava maliyetleri	10
Şekil 1.4. Bir kompresörde yaklaşık ısı dağılımı şeması.....	11
Şekil 1.5. Uygulanabilir tasarruf noktaları	12
Şekil 1.6. Basınçlı hava tesisatında verimlilik adımları	13
Şekil 3.1. Rotary sisteminin görünümü	23
Şekil 3.2. Basınçlı hava sisteminin akış şeması	26
Şekil 3.3. Basınçlı hava sağlayan kompresör	27
Şekil 3.4. Sıcak su üretim akış şeması.....	28
Şekil 3.5. İşletmede kullanılan vakum pompası	29
Şekil 3.6. ISO 50001: EYS uygulama adımları-PUKÖ döngüsü	30
Şekil 3.7. 8D süreci	31
Şekil 4.1. Basınçlı hava kompresörünün harmonik değerleri.....	44
Şekil 4.2. Ön soğutmada sıcaklık değişimleri	46
Şekil 4.3. Primer ve sekonder devre sıcaklık değişimi.....	47
Şekil 4.4. Termal kamera görüntüsü-kombi su giriş çıkış hattı.....	49
Şekil 4.5. Termal kamera görüntüsü-sıcak su hattı	49
Şekil 4.6. Termal kamera görüntüsü-gidiş-dönüş hattı	49
Şekil 4.7. Termal kamera görüntüsü-kombi su giriş çıkış hattı.....	49
Şekil 4.8. Termal kamera görüntüsü-sıcak su hattı	50
Şekil 4.9. Termal kamera görüntüsü-kalorifer hattı	50
Şekil 4.10. Termal kamera görüntüsü-boyler hattı.....	50
Şekil 4.11. Termal kamera görüntüsü-boyler genel görünüş.....	50
Şekil 4.12. Termal kamera görüntüsü-boyler primer devre çıkış /sekonder devre giriş	51
Şekil 4.13. Termal kamera görüntüsü-boyler primer devre giriş	51
Şekil 4.14. Termal kamera görüntüsü-boyler sekonder devre çıkış	51
Şekil 4.15. Termal kamera görüntüsü-akümülayon tankı	51
Şekil 4.16. Termal kamera görüntüsü-akümülayon tankı giriş hattı.....	52
Şekil 4.17. Termal kamera görüntüsü-akümülayon tankı çıkış hattı	52

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
bTEP	: Bin TEP
EYS	: Enerji Yönetim Sistemi
8D	: 8 Dimension (Boyut)
VAP	: Verimlilik Arttırıcı Projeler
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü

TEŐEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca sahip olduğu bilgi ve tecrübesi ile bu çalışmanın ortaya çıkmasında en çok emeği geçen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Birol KAYIŞOĞLU'na, tez süresince yardımını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Türkan AKTAŐ'a, Sayın Prof. Dr. Habib KOCABIYIK'a, tez savunma jürimde bulunan Sayın Prof. Dr. Ali VARDAR'a ve Sayın Yrd. Doç. Dr. M. Recai DURGUT'a, Biyosistem Mühendisliği Bölümü öğretim elemanlarına, çalışma kapsamında bizlere işletmelerinde deneme yapabilme imkanı veren tüm yöneticilere ve çalışanlarına teőkükürlerimi sunarım.

Bu süreçte benden yardımını ve anlayışını esirgemeyen sevgili eşim İbrahim ALTAN'a, öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi hiçbir desteği benden esirgemeyen saygıdeğer babam Fehmi DUMAN'a, değerli annem Nuran DUMAN'a ve biricik kardeşim Ahmet DUMAN'a en içten sevgilerimi sunarım.

Son olarak, varlığıyla bana güç veren ve alışabilmem için bana fırsat veren canım oğlum Alparslan ALTAN'ıma sonsuz teőkükür ve sevgimi sunarım.

1. GİRİŞ

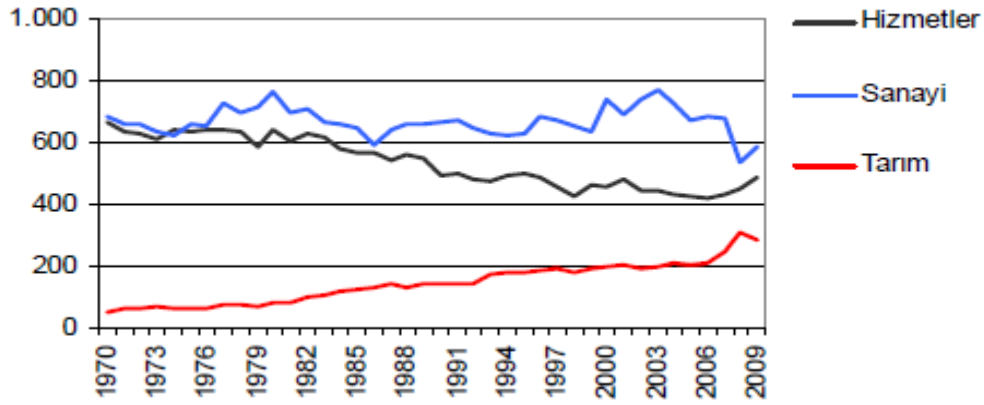
Ülkemizde enerjinin verimsiz kullanılması cari açıkta enerjinin payının yüksek olmasında önemli faktörlerden birisidir. 2013 yılının verilerine göre 56 Milyar \$'lık enerji ithalatı, cari açığın %85'inden fazlasına karşılık gelmektedir (Anonim 2014). Enerji talebindeki artış ve fiyatlardaki oynaklık ile bağıntılı olarak ise, Türkiye ekonomisi dış faktörlere karşı daha kırılgan hale gelmektedir. Bu sebeple, cari dengenin sağlanmasında alınabilecek tedbirler enerji üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu tedbirlerin başında da her türlü enerji kaynağının kullanımında tasarrufa gidilmesi, enerjinin verimli kullanımı gelmektedir. Enerji verimliliği konusunda yapılacak kapsamlı çalışmalarla %2-%3 oranında tasarruf sağlansa bile ülke ekonomisine 4-5 milyar TL civarında katkı sağlanmış olacaktır. Bu sebeple, her alanda enerji verimlilik düzeylerinin belirlenmesine, enerji kaynağının kullanımında tasarrufa gidilmesine ve yenileme çalışmalarıyla en aza indirilmesi enerji açığının giderilmesine ihtiyaç vardır.

Enerjinin etkin kullanılması, enerji israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemek amacıyla 2 Mayıs 2007 tarihinde "5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu" resmi gazetede yayınlanmıştır. Kanun kapsamında, yıllık enerji tüketimi 1000 TEP ve üzeri olan endüstriyel işletmelerde enerji yöneticisi, Organize sanayi bölgelerinde, bölgedeki 1000 TEP'ten daha az enerji tüketimi bulunan endüstriyel işletmelere hizmet vermek üzere enerji yönetim birimi kurulması zorunluluğu getirilmiştir.

Sonraki yıllarda, enerji verimliliği kanununu destekleyen farklı yönetmelikler yürürlüğe konulmuştur. Halen yürürlükte olan "Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmelik" ise, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından 27 Ekim 2011 tarihinde yayınlanmıştır. Bu yönetmelik, enerji verimliliğine yönelik hizmetler ile çalışmaların yönlendirilmesi ve yaygınlaştırılmasında üniversitelerin, meslek odalarının ve enerji verimliliği danışmanlık şirketlerinin yetkilendirilmesine, enerji yönetimi uygulamalarına, enerji yöneticileri ile enerji yönetim birimlerinin görev ve sorumluluklarına, enerji verimliliği ile ilgili eğitim ve sertifikalandırma faaliyetlerine, etüt ve projelere, projelerin desteklenmesine ve gönüllü anlaşma uygulamalarına, talep tarafı yönetimine, elektrik enerjisi üretiminde, iletiminde, dağıtımında ve tüketiminde enerji verimliliğinin artırılmasına, termik santrallerin atık ısılarından yararlanılmasına, açık alan aydınlatmalarına, biyoyakıt ve hidrojen gibi alternatif yakıt kullanımının özendirilmesine ve idari yaptırımlara ilişkin usul ve esasları

kapsamaktadır. Söz konusu yönetmelik ile, enerji yöneticisi görevlendirmekle veya enerji yönetim birimi kurmakla yükümlü endüstriyel işletmelerdeki, organize sanayi bölgelerindeki ve binalardaki enerji yönetimi sistemlerinin, TS ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi-Kullanım Kılavuzu ve Şartlar Standardına uygun şekilde oluşturulması zorunlu kılınmıştır.

Endüstriyel işletmelerdeki enerji verimliliği çalışmalarının hızlandırılması ve işletmelere yol haritası belirlenmede yardımcı olmak için ilgili kanun ve yönetmelikler yayınlanmış olsa da, tarımsal yapılar kapsam dışında bırakılmıştır. Oysa ki, Şekil 1.1'de (Yılmaz 2012) görüldüğü gibi enerji yoğunluğu değeri tarımsal alanda giderek ve hızla artmaktadır.



Şekil 1.1. Yıllar bazında sektörel enerji yoğunluğu (Btep/Milyon TL)

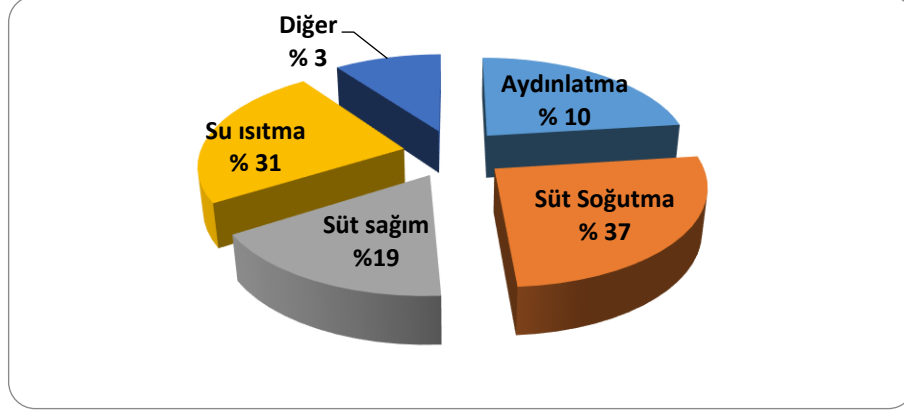
Tarım sektörünün toplam enerji talebi üzerinde ve enerji talebi büyüme oranı üzerinde artırıcı etkisini azaltmak için hem hayvansal üretim hem de bitkisel üretim alanlarında enerji verimliliği çalışmalarını hızlandırmak gerekmektedir.

Temel gıdalardan olan süt ise, hayvansal üretim endüstrisinin en önemli ürünlerindedir. Özellikle, çiğ süt üretim işletmelerinde yüksek mekanizasyon ve otomasyon olduğundan enerji tüketim değerleri oldukça yüksektir. İşletmelerde elektrik enerjisi yoğun olarak kullanılmaktadır. Başlıca elektrik tüketimleri şu faaliyetlerde olmaktadır (Upton ve ark. 2008).

1. Süt sağım sistemleri (vakum pompası)
2. Süt soğutma sistemleri (soğutma tankı)
3. Aydınlatma sistemleri

4. Su ısıtma sistemleri

5. Diğer



Şekil 1.2. Çiğ süt üretim işletmelerinde enerji tüketiminin faaliyetlere göre dağılımı

Bu çalışmada temel amaç, çiğ süt üretim işletmesi için sürdürülebilir bir enerji yönetim sistemi alt yapısının kurulmasıdır. Bu amaçla, çalışmanın ilk aşamasında işletme için bir enerji politikası oluşturulmuştur. Enerji politikasının yerine getirilmesi için, çalışmanın ikinci aşamasında işletme için enerji etüdü yapılmıştır. Enerji etüdü ile, enerji tüketiminde yüksek paya sahip temel proseslerde basınçlı hava, yakıt, gaz, su vb. kaçakların tespiti, boruların ve ekipmanların yalıtım düzeyleri, kullanılmayan ekipmanların belirlenmesi ile öncelikli olarak her proses için enerji tasarrufu sağlayacak basit işletme önlemleri belirlenmiştir. Ayrıca, yüksek verimli motorlar, aydınlatma sistemleri, atık ısıdan geri kazanım yapılması için ısı eşanjörleri vb. ekipmanların kullanımı, fan, pompa, kompresör gibi sistemlerde değişken hız sürücülerin kullanımı vb. yeni teknoloji olanakları, her proses için nispeten yatırım gerektiren proses iyileştirme projeleri belirlenmiş ve yeni sistemlerin enerji kazanımları kWh değerleri, SET (spesifik enerji tüketimi) değerleri vb. enerji göstergelerindeki tahmini düşüşler/kazanımlar hesaplanmıştır. Çalışmanın son basamağı, enerji yönetimi kapsamında uygulanması planlanan projelerin/iyileştirmelerin 8D yöntemi kullanılarak sistem kurulumlarının, kontrollerinin, görev dağılımlarının kayıt altına alınmasıdır.

1.1. Kavramlar

1.1.1. Enerji verimliliği

Önemli kavramlardan biri olması dolayısıyla enerji verimliliğinin bir çok kurum/kuruluş ve yazarlar tarafından tanımı yapılmaktadır. Enerji verimliliği, genel olarak, aynı miktarda hizmet veya faydalı çıktı üretmek için daha az enerji kullanmak anlamına gelmektedir. Ülkemizde 2/5/2007 tarihinde yürürlüğe giren enerji verimliliği kanunu' nda ise , binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan enerji tüketiminin azaltılması olarak tanımlanmışken iken, 27/10/2011 tarihinde yürürlüğe giren bir başka yönetmelikte (ETKB 2011), enerji verimliliğinin tanımı, binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesinin, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesi ve miktarının düşüşüne yol açmadan birim hizmet veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılması olarak yapılmıştır. Daha geniş bir tanımla enerji verimliliği ise, ısı, basınçlı hava, buhar, gaz, elektrik vb. değişik şekillerde olabilen enerji kayıpları ile her çeşit atığın değerlendirilmesi veya geri kazanılması veya ileri teknoloji ile üretimi düşürmeden enerji tüketiminin azaltılması olarak tarif edilebilir (Anonim 2010).

Endüstriyel işletmelerde enerji verimliliği, doğal verimlilik düşüşüne karşı ve proses parametrelerindeki kaymaları yansıtmak için ekipmanların bakımı, yenilenmesi ve yeniden ayarlanması, eski ekipmanların, proses hatlarının ve tesislerin yeni ve en son teknolojiler ile yenilenmesi, değiştirilmesi, ısı kaybını ve atık enerjisini azaltmak için ısı yönetiminin kullanılması, uygun yalıtım, bir prosesteki atık ısı ve materyalin başka bir prosese girdi olarak aktarılması, daha iyi enerji ve malzeme verimliliği ve genel proses üretkenliği için proses kontrolünün iyileştirilmesi, süreçlerin düzenlenmesi (işleme aşamalarını ortadan kaldırmak ve yeni üretim konseptleri kullanmak), ürünlerin ve malzemelerin tekrar kullanılması ve geri dönüşümü, proses üretkenliğinin artırılması (ürün ret oranlarının düşürülmesi ve malzeme veriminin artırılması) vb. çok çeşitli teknik işlemlerle geliştirilebilir (Tanaka 2011).

1.1.2. Enerji verimliliği göstergeleri

Bir enerjinin verimli veya verimsiz kullanımının belirlenmesi için çeşitli ölçüm yöntemleri vardır. Bunların her biri (enerji yoğunluğu, spesifik enerji tüketimi, enerji üretkenliği) enerji verimliliği göstergesi olarak tanımlanmaktadır. Enerji verimliliği göstergeleri, bir işletme tarafından farklı işletmelerdeki enerji kullanım trendini görmek ve

işletmede kullanılan enerji birimi başına verimliliklerini karşılaştırmak isterse enerji yoğunluğu veya birim enerji tüketimi vb. enerji verimliliği göstergelerini kullanır (Tanaka 2008).

Enerji yoğunluğu, birim hasıla başına kullanılan birincil ya da nihai enerji tüketimini gösteren ve tüm dünyada kullanılan bir göstergedir. Bu yoğunluk, birincil ya da nihai enerji tüketiminin gayrisafi yurtiçi hasılaya bölünmesiyle hesaplanmaktadır (IEA 2005). Uluslararası alanda yapılan çalışmalarda, genellikle 10\$ hasıla başına tüketilen TEP cinsinden enerji miktarı, enerji yoğunluğu göstergesi olarak kullanılmaktadır. Enerji verimliliği kavramı ile ters orantılıdır. Enerjinin verimli kullanımı azaldıkça, enerji yoğunluğu değeri artar, dolayısıyla birim hasıla üretmek için harcanan enerji miktarı artar.

Spesifik enerji tüketimi (SET), birim ürün başına kullanılan enerjiyi ifade eder. SET değerinin büyümesi kötü performansa, enerji tüketiminin artmasına ve/veya enerjinin verimsiz kullanımına işaret eder. Çiğ süt üretim işletmeleri için, kWh cow⁻¹ year⁻¹, kWh hectoliter⁻¹, kWh cwt⁻¹, kWh l⁻¹, Wh l⁻¹ gibi SET birimleri kullanılmaktadır (Murphy ve ark. 2013, Dyer ve Desjardins 2006, Bailey ve ark. 2008).

Tüketilen birim miktar enerji miktarına karşılık üretilen ürün miktarı olarak tanımlanan enerji üretkenliği, SET değeri ile ters orantılıdır.

1.1.3. Enerji yönetimi

Enerji yönetimi, bir kuruluşun enerji performansını iyileştirmek için yönetimin ve teknolojinin sistematik kullanımı olarak veya, akademik araştırmalarda, enerji verimliliği sağlamak için denetim, izleme ve iyileştirme faaliyetlerinin tümü olarak tanımlanmaktadır (Antunes ve ark. 2014). Diğer bir tanıma göre de, bir işletmede birim çıktı başına enerji ihtiyaçlarını azaltmaya yardımcı olacak sistemleri ve prosedürleri kullanarak toplam ürün maliyetlerini düşürmek veya sabit tutmak üzere uygulanan enerji optimizasyonu ve değişim stratejisidir (Anonim 2015a). Enerji verimliliğini yönetmenin, enerji tüketim maliyetlerinin azaltılması, enerji kullanımından ve CO₂ emisyonlarının azalmasından kaynaklanan çevresel etkinin azaltılması, artan enerji fiyatlarına maruz kalmanın azaltılması, artan üretim güvenilirliği ve üretim çıktı/getirileri ve geliştirilmiş ekipman performansı gibi doğrudan mali yararları vardır (Anonim 2015b).

1.1.4. Enerji yönetim sistemi

Enerji yönetim sistemleri, kuruluşların enerji kullanımını daha iyi yönetmelerine yardımcı olmaktadır. Enerji politikası geliştirilmesi ve uygulanması, enerji kullanımı için hedefler belirlenmesi ve bunlara ulaşmak için eylem planları oluşturulmasını kapsar. Bu sistem, enerji verimli yeni bir teknolojinin uygulanmasını, enerji atıklarının azaltılmasını veya mevcut enerji maliyetlerinin düşürülmesi için mevcut süreçlerin iyileştirilmesini de içerebilir. Bir kuruluşun enerji performansı, enerji verimliliği ve enerji korunmasında sürekli iyileşme sağlanması için sistematik bir yaklaşım sergilemesine olanak veren bir enerji yönetimini tesis etmek, uygulamak, sürdürmek ve geliştirmek için gereklilikleri belirten ve işletmelere kılavuzluk edecek ISO 50001, BS EN 16001 vb. enerji yönetim sistemi standartları belirlenmiştir. ISO 50001, Enerji yönetim sistemleri - Gereksinimler kullanım kılavuzu ile, organizasyonlara etkili bir enerji yönetim sistemi geliştirme konusunda tanınmış bir çerçeve sunar.

ISO 50001 uluslararası standart, bir kuruluşun enerji performansını, enerji verimliliği ve enerji korunmasında sürekli iyileşme sağlanması için sistematik bir yaklaşım sergilemesine olanak veren bir enerji yönetimini tesis etmek, uygulamak, sürdürmek ve geliştirmek için gereklilikleri belirtmektedir. ISO 50001 standardı ile kuruluşların, enerji verimliliği ve enerji yoğunluğu dahil, enerji performansını arttırmak için gerekli sistem ve süreçlerin sistematik yönetimine olanak sağlanır. Enerji yönetimi sistemi ile hem kurumsal sürdürülebilirlik sağlanırken hem de mevzuata göre oluşan yükümlülükler sağlanmış olur.

1.1.5. Enerji etüdü

Enerji etüdü, enerji akışının analiz edilmesi ve enerji tasarrufu fırsatlarının değerlendirilmesi için kullanılan bir araçtır (Kluczek ve Olszewski 2017). Enerji etüdünün kullanım amaçları detaylı olarak aşağıdaki gibi belirtilmiştir (Hepbaşlı ve ark. 2001)

- a) Enerji gider artışlarını yönetime bildirmek ve gideri kontrol altına alan bir önlem olarak bir enerji tasarruf programının yapılması için motivasyonu sağlamak,
- b) Akıllı tasarruf önlemlerinin planlanabilmesi için, tesisin enerji kullanım karakteristiklerini mühendislik çalışması yapanlara bildirmek,
- c) Enerji tasarruf önlemlerini içeren akıllı yatırım kararlarının alınması amacıyla, yönetime gerekli olan bilgiyi sağlamak,
- d) Alternatif yakıtların planlanması ve kurulması için temeli oluşturmak,

e) Geleceğe yönelik enerji tüketimlerinin kıyaslanabildiği enerji tüketim verisini vermek,

f) Mevcut Yönetim Bilgi Sistemlerine (YBS) entegre edilebilen sürekli Enerji Bilgi Sistemi (EBS) için temeli sağlamak,

g) Her zaman elde mevcut enerji ve gider tasarruflarını vermek için kolayca çaresi bulunabilen yetersiz sevk ve idare uygulamalarını açığa çıkarmaktır.

1.2. Çiğ süt üretimi işletmelerinde enerji yönetimi uygulamaları

1.2.1 Soğutma sistemleri

Çiğ süt, süttten üretilen bir çok ürünün hammaddesidir. Bu nedenle, gıda güvenliği açısından oldukça önemlidir. Çiğ süt, içerdiği mikroorganizmaların, enzimlerin ve çevresel faktörlerin etkisiyle bozulmaya maruz kalarak tüketime uygun olmayan duruma gelebilmektedir. Bu nedenle, mikroorganizmal ve enzimsel faaliyetlerin imha edilmesi, durdurulması gerekmektedir. Soğuk zincir denilen işlem ile, süttün üretiminden tüketimine kadar soğuk muhafazası, taşınması vb. yasal bir zorunluluktur. Bu zincirde, çiğ süt üretim işletmelerinde sağılan süttün soğutulması ilk basamağı oluşturmaktadır.

Sağılan çiğ süt, 39°C de olup insan tüketimine uygunluğunun korunması için 1 saatte 10°C' ye veya 2 saatte 4°C-0°C arasında soğutulmaktadır. Süt soğutma işlemi, bu işletmelerin başlıca enerji tüketimini oluşturmaktadır.

Süt soğutma işlemi bir toplama tankı, evaporatör (buharlaştırıcı), kondenser (yoğuşturucu) ve kompresör ünitesinden oluşan bir soğutma sistemi ile gerçekleştirilir (Pressman 2010).

Soğutma çevriminde (Anonim 2015c) kompresör, evaporatörden çıkan doymuş buharı sıkıştırarak kızgın buhar haline dönüştürür. Yoğuşturucular, yüksek basınç ve sıcaklıktaki kızgın buhar haldeki soğutucu akışkanın ısısını dış ortama vermek suretiyle sıvı hale gelmesini sağlayan elemanlardır. Soğutucu sıvı daha sonra genişmesi için bir genişleme valfinden geçer ve elde edilen soğuk sıvı-gaz karışımı evaporatöre geçer. Evaporatör, soğutucu akışkanı en az doymuş buhar veya kızgın olarak çıkmasını etraftan ısı çekerek sağlayan bir ısı değıştiricidir. Yeniden ısıtılmış soğutucu gaz, daha sonra, döngüyü tekrar etmek için, önceden belirlenmiş sıcaklığa soğutuluncaya kadar suyu veya süttten ısıyı uzaklaştırmak için kompresöre geri çekilir.

Bir soğutma sisteminin performansı, soğutma tesir katsayısı (STK-COP) ile belirlenir. STK, birim iş başına yapılan soğutma miktarıdır. Soğutma sistemlerinde yoğuşturucu sıcaklığı düşürülerek, buharlaştırıcı sıcaklığı arttırılarak performans katsayısının yükseltilmesi ve atık enerjinin geri kazanımı ile enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Süt soğutma sistemlerinde enerji verimliliği uygulamaları, ön soğutma, ısı geri kazanım ünitesi kullanımı, spiral kompresör kullanımını içermektedir.

Kompresörün kullanım amacı, evaporatörden gelen ve gaz halde bulunan soğutucu akışkanı kondenser basıncına çıkarmaktır. Kompresör, soğutma sisteminde en fazla elektrik tüketen ekipmandır. Çiğ süt üretim işletmelerinde kullanılan kompresör tipleri pistonlu ve spiral kompresörlerdir. Pistonlu kompresörler, krank miline bağlı bir piston çubuğu ile tahrik edilen, karşılıklı hareketlerle ileri-geri giden pistonla pozitif yer değişimi prensibine göre çalışan kompresörlerdir. Scroll kompresörler ise, enerji verimli olduklarından giderek artan oranda kullanılmaktadır. Bir scroll kompresör, pistonlu kompresörlere nazaran daha az hareketli parçaya sahiptir. Bu nedenle daha sessiz çalışırlar (Anonim 2015c). Scroll kompresörleri daha verimli olup, pistonlu kompresörlere kıyasla soğutma enerjisini %20'ye kadar düşürebilir (Ludington ve ark. 2004). Verimlilik, kompaktlık, hafiflik, düşük ses ve titreşim seviyesi, pistonlu kompresöre kıyasla onları çok popüler yapan özellikleridir.

Kompresör ve kondenser, süt tankıyla aynı veya ayrı bir bölgeye bitişik çerçeve edilir. Soğutma sisteminin verimli çalışmasını sağlamak için, bulunduğu oda iyi havalandırılmalıdır. Çok sıcak bölgelerde, kompresör ve kondenser grubu süt soğutma odasının dış duvarına monte edilir. Bu yöntem ile, sütün daha hızlı soğumasını sağlandığından enerji tüketimi azalacak ve soğutma sisteminin verimliliği artacaktır.

Sağılan çiğ sütün, soğutma tankına girmeden hemen önce ısı eşanjörü olan bir ön soğutucu ile kısmen soğutulması önemli bir enerji tasarrufu sağlamaktadır. Ön soğutma işlemi için, sıcaklığı en fazla 15°C olan ana şebeke suyu veya yer altı (kuyu) suyu kullanılmalıdır. Soğutma suyunun sıcaklığı 20°C-22°C olduğunda soğutma sistemindeki enerji kazanımı %32, soğutucu suyun sıcaklığı 12°C olduğunda ise %64'lere kadar çıkabilmektedir. Diğer yandan, ön soğutma işlemi ile birlikte daha düşük kapasiteli bir soğutma ünitesi kullanmak mümkün olabilir. Ek soğutma kapasitesinin gerekli olduğu durumlarda da soğutma sistemini yenilemeden sisteme ısı değiştirici ekleyerek sistem gereksinimi tasarruflu bir yöntemle sağlanabilir. Böylece tesisin sermaye maliyetleri de düşecektir. Bununla birlikte, ön soğutma sistemleri ısı eşanjörü, süt ve su pompaları, boru ve bağlantı parçaları vb. ek ekipman

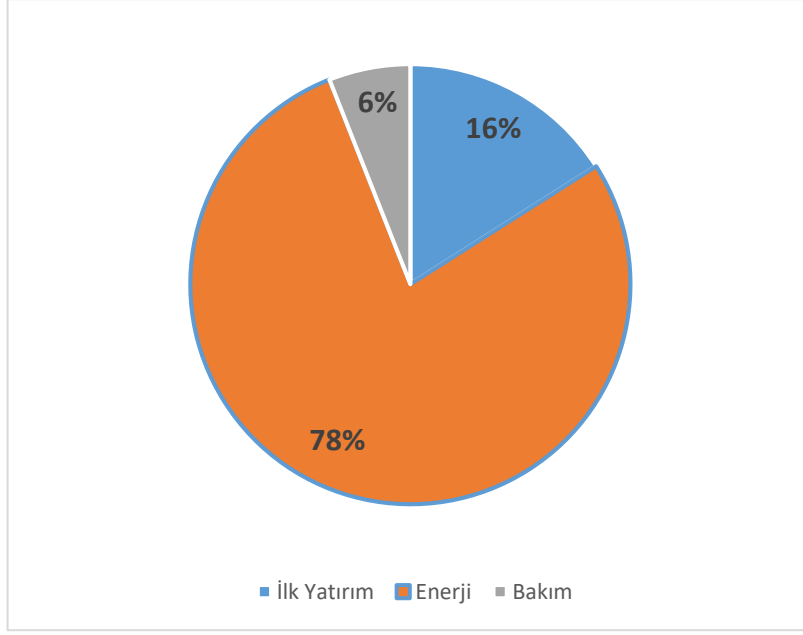
gerektirmektedir. Isı eşanjörü süt filtresinden sonra ve emiş hattı üzerine yerleştirilir. En sık kullanılan ve verimli olan ısı eşanjörleri, plakalı ya da boru şeklindedir. Boru tipi eşanjörler kirlenmeye daha az meyilli olmaları nedeniyle daha az bakım gerektirirken, plakalı eşanjörlerin soğutma kapasitesi artırılıp azaltılabildiğinden ve kompakt yapısı nedeniyle daha avantajlı olabilirler. Plakalı eşanjör, kenetlenmiş bir dizi ince oluklu paslanmaz çelik plakadan oluşturmaktadır. Etkili bir sıcaklık düşüşü için, süt ve su ters akışlı olarak akarken, ısı süttten suya plakalar vasıtasıyla aktarılmaktadır. Su akış hızının süt akış hızına oranı, 1:1 olduğunda maksimum soğutma oranı sağlanır. Bu oran, eşanjörün tasarımı, suyun sıcaklığı vb. etkenlere göre değişmektedir. Verimli bir plakalı eşanjör seçimi için, sıcak süt akış hızı, suyun sıcaklığı göz önünde bulundurulmalı, ayrıca süt pompası gibi yardımcı elemanların seçimi eşanjör kapasitesine uygun olarak belirlenmelidir.

Soğutma sistemlerinde yoğunlaştırıcıdan çıkan atık ısının geri kazanımı ile enerji tasarrufu sağlanabilir. Bir ısı geri kazanım ünitesi, sistemde yıkama için kullanılan suyun sıcaklığını, sağım yapılan süttten alınan ısı ile arttırarak hem soğutma yükünün azalmasına hem de yıkama işlemi için gerekli olan suya ön ısıtma işlemi yaparak tasarruf sağlar. (Ludington ve ark. 2004). Dolayısıyla, süttten alınan ısı miktarı, ısı geri kazanım ünitesi için kullanılabilinecek ısı miktarıdır.

Kompresörü 70°C-80°C sıcaklıkta terk eden soğutucu gazın ısısı, suya aktarılarak, suyun 45°C-60°C sıcaklığa ulaşması sağlanabilmektedir. Gazdan gelen ısının geri kazanımı, tanka giren suyun sıcaklığına bağlı olarak değişir. Suyun sıcaklığı ne kadar yüksekse , ısı geri kazanımı o derece düşük olur. Ayrıca, işletmede ön soğutma sistemi olduğundan dolayı soğutma sistemi daha küçükse ve/veya küçük-orta ölçekli işletmelerde düşük kapasiteli süt soğutma sistemleri mevcut ise, soğutma sistemi daha az ısı üretecektir. Bu sayede ısı geri kazanım ünitesi daha az ısınacağından, ısı geri kazanım üniteleri bu işletmeler için ekonomik olarak uygun olmayabilir. Isı geri kazanım sistemi, çoğunlukla büyük kapasiteli işletmelerde enerji verimliliği uygulaması olarak kullanılmakta ve büyük kapasiteli işletmeler için tavsiye edilmektedir (Ludington ve Johnson 2003).

1.2.2. Basınçlı hava sistemleri

Basınçlı hava, endüstri uygulamalarında başta emniyetli ve güvenli bir enerji kaynağı olduğundan akış kontrol vanaları, hava tahrikli motorlarda ve genel kullanım amaçlı hava tabancalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Basınçlı hava sistemleri uzak mesafelere kolaylıkla taşınabilmekle birlikte, sıcaklık, nem ,toz ve elektromanyetik gürültüden etkilenmez.



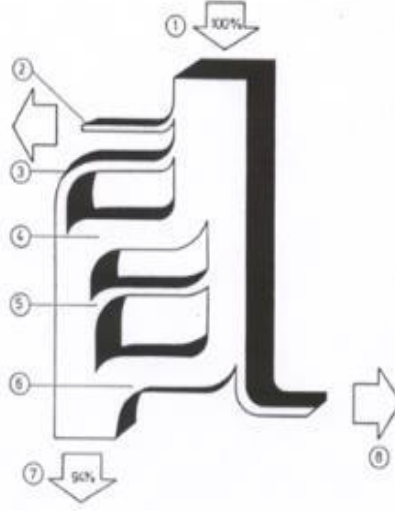
Şekil 1.3. Basınçlı hava maliyetleri

Basınçlı havanın kolay ve dış etkenlerden etkilenmeden kullanım avantajının yanı sıra sıklıkla kullanıcıların gözünden kaçan maliyet dezavantajı bulunmaktadır. Basınçlı hava sistemlerinin elektrik kullanım oranı yüksek olduğundan üretilen birim enerji başına maliyeti elektriğe göre 7-10 misli daha fazladır (Karataş 2012). Şekil 1.3’de (Mousavi ve ark. 2014) görüldüğü gibi maliyetlerinin oldukça büyük bir kısmını enerji tüketimi oluşturur.

Basınçlı hava sistemleri kurulmadan önce kurulacak işletmenin yada birimin basınçlı hava sistem gereksinimi iyi analiz edilmeli ve gerekli sistemler bu ihtiyaca göre seçilmelidir. Basınçlı hava üretimi; mevcut atmosferde yer alan havayı sistem gereksinimi kadar sıkıştırıp sistemde kullanılabilir hale getirme işlemidir. Atmosferdeki havayı sıkıştırma işlemi basınçlı hava sistemlerinde yapan ekipmana kompresör adı verilir. İşletmeler için kullanım alanına en uygun kompresör tipi seçilmelidir. Sistem için gerekli debi ve basınç kompresör seçiminde en önemli kriterdir. Kompresör seçimindeki başlıca kriter sistem için gerekli debi, kalite ve basınçtaki havayı en verimli biçimde üretmektir. Burada verimlilik en az enerjiyle gerekli basınçlı hava enerjisini üretmektir.

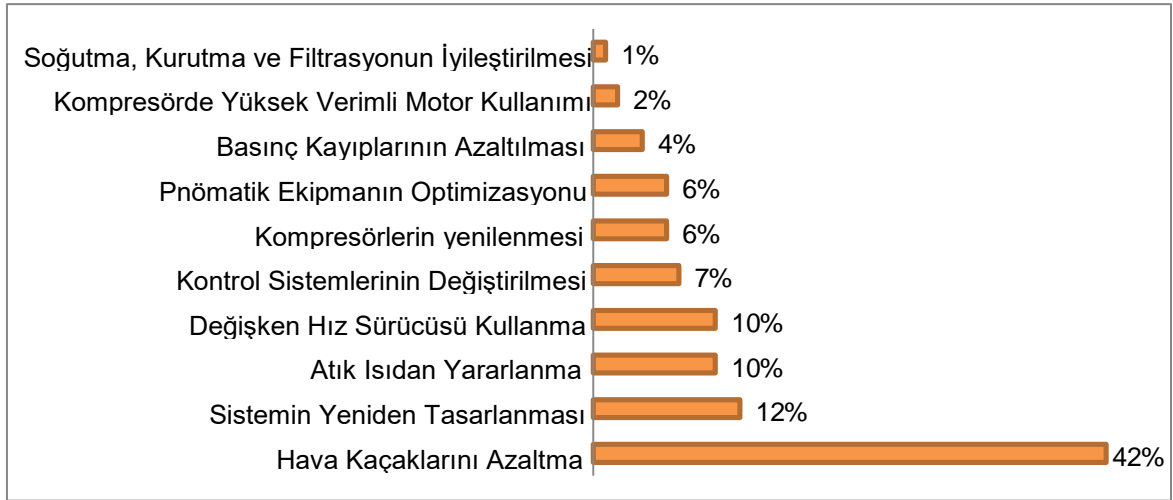
Basınçlı hava sistemlerindeki yoğun enerji kullanımı, sistemlerin daha verimli kullanılması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Ancak, basınçlı hava sistemlerinde en ideal koşullarda dahi kompresöre verilen enerjinin büyük kısmı kayıp olarak sistemden atılmaktadır.

Harcanan gücün ısı dağılımı Şekil 1.4'de görülmektedir. Basınçlı hava sistemlerinde kayıp olarak atılan enerjinin geri dönüşümü için çalışmalar yapılmalıdır (Şekil 1.5).



Şekil 1.4. Bir kompresörde yaklaşık ısı dağılımı şeması (Anonim 2015c).

1. Elektrik motorundan şafta verilen güç	%100
2. Radyasyon kayıpları	%4
3. Alçak basınç kademesinden ısı geri kazanımı	%4
4. Ara soğutucudan ısı geri kazanımı	%43
5. Yüksek basınç kademesinden ısı geri kazanımı	%4
6. Son soğutucudan ısı geri kazanımı	%43
7. Teorik olarak geri kazanılabilen ısı	%94
8. Basınçlı havada kalan ısı	%6



Şekil 1.5. Uygulanabilir tasarruf noktaları (Karataş 2012)

Sistem içerisinde yer alan ekipmanları daha düşük basınçlarda çalıştırarak, basınçlı hava elde etmek için gerekli enerji miktarından tasarruf etmek mümkündür. İşletmede bir tek yerde sistem geneline göre daha yüksek basınçta çalışma koşulları gerekiyorsa, yüksek basınçta çalışan bu bölümün sistemin geri kalanı ile aynı basınçta çalışacak şekilde değiştirmek daha ekonomik olacaktır. Eğer sistemin yüksek basınç gerektiren kısmı için bir değişiklik yapılamıyorsa ise sistemin sadece bu bölümüne yüksek basınç sağlayacak farklı bir kompresör ile sistem desteklenerek enerji tasarrufu sağlanabilir. Sistem için gerekli hava basıncı ne kadar az olursa sistem genelinde aşınmalarla ve mekanik etkilerle oluşabilecek sızıntılarla oluşan hava kaçakları da o ölçüde az olur. Basınçlı hava sistemlerinde kayıpların gözden sıklıkla kaçan fakat önemli olan hava kaçakları oluşturur.

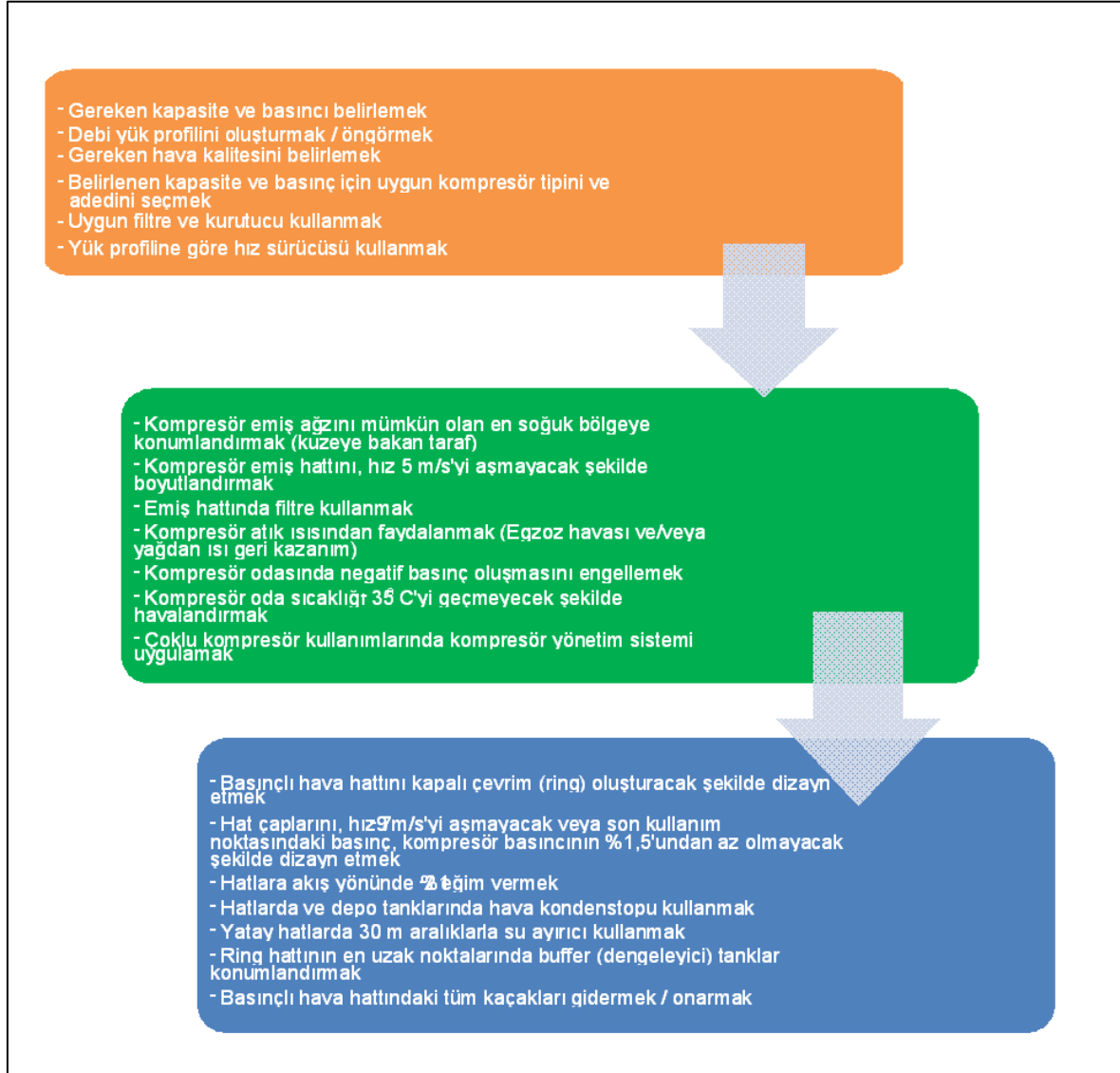
Kaçaklar çoğunlukla mekanik olarak hareketli piston, pnömatik alet, valf ve hortum bağlantılarında oluşur. Kaçakların oluşma nedeni uygun olmayan tesisattan başka yetersiz ve eksik bakımdır.

Basınçlı hava kompresörlerinde, kompresör tarafından kullanılan enerjinin %94'ü ısı enerjisine dönüştürüldüğünden teorik olarak geri kazanılabilen ısı enerjisi oranı %94'tür. Atık ısının geri kazanımı için, kompresörden atılan ısının ortam ısıtmasında vb. kullanımı sağlanabilir.

Basınçlı hava sistemlerinin verimliliğini önemli ölçüde etkileyen diğer bir faktör ise, kompresör emiş havasının sıcaklığıdır. Kompresör havasının dış ortamdan alınması sağlanarak sistem verimliliği artırılabilir. Giriş havasının mümkün olduğunca soğuk, temiz ve kuru olması gerektiğinden, binanın kuzey yönünde ve nem oranı düşük bir hava girişi tercih

edilmelidir. Giriş sıcaklığındaki her 5°C'lik düşüş enerji tüketiminde %2 azalma sağlar (Anonim 2015c)

Basınçlı hava sistemlerinin verimli kullanımı için izlenebilecek adımlar (Şekil 1.6)'daki gibidir.



Şekil 1.6. Basınçlı hava tesisatında verimlilik adımları (Anonim 2015c).

1.2.3. Aydınlatma sistemleri

Aydınlatma, çığ süt üretim işletmelerinde, hayvan ve işçi verimliliğini, konforunu optimize etmek için yüksek kaliteli bir çalışma ortamı yaratmada önemli bir rol oynamaktadır. Doğru aydınlatma, genellikle göz ardı edilen veya bir tesisin planlanması, inşası ve bakımı

sırasında az ilgi gören çevresel bir faktördür. Oysa ki, aydınlatma hem hayvanların fizyolojik büyümesi için hem de süt verimi için önemlidir. Doğal aydınlatma, aydınlatma ihtiyacının karşılanmasında en verimli yöntemdir ancak bazı bölgelerde ve bazı görevler için doğal aydınlatma yetersiz olabilmektedir. Bu durumda, doğal ışık yapay aydınlatma ile desteklenmelidir. Işık periyodu, gün içerisinde maruz kalınan ışık süresidir. Çiğ süt üretim işletmelerinde, uzun gün ışık periyodu uygulaması ile süt veriminde artış sağlanabilir. 16 ila 18 saat ışığa 6-8 saat kesintisiz karanlığa maruz kalan sağım ineklerinde, 13,5 saat veya daha az ışığa maruz kalan sağım ineklerine göre %5-%16 aralığında süt artışı olabilmektedir (Peter 1994). Süt verimindeki bu artış, aydınlatma sistemlerine yapılacak yatırımların kısa sürede geri dönüşünü sağlamaktadır. Öte yandan, işletmelerde 24 saat boyunca yapılacağı bir aydınlatma, süt verimine ek bir katkı sağlamamaktadır (Anonim 2009). Gereksiz aydınlatma süresi işletme için ekonomik olmayan enerji tüketimi sağlayacağından ekstra maliyet oluşturur.

Aşağıdaki gibi tanımlanan aydınlatma sistemleri ile ilgili parametreler (Onaygil 2015), her bir armatür türü için farklılık göstermektedir.

Bir ışık kaynağının birim zamanda yaydığı toplam ışık miktarı ile ilgili bir kavramdır. ϕ harfi ile gösterilir ve birimi lümen'dir.

Işık şiddeti, noktasal bir ışık kaynağının herhangi bir doğrultusundaki ortalama ışık şiddeti (I_{ort}) bu doğrultudaki birim uzay açısı içinden çıkan ışık akısıdır. "I" harfi ile gösterilir ve birimi "kandela" dır.

Aydınlık düzeyi, bir yüzeyin birim alanına birim zamanda düşen ışık akısı miktarıdır. "E" ile gösterilir. Birimi "lux" dür. 1 m²'lik bir alana düşen ışık akısı 1 lm ise bu yüzey üzerinde oluşan aydınlık düzeyi 1 lux"dür. Bir yüzeyde oluşan aydınlık düzeyi yüzeyin türünden bağımsızdır. Yüzeyin yansıtma özelliği ne olursa olsun aydınlık düzeyi yalnız yüzey üzerine gelen ışık akısı yoğunluğunun bir fonksiyonudur.

Parıltı, yüzeyin birim alanından belli bir doğrultuda yayılan ışık şiddetidir. L harfi ile gösterilir. Birimi stilb'dir.

Elektrikle aydınlatmada ışık şiddeti kandela yerine daha pratik olan, ışık kaynağının gücü W ve ışık kaynağı ışık akısının lümen olarak değeri kullanılır. Lambanın ışık verimi, toplam ışık akısının giriş gücüne oranıdır. η ile gösterilir.

Armatürlere göre değişen bazı özellikler (Onaygil 2015) Çizelge 1.1'deki gibidir.

Çizelge 1.1. Armatür tiplerinin karşılaştırması

Lamba Tipi	Güç (W)	Maks. Etkinlik Fak. (lm/W)	Ekonomik Ömür (saat)
Enkandesen	15 - 1500	22	1000
Tungsten Halojen	5 - 2000	35	1000 - 4000
Kompakt Flüoresan	5 - 80	85	6000 - 15000
Tüp Flüoresan	14 - 80	104	10000 - 20000
Metal Halide	35 - 2000	100	6000 - 9000
LED	1 - 10	160	30000 - 50000

1.2.4. Su ısıtma

Sıcak su, kaliteli süt üretebilmek için sağım ve soğutma sistemlerinin temizliğinde kullanılmaktadır. Süt hatlarının ve ekipmanlarının temizlenmesi ve sterilizasyonu için kullanılan yıkama döngüleri, yıkama sıcaklıkları ve gerekli su hacmi işletmelerin büyüklüğüne göre değişir. Genel olarak kullanılan yıkama döngüleri, ön duruluma, deterjanlı veya kostik yıkama, asit yıkama, sanitizer durulama gibi işlemlerden oluşmaktadır. Ön duruluma işlemi için ılık su, sanitizer durulama ve deterjanlı veya kostik yıkama için sıcak su gerekmektedir. Asit yıkama işlemi için ise tedarikçi firmanın tavsiye ettiği sıcaklık derecesi belirleyicidir. Asitle durulama süt hatlarındaki mineral ve bakteri oluşumunu kontrol eder ve sıcak suyu korumaya yardımcı olur.

Yıkama döngüsü standart olarak, 35oC-45oC sıcaklığındaki ılık su ile 5-20 dakika boyunca yapılan ön duruluma işlemi ile başlar. Alkali deterjan çözeltileri ile 75oC-80oC sıcaklıkta 6-45 dakika süre ile yapılan yıkama ile hatlardaki yağ, protein vb. organik kirleticilerin uzaklaştırılması sağlanır. İnorganik tortuların ortadan kaldırılması için uygulanan asit yıkama işlemi ise, 5-45 dakika boyunca 60oC-90oC sıcaklıklarda uygulanır. Son durulama işlemi, 5-20 dakika süre boyunca soğuk su ile yapılır (Thomas ve Sathian 2014). Sanford 2003a'ya göre, optimum sıcak su sıcaklığı 165°F (yaklaşık 74oC)'dır ve bu sıcaklığın üzerindeki sıcak su genellikle gerekli olmadığından, enerjinin boşa harcanmasına neden olur.

Isıtma işlemi için yaygın olarak kullanılan enerji kaynakları elektrik, propan, doğalgaz, güneş enerjisidir. Enerji verimli bir su ısıtma sistemi için ilk adım, enerji kaynaklarının tedarik maliyetleri ve verimlilikleri göz önünde bulundurularak suyu ısıtmak için kullanılacak ekonomik enerji kaynağının belirlenmesidir. Gaz veya yağ kullanılacaksa, verimliliği 0,61 veya daha fazla olan bir ısıtıcı, elektrik kullanılacaksa, verimliliği 0,91 veya daha fazla olan bir ısıtıcı

seçilmelidir (Anonim 2010d). Güneş enerjisi kullanılacağı durumlarda ise, bulutlu havalarda ve kış günlerinde yaşanacak kaynak kesintisi nedeniyle, sıcak su sağlamak için ek bir su ısıtıcısına ihtiyaç duyulacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, işletme için gerekli su miktarı ve suyun ısıtıldığı sıcaklık derecesi doğrudan kullanılan enerji miktarını ve sistem maliyetini etkilemektedir. Bu nedenle, yıkama döngüsü başına gerekli olan su miktarı ve ısı enerjisi ihtiyacı belirlenerek, doğru boyutlarda su ısıtıcısı seçilmelidir. Yıkama döngüsünün optimize edilmesi ile yıkama etkinliği ve yıkama işlemi için gerekli enerji miktarı azaltılabilir. Hava girişlerini en aza indirgeyen ve aşırı su sıcaklığı kullanmadan düzgün ayarlanmış bir yıkama sistemi, sağım sistemini etkin bir şekilde yıkayabilir. Hava enjeksiyon sisteminin düzgün çalışıp çalışmadığından emin olmak ve yalnızca her bir yıkama çevrimi için gerekli miktarı kullandığınızdan emin olmak için ayarları kontrol etmektir.

Genel olarak, yeterli temizleme çözeltisi sıcaklığının muhafaza edilmesi, gerçek yıkama döngüsü süresinden daha kritiktir. Kısacası, daha uzun süreler için yıkama, mutlaka daha iyi bir temizleme ile sonuçlanmaz. Su ısıtma sistemlerinde zaman, sıcaklık, konsantrasyon özellikleri optimum olarak belirlenmelidir.

Sıcak su elde edilmesinde kullanılan en verimli uygulamalar ısı geri kazanımı sistemlerinin kullanılmasıdır. Isı geri kazanımı sistemleri, hem sütün soğutulmasında hem de atık ısının geri kazanılıp suyun ön ısıtılmasında kullanılmasını sağladığından süt soğutma sistemleri altında incelenmiştir.

1.2.5. Sağım sistemi

Süt sağma enerjisi kullanımı, toplam süt çiftliği elektrik kullanımının en yüksek oranlarından biridir; Bu nedenle, elektrik enerjisi tasarrufu ve maliyet düşürme potansiyeli yüksektir (Peebles ve ark. 1994).

Geleneksel vakum sistemleri, tam kapasitede çalışan vakum pompalarına ve sağım sisteminde hava akışını kontrol etmek için bir vakum regülatörüne dayanmaktadır ve her ne kadar yeterli sağım vakumu sağlanıyor olsa da, toplam vakum pompası kapasitesinin büyük bir kısmı hiç kullanılmamakta, regülatör tarafından atmosfere verilmektedir. Değişken hız sürücüsü ise, vakum seviyesini düzenlemek için hava kabul etmek yerine, vakum pompasının hızını ayarlayarak sistemin vakum ihtiyacını düzenler (Ludington ve ark. 2004). Vakum pompasını tahrik eden motor yavaşladığında daha az elektrik kullandığından, enerji tüketimi azalmaktadır. Bazı eski endüstriyel standartlara göre, vakum pompalarının; sağım ünitelerinin sayısına ve yıkama için daha yüksek vakum kapasitesini karşılamak için yüksek kapasitede

seçilmesi hatalı bir öneri olarak sunulmaktadır (Pressman 2010). Oysa ki, vakum pompasının yüksek kapasitede seçilmesi enerji maliyetlerini arttırıcı bir parametredir. Bu enerji sarfiyatını engellemek için çözüm; toplam kapasiteyi karşılayacak iki düşük kapasiteli pompa seçmektir. Böylece sağım sırasında bir pompa çalışırken yıkama sırasında ikinci pompa devreye girerek toplam vakum ihtiyacı karşılanmış olacaktır. Enerji sarfiyatını engellemek için bir diğer çözüm ise; yüksek kapasiteli pompanın değişken devirli hız sürücüsü ile kontrol edilmesidir (Ludington ve Johnson 2003). Ayrıca, değişken hızlı sürücüler, herhangi bir elektronik cihazda olduğu gibi, tozlu, nemli koşullara duyarlı olduklarından dolayı, nemli koşullara uygun sistem seçimine dikkat edilmelidir.

1.2.6. Elektrik motorları

Elektrik motorlarının enerji tüketimi, verimli elektrik motorlarının kullanımı ile azaltılabilmektedir. Elektrik motorlarının verimliliklerinin test edilmesi, verimlilik sınıflarının tanımlanması vb. konularla ilgili çeşitli standartlar belirlenmiştir. TS EN 60034-30'a göre (TSE 2012), elektrik motorlarının eski ve yeni verimlilik sınıflarının karşılaştırılması Çizelge 1.2'deki gibidir.

Çizelge 1.2. Verimlilik sınıflarının karşılaştırılması

Yeni Kod	Verimlilik Sınıfı	Eski Kod
IE1	Standart Verim	EFF2
IE2	Yüksek Verim	EFF1
IE3	Premium Verim	-
IE4	Süper Premium Verim	-

Türkiye'de yayınlanan tebliğe göre, IE1 sınıfına ait elektrik motorlarının piyasaya arz edilmesi yasaklanarak, anma çıkış gücü 7,5 kW ile 375 kW arasında olan motorların veriminin, IE3 verim seviyesinden düşük olmayacağı veya bu IE2 verim seviyesini karşılayacak ve değişken hızlı tahrikle teçhiz edilmesi gerektiği bildirilmektedir (Esen 2015).

Değişken hız sürücüsü ise, hidrolik kavrama, dişli kutusu yada kasnak mekanizmaları vb. tahrik edilen ekipmanın hızlarını değiştirmek için kullanılan (motor hızı sabit iken), frekans veya voltaj değişimi ile motorun hızını değiştiren yöntem olarak enerji kazanımı sağlamak için kullanılmaktadır.

2. LİTERATÜR

Okezie ve Abarikwu (1982) yaptıkları çalışmada ısı geri kazanım sistemlerinin, süt işletmeciliğinde en etkili enerji tasarrufu yöntemlerinden biri olduğunu belirtmişlerdir.

Stinson ve ark. (1987) su soğutmalı kondenser kullanarak yoğunlaşma ısısının geri kazanımı ile ilgili araştırma çalışmaları yürütmüşlerdir. Çalışmalarında sistemin COP'sinde %10-%18 artış kaydetmişlerdir. Aynı zamanda kondenser basıncının artırılmasının COP'yi azalttığını ve ısı geri kazanımlı ısı eşanjörünün kullanılmasının ısı kaybını azalttığını tespit etmişlerdir.

Farmer ve ark. (1988)'a göre yıkama adımları, sıcaklıkları ve depo hacmi, bir işletmeden diğerine büyük farklılıklar gösterir; bu durum işletmeler arasındaki sıcak su ısıtması için kullanılan enerji miktarı değişkenliğini açıklamaktadır. Su ısıtma enerjisinin de ortam sıcaklığına bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, ön soğutma işleminin elektrik tüketimini bir işletmede %30 ve başka bir işletmede %50 oranında azalttığını tespit etmişlerdir.

Farmer ve ark. (1990) enerji tüketim profilleri, süt soğutma işlemi için elektrik enerjisi talebinin mevsimsel olarak değiştiğini açıkça göstermektedir; soğutma için gerekli elektrik enerjisi ihtiyacının yaz aylarında en yüksek değerde olduğunu ve süt soğutma için enerji kullanım indekslerinin 0.8-1.1 kWh/cwt arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Kammel ve Patoch (1993), Wisconsin'de bulunan 74 adet süt üretim işletmesinde ısı geri kazanım sisteminin kurulması ile süt soğutma ve su ısıtma sistemlerinin enerji tasarruflarını izlemek için bir araştırma yapmışlardır. Sürü büyüklüğü ile süt soğutma enerjisi kullanımı arasında bir korelasyon olmadığını araştırmalarında belirtmişlerdir. Ayrıca, üretilen süt miktarının, havalandırmanın varlığı veya yokluğunun, kompresörün soğutma kapasitesinin ve mevsimselliğin süt soğutma enerjisi kullanımını etkileyen faktörler olduğunu belirtmişlerdir.

Peebles ve ark. (1994), süt soğutma işleminde ön soğutucu kullanımının süt soğutma sistemi enerjisi kullanımını %44 oranında düşürmeye yardımcı olacağını, bir ısı geri kazanım ünitesinin, su ısıtma için gerekli enerjinin %40-%50'si kadar tasarruf edebileceğini belirtmişlerdir.

Kaushik ve Singh (1995) eşanjör kullanımı ile atık ısı geri kazanımına ilişkin deneyler yapmışlardır. Sistemin genel COP'sinin sistemin performansını etkilemeden geliştirildiğini keşfettiler ve kondenser ısıısının %40'ının geri kazanılabileceğini buldular.

Bakır (2002) Türkiye'de Van ili'ndeki süt üretim işletmelerinin yapısal durumlarını inceleyen bir çalışma sonucunda, ahırlardaki aydınlatma düzeyinin genel olarak yetersiz olup pencereler ile sağlandığı tespit etmiştir.

Eden ve ark. (2003) inek sayısı veya üretilen süt miktarının su ısıtma enerjisi arasındaki korelasyonu açıklamışlar ve kullanılan sıcak su miktarını tespit etmişlerdir. Çalışmalarında su ısıtma için harcanan enerjinin büyüklüğünü ve toplam enerji harcamaları arasındaki payının yüksekliğini vurgulamışlardır. Süt soğutma için enerji kullanım indeksini 1.02 kWh/cwt olarak rapor etmişlerdir.

Rane ve ark. (2003) uygulanabilir bir ısı geri kazanım ünitesi geliştirmiş ve su ısıtma deneyleri yapmıştır. Çalışma sonucunda, chiller soğutma kapasitesi %30 oranında ve COP ise %20 oranında artmıştır.

Sanford (2003), su ısıtma sistemlerinin işletmelerin toplam enerji gereksinimlerinin yaklaşık %25'ini oluşturduğunu belirtmiştir.

Sanford (2003a), kullanılan su miktarının ve suyun ısıtıldığı sıcaklığın su ısıtma için kullanılan enerji miktarını etkilediğini belirtmiştir. Sanford (2003a) göre, sağım öncesi bir durulama, sıcak yıkama ve soğuk bir asit durulama ile sağım sisteminin yeterli bir şekilde yıkanması başarıyla gerçekleştirilebilir. Önerilen yıkama sıcaklıklarına dayanarak yıkama sistemi sıcak su gereksinimini, döngü başına kullanılan su miktarının 1,5 katı olacağını belirtmiştir.

Ludington ve Johnson (2003)'a göre vakum pompaları Newyork'taki süt üretim işletmelerinde kullanılan tüm elektrik enerjisinin %17'sini tüketmektedir.

Ludington ve ark. (2004) tarafından süt sığırcılığı işletmelerinde enerji tasarrufu sağlayan sistemlerin ayrıntılı olarak tanıtıldığı çalışmada, vakum pompaları için değişken devirli vakum pompaları tavsiye edilmiştir. Değişken devirli vakum pompasının kullanımı ile elektrik tüketiminde %60'ı bulan tasarrufların olacağı belirtilmişlerdir. Toplam enerji ihtiyacının %27'sinin süt soğutma sistemlerinde kullanıldığına değinilmiştir. Süt soğutma, soğutulan süt miktarıyla daha fazla ilgilidir ve bu nedenle kWh/inek/yıl yerine kWh/cwt ifadesini kullanmışlardır. süt üretim işletmelerinde ön soğutma sisteminin 20 yılı aşkın süredir

uygulanmakta olduğunu ve soğutma enerji maliyetini 0,2-0,3 kWh/cwt azaltmak için etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Cuthbertson (2006) bağlı ve serbest duraklı ahırlarda yapılan yıkama işlemleri için inek başına sırasıyla 14 litre ve 17 litre sıcak su gerektiğini belirtmiştir.

Clarke ve House (2006), bir süt işletmesinde, akkor lamba ile aydınlatma yerine T8 flüoresan aydınlatma armatürlerinin kurulmasıyla enerji maliyetlerinde %75'lik bir düşüş yaşayabileceğini belirtmektedir. Akkor armatürlerin yerini, sırasıyla %70 ve %85 daha az enerji kullanan ve sırasıyla 10 ve 50 kat daha fazla ömürleri olan kompakt fluoresan lamba ve LED tipi ampuller aldığını belirtmişlerdir.

Goto ve ark. (2007) uygulanabilir bir ısı geri kazanım ünitesi geliştirmiş ve su ısıtma deneylerini yapmıştır. Kompresörün yaptığı iş arttıkça COP'nin %15 azaldığını ancak genel enerji verimliliğinin %34 oranında arttığını tespit etmişlerdir.

Clark ve House (2010) tarafından sunulan araştırmada, Ontario süt çiftliklerinde toplam harcanan enerjinin %15'inin su ısıtma, %21'inin süt soğutma için kullanılan enerji olduğu belirtilmiştir.

Saidur ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada; basınçlı hava sistemlerinin, tipik olarak bir endüstriyel tesisteki en pahalı araç olduğu ve toplam endüstriyel enerji kullanımının yaklaşık %10'unu oluşturduğu belirtilmiştir. Yüksek verimli motorların kullanımı, hava kaçaklarını önleme, dış hava alımının kullanılması, basınç düşüşünün azaltılması, atık ısının geri kazanılması gibi çeşitli enerji tasarrufu önlemleri ile tasarrufun artırılacağı vurgulamışlardır.

Kishev ve Ulimbashev (2011), yaptığı çalışmada 400 baş hayvan kapasiteli bir işletmede, ortalama 4800 kg sütün sıcaklığını 4°C-8°C'ye soğutma sırasında 525598 kJ - 600683 kJ (24 kW-27.8 kW) enerjinin atmosfere atıldığını belirtmiştir.

Tillou ve ark. (2011), tarafından yapılan çalışmada; endüstriyel bir soğutma sisteminde enerji verimliliği fırsatları araştırılmıştır. Enerji verimliliği potansiyelini değerlendirmek için bir sistem yaklaşımı kullanmanın önemi tartışılmıştır. Ayrıca, sistem yaklaşımının, ekipman verimliliğini artırmak için hem yük azaltımlarını hem de fırsatları doğru bir şekilde belirleyerek projenin genel etkisini nasıl geliştirdiği gösterilmiştir. Çalışma için belirlenen enerji tüketim birimlerinde, 814700-1479500 kWh arasında tahmini enerji tasarrufu ve 37800 \$-70500 \$ arasında tahmini maliyet tasarrufu sağlandığı tespit edilmiştir.

Türkiye'deki modern süt üretim işletmelerinin özgül elektrik enerjisi tüketimi değerlerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir araştırmada ise, 235 adet işletme değerlendirilmiştir. İşletmelerin ortalama elektrik enerjisi tüketimi değerleri 114,14 kWh/ton-yıl ve 741,32 kWh/inek-yıl olarak tespit edilmiştir. İşletmeler sağmal inek kapasitelerine göre 26-50, 51-100, 101-200 ve 200 üzeri olarak sınıflandırılmıştır. Sonuçlar sırası ile, 116,36 kWh/ton ve 789,95 kWh/inek, 105,33 kWh/ton ve 639,40 kWh/inek, 91,86 kWh/ton ve 568,35 kWh/inek, 81,91 kWh/ton ve 563,75 kWh/inek olarak saptanmıştır (Duman ve ark. 2013).

Erek ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada iki adet üniteye (A ve B) sahip LiCl-H₂O akışkan çiftiyle çalışan ticari bir absorpsiyonlu soğutma sistemi kullanılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalarda, absorpsiyonlu soğutma sistemi performansı suyun farklı başlangıç sıcaklıkları (25°C ve 30°C) için incelenmiştir. Sistemde gerekli ısı enerjisi, vakum tüplü güneş kolektörleri ile temin edilmiştir. Deneysel çalışmada ekserji analizi yapılarak soğutma performansı incelenmiştir. Depolama ünitesinin en büyük avantajı soğutma ihtiyacının karşılanması amacıyla beklemeye gerek kalmadan diğer ünite ile soğutmanın yapılabilmesi olmuştur. Elde edilen sonuçlar, soğutulacak akışkan sıcaklıklarının sabit tutulduğu 25°C ve 30°C durumlarda, tank içi sıcaklığın yüksek olmasının sistemin soğutma performansını düşürdüğünü göstermiştir. Absorpsiyonlu soğutma sistemi COP değeri 0,681, toplam ekserji verimi %5,1 dir. Sistemde toplam ekserji yıkımı 6172 kW olup, en büyük ekserji yıkımı 2,4 kW ile generatörde gerçekleşmiştir.

Corscadden ve ark. (2014) tarafından 60 sağmal inek kapasiteli küçük işletmeler için, ısı geri kazanım sistemi kullanmak en iyi seçenek olarak görülmüştür. Bununla birlikte, 200 ve 400 sağmal inek büyüklüğündeki işletmeler için ısı geri kazanım ve ön soğutucu sistemlerinin birlikte kullanımının en iyi seçenek olduğunu belirtmişlerdir.

Duman (2014), tarafından yapılan çalışmada Tekirdağ bölgesindeki 3 süt üretim işletmesi incelenmiş ve süt soğutma ile süt sağım proseslerinin toplam tüketimdeki paylarının %63 ile %54 aralığında olduğu tespit edilmiştir.

Principi ve Fioretti (2014) tarafından yapılan yaşam döngüsü değerlendirmelerine göre ise, LED lamba armatürlerinin, kullanım evresindeki yüksek enerji verimliliği nedeniyle çevresel etkinin önemli ölçüde azaltılmasına (sera gazı emisyonunun ve kümülatif enerjinin %41-%50'sinin azaltılmasına) izin verdiğini ortaya koymuşlardır.

Nejtek ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışma sonucunda plakalı ısı değiştirici kullanmanın %44,75 oranında ön soğutma verimi sağlayacağı belirlenmiştir.

Sapali ve ark. (2014), atık ısının geri kazanımı ile ilgili yaptıkları çalışmada, ısı geri kazanım ünitesi kullanımı ile soğutma sisteminin COP değerini 3'ten 4,8'e çıkartarak, sistem verimliliğini arttırmışlardır. Çalışma sonucunda, kızdırma ısının tamamı ile gizli ısının %35'inin geri kazanıldığı belirtilmiştir.

Torres-Toledo ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada, küçük kapasiteli bir işletmeye ait soğutma sisteminin 20°C, 30°C ve 40°C' lik farklı ortam sıcaklıklarındaki enerji tüketimleri deneysel olarak incelenmiş ve sistemin spesifik toplam enerji tüketiminin 30 Wh/l ve 58 Wh/l arasında olduğu tespit edilmiştir.

Bey ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada, Dialux programı ile ahırlar için gerekli 150-250 lux aydınlatma düzeyini sağlayan aydınlatma sistemi tasarlanmıştır. Sonuç olarak, 24 adet 45 W'lık kompakt floresan lamba veya 18 adet 60 W'lık kompakt floresan lamba ile yeterli aydınlatma seviyesinin sağlanacağı belirlenmiştir.

Duman Altan (2017) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise, çiğ süt üretim işletmesi için enerji verimli aydınlatma sistemi simülasyonu yapılmıştır. Dialux programı ile yapılan simülasyon sonucunda, işletmedeki mevcut aydınlatma düzeyinin yetersiz olduğu, armatürlerin doğru aralıklarda ve sayılarda yerleştirilmediği tespit edilerek, daha verimli bir armatür kullanımı ile yeni bir aydınlatma sistemi önerilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1. Ölçümlerin yapıldığı çiğ süt üretim işletmesi

Çalışma, Tekirdağ ili'ne bağlı Muratlı ilçesinde bulunan yaklaşık 1800 baş sağmal hayvan kapasiteli büyük ölçekli modern bir çiğ süt üretim işletmesinde yapılmıştır. İşletmede rotary (döner) tip sağımlar sistemi bulunmaktadır. İşletme, Rotary 1 ve Rotary 2 olarak adlandırılan iki bölümden oluşmaktadır.

İşletme politikası gereği kapasite azaltılmış ve Rotary 2 alanı boşaltılmıştır. Bu nedenle çalışma kapsamında Rotary 1 bölümünde ölçümler ve hesaplamalar yapılmıştır. İşletmeye ait ortalama veriler Çizelge 3.1'de verilmiştir. Rotary sisteminin görünümü Şekil 3.1'deki gibidir.

Çizelge 3.1. İşletmeye ait veriler

Parametre	Değer
Süt Verimi	32 litre/sağmal hayvan
Sağmal Hayvan Sayısı	960 adet

Ölçümlerin yapıldığı işletmede mevcut olan ve çalışma kapsamında incelenen makine ve ekipman bilgileri aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 3.1. Rotary sisteminin görünümü

Soğutma sistemi

Sağılan sütlerin aktarıldığı ve 3,5oC sıcaklığa kadar soğutulduğu ünedir. Hava soğutmalı chiller ile tahrik edilen soğutma tankının cidarında dolaşan soğutucu akışkan R22 gazıdır. Soğutma tankına ait teknik veriler Çizelge 3.2’de görüldüğü gibidir.

Çizelge 3.2. Süt soğutma tankının teknik özellikleri

Tanım	Açıklama
Soğutma Sınıfı	2BII
Soğutucu Akışkan	R22
Kapasite	25000 l
Set Sıcaklıkları	5,5°C → On / 3,2°C → Off

Soğutma sistemi elemanlarından ön soğutma eşanjörüne ait herhangi bir etiket değeri mevcut değildir.

Soğutma sisteminde 3 adet scroll tip kompresör mevcuttur. Kompresörleri tahrik eden motorların her biri 7,5 kW kapasiteli ve IE1 verimlilik sınıfına ait motorlardır.

Basınçlı hava sistemleri

İşletme bünyesinde iki adet basınçlı hava kompresörü bulunmaktadır. Bunlara ait teknik veriler Çizelge 3.3 ile Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Kompresör-1’e ait teknik veriler

Tanım	Açıklama
Çalışma gücü	20 HP
Maksimum çalışma basıncı	8 bar
Çalışma basıncı	7,5 bar
Çalışma rejimi	Sabit yük (Boşta)
Hız sürücüsü uygulaması	Yok
Isı geri kazanımı	Yok
Çalışma Saati	22267 h
Yükte Çalışma Saati	15607 h
Element Sıcaklığı	78,4°C

Egzoz	Dış ortam
Emiş	İç ortam
Çıkış Çap	DN40

Çizelge 3.4. Kompresör-2'ye ait teknik veriler

Tanım	Açıklama
Çalışma gücü	20 HP
Maksimum çalışma basıncı	10 bar
Çalışma basıncı	9,4 bar
Çalışma rejimi	Sabit yük (Yükte)
Set Basıncı	9,5 bar → Off / 8 bar → On
Hız sürücüsü uygulaması	Yok
Isı geri kazanımı	Yok
Çalışma Saati	29057 h
Yükte Çalışma Saati	15319 h
Element Sıcaklığı	65,4°C
Egzoz	Dış ortam
Emiş	İç ortam
Çıkış Çap	DN40

Sisteme ait basınçlı hava tankının ve hava kurutma ünitesinin teknik verileri sırasıyla Çizelge 3.5'de ve Çizelge 3.6' da verilmiştir.

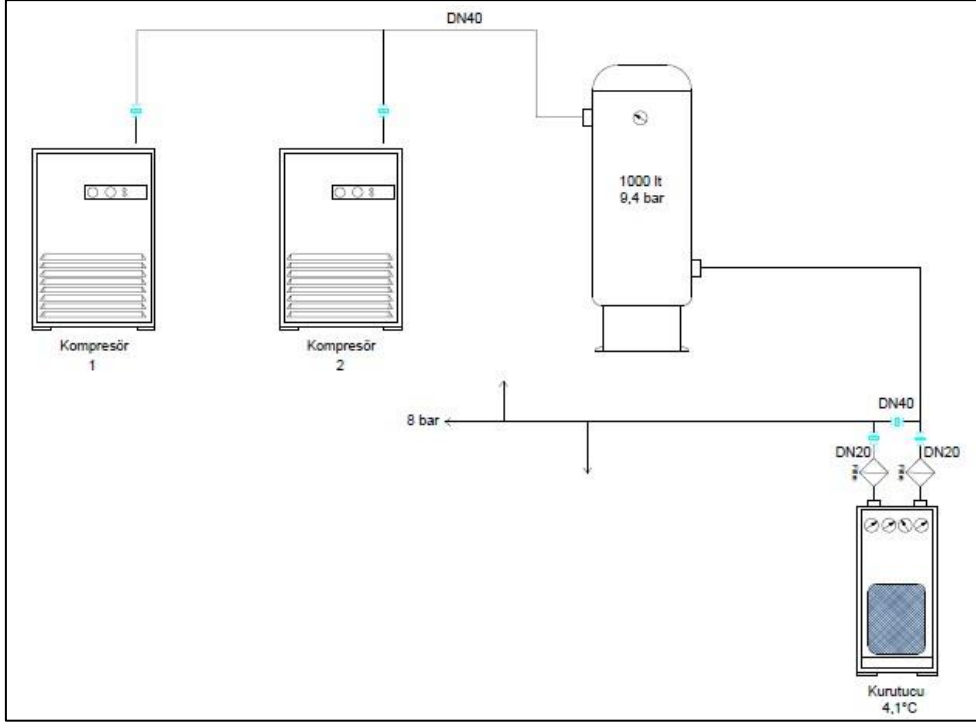
Çizelge 3.5. Basınçlı hava tankının teknik verileri

Tanım	Açıklama
Kapasite	1000 litre
Basınç	8 bar

Çizelge 3.6. Hava kurutucunun teknik verileri

Tanım	Açıklama
Sıcaklık	4,1 °C
Giriş-Çıkış Filtre	Var

İşletme bünyesinde toplam 2 adet basınçlı hava kompresörü bulunmaktadır. Bunların bir tanesi aktif olarak kullanılmaktadır. Bir tanesi olası pik çekişleri veya ani basınç düşüşlerini dengeleyebilmek için, yedek olarak bekletilmektedir. Kompresör dairesi tesisatı ek olarak filtre, kurutucu ve tank dahil olmak üzere dizayn edilmiştir. İnceleme esnasında kompresör dairesindeki kurutucuların bir tanesinin çalıştığı gözlenmiştir.



Şekil 3.2. Basınçlı hava sisteminin akış şeması

Yukarıdaki (Şekil 3.1) akış şemasında görüldüğü gibi basınçlı hava hattı 3 ayrı branşman şeklinde kullanım noktalarına aktarılmaktadır. Basınçlı hava sürü götürücü kapı ve (rotary) pistonlar tarafından kullanılmaktadır.

Basınçlı hava sağlayan kompresör Şekil 3.2 'de verilmiştir.



Şekil 3.3. Basınçlı hava sağlayan kompresör

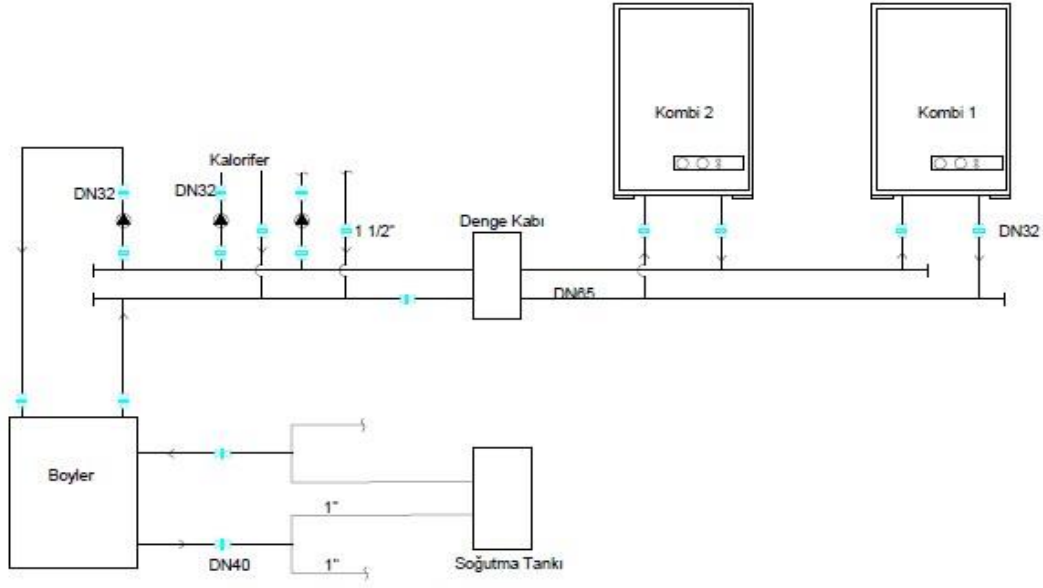
Aydınlatma sistemi

Hayvanların bulunduğu ahırlarda, 400 Watt gücünde metal halide tip armatürler bulunmaktadır. Aydınlatma sistemleri, Şekil görüldüğü gibi iki hat şeklinde ve simetrik olarak yerleştirilmiş 42 adet armatürden oluşmaktadır.

Sıcak su üretim sistemi

Sıcak su üretimi 2 adet kombi ile gerçekleştirilmektedir. Üretilen sıcak su, boiler-kalorifer-akümülyasyon tankı olmak üzere 3 ayrı noktaya iletilmektedir. Günlük sıcak su tüketimi 2400 litre'dir.

Üretilen sıcak suyun, boiler, kalorifer ve akümülyasyon tankı hatlarına, her bir hattı ayrı pompalar besleyecek şekilde dağıtımını sağlanmaktadır. Sıcak su hattında (Şekil 3.3) deforme olmuş veya eksik izolasyon tespit edilmiştir. Bu eksiklikler aşağıdaki listede belirtilmiş ve görüntüler listenin altına eklenmiştir. Bunların giderilmesi ile doğalgaz tasarrufu gerçekleştirilebilir. Tasarruf miktarı verimlilik artırıcı projeler bölümünde hesaplanmıştır.



Şekil 3.4. Sıcak su üretim akış şeması

Sağım sistemi

Sağım sistemlerinde kullanılan 2 adet vakum pompalarını tahrik eden elektrik motorlarına ait teknik veriler Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Vakum pompalarını tahrik eden elektrik motorlarına ait teknik veriler

Tanım	Açıklama
Debi	138 cfm (234,46 m ³ /h)
Tahrik	Kayış Kasnak
Güç	7,5 kW (10 HP)
Giriş Çap	DN80
Egzoz Çap	DN40

İşletmeye ait vakum pompalarının ikisi de aynı tip olup Şekil 3.4’de verilmiştir.



Şekil 3.5. İşletmede kullanılan vakum pompası

3.1.2. Enerji etüdü için kullanılan ölçüm cihazları

Enerji etüdü sırasında, termal kamera, pensampermetre, enerji analizörü, sıcaklık ölçer kullanılmıştır. Ölçüm cihazları ve ölçüm noktaları ile ilgili bilgiler Çizelge 3.8’de verilmiştir.

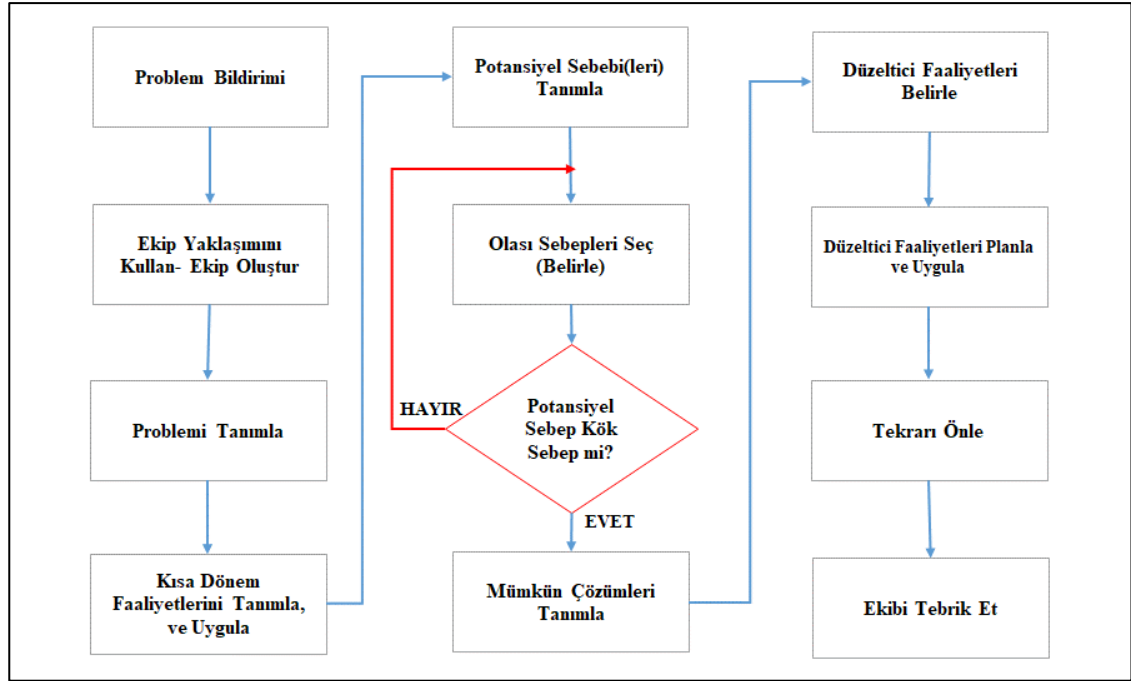
Enerji analizörleri, işletmelerdeki sistemlerin tüm elektriksel parametrelerini ölçmek için tasarlanmış cihazlardır. Sistemdeki her bir fazın aktif, reaktif ve görünür güç değeri ile aktif, reaktif enerji değerini ölçmek için tasarlanmışlardır. Bir enerji analizörü tek fazlı-üç fazlı sistemlerin RMS değerlerini, faz-nötr & faz-faz gerilimlerini, nötr akım, toplam akım, faz akımlarını, güç faktörünü, anlık aktif gücü (W), anlık görünür gücü (VA), reaktif gücü (VAr), frekansı (Hz), ortalama ve maksimum güçleri, harmonik bozulmayı, saatte harcanan aktif gücü (Wh), indüktif reaktif enerjiyi (kVArh veya MVARh), kapasitif reaktif enerjiyi (kVArh veya MVARh) ve faz açıları gibi birçok parametreyi ölçüp, bu verileri yazdırabilir, saklayabilir ve diğer benzer ağlara, bilgisayarlara gerekli yazımsal programları yükleyerek aktarabilirler.

Pens ampermetreler ise, bir hattın veya bir motor devresinin akımını, kablo bağlantısı yapmadan yani devrenin hattını kesmeden ölçmek için kullanılan cihazlardır. Sağımın devamlılığı önemli olduğundan, vakum pompalarını tahrik eden motorlar için enerji analizörü yerine, pens ampermetre kullanılmıştır.

Termal kameralar, gözle görülemeyen elektromanyetik spektrumdaki kızılötesi (infrared) dalga boylarını görünür bir resme çeviren cihazlardır. Güç tüketimi yapan veya ileten tüm ekipmanlar arızalanmadan önce ısınıp yaydıkları infrared enerjiyi algılayarak, elektronik

Planlama aşamasında işletme için enerji politikası oluşturulmuş, enerji etüt çalışması ile enerji verimliliğini arttıracak iyileştirmeler belirlenmiştir.

İşletmede yüksek enerji tüketimi problemi için ve enerji yönetimi kapsamında kurulumu planlanan sistemler için 8D tekniği uygulanmıştır. 8D tekniği ile, ilgili enerji verimliliği uygulamaları kayıt altına alınarak, enerji yönetimi sisteminin uygulama, kontrol ve önlem alma adımları için sistematik bir alt yapı oluşturulmuştur (Şekil 3.6).



Şekil 3.7. 8D süreci

8D tekniğine ait süreç adımları (Korenko ve ark. 2013) aşağıdaki gibidir.

D1 : Ekip Oluşturmak : Bu adımın amacı, problemin olduğu prosese göre ürün ve proses hakkında yeterli bilgi birikimi olan ve sorunu çözmek, iyileştirici faaliyetlerde bulunmak için gerekli teknik deneyime sahip bir ekibin oluşturulmasıdır. Ekip, sorunla ilgili tüm süreçleri kapsayacak kadar fazla, etkin bir şekilde çalışacak kadar az kişiden oluşmalıdır.

D2 : Problem Tanımı : Bu adım, çözülmesi gereken problemin ve ölçülebilir parametreler kullanılarak probleme ilişkin detayların tanımlanmasıdır. Bir çok kaynaktan gelen bilgilerin değerlendirilmesi ile problemin doğru ve objektif tanımlanması gerekir.

D3 : Kısa Dönem Faaliyet Planlama ve Uygulama : Acil aksiyon planı olarak belirlenen kısa dönem faaliyetlerinin belirlenmesi ve uygulanmasıdır. Bu adımda amaç, kalıcı olan düzeltici faaliyetler hayata geçirilene kadar önlem tedbirlerinin oluşturulmasıdır.

D4 : Kök Neden Belirleme : Bu adımın amacı, tanımlanan sorunun kök sebebini belirlemektir. Toplanan verilere dayalı olası tüm nedenleri test ederek, sorunun kök sebebi belirlenmelidir.

D5 : Düzeltici Faaliyetlerin Belirlenmesi : Bu adımın özü, kök nedeni ortadan kaldırmak için en iyi kalıcı düzeltici eylemi ve sorunu oluşturan proses için en iyi çözümü seçmektir.

D6 : Düzeltici Faaliyetlerin Uygulanması: Kök nedeni ortadan kaldırmak amacıyla belirlenen faaliyetlerin planlanması ve uygulanmasıdır.

D7 : Problem Tekrarını Önleme : Bu aşama, sorunun veya benzerinin tekrarlanmasını önlemek için gerekli sistemlerin, çalışma koşullarının ve prosedürlerinin belirlenmesidir.

D8 : Ekibi Tebrik Et : Bu adımın amacı, ekibin tüm deneyim ve bilgilerini ve 8D raporuna işlenen bilgileri özetleyerek, tüm ekibin kutlanması ve sorunun çözümünde katkı sağlayan tüm ekip üyelerinin bireysel olarak takdir edilmesidir.

3.2.1. Genel hesaplamalar

Mevcut sistemlerin değerlendirilmesi ve enerji verimliliğini arttırmaya yönelik mümkün çözüm önerilerinin belirlenmesinde aşağıdaki yöntemler ve hesaplamalar kullanılmıştır (Anonim 2015a, Anonim 2015c, Anonim 2015e).

Sistemlerin elektriksel analizleri için, sistemlere ait ortalama akım (A) ve tüketilen güç (kW) değerleri ölçülmüştür. Kompresör için, akım ve gerilim değerleri ölçülerek harmonik analiz değerlendirilmesi yapılmıştır.

Dur-kalk şeklinde çalışan sistemlere (vakum pompası, basınçlı hava sistemi) ait günlük enerji tüketimlerinin hesaplanmasında aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır.

$$ET_{k,g} = (t_y \cdot P_y) + (t_b \cdot P_b) \quad (3.1)$$

Burada;

$ET_{k,g}$: Sistemin elektrik enerjisi tüketimi (kWh)

- t_y : Sistemin yük altında çalışma süresi (h)
 P_y : Sistemin yük altında tükettiği güç (kW)
 t_b : Sistemin boştaki çalışma süresi (h)
 P_b : Sistemin boştaki çalışırken tükettiği güç (kW)

Sürekli çalışan soğutma sistemine ait günlük enerji tüketimi ($ET_{v,g}$) hesaplanmasında ise aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır.

$$ET_{v,g} = t \cdot P \quad (3.2)$$

Burada;

- $ET_{v,g}$: Sistemin elektrik enerjisi tüketimi (kWh)
 t : Sistemin yük altında çalışma süresi (h)
 P : Sistemin yük altında tükettiği güç (kW)

Mevcut sistemlerin yerine önerilen sistemlerin kurulumu ile sağlanacak yıllık enerji kazanımı, yıllık parasal kazanım, sistemlerin geri ödeme süreleri (GÖS) ile ilgili yapılan hesaplamalarda aşağıdaki bağıntılar kullanılmıştır;

$$EK = ET_{ms} - ET_{ys} \quad (3.3)$$

Burada;

- EK : Yıllık enerji kazanımı (kWh/yıl)
 ET_{ms} : Mevcut sistemin enerji tüketimi (kWh/yıl)
 ET_{ys} : Yeni sistemin enerji tüketimi (kWh/yıl)

$$PK = EBF \cdot EK \quad (3.4)$$

Burada;

- PK : Yıllık parasal kazanımı (TL/yıl)
 EBF : Elektrik enerjisi birim fiyatı (TL/kWh)

$$G\ddot{O}S = \frac{YM}{PK} \quad (3.5)$$

Burada;

$G\ddot{O}S$: Geri ödeme süresi (yıl)

YM : Yatırım maliyeti (TL)

Sistemlere ait SET değerlerinin belirlenmesinde aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır.

$$SET = \frac{ET}{\ddot{U}M} \quad (3.6)$$

Burada;

ET : Sistemin elektrik enerjisi tüketimi (kWh)

$\ddot{U}M$: Üretim miktarı (litre)

Çalışma kapsamında önerilen verimlilik arttırıcı projelere ait tüm hesaplamalarda, parasal kazanım için 3.4 no'lu, geri ödeme süresi için 3.5 no'lu bağıntılar kullanılmıştır.

3.2.2. Basıncılı hava hattı kontrolü

Bu işlem sistemdeki basınç düşmelerini kontrol ederek hava kaçaklarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Standartlarda olması gereken hava hızları ile gerçek hava hızları karşılaştırılmıştır. Hat kontrolü hesaplamalarında ideal gaz denklemi kullanılmıştır. Bu amaçla Kompresör verisi olan normalize değerler (basınç, sıcaklık ve hacimsel debi) ve çalışma koşullarındaki mevcut basınç ve sıcaklık değerlerinden yararlanılmıştır. 1 indisi kompresörün normalize standart değerlerini, 2 indisi de mevcut durumu temsil etmektedir.

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \quad (3.7)$$

Burada;

P : Mutlak basınç (bar)

V : Hacimsel debi (m³/h)

T : Mutlak sıcaklık (K)

3.6 no'lu bağıntı yardımıyla bulunan hacimsel debi V_2 (m³/h)'nin birimi m³/s olarak düzenlenmiş (q) ve 3.7 no'lu bağıntıda kullanılarak emilen havanın hızı (c) hesaplanmıştır.

$$q = c \cdot A \quad (3.8)$$

Burada;

q : Hava debisi (m³/s)

c : Hava hızı (m/s)

A : Kesit alanı (m²)

Basınç kaybının hesaplanması için Darcy-Weisbach Denklemi kullanılmıştır.

$$h_f = f \cdot \left(\frac{L}{D}\right) \cdot \left(\frac{c^2}{2g}\right) \quad (3.9)$$

Burada;

h_f : Basınç kaybı (m)

f : Darcy sürtünme katsayısı (boyutsuz)

L : Boru uzunluğu (m)

D : Boru çapı (m)

c : Akış hızı (m/s)

g : Yerçekimi ivmesi (m/s²)

3.2.3. Soğutma sistemi ölçümleri

Mevcut ön soğutma ve tank için soğutma yükleri aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanmıştır.

$$SY = (m \cdot c_{süt} \cdot \Delta T) / 860 \quad (3.10)$$

Burada;

- SY : Soğutma yükü (kW)
 m : Sütün kütle akış oranı (kg/h)
 $c_{süt}$: Sütün özgül ısısı (kcal/kgK)
 ΔT : Sıcaklık farkı (K)

Soğutma etkinliği ise aşağıdaki bağıntı yardımıyla bulunmuştur;

$$COP = SY / W_{komp} \quad (3.11)$$

Burada;

- COP : Soğutma etkinliği
 W_{komp} : Komprasörün yaptığı iş (kW)

3.2.4. Önerilen verimlilik arttırıcı projeler (VAP)

İşletmede enerji tüketimiyle ilgil mevcut durum saptandıktan sonra, enerji verimliliğini arttırmak için işletmeye önerilmiş projeler aşağıda verilmiştir.

3.2.4.1. Enerji verimli motorların kullanımı ile sağlanan enerji kazanımı

Mevcut elektrik motorlarının yerine önerilen enerji verimli motorların kullanımı ile sağlanacak enerji ve para kazanımı aşağıdaki bağıntılarla hesaplanmıştır.

$$EK = P_n \cdot t \cdot YO \cdot \left(\frac{1}{\eta_s} - \frac{1}{\eta_{yv}} \right) \quad (3.12)$$

Burada;

- EK : Enerji kazanımı (kWh/yıl)
 P_n : Nominal güç (kW)
 t : Çalışma süresi (h/yıl)
 YO : Yükleme oranı (boyutsuz)

η_s : Standart tip motor verimi (desimal)

η_{yv} : Önerilen yüksek verimli motor verimi (desimal)

Elektrik motorlarına ait verim değerlerinin belirlenmesinde Çizelge 3.9'dan yararlanılmıştır.

Çizelge 3.9. Elektrik motorları verim standartları tablosu (Anonim 2015e)

GÜÇ kW	IE1			IE2			IE3			IE4		
	Kutup Sayısı			Kutup Sayısı			Kutup Sayısı			Kutup Sayısı		
	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6
5,5	84,7	84,7	83,1	87,0	87,7	86,0	89,2	89,6	88,0	90,9	91,9	90,5
7,5	86,0	86,0	84,7	88,1	88,7	87,2	90,1	90,4	89,1	91,7	92,6	91,3
11	87,6	87,6	86,4	89,4	89,8	88,7	91,2	91,4	90,3	92,6	93,3	92,3
15	88,7	88,7	87,7	90,3	90,6	89,7	91,9	92,1	91,2	93,3	93,9	92,9
18,5	89,3	89,3	88,6	90,9	91,2	90,4	92,4	92,6	91,7	93,7	94,2	93,4
22	89,9	89,9	89,2	91,3	91,6	90,9	92,7	93,0	92,2	94,0	94,5	93,7
30	90,7	90,7	90,2	92,0	92,3	91,7	93,3	93,6	92,9	94,5	94,9	94,2
37	91,2	91,2	90,8	92,5	92,7	92,2	93,7	93,9	93,3	94,8	95,2	94,5
45	91,7	91,7	91,4	92,9	93,1	92,7	94,0	94,2	93,7	95,0	95,4	94,8
55	92,1	92,1	91,9	93,2	93,5	93,1	94,3	94,6	94,1	95,3	95,7	95,1
75	92,7	92,7	92,6	93,8	94,0	93,7	94,7	95,0	94,6	95,6	96,0	95,4
90	93,0	93,0	92,9	94,1	94,2	94,0	95,0	95,2	94,9	95,8	96,1	95,6
110	93,3	93,3	93,3	94,3	94,5	94,3	95,2	95,4	95,1	96,0	96,3	95,8
132	93,5	93,5	93,5	94,6	94,7	94,6	95,4	95,6	95,4	96,2	96,4	96,0
160	93,8	93,8	93,8	94,8	94,9	94,8	95,6	95,8	95,6	96,3	96,6	96,2
200	94,0	94,0	94,0	95,0	95,1	95,0	95,8	96,0	95,8	96,5	96,7	96,3
250	94,0	94,0	94,0	95,0	95,1	95,0	95,8	96,0	95,8	96,5	96,7	96,5
315	94,0	94,0	94,0	95,0	95,1	95,0	95,8	96,0	95,8	96,5	96,7	96,6
355	94,0	94,0	94,0	95,0	95,1	95,0	95,8	96,0	95,8	96,5	96,7	96,6
400	94,0	94,0	94,0	95,0	95,1	95,0	95,8	96,0	95,8	96,5	96,7	96,6
450	94,0	94,0	94,0	95,0	95,1	95,0	95,8	96,0	95,8	96,5	96,7	96,6
500	94,0	94,0	94,0	95,0	95,1	95,0	95,8	96,0	95,8	96,5	96,7	96,6

3.2.4.2. Kompresör emişinin dış ortamdan yapılması

İşletmede kompresör bir oda içinde bulunmaktadır ve hava emişi bu odada gerçekleşmektedir. Hava emişinin dış ortamda yapılması önerisiyle gerçekleştirilecek enerji kazanımı aşağıdaki bağıntılar yardımıyla hesaplanmıştır. Hesaplamalarda yıllık ortalama sıcaklık 15,2°C ve sıcaklık farkı 7°C olarak alınmıştır.

Güç azalma faktörü aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanmıştır.

$$GA_f = 1 - \frac{T_d}{T_i} \quad (3.13)$$

Burada;

GA_f : Güç azalma faktörü (boyutsuz)

T_d : Dış hava sıcaklığı (K)

T_i : İç hava sıcaklığı (K)

$$EK = GA_f \cdot t \cdot P \quad (3.14)$$

Burada;

EK : Enerji kazanımı (kWh/yıl)

t : Çalışma süresi (h/yıl)

P : Kompresör kapasitesi (kW)

3.2.4.3. Kompresör ısısının geri kazanımı

Mevcut kompresör ünitesinde kompresörün çalışması sırasında oluşan ısı enerjisi değerlendirilmemekte ve dışarıya atılmaktadır. Önerilen projede kompresörden hava yardımıyla alınan ısı enerjisi kış aylarında ortam ısıtmasında kullanılacaktır. Isıtılacak havanın debisi aşağıdaki bağıntıyla hesaplanmıştır.

Kompresörden alınan ısı enerjisiyle ısıtılan havadan kazanılan ısı enerji miktarı aşağıdaki bağıntı yardımıyla bulunmuştur.

$$EK = 3600 \cdot q \cdot c_{hava} \cdot \Delta T \quad (3.15)$$

Burada;

EK : Enerji kazanımı (kJ/h)

q : Havanın debisi (kg/s)

C : Havanın özgül ısısı (kJ/kg.K)

ΔT : Isıtılan havadaki sıcaklık artışı (K)

3.2.4.4. Aydınlatma armatürleri değişimi

Mevcut durumdaki toplam ışık akısını sağlayacak şekilde verimli armatürlerin kullanımı önerisiyle yıllık enerji kazanımı, yıllık parasal kazanım, GÖS hesaplamaları yapılmıştır.

3.2.4.5. Ön soğutma eşanjörünün değişimi

Ön soğutma eşanjörünün daha verimli sistemler ile değiştirildiğinde sağlanan enerji kazanımı aşağıdaki bağıntılar ile hesaplanmıştır.

$$YF = Y_{\dot{o}} - Y_M \quad (3.16)$$

Burada;

YF : Yük farkı (kW)

$Y_{\dot{o}}$: Önerilen sistemin yükü (kW)

Y_M : Mevcut sistemin yükü (kW)

$$EK = (YF/COP).t \quad (3.17)$$

Burada;

EK : Enerji kazanımı (kWh)

COP : Soğutma tankının soğutma etkinliği

t : Çalışma süresi (h)

3.2.4.6. Mevcut chillerin daha verimli chiller ile değişimi

Mevcut soğutma tankının önerilen tank ile değiştirilmesiyle sağlanacak enerji kazanımı aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanmıştır.

$$EK = SY \left(\frac{1}{COP_M} - \frac{1}{COP_{\bar{0}}} \right) \cdot t \quad (3.18)$$

Burada;

EK : Enerji kazanımı (kWh)

SY : Tankın soğutma yükü (kW)

COP_M : Mevcut sistemin soğutma etkinliği (kW)

$COP_{\bar{0}}$: Önerilen sistemin soğutma etkinliği (kW)

t : Sistemin çalışma süresi (h)

3.2.4.7. Süt soğutma sistemi için ısı geri kazanımı

Süt soğutma ünitesindeki enerji geri kazanımı aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanmıştır.

$$EK = (YF) \cdot t \quad (3.19)$$

Burada;

EK : Enerji kazanımı (kWh)

YF : Yük Farkı (kW)

t : Çalışma süresi (h)

3.2.4.8. Sıcak su hattı izolasyonu

Sıcak su hattındaki ısı kayıpları aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanmıştır.

$$Q = \frac{\pi L (T_i - T_d)}{\frac{1}{\alpha_i d_i} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_d}{d_i} + \frac{1}{\alpha_d d_d}} \quad (3.20)$$

Burada;

T_i : Yalıtılması gereken yüzeyin sıcaklığı (°C)

T_d : Ortamdaki hava sıcaklığı (°C)

- α_i : iç yüzey ısı taşınım katsayısı (W/m². °C)
 α_d : dış yüzey ısı taşınım katsayısı (W/m². °C)
 d_i : iç çap (m)
 d_d : dış çap (m)
L : uzunluk

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1 Enerji Politikası

İşletme stratejisinin bir parçası olarak, enerji yönetimi konusundaki tüm sorumlulukların yerine getirileceği, işletmedeki tüm bina, sistem ve ekipmanlara maliyet verimliliği göz önünde bulundurularak verimlilik arttırıcı projelerin uygulanacağı yazılı olarak taahhüt edilmiştir.

Enerji yönetim sisteminin uygulanması için, enerji maliyetlerini arttıracak uygulama ve satın almalardan kaçınılması, çevre duyarlılığının arttırılması, maliyet verimliliğinin sağlanması ve sürekli iyileştirme anlayışının benimsenmesi işletme tarafından mutabakata varılmış politikalardır.

Belirlenen politikalar gereği, işletmede enerjinin verimli kullanılması, gaz emisyonlarının azaltılması, fosil yakıtlara bağımlılığının azaltılması, enerji kaynaklarının en ekonomik birim maliyet ile satın alınması amaçlanmıştır.

Bu amaç ve politikaların başarılı bir şekilde sağlanabilmesi için aşağıdaki gibi acil hedefler belirlenmiştir.

- Personel içerisinde bir mühendise enerji yöneticisi eğitiminin aldırılması
- İşletme çalışanlarına enerji verimliliği/enerji yönetimi hakkında eğitim verilmesi
- Enerji tüketimlerinin izlenebilirliğinin sağlanması
- Enerji etüdü çalışmasını yapılması
- Enerji tasarrufu için uygulanacak projelerin seçilmesi
- Projeler ile ilgili yatırımların yapılması

Enerji politikası dokümantasyonu EK1'deki gibidir.

4.2. Sistemlerin Değerlendirilmesi

4.2.1. Vakum pompaları

Süt sağım istasyonunda 3 adet vakum pompası mevcuttur. Bu pompaların 1 tanesi emre amade çalışırken, 1 tanesi pik yüklerde devreye girmektedir. Diğer ise yedek olarak beklemektedir.

Vakum pompaları süt sağım işleminde meme uçlarına takılan vantuzlarda sağım için gerekli olan negatif basıncı oluşturmada kullanılmaktadır. Pompalar on-off olarak, 20 saniyelik periyotta 15 saniye devrede 5 saniye devre dışı çalışmaktadır. Süt sağım işlemi günde 14,5 saat sürmektedir. Dolayısıyla pompalar günde 2610 kere devreye girip çıkmaktadırlar.

Vakum pompası süt sağım sırasında -420 mbar basınçta off, basınç tekrar -350 mbar seviyesine çıktığında on olmaktadır. Yıkama işlemi sırasında da sürekli sabit -420 mbar basınçta çalışmaktadır. Yıkama işlemi için günde 3,5 saat harcanmaktadır. Pompa egzoz sıcaklığı 59°C olarak ölçülmüştür.

Vakum pompaları ile ilgili tasarruf potansiyeli mevcuttur. Uygulanabilecek verimlilik projelerinden biri vakup pompasının elektrik motorunun verimlilik sınıfının yükseltilmesi, diğer proje ise on-off çalışan pompa motorunun hız sürücüsü ile çalışmasının sağlanmasıdır. Mevcut sistemde hız sürücüsü uygulaması olduğu belirlenmiştir.

Motor günlük çalışma saati pompaların yıkama prosesi sırasında sürekli, sağım prosesi sırasında 15 sn on, 5 sn off çalışması durumu referans alınarak hesaplanmıştır.

Vakum pompası maksimum 6 kW a kadar çıkmaktadır. Motorun etiket gücü 7,5 kW olduğundan ideal seçilmiştir. Ortalama tüketimi ise 4,2 kW dır.

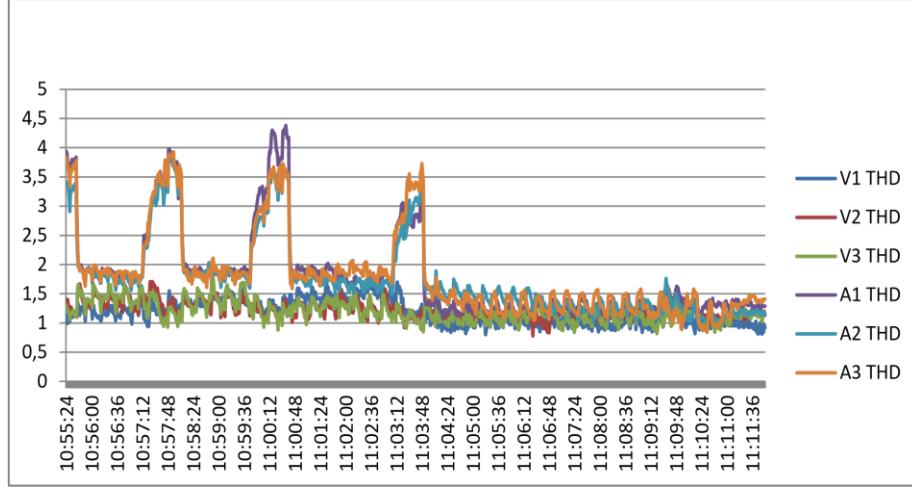
Sürekli alışan vakum pompasının günlük enerji tüketimi 3.1 No'lu bağıntıyla hesaplanmıştır ve 60,4 kWh olarak bulunmuştur. Vakum pompasına ait SET değerı ise, 0,002 kWh/l olarak hesaplanmıştır.

4.2.2. Basınçlı hava sistemi

Basınçlı hava sisteminde kullanılan kompresör sağım ve yıkam süresi boyunca günde 18 h çalışmaktadır. Boşta alışma süresi ise 6 saattir. Kompresör günlük enerji tüketimi yükte (16 kW), boşta (5,44 kW) alışması durumu referans alınarak hesaplanmıştır. Bu verilerden yararlanarak kompresörün günlük enerji tüketimi 3.1 no'lu bağıntı yardımıyla 281,65 kWh olarak hesaplanmıştır. Basınçlı hava sistemine ait SET değerı ise, 0,009 kWh/l olarak hesaplanmıştır.

Kompresör motorunun gerilim harmoniği ortalama 1,16 akım harmoniği ise 1,7 dir. Uluslararası standartlara göre IEC (1992) standartlar içinde kabul edilen harmonik bozulma değerleri, gerilim için %3, akım için %5 olarak belirlenmiştir. Ana dağıtım panosunda yapılan ölçümlerde gerilim harmoniği %3 ile %5 ve akım harmoniği %10 ile %12 değerlerinin üzerinde

ise önlem alınmalıdır. Dolayısıyla, kompresör motorunun harmonik değerleri belirtilen sınırlar içerisinde değildir. Harmonikler ilerleyen zamanlarda aşırı ısınma veya arızaya sebebiyet verecek düzeyde değildir. Harmoniğin yükseldiği yerler kompresörün düşük güçte çalıştığı zamanlardır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Basınçlı hava kompresörünün harmonik değerleri

4.2.3. Basınçlı hava hattı kontrolü

Kompresör-Tank arası basınçlı hava hattına ait ölçüm değerleri ve hesaplamalar Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 . Kompresör-tank arası basınçlı hava hattına ait ölçüm ve hesaplar

Notasyon	Durum	Kompresör Tank Arası	
A	Standart	DIN2448	
B	Basınç	9,4	barG
C	Sıcaklık	29	°C
D	Hava Debisi (Normal)	2,1	Nm ³ /min
E	Hava Debisi	0,23	m ³ /min
F	DN	40	mm
G	İç Çap	43,1	mm
H	Hız	2,58	m/s
I	Basınç Düşümü	0,019	bar/100m

Kompresör – Tank arası hattı boyutlandırması uygun yapılmıştır. Boru içindeki hava hızı (2,58 m/s) sınır değerden (10 m/s) ve boru içindeki basınç düşümü (0,019 bar/100m) sınır değerden (0,15 bar/100m) küçüktür.

Tank- hava kurutucu arası basınçlı hava hattına ait ölçüm değerleri ve hesaplamalar Çizelge 4.2’de verildiği gibidir.

Çizelge 4.2. Tank- kurutucu arası basınçlı hava hattına ait ölçüm ve hesaplar

Notasyon	Durum	Tank-Kurutucu Arası	
A	Standart	DIN2448	
B	Basınç	8	barG
C	Sıcaklık	29	°C
D	Hava Debisi (Normal)	2,1	Nm ³ /min
E	Hava Debisi	0,26	m ³ /min
F	DN	32	mm
G	İç Çap	37,2	mm
H	Hız	4,005	m/s
I	Basınç Düşümü	0,045	bar/100m

Tank-Kurutucu arası hattı boyutlandırması uygun yapılmıştır. Boru içindeki hava hızı (4,01 m/s) sınır değerden (10 m/s) ve boru içindeki basınç düşümü (0,045 bar/100m) sınır değerden (0,15 bar/100m) küçüktür.

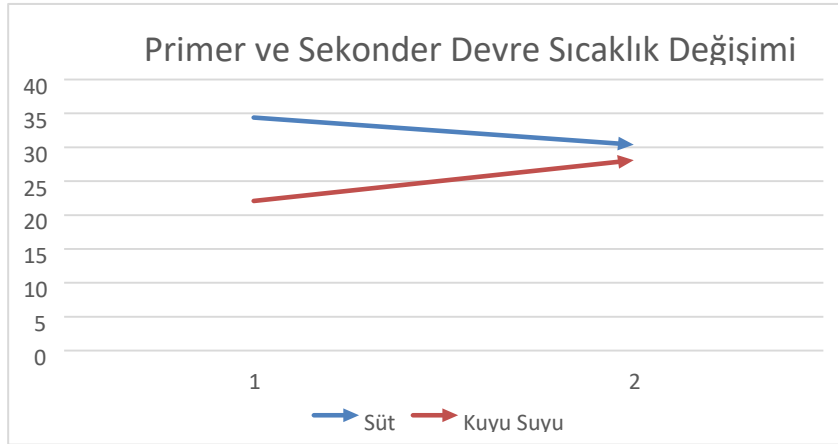
4.2.4. Soğutma sistemi

Soğutma sisteminde yapılan ölçümler ve hesaplamalar Çizelge 4.3’de verilmiştir. Soğutma sisteminin toplam soğutma yükü 80,55 kW olarak hesaplanmıştır. Soğutma etkinliği ise 2,6’dır. Ön soğutma eşanjörü yükü 14,45 kW olarak toplam soğutma kapasitesinin %18’ini karşılamaktadır.

Çizelge 4.3. Soğutma sistemine ait ölçüm ve hesaplar

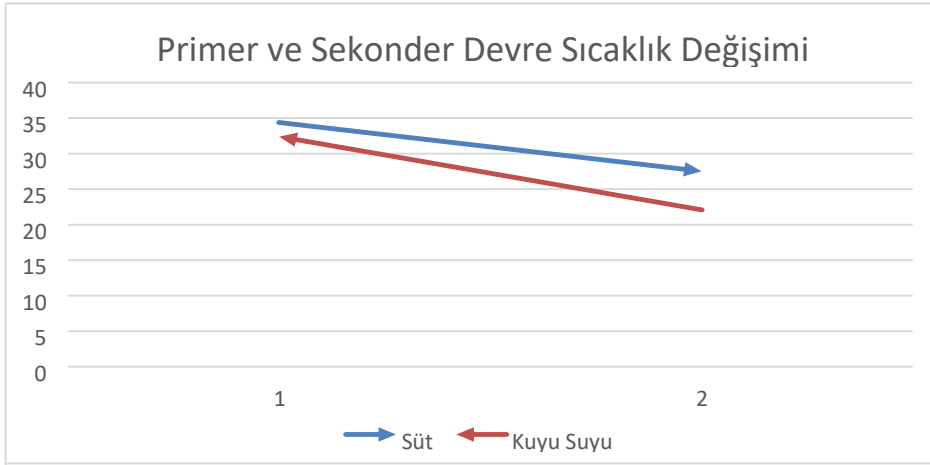
Parametreler	Değerler
Süt kütle akış oranı	3214,3 l/h
Ön soğutma eşanjörü yükü	14,45 kW
Chiller soğutma yükü	66,1 kW
Toplam soğutma yükü	80,55 kW
Soğutma etkinliği (COP)	2,6
Ön soğutma $\Delta T_{süt}$	4°C
Ön soğutma ΔT_{su}	6°C

Mevcut eşanjör tipi cidar boyunca daldırma serpantin olduğu için, sekonder devredeki kuyu suyunun soğutma kapasitesinin tümü kullanılamamaktadır. Çünkü su sıcaklığı teorik olarak maksimum süt çıkış sıcaklığına kadar çıkabilmektedir. Aşağıdaki grafikte (Şekil 4.2) mevcut durum görülebilmektedir.



Şekil 4.2. Ön soğutmada sıcaklık değişimleri

Fakat karşı akışlı plakalı eşanjör kullanılırsa daha fazla soğutma yükü elde etmek mümkündür. Karşı akışlı eşanjörlerde sekonder devre (kuyu suyu) çıkış sıcaklığı teoride primer devre (süt) giriş sıcaklığına yakınsamakla birlikte pratik uygulamalarda yaklaşık 2°C kadar yakınsayabilmektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Primer ve sekonder devre sıcaklık değişimi

Dolayısıyla doğru eşanjör uygulaması ile daha fazla ön soğutma yapılarak chillerin kapasitesi düşürülebilir. Söz konusu uygulamanın gerçekleştireceği enerji kazanımı projelendirilmiştir. Bu durumda ön soğutma yükü 24,8 kW olacaktır.

Soğutma tankı chillerinde bulunan 3 adet kompresörü tahrik eden motorlarının verimlilik sınıfı daha yüksek motorlar ile değiştirmesi önerilir. Sağlanacak enerji kazanımı verimlilik artırıcı projeler bölümünde hesaplanmıştır.

Soğutma sisteminin günlük enerji tüketimi 3.2 no'lu bağıntı yardımıyla 459 kWh olarak hesaplanmıştır. Sisteme ait SET değeri ise, 0,015 kWh/l olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda, sistemin 18 h boyunca çalışması durumu referans alınmıştır. İrlanda'da yapılan bir çalışmaya göre, 52 adet işletme incelenmiş ve ortalama soğutma sistemi SET değeri 0,013 kWh/l olarak tespit edilmiştir (Murphy ve ark. 2013). Çalışma kapsamında incelenen işletmeye ait soğutma sistemi SET değeri daha yüksek olduğundan, sistemin verimli çalışmadığı söylenebilir.

COP değeri 2,6 olarak hesaplanan chillerin soğutma etkinliği kabul edilebilir sınırlar içerisinde olsa da, daha yüksek COP değerine sahip bir chiller ile değiştirilmesi durumunda tasarruf elde etmek mümkün olacaktır. Verimlilik artırıcı projeler bölümünde tasarruf hesabı yapılmıştır.

Soğutma tankı incelemelerinde ön soğutmadan çıkan süt akışının doldurduğu tankın sıcaklığının 12,1°C de sabit kaldığı süt akışı kesildikten sonra da tankın içindeki sıcaklığın yavaşça 3,5°C'ye düştüğü gözlenmiştir. Bundan dolayı süt akışının sıcaklığının 30,4°C'den 12,1°C'ye düşmesi referans alınarak soğutma yükü hesaplanmıştır.

4.2.5. Sıcak su üretim sistemi

Sıcak su üretimi yapan kombiler ile ilgili ölçüm verileri alınamamıştır. Ancak, sıcak su hattı izolasyonunun yapılması durumunda elde edilecek enerji kazanımı verimlilik artırıcı proje olarak sunulmuştur. Bu amaçla sıcak su hattındaki ısı kaçakları termal kamera görüntülerine dayanılarak belirlenmiştir. İzolasyon tasarruf hesabında armatür ve hat yüzey sıcaklığı kabulüne başvurulmuştur.

Sisteme ait izolasyon durumu, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12, Şekil 4.13, Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16 ve Şekil 4.17'deki termal kamera görüntüleri değerlendirilerek Çizelge 4.4'de açıklanmıştır.

Çizelge 4.4. Termal kamera görüntüleri

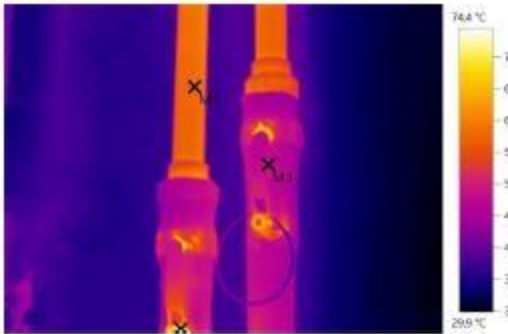
Şekil Numarası	Lokasyon	Açıklama
Şekil 4.4	Kombi su giriş çıkış hattı	Armatürler izolesiz
Şekil 4.5	Sıcak su hattı	İzolesiz
Şekil 4.6	Gidiş-dönüş hattı	İzolesiz
Şekil 4.7	Kombi su giriş çıkış hattı	Armatürler izolesiz
Şekil 4.8	Sıcak su hattı	İzolesiz
Şekil 4.9	Kalorifer hattı	İzolasyon deformasyonu
Şekil 4.10	Boyer hattı	Armatürler izolesiz
Şekil 4.11	Boyer genel görünüş	Gövde izolasyonu iyi / Sıcak su hattı izolesiz
Şekil 4.12	Boyer primer devre çıkış /sekonder devre giriş	İzolesiz
Şekil 4.13	Boyer primer devre giriş	İzolesiz
Şekil 4.14	Boyer sekonder devre çıkış	İzolesiz
Şekil 4.15	Akümülayon tankı	İzolesiz
Şekil 4.16	Akümülayon tankı giriş hattı	İzolesiz
Şekil 4.17	Akümülayon tankı çıkış hattı	İzolesiz



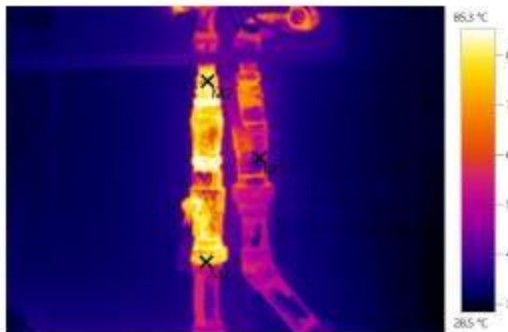
Şekil 4. 4. Termal kamera görüntüsü-kombi su giriş çıkış hattı



Şekil 4. 5. Termal kamera görüntüsü-sıcak su hattı



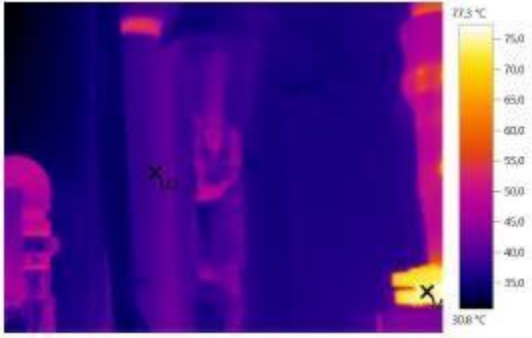
Şekil 4. 6. Termal kamera görüntüsü-gidiş-dönüş hattı



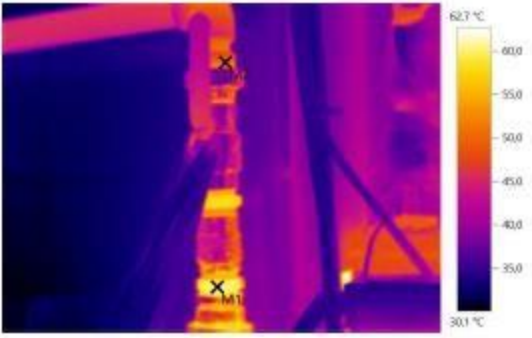
Şekil 4. 7. Termal kamera görüntüsü-kombi su giriş çıkış hattı



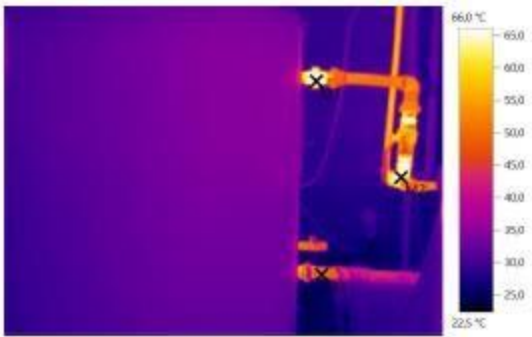
Şekil 4.8. Termal kamera görüntüsü-sıcak su hattı



Şekil 4.9. Termal kamera görüntüsü-kalorifer hattı

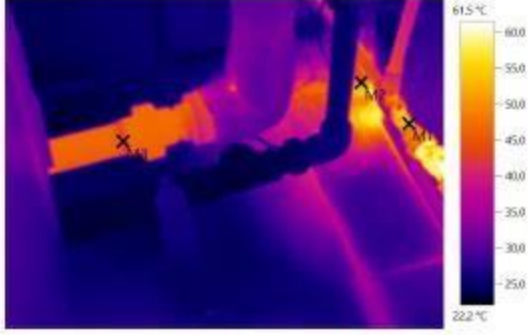


Şekil 4.10. Termal kamera görüntüsü-boyler hattı

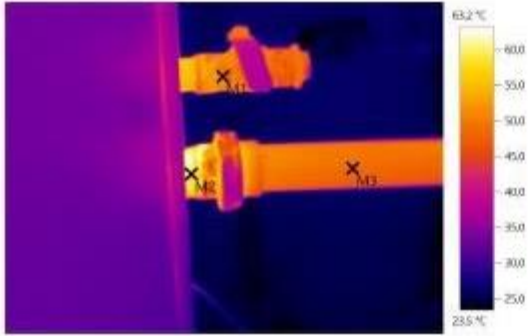


Şekil 4.11. Termal kamera görüntüsü-boyler genel görünüş

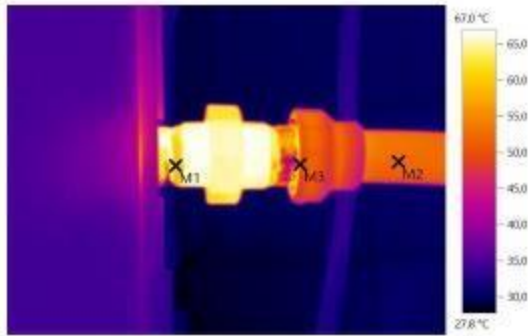




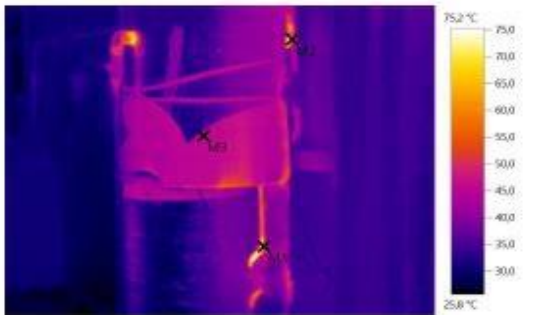
Şekil 4.12. Termal kamera görüntüsü-boyler primer devre çıkış /sekonder devre giriş



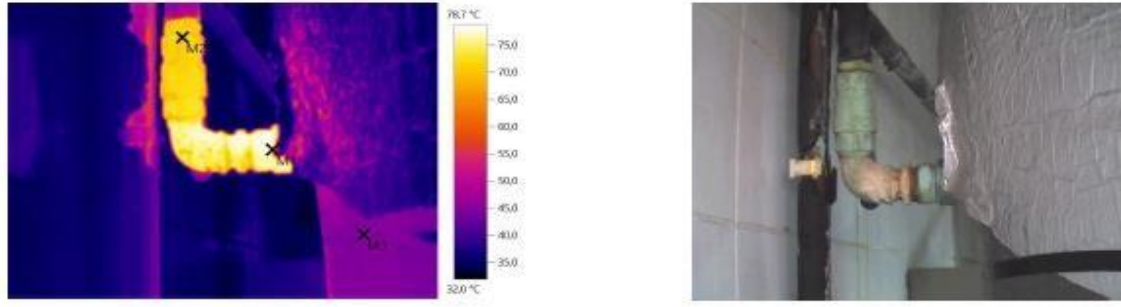
Şekil 4.13. Termal kamera görüntüsü-boyler primer devre giriş



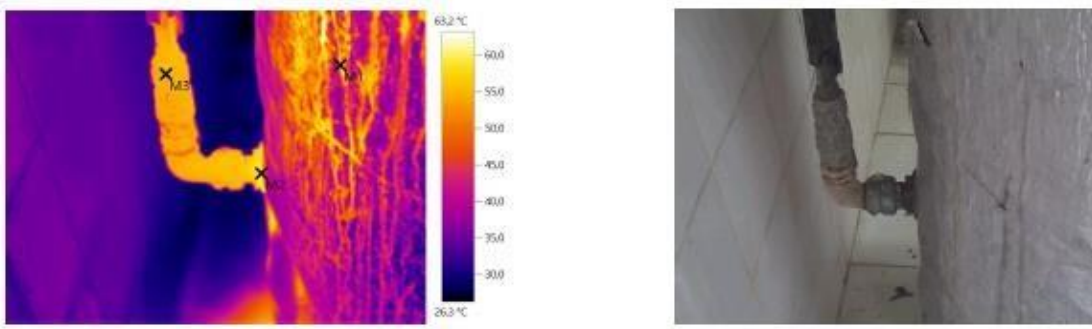
Şekil 4.14. Termal kamera görüntüsü-boyler sekonder devre çıkış



Şekil 4. 15. Termal kamera görüntüsü-akümülayon tankı



Şekil 4. 16. Termal kamera görüntüsü-akümülayon tankı giriş hattı



Şekil 4. 17. Termal kamera görüntüsü-akümülayon tankı çıkış hattı

4.3. VAP Değerlendirilmesi

4.3.1. Enerji verimli motorların kullanımı ile sağlanan enerji kazanımı

Mevcut elektrik motorları, basınçlı hava kompresörünü, vakum pompasını ve soğutma tankı kompresörünü tahrik eden motorlardır. Motorlara ait teknik özellikler Çizelge 4.5’de verilmiştir. Tamamı IE1 verimlilik sınıfına ait olan elektrik motorları, IE3 verimlilik sınıfına ait olan elektrik motorları ile değiştirildiğinde sağlanacak enerji ve para kazanımı Çizelge 4.6’daki gibi hesaplanmıştır. Enerji verimli motorlar için hesaplanan geri ödeme süreleri 2,7 ile 5,3 yıl arasında değişmektedir.

Çizelge 4.5. Elektrik motorlarına ait teknik özellikler

Kullanıldığı Yer	Etiket Gücü (kW)	Adet	Kutup Sayısı	Verimlilik Sınıfı
Basınçlı Hava Kompresörü	15,0	1	4	IE1
Vakum Pompası	7,5	1	4	IE1
Tank Soğutma Kompresörü	7,5	3	2	IE1

Çizelge 4.6. Elektrik motorlarına ait enerji kazanım tablosu

Parametreler	Basınçlı Kompresör	Vakum Pompası	Soğutma Kompresör
Mevcut motor verimi	0,887	0,86	0,86
Önerilen motor verimi	0,921	0,904	0,901
Verim farkı	0,0416	0,057	0,053
Yıllık enerji tüketim farkı (kWh)	3544	1227	6962
Yıllık parasal kazanım (TL)	815	282	1601
Yatırım maliyeti (TL)	2291	1489	4271
Geri ödeme süresi (Yıl)	2,8	5,3	2,7

İşletmeye ait elektrik motorlarının, enerji verimli motorlar ile değişimi sonucunda elde edilecek toplam kazanımlar Çizelge 4.7’de verilmiştir. Tasarruf oranı %4,13 ve yıllık parasal kazanım 2699 TL olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.7. Elektrik motorlarına ait toplam enerji kazanım tablosu

Parametreler	Değerler
Yıllık Enerji Kazanımı	11733 kWh
Yıllık Parasal Kazanım	2699 TL
Yatırım Maliyeti	8050 TL
GÖS	3 yıl
Tasarruf Oranı	% 4,13

4.3.2. Kompresör emişinin dış ortamdaki yapılması projesi

Kompresör emişinin dış ortamdaki yapılmasına ait ölçüm değerleri ve hesaplamalar Çizelge 4.8’de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi tasarruf oranı %2,4, geri dönüş süresi 10,9 yıl olarak hesaplandığından bu projenin uygulanması işletme için ekonomik olmayacaktır.

Çizelge 4.8. Kompresör emişinin dış ortamdan yapılması durumundaki kazanımlar

Parametreler	Değerler
T _d	15,2
T _i	22,2
Güç Azaltma Faktörü	0,024
t	6000
P	16 kW
Yıllık Enerji Kazanımı	2304 kWh
Yıllık Parasal Kazanım	529,9 TL
Yatırım Maliyeti	5800 TL
GÖS	10,9 yıl
Tasarruf Oranı	%2,4

Yatırım maliyetine emiş menfezi için inşaat (duvar kırma vb.) maliyeti de eklenmiştir.

4.3.3. Kompresör ısısının geri kazanımı projesi

Hava soğutmalı kompresörler içeride sirküle olan soğutma yağını hava ile soğuturlar. Ortam sıcaklığındaki havayı yağ eşanjörü ile karşılaştırarak yağın ısısını hava debisinin kendi bünyesine transfer eder ve sıcaklığı yükselmiş halde dış ortama deşarj eder. Bu ısı potansiyeli ortam ısıtmada kullanılabilir.

Egzoz hattı sıcaklıkla kontrol edilecek bir klape vasıtasıyla yukarıdaki idari binaya aktarılıp menfezlerden ortama verilecektir. Böylece kombilerin tükettiği doğalgaz miktarında azalma meydana gelecektir.

Sıcak hava 40cmx20cm hava kanalı ile yukarıdaki mahale taşınacak ve 4 branşmana ayrılarak (15cmx15cm hava kanalı) havalandırma difüzörlerinden mahale aktarılacaktır.

- 15 metre 40cm x 20cm hava kanalı
- 30 metre 15cm x 15cm hava kanalı
- 4 adet difüzör
- İşçilik

Isıtılan havanın debisi 1116 Nm³/h, giriş sıcaklığı 32oC, çıkış sıcaklığı 65,4oC ve havanın özgül ısısı 0,24 kcal/Nm³K olarak, yıllık çalışma saati kış dönemi referans alınarak,

projeye ait hesaplama sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir. Proje geri dönüş süresi 3 yıl, tasarruf oranı %5,1 olarak hesaplanmıştır.

Türkiye’de dağıtımı yapılan doğalgazın alt ısıl değeri 8250 kcal/Nm³ olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 4.9. Kompresör ısısının geri kazanımı durumundaki kazanımlar

Parametreler	Değerler
Yıllık Enerji Kazanımı	22468,8 kWh
Yıllık Parasal Kazanım	2014,3 TL
Yatırım Maliyeti	10270 TL
GÖS	3 yıl
Tasarruf Oranı	5,1 yıl

4.3.4. Aydınlatma armatürleri değişimi projesi

Fabrikada toplam 42 adet 400 W gücünde metal halide armatür bulunmaktadır. Metal halide armatürlerin verim değeri 80-90 lümen/watt olarak değerlendirilir. Ancak armatürlerin uzun yıllardır kullanılıyor olmasından ötürü verim kaybının söz konusu olduğu düşünülmüş olup 60 lümen/watt olarak alınmıştır.

60 adet 140 W gücündeki LED ile mevcut sistemin lümen değeri elde edilebilir. Yeni armatürlerin katalog verim değeri 120 lümen/watt ‘tır. Mevcut ve önerilen armatürlerin enerji tüketim değerleri ile ilgili hesaplamalar Çizelge 4.10’da verilmiştir. Aydınlatma armatürlerinin değişimi ile sağlanacak kazanımlar Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Önerilen projenin geri dönüş süresi 4,5 yıl olup, tasarruf oranı %50,6 olarak hesaplanmıştır.

Aydınlatma sistemine ait SET değeri ise (bir ahır için), 0,006 kWh/l olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.10. Mevcut ve önerilen armatürlerin enerji tüketim değerleri

Mevcut Armatür tipi	Güç (W)	Çalışma (h)	Adet	Tüketim (W)	Verim (Lümen/Watt)	Toplam lümen
Metal Halide	400	4000	42	405	60	1008000
Toplam				68040 kWh/yıl		
Yeni Armatür tipi	Güç (W)	Çalışma (h)	Adet	Tüketim (W)	Verim (Lümen/Watt)	Toplam lümen
Led projektör	140	4000	60	140	120	1008000
Toplam				33600 kWh/yıl		

Çizelge 4.11. Armatürlerin değişimi ile sağlanacak kazanımlar

Parametreler	Değerler
Mevcut sistemin enerji tüketimi	68040 kWh/yıl
Yeni sistemin enerji tüketimi	33600 kWh/yıl
Yıllık enerji kazanımı	34440 kWh
Yıllık parasal kazanım	7921,2 TL
Yatırım maliyeti	36000 TL
GÖS	4,5 yıl
Tasarruf Oranı	%50,6

Önerilen proje için geri dönüş süresi 4,5 yıl, tasarruf oranı %50,6 olarak hesaplanmıştır. Tasarruf oranı, Principi ve Fioretti (2014) tarafından yapılan çalışma sonucu ile eşdeğerdir.

4.3.5. Ön soğutma eşanjörünün değişimi projesi

Yukarıda mevcut eşanjörün ve uygulanması önerilen plakalı eşanjörün soğutma yükleri hesaplanmıştır. Bu yük farkı, mevcut chillerin kapasitesini düşürerek daha az elektrik tüketmesine neden olacaktır. Önerilen eşanjör 73 plakalı M3 base tipi eşanjördür. Önerilen sistemin kullanımı ile sağlanacak kazanımlar Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4. 12. Ön soğutma eşanjörünün değiştirilmesi ile sağlanacak kazanımlar

Parametreler	Değerler
Plakalı eşanjör soğutma yükü	24,8 kW
Mevcut eşanjör soğutma yükü	14,45 kW
Yük Farkı	10,35 kW
COP	2,6
Elektrik Tasarrufu	3,98 kW
Yıllık Elektrik Tasarrufu	17515 kWh
Yıllık Parasal Tasarruf	4028,5 TL
Yatırım Maliyeti	5750 TL
GÖS	1,4
Tasarruf Oranı	% 15,7

Mevcut sistemin yetersiz olduğu, yeni eşanjör ile soğutma yükünün 24,8'e yükseleceği ve toplam soğutma yükünün %30'unun karşılanabileceği belirlenmiştir. Nejtık ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada plakalı eşanjör kullanımının soğutma yükünün %44,5'inin karşılanabileceği belirlenmiştir. Bu fark, işletme kapasitesinin büyüklüğü ile ilgilidir.

4.3.6. Mevcut chillerin daha verimli chiller ile değişimi projesi

Mevcut chiller, daha yüksek COP değerine sahip hava soğutmalı chiller ile değiştirildiğinde aynı soğutma yükü için daha az elektrik tüketilmiş olacaktır. Önerilen proje ile sağlanacak kazanımlar Çizelge 4.13'deki gibi hesaplanmıştır.

Çizelge 4.13. Verimli chiller kullanımı ile sağlanacak kazanımlar

Parametreler	Değerler
Soğutma yükü	66,1 kW
COP _M	2,6
Yıllık Enerji Tüketimi	111848 kWh
COP _ö	4,2
Yıllık Enerji Tüketimi	69256 kWh
Yıllık Enerji Kazanımı	42592 kWh
Yıllık Parasal Kazanım	9796 TL

Yatırım Maliyeti	34110 TL
GÖS	3,48 yıl
Tasarruf Oranı	%38,1

4.3.7. Süt soğutma sistemi için ısı geri kazanımı

Kondenser ile atmosfere atılan enerjinin bir kısmını geri kazanmak mümkündür. Kızgın buhar fazındaki soğutucu akışkan kondenser öncesi ısı geri kazanım eşanjörüne iletilirse bu eşanjörde sıcak su üretimi gerçekleştirilebilir. Daha sonrada eşanjörden çıkan akışkan tamamen yoğuşmak için gerekli soğutma yükünün geri kalan kısmını mevcut kondenser üzerinden atıp çevrime devam edebilir.

Isı geri kazanım ünitesi asıl olarak kızgın buhar fazındaki soğutucu akışkanın kızgınlaşma (duyulur) enerjisinin (desuperheating) geri kazanılması prensibi ile çalışmaktadır. Akışkan türüne göre ve geri kazanım ünitesi üreticisine göre değişmekle beraber 70°C'ye kadar sıcaklıkta su üretilebilmektedir. Böylece sıcak su üretim sisteminin enerji maliyetlerinin önemli ölçüde düşmesi söz konusu olacaktır.

Önerilen ısı geri kazanım ünitesine ait teknik özellikler Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Isı geri kazanım ünitesine ait teknik özellikler

Özellik	Tanım
Isıl Kapasite	18 kW
Kapasite	450 lt

Önerilen sistem ile sağlanacak kazanımlar Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Isı geri kazanım ünitesi kullanımı ile sağlanacak kazanımlar

Parametreler	Değerler
Yıllık enerji tasarrufu	79200 kWh
Yıllık Parasal Tasarruf	6415,2 TL
Yatırım Maliyeti	14300 TL
GÖS	2,2 yıl

4.3.8. Sıcak su hattı izolasyonu

Sıcak su hattının izolasyonu projesi ile sağlanacak kazanımlar Çizelge 4.16'de verilmiştir.

Hesaplamalar 10 adet armatür ve izolasyonsuz 20 m uzunluğundaki hat için yapılmıştır.

Çizelge 4.16. Sıcak su hattı izolasyonu ile sağlanacak kazanımlar

Armatür /Cihaz	Yüzey sıcaklığı (°C)	Ortam sıcaklığı (°C)	Çalışma Saati (h/yıl)	İzolasyonsuz Durum	İzolasyonlu Durum			
				Q_{top} (W)	Q_{top} (W)	Isıl tasarruf (kcal/h)	Yıllık Yakıt tasarrufu (Nm ³)	Yıllık parasal kazanım (TL/yıl)
Armatür	60	20	4400	2837,7	381,2	2112,5	1251,9	1076,6
Hat	60	20	4400	3087,4	389,2	2320,4	1375,1	1182,6
TOPLAM				5925,1	770,4	4433,0	2627,0	2259,2

Önerilen proje için yatırım maliyeti, 7600 TL olup, geri ödeme süresi 3,36 yıl olarak hesaplanmıştır.

4.4. 8D Raporları

4.4.1. Enerji yönetim sistemi 8D raporu

İşletmede enerji yönetimi sistemi alt yapısının kurulması aşamasında, öncelikle yüksek enerji tüketimi problemine ait genel bir 8D raporu oluşturulmuştur.

Çiğ süt üretim işletmesinde, enerji yönetimi konusunda, yüksek enerji kullanımı problemi dokümanite edilmiştir. Problemin çözüm aşamasından önce, işletme personeline enerji yönetimi ile ilgili bilgilendirmeler yapılmıştır. Daha sonra, personele basit tedbirlerden olan sistemlerin boşa çalışmasının engellenmesi konusunda bilgilendirme yapılmıştır. Problemin çözümü için, öncelikli yapılması gereken eylem enerji etüdü çalışması olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda, İşletme Müdürü, Elektrik Teknisyeni, Ziraat Mühendisi (Zooteknist) ve Aylin DUMAN ALTAN (Enerji Yöneticisi)'dan oluşan bir takım görevlendirilmiştir. Problemin ortaya çıkmasındaki kök nedenler, işletmede enerji etüdü çalışmasının yapılmamış olması, süt sağım-süt soğutma-aydınlatma-basınçlı hava vb. yoğun enerji tüketiminin olduğu sistemlerindeki

potansiyel enerji verimliliği uygulamalarının belirlenmemesi, kullanılan elektrik motorlarının analiz edilmemesi olarak belirlenmiştir. Yapılan etüt çalışması sonucunda, Kompresör Motor Değişimi, Vakum Pompası Motor Değişimi, Soğutma Kompresör Motoru Değişimi, Aydınlatma Armatürleri Değişimi, Mevcut Chillerin Daha Verimli Chiller İle Değişimi, Kompresör Egzozundan Isı Geri Kazanımı, Ön Soğutma Eşanjörünün Değiştirilmesi, Sıcak Su Hattı İzolasyon Revizyonu, Soğutma Sistemi Isı Geri Kazanım Ünitesi ve Kompresör Emişinin Dış Ortamdan Yapılması projeleri seçili kalıcı tedbirler olarak tespit edilmiştir. Bu projeler içerisinde, geri dönüş süresi 3 yıl ve daha az olan projeler (işletme yönetiminin inisiyatifine göre) uygulanan kalıcı tedbirler olarak belirlenmiştir. Kapasite artışına bağlı olarak rotary 2 alanının devreye alınması durumunda benzer proseslerde kalıcı tedbirlerin yaygınlaştırılması kararı alınmıştır. Seçili kalıcı tedbirlerin uygulanması satın alma ve işletme personeli faktörlerine bağlı olduğundan, çalışma tamamlandığında her projeye ait uygulama tarihleri de sorumlu ekip tarafından doldurulacaktır.

Sürece ait 8D raporunun dokümanite edilmiş hali EK2'de görüldüğü gibidir.

4.4.2. Aydınlatma sistemi 8D raporu

İşletmede için belirlenen enerji verimliliği artırıcı projelerinden, aydınlatma armatürleri değişimi projesi seçili kalıcı tedbirlerden biridir. Projenin geri ödeme süresi 4,4 yıl olarak sadece lambaların enerji tüketim farklarına göre tespit edilmiştir. Doğru aydınlatma ile sağlanacak süt verimindeki artış ön görülemediğinden, olası bir kazanç göz ardı edilmiştir. Bu nedenle işletme yönetimi inisiyatif olarak, aydınlatma armatürlerinin değişimini gerekli görmüştür.

Çiğ süt üretim işletmesinde, aydınlatma sistemleri konusunda, yüksek enerji kullanımı problemi dokümanite edilmiştir. Enerji kullanımı her bir ahır için 68040 kWh/yıl olarak tespit edilmiştir. Problemin çözüm aşamasından önce, işletme personeline aydınlatma sistemleri ile ilgili genel bilgilendirme yapılmıştır. Daha sonra, personele aydınlatma sistemlerinin kullanımı hakkında (armatür bakımı/temizliği, kontrolleri, boşa çalışmasının engellenmesi) konusunda bilgilendirme yapılmıştır. Problemin çözümü için, mevcut armatürlerin, 140 W'lık, Led armatürler ile değişimi çalışması belirlenmiştir. Bu kapsamda, İşletme Müdürü, Elektrik Teknisyeni, Ziraat Mühendisi (Zooteknist) ve Aylin DUMAN ALTAN (Enerji Yöneticisi)'dan oluşan bir takım görevlendirilmiştir. Problemin ortaya çıkmasındaki kök neden, aydınlatma sistemlerindeki potansiyel enerji verimliliği uygulamalarının işletmeye entegre edilmemesi olarak belirlenmiştir. Yapılacak entegrasyon ile, her bir ahır için 34440 kWh/yıl enerji tasarrufu

sağlanacağı hesaplanmıştır. İşletme kapasitesinin artması durumunda kullanıma açılacak tüm ahırlarda benzer kalıcı tedbirlerin alınması kararına varılmıştır. Seçili kalıcı tedbirlerin uygulanması satın alma ve işletme personeli faktörlerine bağlı olduğundan, çalışma tamamlandığında projeye ait uygulama tarihi de sorumlu ekip tarafından doldurulacaktır.

Aydınlatma sistemine ait 8D raporunun dokümanite edilmiş hali EK3'de görüldüğü gibidir.

4.4.3. Isı geri kazanım sistemi 8D raporu

İşletmede enerji verimliliği arttırıcı projelerin içerisinde, ısı geri kazanım sistemi projesi seçili kalıcı tedbirlerden biridir. Projenin geri ödeme süresi 2,2 yıl olarak tespit edilmiştir. 450 litre kapasiteli, günlük sıcak su ihtiyacının yaklaşık %20'ini karşılayacağı öngörülen sistemin kurulumu ve kullanımını gerekli görülmüştür.

Çiğ süt üretim işletmesinde, soğutma sistemlerindeki atık ısının geri kazanımının sağlanmadığı dokümanite edilmiştir. Problemin çözüm aşamasından önce, işletme personeline süt soğutma ve su ısıtma sistemleri ile ilgili genel bilgilendirme yapılmıştır. Problemin çözümü için, süt soğutma sistemine entegre edilecek ısı geri kazanım ünitesi belirlenmiştir. Bu kapsamda, İşletme Müdürü, Elektrik Teknisyeni, Bakım Teknisyeni ve Aylin DUMAN ALTAN (Enerji Yöneticisi)'dan oluşan bir takım görevlendirilmiştir. Problemin ortaya çıkmasındaki kök neden, soğutma sistemlerindeki atık ısının geri kazanımı için potansiyel enerji verimliliği uygulamalarının işletmeye entegre edilmemesi olarak belirlenmiştir. Yapılacak entegrasyon ile, 79200 kWh/yıl enerji kazanımı sağlanacağı hesaplanmıştır. İşletme kapasitesinin artması durumunda kullanıma açılacak tüm soğutma sistemleri için benzer kalıcı tedbirlerin alınması kararına varılmıştır. Seçili kalıcı tedbirlerin uygulanması satın alma ve işletme personeli faktörlerine bağlı olduğundan, çalışma tamamlandığında projeye ait uygulama tarihi de sorumlu ekip tarafından doldurulacaktır.

Sisteme ait 8D raporunun dokümanite edilmiş hali EK5'de görüldüğü gibidir.

5. SONUÇLAR

Çalışma sonucunda, işletmeye ait proseslerdeki enerji tüketim değerleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- Vakum pompasının günlük enerji tüketimi 60,38 kWh'dir.
- Soğutma sisteminin günlük enerji tüketimi 459 kWh'dir.
- Basınçlı hava sisteminin günlük enerji tüketimi 281,65 kWh'dir.
- Aydınlatma sisteminin her bir ahır için günlük enerji tüketimi 186,4 kWh'dir.

İşletmeye ait proseslerdeki SET değerleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- Vakum pompasının SET değeri 0,002 kWh/l'dir.
- Soğutma sisteminin SET değeri 0,015 kWh/l'dir.
- Basınçlı hava sisteminin SET değeri 0,009 kWh/l'dir.
- Aydınlatma sisteminin SET değeri 0,006 kWh/l'dir.

Enerji etüdü sonuca göre, mevcut sistemle ilgili yapılan değerlendirmeler şöyledir.

- Kompresör-tank arası-kurutucu hatlarının boyutlandırılması uygun bulunmuştur. Basınçlı hava hattındaki hava hızı (10 m/s) ve basınç düşümleri (0,15 bar/100m) sınır değerinden oldukça küçüktür.
- Basınçlı hava hattındaki kompresör için yapılan harmonik analize göre, gerilim harmoniği %3 ve akım harmoniği %5 sınır değerlerinden düşük bulunmuştur. Sonuç olarak, harmonikler aşırı ısınma, arıza vb. sorunlara yol açacak düzeyde olmadığından herhangi bir önlem alınması gerekmediği belirtilmiştir.
- Vakum pompası ölçümlerinde, tüketim değerinin maksimum 6 kW'a çıktığı ve ortalama tüketimin 4,2 kW olduğu belirlendiğinden, işletmede kullanılan 7,5 kW kapasiteli vakum pompasının doğru bir seçim olduğu tespit edilmiştir.
- Vakum pompasının çalışma şekli sabit olmadığından, enerji kazanımı sağlamak için hız sürücüsü kullanımı doğru bir uygulamadır.
- Vakum pompasını tahrik eden motorun verimlilik sınıfı düşük olduğundan, daha verimli bir motor kullanımı durumunda potansiyel bir enerji kazanımının mümkün olabileceği tespit edilmiştir.
- İşletmedeki tüm motorların IE1 enerji verimliliği sınıfına ait motorlar olduğu tespit edilmiştir.

- Soğutma sistemi etkinliğinin düşük olduğu belirlenmiştir.
- Soğutma tankı kompresör motorunun daha yüksek verimli motor ile değişimi ile potansiyel bir enerji kazanımının mümkün olabileceği tespit edilmiştir.
- Mevcut chillerin COP değeri 2,6 olarak hesaplanmış ve daha yüksek COP değerine sahip chiller ile değişimi sağlandığında potansiyel bir enerji kazanımı olabileceği tespit edilmiştir.
- Ön soğutma eşanjörüne ait etiket bilgilerine ulaşılamamıştır.
- Daha verimli bir ön soğutma eşanjörü kullanımı ile soğutma yükünün azaltılması sağlanarak, potansiyel bir enerji kazanımı olabileceği tespit edilmiştir.
- Basınçlı hava sistemlerine ait kompresör motorunun daha yüksek verimli motor ile değişimi ile potansiyel bir enerji kazanımının mümkün olabileceği tespit edilmiştir.
- Termal kamera görüntülerine göre, izolesiz veya izolesi deforme olmuş armatür ve hatlar belirlenerek, sıcak su hattı için izolasyon revizesinin gerekliliği tespit edilmiştir.
- Soğutma tankı gövde izolasyonunun iyi durumda olduğu tespit edilmiştir.
- Aydınlatma sistemlerinde verimli armatürlerin kullanılmadığı tespit edilmiştir.
- Kompresör egzozundan atılan atık ısı mevcuttur. Atık ısının geri kazanımı ve ortam ısıtmasında kullanımı ile potansiyel bir enerji kazanımı olabileceği tespit edilmiştir.
- Kompresör emiş havasının dış ortamdan yapılmadığı görülmüştür. Kompresör emişinin dış ortamdan yapılması durumunda potansiyel bir enerji kazanımı olabileceği tespit edilmiştir. Geri dönüş süresinin 10,9 yıl olmasından dolayı, ilgili projenin uygulanmasının ekonomik olmayacağı kararına varılmıştır.

Etüt sonucunda belirlenen verimlilik arttırıcı projeler ve projelere ait hesaplanmış enerji kazanımı ve GÖS değerleri Çizelge 5.1’de görüldüğü gibidir.

Çalışma kapsamında önerilen verimlilik arttırıcı projelerin uygulanması durumunda sağlanacak toplam enerji kazanımı 334719 kWh/yıl olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5.1. VAP'lara ait hesaplama sonuçları

VAP	Kazanım (kWh/yıl)	GÖS (yıl)
Kompresör Motor Değişimi	3544	2,8
Vakum Pompası Motor Değişimi	1227	5,3
Soğutma Kompresör Motoru Değişimi	6962	2,7
Aydınlatma Armatürleri Değişimi (4 ahır için)	121464	4,4
Mevcut Chillerin Daha Verimli Chiller İle Değişimi	42592	3,48
Kompresör Egzozundan Isı Geri Kazanımı	22464	5,1
Ön Soğutma Eşanjörünün Değiştirilmesi	17515	3,45
Sıcak Su Hattı İzolasyon Revizyonu	22687	3,36
Soğutma Sistemi Isı Geri Kazanım Ünitesi	93960	2,2
Kompresör Emişinin Dış Ortamdan Yapılması	2304	10,9
TOPLAM	334719	

Etüt sonucunda belirlenen verimlilik arttırıcı projeler ile sağlanacak kazanım oranları şöyledir.

- Mevcut motorların verimli motorlar ile değişimi ile %4,13 oranında enerji kazanımı hesaplanmıştır.
- Enerji verimli armatürlerin kullanımı ile %50,6 oranında enerji kazanımı hesaplanmıştır.
- Mevcut chillerin daha verimli chiller ile değişimi ile %38,1 oranında enerji kazanımı hesaplanmıştır.
- Ön soğutma eşanjörünün değiştirilmesi ile % 15,7 oranında enerji tasarrufu hesaplanmıştır. Yeni ön soğutma eşanjörünün soğutma yükü, sistemin toplam soğutma yükünün %30'una karşılık gelmektedir.
- Kompresör emişinin dış ortamdan yapılması ile % 2,4 oranında enerji kazanımı hesaplanmıştır.
- Isı geri kazanım ünitesinin kullanımı durumunda günlük sıcak su ihtiyacının %18,75'i karşılanmış olacaktır.

Enerji yönetimi kapsamında uygulanmasına karar verilen projeler aşağıdaki gibidir.

- Mevcut motorların verimli motorlar ile değişimi
- Aydınlatma armatürleri değişimi
- Soğutma sistemi ısı geri kazanım ünitesi

Uygulamasına karar verilen projeler belirlenirken geri ödeme süresinin 3 yıl ve daha az olması istenmiştir. Aydınlatma armatürleri değişimi projesi için, verimli aydınlatma ile sağlanabilececek sütün verimindeki artış göz önünde bulundurularak uygulama kararı verilmiştir.

Çalışma sonucunda ayrıca, enerji yönetim sisteminin kurulum aşamasında belirlenmesi gereken politika ve hedefler için yazılı bir prosedür oluşturulmuştur. Sistem kurulumu ve uygulanmasına karar verilen projelerin kurulum ve kontrollerinin takip edilebilmesi için ilgili süreçlere 8D raporları oluşturulmuş ve süreç sorumluları tayin edilerek sistemin sürekliliği sağlanmıştır.

6. KAYNAKLAR

- Altan Duman A (2017). Simulation of Energy Efficient Lighting System For Energy Optimization: A Case Study of A Dairy Farm. International Journal Of Engineering Research And Development, 13(11):28-31.
- Anonim (2009). Performing On-farm Energy Audits. American Society of Agricultural Engineers.
https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_007593.pdf.
(erişim tarihi, 01.06.2017).
- Anonim (2010). Sürdürülebilir Rekabet Avantajı Elde Etmede Enerji Sektörü-Sektörel Stratejiler Ve Uygulamalar. Ed: İ.H Eraslan, URAK Yayınları, 752s. İstanbul.
- Anonim (2014). Türkiye Ekonomisi Raporu. MÜSİAD. Erişim Adresi :
http://www.musiad.org.tr/F/Root/burcu2014/Ara%C5%9Ft%C4%B1rmalar%20Yay%C4%B1n/Pdf/Ekonomi%20Raporu/Turkiye_Ekonomisi_Raporu_2014.pdf. (erişim tarihi, 26.05.2017).
- Anonim (2015a). Enerji Yöneticisi Eğitim Notu. TMMOB Kocaeli Őubesi. 1.Kitap.
- Anonim (2015b). ISO 50001 - Energy management systems - A practical guide for SMEs, erişim adresi: <https://www.iso.org/publication/PUB100360.html> (erişim tarihi, 02.04.2017).
- Anonim (2015c). Enerji Yöneticisi Eğitim Notu. TMMOB Kocaeli Őubesi. 3.Kitap.
- Anonim (2015d). Energy Best Management Practices Guide, Connecticut Farm Energy Program, erişim adresi: https://www.ctfarmenergy.org/Pdfs/CT_Energy_BMPGuide.pdf. (erişim tarihi, 12.06.2017).
- Anonim (2015e). Enerji Yöneticisi Eğitim Notu. TMMOB Kocaeli Őubesi. 2.Kitap.
- Antunes P, Carreira P, Mira da Silva M (2014). Towards an energy management maturity model. Energy Policy, 73: 803-814.
- Bailey JA, Gordon R, Burton D, Yiridoe EK (2008). Energy Conservation On Nova Scotia Farms: Baseline Energy Data. Energy, 7(11): 44-54.
- Bakır G (2002). Van İlindeki Özel Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Durumu. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi. 12(2): 1-10.
- Bey M, Hamidat A, Benyoucef B, Nacer T (2016). Viability study of the use of grid connected photovoltaic system in agriculture : Case of Algerian dairy farms. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 63:333–345.
- Bilim Sanayi ve Ticaret Bakanlığı (2012). Elektrik Motorları İle İlgili Çevreye Duyarlı Tasarım Gereklere Dair Tebliğ. 7 Őubat. Sayı: 28197. Resmi Gazete.

- Clarke S, House H.(2006). Energy Efficient Dairy Lighting. Ministry of Agriculture food and rural affairs. <http://www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/06-007.htm> (erişim tarihi, 23.06.2007).
- Clarke S, House H (2010). Using Less Energy on Dairy Farms. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. <http://www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/10-067.pdf> (erişim tarihi, 23.06.2007).
- Corcadden KW, Biggs NJ, Pradhanang M (2014). Energy Efficient Technology Selection For Dairy Farms: Milking Cooling And Electric Water Heating. American Society of Agricultural and Biological Engineers, Vol:30(3):375-382.
- Dyer JA, Desjardins RL (2006). An Integrated Index Of Electrical Energy Use In Canadian Agriculture With Implications For Greenhouse Gas Emissions. Biosyst Eng., (3):449-60.
- Duman A, Gönülol E, Ülger P, Demir C (2013). Determination Of Dairy Cattle Farm Energy Utilization Index In Turkey. 5. International Conference “Energy Efficiency & Agricultural Engineering”, Ruse Bulgaria.
- Duman (2014). Süt Sağım Mekanizasyonunda Enerji Maliyetlerinin Ve Enerji Verimliliğini Etkileyen Unsurların Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi. Tekirdağ.
- Edens WC, Pordesimo OL, Wilhelm RL, Burns TR (2003). Energy Use Analysis Of Majör Milking Center Components At A Dairy Experiment Station. American Society of Agricultural Engineers, 19(6): 711-716.
- Erek A, Günhan T, Ekren O, Demir V, Şencan A, Bilgen H (2013). Enerji Depolamalı LiCl-H₂O Çiftiyle Çalışan Absorpsiyonlu Soğutma Sisteminin Performans Analizi. 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi. 817-827, İzmir.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2011). Enerji Kaynaklarının Ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik. Sayı : 28097. Resmi Gazete.
- Esen KG (2015). Türkiye Ve Dünyada Elektrik Motorları Enerji Tüketimi ve İlgili Teknik Mevzuat. 6. Enerji Verimliliği, Kalitesi Sempozyumu Ve Sergisi. Sakarya
- Farmer GS, Ludington DC., Pellerin RA (1988). Energy Utilization Indices- Dairy Farms In Upstate New York. International Winter Meeting Of The American Society Of Agricultural Engineers, 88-3556, 18s. Chicago.
- Farmer GS, Ludington DC., Pellerin RA (1990). A Review Of Electricity Use And The Impact Of Selected Demand-Side Management Technologies On Dairy Farms. International Winter Meeting Of The American Society Of Agricultural Engineers, 90-3566, 21s. Chicago.
- Goto M, Ohuchinda S, Nagata T (2007). A Energy Saving Methodology For Large Air-Conditioning Systems – Performance Of An Additional Condenser And Its Application To A Hot Water Supply. In:Proceedings Of International Symposium On Eco Topic Science, ISETS07. Nagoya.

- Herbas TB, Dalvi EA, Parise AR (1990). Heat Recovery From Refrigeration Plants: Meeting Load And Temperature Requirements. *International Journal of Refrigeration*, 90(13): 264-269.
- Hepbaşlı A, Günerhan H, Ülgen K (2001). Enerji Yönetim Sisteminin Altın Anahtarları: Enerji Denklığı Ve Enerji Tasarrufu Etüdü. V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Ve Sergisi. 187-225, İzmir.
- IEC (1992). Std 519- IEEE Recommended Practices and Requirments for Harmonic Control in Electric Power Systems. Institue of Electrical and Electronics Engineers.
- Karataş A (2012). Basıncılı Hava Sistemlerinde Enerji Verimliliği: Bir Çelik Fabrikasının Basıncılı Hava Denetleme Çalışması. *Tesisat Mühendisliği Kasım/Aralık*, 132, 19s.
- Kammel DW, .Patoch J (1993). Energy Savings Achieved From Heat Recovery Systems. *American Society of Agriculture Engineers*, 36(4):1211-1215.
- Kaushik SC, Singh M (1995). Feasibility And Design Studies For Heat Recovery From A Refrigeration System With A Canopus Heat Exchanger. *Heat Recovery Syst.*, 15(7):665–73.
- Kishev AM, Ulimbashev BM (2011). Reduction of Energy Consumption during Milk Cooling. *Russian Agricultural Sciences*, 37(2):185–187.
- Kluczek A, Olszewski P (2017). Energy Audits In Industrial Processes. *Journal of Cleaner Production*, 142:3437–3453.
- Korenko, M. et. al. (2013). Application 8D Method for Problems Solving. Ucraina: Lviv National Agrarian University. Obtenido de http://www.irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbu/cgii/bis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/VInau_agr_2013_17_53.pdf
- Ludington D, Johnson E (2003). Dairy farm energy audit summary. Albany, NY: New York State Energy Research and Development Authority (NYSERDA). [/http://www.nyserda.org/publications/default.aspx](http://www.nyserda.org/publications/default.aspx) (erişim tarihi: 02.05.2017).
- Ludington D. C, Eric L. Johnson, James A. Kowalski, Anne L. Mage, Richard A. Peterson (2004). Dairy Farm Energy Management Guide. Southern California Edison.
- Murphy DM, Upton J, O’Mahony JM (2013). Rapid Milk Cooling Control With Varying Water And Energy Consumption. *Biosystems Engineering*, 116:15-22.
- Mousavi S, Kara S, Kornfeld B (2014). Energy Efficiency of Compressed Air Systems. *Procedia CIRP*, 15:313-318.
- Nejdek V, Fryč J, Los J (2014). Measurements Of Flat-Plate Milk Coolers. *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendel,anae Brunensis*, 62(5):1057-1064.
- Okezie I, Abarikwu RNM. (1982). Milk Production Energy Use Functions For Herring Bone Parlors. *ASABE*, 25(6):41696-1700.

- Peebles RW, Reinemann DJ, Straub RJ. (1994). Analysis of Milking Center Energy Use. *Applied Engineering in Agriculture*, 10 (6): 831-39.
- Peterson R (2008). Energy Management for Dairy Farms. Presentation at the Farm Energy Audit Training for Field Advisors Workshop. Augusta.
- Pressman A (2010). Dairy farm energy efficiency. A Publication of ATTRA–National Sustainable Agriculture Information Service. https://parasitology.cvm.ncsu.edu/vmp991/dairy/supplement/dairy_energy.pdf (erişim tarihi: 10.05.2017).
- Principi P, Fioretti R (2014). A Comparative Life Cycle Assessment Of Luminaires For general Lighting For The Office-Compact Fluorescent (CFL) vs Light Emitting diode (LED) – A Case Study. *J. Clean. Prod.*, 83:96–107.
- Rane M, Tandale MS. (2003). Benefits Of Super Heat Recovery On Chillers Case Study For A Hotel Installation. *International Congress of Refrigeration ICR*, Washington.
- Saidur R, Rahim, A N, Hasanuzzaman M (2010). A Review On Compressed-Air Energy Use And Energy Savings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14:1135–1153.
- Sanford (2003). Low-Cost Energy Conservation: General Farm Enterprise. University of Wisconsin Cooperative Extension publications (A3784-9). <https://learningstore.uwex.edu/Assets/pdfs/A3784-09.pdf> (erişim tarihi: 02.06.2017).
- Sanford (2003a). Energy Conservation in Agriculture: Heating Water for Dairy Farms (A3784-2). Retrieved from University of Wisconsin-Extension. <https://learningstore.uwex.edu/Assets/pdfs/A3784-02.pdf> (erişim tarihi: 03.06.2017).
- Sapali NS, Pise MS, Pise TA, Ghewade VD (2014). Investigations Of Waste Heat Recovery From Bulk Milk Cooler. *Case Studies in Thermal Engineering*, 4: 136–143.
- Stinson GE , Stuman C, Warburton D (1987). A Dairy Refrigeration Heatrecovery Unit And Its Effects On Refrigeration Operation. *Agric Eng. Res.*, 36:275–85.
- Tanaka K (2008). Assessment Of Energy Efficiency Performance Measures in Industry And Their Application For Policy. *Energy Policy*, 36:2887–2902.
- Tanaka K (2011). Review Of Policies and Measures For Energy Efficiency in Industry Sector. *Energy Policy*, 39:6532- 6550.
- Tillou M M, Case E M, Case L P etc Group, Inc (2003). ACEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry. http://www.ecee.org/library/conference_proceedings/ACEEE_industry/2003/Panel_4/p4_26 (erişim tarihi,23.01.2017).
- Thomas A, Sathian TC (2014). Cleaning-In-Place (CIP) System in Dairy Plant- Review. *Journal of Environmental Science Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*, 8(6):41-44.

- Torres-Toledo V, Meissner K, Coronas A, Müller J (2015). Performance Characterisation Of A Small Milk Cooling System With Ice Storage For PV Applications. *International Journal of Refrigeration*, 60: 81–91.
- Tsung-Yung C, Shang-Lien L, Yung-Yin T (2012). Establishing an Integration-Energy-Practice Model for Improving Energy Performance Indicators in ISO 50001 Energy Management Systems. *Energies*, 5(12):5324-5339.
- Türk Standardları Enstitüsü (2012). TS EN 60034-30 Döner elektrik makinaları - Bölüm 30: Tek hız kademeli, üç fazlı kafesli endüksiyon motorlarının verimlilik sınıfları (IE kodu). 27 Aralık.
- Upton J, Murphy M, French P, Dillon P (2010). Dairy Farm Energy Consumption, Teagasc National Dairy Conference. Teagasc Moorepark, Fermoy, Co. Cork.
- Yılmaz A (2012). Türkiye’de Sektörel Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler ve Alternatif Enerji Politikaları. Doktora Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi. Aydın.

EK1: 8D Rapor Formatı

8D RAPORU (8D REPORT)		D.F. No (No) :	
		Tarih (Open Date) :	
		Güncelleme Tarihi : (Last Updated)	
Konu (Concern Title)		Sorumlu Firma/Bölüm:(Responsible Supplier/Department)	
Ürün / Proses Bilgisi (Product / Process Information)		D0 / Bulgu(lar) (Symptom(s))	
D0 / Acil Tedbir(ler) (Emergency Response Action (s))		Uygulama Tarihi (Date Implemented)	
D1) / Takım (İsim Dept, Tel) (Team (name, Dept, Phone)		D2 Problem Tanımı (Problem Description)	
D3 Geçici Tedbirler (Interim Containment Action(s))		Etki % (% Effective)	Uygulama Tarihi (Date Implemented)
Doğrulama (Verification)			
D4 Kök Neden(ler) (Root Cause(s))		Katkı (%Contribution)	
Doğrulama (Verification)			
D5 Seçilen Kalıcı Tedbir(ler) (Chosen Permanent Corrective Action(s))		Etki (% Effective)	
Doğrulama (Verification)			
D6 Uygulanan Kalıcı Tedbirler (Implemented Permanent Corrective Actions)		Uygulama Tarihi (Date Implemented)	
Doğrulama (Verification)			
D7 Hata Tekrarını Önleme Faaliyetleri (Prevent Recurrence Actions)		Evet (Yes)	Hayır (No)
Kontrol Planı Etkilendi mi? (Is PCP Effected?)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FMEA Etkilendi mi? (Is FMEA Effected?)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flow Diagram Etkilendi mi? (Is PFD Effected?)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Çalışma Talimatı Güncellendi mi? (Up date of Work Instruction)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D7 Benzer Ürün / Proseslere Yaygınlaştırma Faaliyetleri (Actions to Implement to Similar Processes and Products)		Uygulama Tarihi (Date Implemented)	
D8 Ekibin Tebrik Edilmesi (Recognize Team and Individual Contributions)		Kapanış Tarihi (Date Closed)	Rapor Eden (Reported By)

EK2: Enerji Politikası Dokümantasyonu

ÇİĞ SÜT ÜRETİM İŞLETMESİ İÇİN ENERJİ POLİTİKASI ve HEDEFLERİ

Sorumluluklar

İşletme stratejisinin bir parçası olarak, enerji yönetimi konusundaki tüm sorumlulukların yerine getirileceğini, işletmedeki tüm bina, sistem ve ekipmanlara maliyet verimliliği göz önünde bulundurularak verimlilik artırıcı projelerin uygulanacağını yazılı olarak taahhüt ederiz.

Politika

Enerji yönetim sisteminin uygulanması için,

- Enerji maliyetlerini arttıracak uygulama ve satın almalardan kaçınılması
- Çevre duyarlılığının artırılması
- Maliyet verimliliğinin sağlanması
- Sürekli iyileştirme anlayışının benimsenmesi

Amaçlar

- İşletmede enerjinin verimli kullanılması
- Gaz emisyonlarının azaltılması
- Fosil yakıtlara bağımlılığının azaltılması
- Enerji kaynaklarının en ekonomik birim maliyet ile satın alınması

Acil Hedefler	Uygulama Tarihi
Personel içerisinde bir mühendise enerji yöneticisi eğitiminin aldırılması	
İşletme çalışanlarına enerji verimliliği/enerji yönetimi hakkında eğitim verilmesi	2016
Enerji tüketimlerinin izlenebilirliğinin sağlanması	2016
Enerji etüdü çalışmasının yapılması	2016-2017
Enerji tasarrufu için uygulanacak projelerin seçilmesi	2017
Projeler ile ilgili yatırımların yapılması	

EK3 : Enerji Yönetim Sistemi 8D Raporu

ÇİĞ SÜT ÜRETİM İŞLETMESİ	8D RAPORU (8D REPORT)		D.F. No (No) : 1
			Tarih (Open Date) : 05.01.2016
			Güncelleme Tarihi : (Last Updated)
Konu (Concern Title) Enerji Yönetimi		Sorumlu Firma/Bölüm: (Responsible Supplier/Department) Çiğ süt üretim işletmesi	
Ürün / Proses Bilgisi (Product / Process Information) Çiğ süt üretim sistemleri		D0 / Bulgu(lar) (Symptom(s)) Yüksek miktarda enerji tüketimi	
D0 / Acil Tedbir(ler) (Emergency Response Action (s)) İşletme personeline enerji yönetimi ile ilgili farkındalık eğitimi			Uygulama Tarihi (Date Implemented) 06.01.2016
D1 / Takım (İsim Dept, Tel) (Team (name, Dept, Phone)) İşletme Müdürü, Elektrik Teknisyeni, Ziraat Mühendisi (Zootechnist), Aylin DUMAN ALTAN (Takım Lideri)		D2 Problem Tanımı (Problem Description) İşletmede enerji verimliliği çalışmalarının yapılmıyor olması, enerji verimliliği sağlayacak uygulamaların belirlenmemesi	
D3 Geçici Tedbirler (Interim Containment Action(s)) İşletme personelinin enerji kullanımı hakkında bilgilendirilmesi, (cihaz ve ekipmanların bozta çalışmalarının engellenmesi) Doğrulama (Verification)			Etki % (% Effective) Uygulama Tarihi (Date Implemented) 11.01.2016
D4 Kök Neden(ler) (Root Cause(s)) Enerji etüdünün yapılmaması, süt sağım-süt soğutma-aydınlatma-basınçlı hava sistemlerindeki potansiyel enerji verimliliği uygulamalarının belirlenmemesi, kullanılan elektrik motorlarının analiz edilmemesi Doğrulama (Verification)			Katkı (%Contribution)
D5 Seçilen Kalıcı Tedbir(ler) (Chosen Permanent Corrective Action(s)) Kompresör Motor Değişimi, Vakum Pompası Motor Değişimi, Soğutma Kompresör Motoru Değişimi, Aydınlatma Armatürleri Değişimi, Mevcut Chillerin Daha Verimli Chiller İle Değişimi, Kompresör Egzozundan Isı Geri Kazanımı, Ön Soğutma Eşanjörünün Değiştirilmesi, Sıcak Su Hattı İzolasyon Revizyonu, Soğutma Sistemi Isı Geri Kazanım Ünitesi, Kompresör Doğrulama (Verification)			Etki (% Effective) %2,4-%38
D6 Uygulanan Kalıcı Tedbirler (Implemented Permanent Corrective Actions) Motorların Değişimi - Enerji Verimli Motor Kullanımı (a), Aydınlatma Armatürleri Değişimi (b), Soğutma Sistemi Isı Geri Kazanım Ünitesi (c) Doğrulama (Verification)			Uygulama Tarihi (Date Implemented) (a) (b) (c)
D7 Hata Tekrarını Önleme Faaliyetleri (Prevent Recurrence Actions)		Evet (Yes)	Hayır (No)
Kontrol Planı Etkilendi mi? (Is PCP Effected?)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FMEA Etkilendi mi? (Is FMEA Effected?)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flow Diagram Etkilendi mi? (Is PFD Effected?)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Çalışma Talimatı Güncellendi mi? (Up date of Work Instruction)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D7 Benzer Ürün / Proseslere Yaygınlaştırma Faaliyetleri (Actions to Implement to Similar Processes and Products) Rotary 2 alanının devreye alınması durumunda benzer proseslerde kalıcı tedbirler alınacaktır.			Uygulama Tarihi (Date Implemented)
D8 Ekibin Tebrik Edilmesi (Recognize Team and Individual Contributions)		Kapanış Tarihi (Date Closed)	Rapor Eden (Reported By)

EK4 : Aydınlatma Sistemi 8D Raporu

ÇİĞ SÜT ÜRETİM İŞLETMESİ	8D RAPORU (8D REPORT)		D.F. No (No) : 2	
			Tarih (Open Date) : 05.07.2017	
			Güncelleme Tarihi : (Last Updated)	
Konu (Concern Title) Enerji Yönetimi Uygulamaları		Sorumlu Firma/Bölüm (Responsible Supplier/Department) Çiğ süt üretim işletmesi		
Ürün / Proses Bilgisi (Product / Process Information) Aydınlatma sistemleri		D0 / Bulgu(lar) (Symptom(s)) Yüksek miktarda elektrik enerjisi tüketimi (her bir ahr için 68040 kWh/yıl)		
D0 / Acil Tedbir(ler) (Emergency Response Action (s)) İşletme personeline aydınlatma sistemleri ile ilgili genel bilgilendirme				Uygulama Tarihi (Date Implemented) 07.07.2017
D1 / Takım (İsim Dept, Tel) (Team (name, Dept, Phone)) İşletme Müdürü (Takım Lideri), Elektrik Teknisyeni, Ziraat Mühendisi (Zooteknist), Aylin DUMAN ALTAN		D2 Problem Tanımı (Problem Description) Enerji verimli aydınlatma sistemlerinin kullanılmaması, verimsiz armatürlerin kullanımı		
D3 Geçici Tedbirler (Interim Containment Action(s)) İşletme personelinin aydınlatma sistemlerinin kullanımı hakkında bilgilendirilmesi, (armatür bakımı, kontrolleri, boşta çalışmasının engellenmesi) Doğrulama (Verification)			Etki % (% Effective)	Uygulama Tarihi (Date Implemented) 10.07.2017
D4 Kök Neden(ler) (Root Cause(s)) Aydınlatma sistemlerindeki potansiyel enerji verimliliği uygulamalarının işletmeye entegre edilmemesi Doğrulama (Verification)				Katkı (%Contribution) Her bir ahr için, -34440 kWh/yıl
D5 Seçilen Kalıcı Tedbir(ler) (Chosen Permanent Corrective Action(s)) Mevcut armatürlerin, 140 W'lık, Led armatürler ile değişimi Doğrulama (Verification)				Etki (% Effective) Her bir ahr için, 34440 kWh/yıl
D6 Uygulanan Kalıcı Tedbirler (Implemented Permanent Corrective Actions) Doğrulama (Verification)				Uygulama Tarihi (Date Implemented)
D7 Hata Tekrarını Önleme Faaliyetleri (Prevent Recurrence Actions)		Evet (Yes)	Hayır (No)	Uygulama Tarihi (Date Implemented)
Kontrol Planı Etkilendi mi? (Is PCP Effected?)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
FMEA Etkilendi mi? (Is FMEA Effected?)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Flow Diagram Etkilendi mi? (Is PFD Effected?)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Çalışma Talimatı Güncellendi mi? (Up date of Work Instruction)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
D7 Benzer Ürün / Proseslere Yaygınlaştırma Faaliyetleri (Actions to Implement to Similar Processes and Products) İşletme kapasitesinin artması durumunda kullanıma açılacak tüm ahırlarda benzer kalıcı tedbirler alınacaktır.				Uygulama Tarihi (Date Implemented)
D8 Ekibin Tebrik Edilmesi (Recognize Team and Individual Contributions)		Kapanış Tarihi (Date Closed)	Rapor Eden (Reported By)	

EK5: Isı geri kazanım sistemi 8D raporu

ÇİĞ SÜT ÜRETİM İŞLETMESİ	8D RAPORU (8D REPORT)		D.F. No (No) : 3
			Tarih (Open Date) : 20.10.2017
			Güncelleme Tarihi : (Last Updated)
Konu (Concern Title)		Sorumlu Firma/Bölüm (Responsible Supplier/Department)	
Enerji Yönetimi Uygulamaları		Çiğ süt üretim işletmesi	
Ürün / Proses Bilgisi (Product / Process Information)		D0 / Bulgu(lar) (Symptom(s))	
Soğutma-sıcak su sistemleri		Soğutma sistemlerindeki atık ısının kullanılmaması	
D0 / Acil Tedbir(ler) (Emergency Response Action (s)) İşletme personeline soğutma-sıcak su sistemleri ile ilgili genel bilgilendirme			Uygulama Tarihi (Date Implemented) 22.10.2017
D1) / Takım (İsim Dept, Tel) (Team (name, Dept, Phone))		D2 Problem Tanımı (Problem Description)	
İşletme Müdürü (Takım Lideri), Elektrik Teknisyeni, Bakım Teknisyeni, Aylın DUMAN ALTAN		Soğutma sisteminde enerji verimliliği sağlayacak ısı geri kazanım sisteminin kullanılmaması	
D3 Geçici Tedbirler (Interim Containment Action(s))			Etki % (% Effective)
İşletme personelinin soğutma-sıcak su sistemlerinin kullanımı hakkında bilgilendirilmesi			Uygulama Tarihi (Date Implemented) 24.10.2017
Doğrulama (Verification)			
D4 Kök Neden(ler) (Root Cause(s))			Katkı (%Contribution)
Soğutma sistemlerindeki potansiyel enerji verimliliği uygulamalarının işletmeye entegre edilmemesi			Sıcak su üretimi-450 litre/gün
Doğrulama (Verification)			
D5 Seçilen Kalıcı Tedbir(ler) (Chosen Permanent Corrective Action(s))			Etki (% Effective)
450 litre kapasiteli ısı geri kazanım sisteminin kurulumu			Sıcak su üretimi, 450 litre/gün
Doğrulama (Verification)			
D6 Uygulanan Kalıcı Tedbirler (Implemented Permanent Corrective Actions)			Uygulama Tarihi (Date Implemented)
Doğrulama (Verification)			
D7 Hata Tekrarını Önleme Faaliyetleri (Prevent Recurrence Actions)		Evet (Yes)	Hayır (No)
Kontrol Planı Etkilendi mi? (Is PCP Effected?)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FMEA Etkilendi mi? (Is FMEA Effected?)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flow Diagram Etkilendi mi? (Is PFD Effected?)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Çalışma Talimatı Güncellendi mi? (Up date of Work Instruction)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D7 Benzer Ürün / Proseslere Yaygınlaştırma Faaliyetleri (Actions to Implement to Similar Processes and Products)			Uygulama Tarihi (Date Implemented)
İşletme kapasitesinin artması durumunda kullanıma açılacak tüm ahırlarda benzer kalıcı tedbirler alınacaktır.			
D8 Ekibin Tebrik Edilmesi (Recognize Team and Individual Contributions)		Kapanış Tarihi (Date Closed)	Rapor Eden (Reported By)

7. ÖZGEÇMİŞ

Aylin DUMAN ALTAN, 02.09.1987 tarihinde Çorlu'da doğdu. Lise eğitimini Özel Trakya Fen Lisesi'nde tamamladı. Lisans eğitimini Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde tamamladı. 2014 Yılında Namık Kemal Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimini tamamlayarak aynı kurumda doktora eğitimine devam etti. Halen Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır.