

Sanayide Enerji Yönetimi Sistemi için Bir Gıda Tesisinin Enerji Verimliliğinin İyileştirilmesi

Mehmet Bahattin Kıyılmaz^{1,2}, Ali Keçebaş³, Mustafa Ertürk^{4*}

¹Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği, Muğla, Türkiye

²VAT Enerji Hizmetleri Sanayi ve Ticaret AŞ, Üsküdar, İstanbul, Türkiye

³Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, Muğla, Türkiye

⁴Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye

mbk93@hotmail.com^{ORCID}, alikecebas@mu.edu.tr^{ORCID}, *mustafaerturk65@gmail.com^{ORCID}

Makale gönderme tarihi: 23.10.2020, Makale kabul tarihi: 09.02.2021

Öz

Geçen on yılda ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi (EnYS) enerji kuruluşların enerji performansını artırma yolunda dünya çapında kullanılmaktadır. Bu çalışmada gıda sektöründen 4735 TEP/yıl'lık enerji tüketimine sahip dondurma üretimi yapan büyük ölçekli bir tesise bu sistem uygulanmıştır. Böylece EnYS etüdü ile tesisteki enerji verimliliği, enerji kullanımı ve tüketiminde mevcut durum tespit edilmiştir. Sonra enerji tasarrufu konusunda verimlilik artırıcı uygulama ve projeler ile birlikte alınacak önlemler araştırılmıştır. Çalışma sonuçları kısa vadede üç alanda iyileştirme yapılması gerektiğini önermiştir. Bu alanlar ise buhar hatlarındaki kaçaklar ile basınçlı hava dağıtımındaki izlenen yanlış stratejiler ve dengesiz olarak yüklenen transformatörlerdir. 2019 yılı için tesiste yapılacak basit müdahale ve alınacak tedbirler ile yıllık 929555 kWh enerji ile 371822 TL ekonomik değer elde edilebilir. Ayrıca bu tasarrufa karşılık 1200733 kg CO₂ salınımının önüne geçilebilir.

Anahtar Kelimeler: Enerji yönetimi, enerji yönetim sistemi, enerji verimliliği, gıda tesisi örneği

Improving the Energy Efficiency of a Food Plant for an Energy Management System in Industry

Abstract

In the last decade, ISO 50001 Energy Management System (EnMS) has been used worldwide to increase the energy performance of energy organizations. In this study, the system was applied to a large-scale facility producing ice cream with an energy consumption of 4735 TEP per year from the food industry. Thus, the current situation in energy efficiency, energy use and consumption at the facility was determined through an EnMS survey. Then, the measures to be taken together with the practices and projects to increase efficiency in energy saving were investigated. The results of the study suggested that improvements should be made in three areas in the short term. These areas are leaks in the steam lines, wrong strategies followed in compressed air distribution and unbalanced transformers. With the simple intervention and measures to be taken at the facility for 2019, an economic value of 371822 TL can be obtained with 929555 kWh of energy per year. In addition, 1200733 kg of CO₂ emission can be prevented against this saving.

Keywords: Energy management, energy management system, energy efficiency, food facility example

GİRİŞ

Ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin bir ölçüsü de enerji üzerinden yapılmaktadır. Bu bağlamda kişi başına tüketilen enerji miktarı ve enerji yoğunluğu gibi göstergeler kullanılmaktadır. Kişi başına tüketilen enerjinin yüksek olması ülkenin ekonomik faaliyetlerinin canlı ve refah düzeyinin yüksek olduğunu göstermektedir. Enerji yoğunluğunun yüksek olması ise enerji verimsiz üretim yapıldığını,

birim ürün veya hizmet başına yüksek miktarda enerji harcandığı anlamına gelmektedir.

Giderek artan enerji fiyatları, enerji arzındaki güvensizlikler, teknolojik gelişmeler, küresel ısınma gibi çevresel sorunlar, geleneksel kaynakların hızla tüketilmesi ve daha fazla enerji bağımsızlığı eğilimleri, mevcut enerji potansiyelinin daha verimli etkin kullanmasına ve yönetmeye itmiştir (Aksoy ve

ark., 2013).

Faaliyet alanı ne olursa olsun ulusal ve uluslararası rekabette yer edinebilmek için kuruluşlarında enerji girdi maliyetlerinin azaltılarak enerji verimliliğine gereken önemi vermesi şarttır. Özellikle enerji tüketimi fazla ve enerji yoğun sektörlerde birçok noktada göz ardı edilen enerji verimliliği potansiyelleri mevcuttur (Ural ve ark., 2020). Bu potansiyellerin ortaya çıkarılması hem işletmenin hem de ülke ekonomisinin yararına olacaktır. Enerjinin verimli kullanımını ve sistematik olarak enerji yönetimi ile sera gazı emisyonlarında azalma ve enerji maliyetlerinin azaltılmasını sağlayan ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi (EnYS) dünyada birçok yerde uygulanmaktadır. ISO 50001 standardıyla tanımlanan enerji yönetimi, genel olarak enerji verimliliği, kullanımı ve tüketimi ile ilgili ölçülebilir sonuçlar olarak tanımlanan enerji performansının sürekli iyileştirilmesine odaklanır. ISO 50001 standardı, ABD ANSI/MSE 2000: 2008 ve Avrupa Birliği EN 16001: 2009 gibi mevcut ulusal standartlar üzerine inşa edilmiştir (Ferland ve ark., 2009). Danimarka’da yapılan enerji yönetiminin uygulanmasına ilişkin bir araştırmada kuruluşların yalnızca %3-14’ünün enerji yönetimi uyguladığını göstermiştir. İsveç’te %25-40 iken Türkiye’de %22’dir (Christoffersen ve ark., 2016). Dolayısıyla ülkelerde enerji verimliliği teşvik ve desteklerinden yararlanılması için bu sistemin kurulması şartlar arasındadır. EnYS, endüstriyel şirketlere veya üretim tesislerine, yani çıktı bir ürün veya maldan oluşan kuruluşlara daha kolay aktarılabilir. Literatürde çimento (Pelser ve ark., 2018), inşaat (Fichera ve ark., 2020), ısıtma sistemleri (Mendoza ve ark., 2019) gibi uygulamalarda görülmektedir.

Enerji verimliliği, sürdürülebilir kalkınma ve rekabetçiliğin en önemli bileşenidir. Küresel, ulusal ve bölgesel düzeyde büyük önem taşımaktadır. Artan enerji fiyatları, enerji arz güvenliği ile ilgili endişeler, teknolojik gelişmeler, iklim değişikliği ve daha fazla enerji bağımsızlığı eğilimleri, enerji verimliliği konusundaki çalışmaların ana nedenleridir (Uzun ve Değirmen, 2018). Ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin bir ölçüsü de enerji üzerinden yapılmaktadır. Bu bağlamda kişi başına tüketilen enerji miktarı ve enerji yoğunluğu gibi göstergeler kullanılmaktadır. Kişi başına tüketilen enerjinin yüksek olması ülkenin ekonomik

faaliyetlerinin canlı ve refah düzeyinin yüksek olduğunu göstermektedir. Enerji yoğunluğunun yüksek olması ise enerji verimsiz üretim yapıldığını, birim ürün veya hizmet başına yüksek miktarda enerji harcandığı anlamına gelmektedir.

Enerji verimliliği tanım olarak, binalarda yaşam standardı ve hizmet kalitesi, sanayi işletmelerinde üretim kalitesi ve miktarında düşüşe neden olmadan birim hizmet veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılmasını sağlayan bir uygulamadır (EMO, 2011). Enerji tüketiminin, dönüşümünün, aktarımının yüksek olduğu tesislerin işletilmesinde veya yeni tesislerin kurulumunda modernizasyon ve kapasite artırma çalışmalarında, enerji verimliliğine yönelik potansiyeller araştırılarak etüt ve proje çalışmalarında önlemler ve uygulamalar dikkate alınmalıdır.

Enerji yönetiminin amacı, enerjinin daha etkin ve verimli kullanılması ile işletmenin kazancını arttırmaktır. Bunun için yapılması gereken ilk iş enerji tasarrufu ve verimlilik imkânlarının ortaya çıkarılması için bilgi toplama, ölçüm, izleme ve değerlendirme yapılmasıdır. Söz konusu imkânların takibi, değerlendirilmesi içinde bir takım enerji performans göstergelerine (EnPG) ihtiyaç duyulur. Enerji performansı, enerji verimliliği, enerji kullanımı ve enerji tüketimi ile ilgili ölçülebilir sonuçlardır. Kuruluş tarafından tanımlanan enerji performansının nicel değeri veya ölçüsü, performans göstergeleri olarak tanımlanır. EnPG’lere birim zamandaki enerji tüketimi, birim üretim başına enerji tüketimi veya üretime has özellikler dikkate alınarak çok değişkenli farklı modeller örnek verilebilir.

Üretimden tüketime her aşamada enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılması amacını taşıyan 18/04/2007 tarih ve 5627 sayılı, “Enerji Verimliliği Kanunu” ülkemize, gelişmiş ülkelerdeki standartlarda önemli yenilikler getirmiştir (Halkbank, 2007). Enerji verimliliği çalışmalarının ülke genelinde tüm ilgili kuruluşlar nezdinde etkin olarak yürütülmesi, sonuçlarının izlenmesi ve koordinasyonu amacıyla Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu (EVKK) oluşturulmuştur (Uzun ve Değirmen, 2018). Pekaçar (2011) enerji tüketimini yönetmek ve azaltmak için

Research article/Araştırma makalesi
 DOI: 10.29132/ijpas.815077

en iyi uygulama rehberi olarak ISO 50001 EnYS'yi kullanılmasını tavsiye etmektedir. Mevcut yasalarımızda da belli bir değer üzerinde enerji tüketimi olan işletmeler enerji verimliliği destek ve teşviklerinden yararlanabilmek için enerji yönetim sistemi kurulması ve enerji verimliliği konularında çalışmalar yürütecek enerji yöneticisi sertifikasına sahip teknik insanların çalıştırılması zorunludur. Özellikle enerji yoğunluğu yüksek sanayi kuruluşlarında; enerji tüketimi yüksek; motorlar, fanlar, buhar ve basınçlı hava sistemleri, kazanlar, elektrik dağıtım sistemleri, yalıtım, pompa sistemleri gibi noktalarda yapılabilecek birçok enerji verimliliği uygulamaları mevcuttur. Uzun ve Değirmen (2018) endüstriyel işletmelerde enerji verimliliğini artırılması yönünde uygulanan enerji yönetimi sistemlerini, enerji etütlerini ve pinch analizini ele almıştır. Özellikle ISO 50001: Enerji Yönetim Sistemi ve araçları ile yıllık enerji maliyetleri %5 ile %20 arasında düşebileceğini rapor etti. Parker (2019) bir otomotiv sektörü için ürün bazındaki özgül enerji tüketimleri izlenmesi ile enerji verimliliği ve risk analizi yapmıştır. Böylece ISO 50001'in faydalı olduğunu ve özgün enerji tüketimini azaltan enerji risk analizi ve yönetim süreç adımlarını tablo olarak hazırlamıştır.

Enerji verimliliği politikalarının uygulanmasıyla birlikte Avrupa Birliği tarafından son zamanlarda en fazla enerji yoğunluğuna sahip sektörün gıda endüstrisi olduğu rapor edilmiştir. Bu kısmen, üretim hacimleri ve kalite, hijyen ve gıda güvenliği standartlarının zorunlu kıldığı gereksinimler tarafından yönlendirilen soğutma sistemlerinin artan enerji tüketiminden kaynaklanır (Polat ve ark., 2017). Mezinska and Strode (2015) gıda sektörü şirketlerinde ortaya çıkan çevre yönetimi konusunda yaşam döngüsü yaklaşımını kullanarak çevre boyutlarını belirlemiş ve çevre üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Corsini ve ark. (2016) EnYS içinde sistemlerin, süreçlerin ve ekipmanların enerji performansının izlenmesi amacıyla çok değişkenli bir enerji gösterge performansını tanıtmış ve gıda endüstrisindeki amonyak soğutucular için değerlendirmiştir. Jovanovic ve ark. (2017) Sırbistan'ın gıda işleme ve metal olmayan mineral ürünlerin imalatlarında ISO 50001 EnYS'nin P-U-K-Ö (planla, uygula, kontrol et, önlem al) döngüsü uygulamasını gerçekleştirdi. Ruşen ve Çevik (2020) Karaman'da bir gıda

işletmesine ait gofret üretim hattının enerji verimliliğini değerlendirmişlerdir. Kazan sistemlerinde brülör üzerindeki öneriler ile kazan verimi %5,2'lik bir artış ve böylece reküparatör kullanımı, ısı kayıp ve kaçaklarının önlenmesi işletmede yıllık 3391,9 \$ kazanç olacağını öngörmüşlerdir. Brülörde O₂'nin düzenli kontrolü ile 5998,85 \$ değerinde yakıt tasarrufu belirlemişlerdir.

Yukarıda bahsedilen literatür gözden geçirildiğinde bir ürün veya mal çıktısı olan sektörlerdeki kuruluşlara ISO 50001 EnYS'nin kullanılmasının faydalı olduğunu göstermektedir. Böylece kuruluşlarda enerji verimliliği ve yakıt tasarrufunun artışının ve dolayısıyla çevresel etkilerin azaldığı görülmektedir. Bu çalışma yukarıda sunulan literatür ve yazarların bilgisi dahilinde ISO 50001 EnYS'ni ilk kez gerçek bir uygulama olarak gıda sektöründeki dondurma üretim tesisine uygulanmıştır. Dondurma ürünlerin imalatlarında P-U-K-Ö (planla, uygula, kontrol et, önlem al) döngüsü uygulaması gerçekleştirilir. Böylece tesisin enerji tasarrufu konusunda verimlilik artırıcı uygulama ve projeler ile birlikte alınacak önlemler belirlenmiştir.

ENERJİ YÖNETİMİ

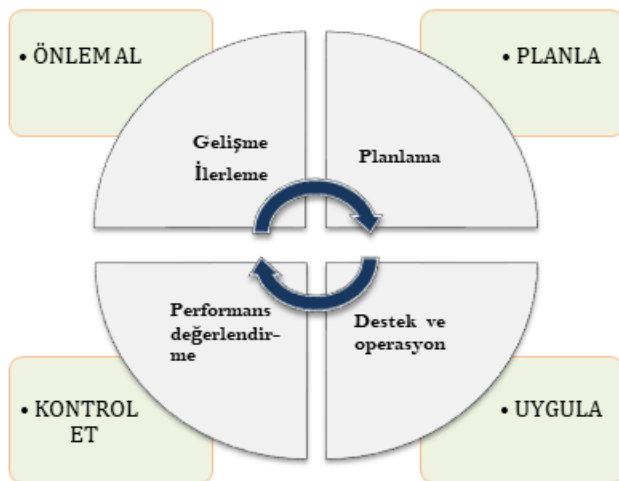
Enerji verimliliği çalışmalarının odak noktası enerji yönetimidir. Enerji yönetimi, enerji kaynaklarının ve enerjinin verimli kullanılmasını sağlamak için yürütülen eğitim, etüt, ölçüm, izleme, planlama ve uygulama faaliyetleriyle ilgilidir (EMO, 2011). Diğer yönetim faaliyetlerine benzer şekilde enerji yönetimi; planlama, koordinasyon ve kontrol mekanizmaları birbirlerinden bağımsız olur ise etkisiz kalacak olan işlevler bir araya gelerek bir bütün oluşturur. Enerji Yönetimi, ürün kalitesinden, güvenliğinden veya tüm çevre koşullarından ödün vermeden ve üretimi düşürmeden enerji kaynaklarının ve enerjinin daha verimli ve akılcı kullanımı doğrultusunda yapılandırılmış ve organize edilmiş disiplinli bir iştir. Enerji yönetimi çalışmaları ile yürütülen verimlilik artırıcı proje ve uygulamalar ile görülmüştür ki belli bir programa bağlı olmadan atılacak basit adımlarla, enerji verimliliğinde, %5 ile %15 arasında geri dönüşler ve iyileşmeler sağlanabilir (Kaya ve Öztürk, 2014).

Enerji yönetimi, enerji verimliliği iyileştirilmelerinin yanında yapılacak etütler ile enerji kullanılan bölümlerin izleme, ölçme, analiz

Research article/Araştırma makalesi
DOI: 10.29132/ijpas.815077

faaliyetleri ile ekipmanların incelenmesi sonucunda da maliyetlerin azaltılması olanakları değerlendirilir. Toplam verimli bakım, otonom bakımı öngörerek arızanın oluşmadan önleme yaklaşımı ile kayıplar azaltılarak verimliliğin artırılmasında uygulanan bir yöntemdir. Enerji yönetimi ile ilgili faaliyetlere başlanırken iki husus önemlidir. Bunların ilki üst yönetimin katkı ve desteği, ikincisi enerji yönetim ekibinin oluşturulmasıdır. Eğer şirket üst düzey yetkilileri bu konuda gerekli önemi ve özeni göstermez ise alt kademelerin yapacağı çalışmalar ve çabaların bir önemi kalmaz. İkinci önemli nokta, bu desteğin göstergesi olarak programı yürütecek enerji yönetim ekibinin oluşturulmasıdır.

ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi (EnYS) Standardı enerjinin verimli kullanılması, enerji israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün azaltılması ve çevrenin korunması için enerji kaynakları ve enerji kullanımında verimliliğin artırılmasına ilişkin usul ve esasları düzenler. Bu standart, enerjinin sistematik yönetimi vasıtasıyla sera gazı emisyonlarının, çevresel etkilerin, enerji maliyetlerinin azaltılmasına yol açmayı amaçlamaktadır (ETKB YEGM, 2013). ISO 50001 EnYS modeli Şekil 1'de sunulan planla, uygula, kontrol et, önlem al (P-U-K-Ö döngüsü) olarak gösterilen döngü, sürekli iyileştirme çerçevesine dayalıdır ve enerji yönetimini kuruluşların günlük rutin uygulamalarının içine alır.



Şekil 1. ISO 50001 EnYS modeli için PUKÖ döngüsü

Şekil 1'de planlama, enerji yönetimi

programının en önemli bileşenidir. Temelde iki işlevi vardır. Birincisi, iyi bir planlama ile enerji arzı noktasında yaşanan sorunlardan kuruluş/firma korunur. İkincisi ise olaylar yıl içinde planlama yapılarak enerji yönetimi programına sürekli vurgu yapılması ve programın aktif, işletilebilir kalması sağlanır. Uygulama ve işletimde, planlama sürecinde elde edilen eylem planları ve diğer çıktılar uygulanır. Önemli enerji kullanımları ile ilgili olarak tüm çalışanların bilinç düzeyi artırılarak, eğitim, beceri ile tecrübelerle sahip olması sağlanmalıdır. Kuruluş/firmada, enerji performansını etkileyen ve belirleyen faaliyetlerin temel karakteristiklerinin belirli aralıklarla izlenilmesi, ölçülmesi ve analiz edilmesi sağlanmalıdır. Önlem al aşamasında ise kuruluş/firma yönetimi enerji yönetimini; uygunluk, yeterlilik ve etkinliğinin sürekliliğini güvence altına almak için planlanmış aralıklarla gözden geçirmelidir.

Enerji etütleri, enerji verimliliğini artırma olasılıklarını ortaya çıkarmak için yapılan ve bilgi toplama, ölçme, değerlendirme ve raporlama aşamalarını içeren çalışmalardır ve bina veya tesislere uygun ekipmanlarla çeşitli tekniklerle çeşitli ölçümler yapılır. Etüt sonucunda tesisin veya binanın enerji tüketimi, kullanımı konusunda ne durumda olduğu belirlenir ve enerji tasarruf fırsatları buna göre değerlendirilir (EMO, 2011). Ayrıca enerji etüdü ile enerji tasarrufu potansiyelleri yanı sıra enerji atıklarının ve sera gazı salınımlarının belirlenerek bunlarla ilgili geri kazanımı sağlayacak veya önleyecek tedbirler ile teknik ve ekonomik boyutların ortaya konulması amaçlanır (Sögüt ve ark., 2013).

İki aşamadan oluşan ön etüt ile ilk olarak, tesiste yapılması planlanan yatırım kararları ile mevcut durumda enerji yönetimi konusunda yapılanlar hakkında bilgi sahibi olunur. İkinci aşama enerji verimliliği çalışmalarının yapılacağı sistem ve ekipmanların çalışmasının gözden geçirilmesi amacıyla teknik bir çalışma yapılmasıdır. Detaylı olmayan bu teknik çalışma ile genel olarak kuruluş, etüdü yapacak kişiler tarafından gezilerek; devre dışı, verimsiz olan ekipmanlar belirlenerek, enerjinin boşa harcandığı noktalar, örneğin: kötü yalıtım, buhar ve basınçlı hava kaçakları vb. durumlar ile enerji geri kazanma potansiyelleri tahmin edilir. Enerji tüketen tüm ekipmanların profili çıkarılır ve özellikleri belirlenir. Enerji yönetimi konusunda

Research article/Araştırma makalesi
DOI: 10.29132/ijpas.815077

gözlenen uygunsuzluklar belirlenerek, öneriler getirilir.

Ön etüt ile elde edilen veriler doğrultusunda detaylı etüt kapsamına alınması uygun görülen alanlarda, enerji transferinin ve dönüşümünün yoğun olduğu, yoğun enerji tüketen (kazan, fırın gibi) ekipman, teçhizat ve bölümlerde işletmenin gerçek çalışma koşullarında ölçüm cihazları ile belirli

periyotlar ile ölçüm ve hesaplamalar yapılır. İyileştirilmesi gerekli görülen noktalarda önleme ve enerji geri kazanma potansiyelleri tahmin edilir. Bu bakımdan ön etüt çalışmalarına göre daha uzun ve detaylı yapılan çalışmalardır. Detaylı enerji etüdü, konu hakkında eğitim almış, yeterli bilgi ve donanımına sahip bir ekip tarafından yapılması gerekir.

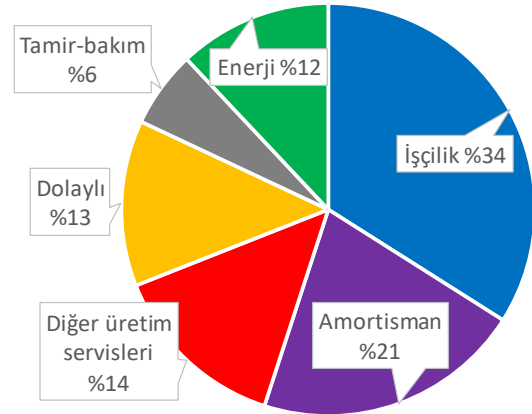
Çizelge 1. Etüt çalışmasında kullanılan cihazlar ve alınan ölçümler

Cihaz adı	Seri No	Kalibrasyon Bilgileri			Etüt sırasında kullanıldığı yerler
		Tarihi	Geçerlilik süresi	Yapan kurum/kuruluş	
Enerji analizörü	PX50A106	22.02.2018	22.02.2019	SİM KAL	Tüm tesiste
Termal kamera	T197063	11.05.2018	11.05.2019	FLİR	Tüm tesiste
Akış ölçer	24912	-	-		Su ve kondens
Lüks metre	Q563817	27.05.2018	-	METKAL	Tüm tesiste
Anemometre	Q561958	02.06.2018	-	METKAL	Evaporatör ve kondenserlerde
Sıcaklık ölçer	06127095	09.10.2018	09.10.2019	METKAL	Tüm tesiste
Trapman	BUJ010				Kondenstoplarda
Baca gazı analizörü	2415	30.03.2018	30.03.2019	RAM	-

SANAYİDE ENERJİ YÖNETİMİ UYGULAMASI

Bu çalışmada gıda sektöründe faaliyet gösteren bir dondurma ürün tesisinde yapılacak yatırımlar ve mevcut durumda enerji tüketimi ile enerji maliyetlerinin oranının belirlenmesi, son iki yıla ait enerji tüketimi değerlerinin tespiti, enerji yönetimi konusunda tesisin bulunduğu nokta ve bu konularda yapılabilecek iyileştirme olanakları için enerji etüdü çalışması yapılmıştır. Ayrıca etüt sonucunda önerilecek verimlilik artırıcı projeler ele alınacaktır. Uygulamanın kapsamı; (i) buhar ve kondens hatlarının incelenmesi (Papar ve ark., 2017), trafo ölçümleri, proseste termal ölçümler, sıvı akışkanlarda debi ölçümleri, enerji tüketim hesabı, enerji maliyet hesabı ve önemli enerji tüketim ve kayıp noktaları olacaktır. Ayrıca Çizelge 1’de etüt çalışmasında kullanılan cihazlar ve alınan ölçümleri

listelenmiştir.



Şekil 2. Tesiste gerçekleşen maliyetlerin dağılımı

Çizelge 2. Tesisin enerji tüketim kaynaklarının ve maliyetlerinin dağılımı

Enerji türü	Tüketim				Maliyet dağılımı
	Miktar	Birim	Ton Eşdeğer Petrol (TEP)	% Toplam	% Toplam
Elektrik	32773637	kWh	2819	60	86,4
LNG	305326	kg	329	7	1,2
Buhar	23793722	kg	1587	33	12,4
Toplam			4735	100	100

Etüt Çalışması

Ön etüt neticesinde tesisteki gider maliyetlerin dağılımı Şekil 2’de verilmiştir. Şekil 2’de görüldüğü gibi işçilik %34 ile en yüksek değerdedir. Ancak enerji, tamir bakım ve dolaylı maliyetlerde girdi maliyetlerinde büyük bir yekûn tutmaktadır. Böylece tüketilen enerjinin kaynak cinsine göre yüzde tüketim ve maliyet dağılımları Çizelge 2’de listelenmiştir. Tesiste en fazla %60 ile elektrik tüketimi ve %86,4 ile maliyetleri vardır. Sonrasında ise buhar gelmektedir.

2017 ve 2018 yılına ait yoğunluklu enerji tüketimi (SET) değerleri yıl içindeki aylara göre değişimleri Çizelge 3’te verilmiştir. Çizelgede 1. ayın Nisan ayı olduğu ve gıda üretiminin Ağustos ayında tavan yaptığı görülmektedir. Çizelge 3’den görüldüğü gibi üretilen kg başına gıda ürünü için 2017 yılında 321 kcal enerji tüketirken 2018 yılında 279 kcal olarak bir düşüş oluşur. Burada 10. ve 11. aylarda üretim değerlerinin olmaması sebep olmuştur.

Çizelge 3. 2017 ve 2018 yıllarına ait SET değerlerinin bir karşılaştırılması

Yıl Ay	Enerji tüketimi (kcal)		Üretim (kg)		SET (kcal/kg-ürün)	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
1	4083555910	3114033867	11355000	8022000	360	388
2	4131237395	3683016226	14010000	11951000	295	308
3	5071301170	5047287240	17910000	19349000	283	261
4	4779672700	5323345207	18995000	21214000	252	251
5	4790425700	5256978996	17128000	23111000	280	227
6	4748831980	5391189583	14620000	22687000	325	238
7	3827929760	5091068700	13108000	20326000	292	250
8	2497647350	4317836990	6417000	15044000	389	287
9	321092389	2759918010	0	7298000	0	378
10	567142795	457892953	0	0	0	0
11	306692261	756001420	0	0	0	0
12	1612132490	2864794586	7730000	8746000	209	328
Toplam	36737661040	44063363778	114317000	157750000	321	279

Üretim üniteleri ve süreç bilgileri

Karışım Bölümü: İlk malzemelerle istenilen formülasyonu ve formülasyondan gelen tarife göre hesaplama yapılır, maddeler tartılır ve seçilen malzemelerle birlikte “dondurma karışımı” olarak bilinen ürünü üretmek için harmanlanmış karışım seçilir. Harmanlamada tozları dâhil etmek için hızlı çırpıntı gerektirir ve burada genellikle yüksek hızlı karıştırıcılar kullanılır.

Pastörizer 1-2-3 Bölümü: Karışım bölümünden sonra dondurma, pastörize edilir. Pastörizasyon patojenik bakterilerin yok edilmesi için tasarlanan sistemdir. Biyolojik kontrol noktasıdır. Çok önemli olan bu işleve ek olarak, pastörizasyon da “psychrotrophs” gibi bozulmalar organizma sayısını azaltır ve bileşenleri bazı hidratlara yardımcı olur (proteinler, stabilizatörler).

Sos Hazırlama Bölümü: Tankların içinde serpantin vardır. İçinde sıcak su dolaşımıyla

hazırlanan dondurma sosu ısıtılır.

Geri Dönüşüm Bölümü: Geri dönüşüm bölümüdür. Diğer bölümlerden gelen atıklar, burada eritilir ve üretime tekrar geri gönderilir.

CIP Odası: Burada, karışım ceket suyu tankı, kuvertür ceket suyu tankı, yer yıkama suyu tankı, yer yıkama suyu tankı, konsantre deterjan tankı ve 2 adet soğuk su tankı bulunmaktadır.

Dondurucular: Dondurma dinleme bölümünden buraya gelmektedir. Dondurma kalıplara doldurulur ve kalıplarda 3 bar basınçta buhar ile MS-4 (5 adet) kalıp içerisinden dondurma çıkarılır. Kullanılan buhar dondurmaya temas etmez. Bu ünite dondurmanın şekillendirildiği ünitelerdir.

Külâh Bölümü: Külâhın hazırlandığı bölümdür.

Dinlendirme Bölümü: Yapılan ara ürünlerin +4 °C’de dinlendirildiği bölümdür.

Sertleştirme Tüneli: Bazı parçacıklar eklendikten sonra, paketlenmiş olan dondurmada

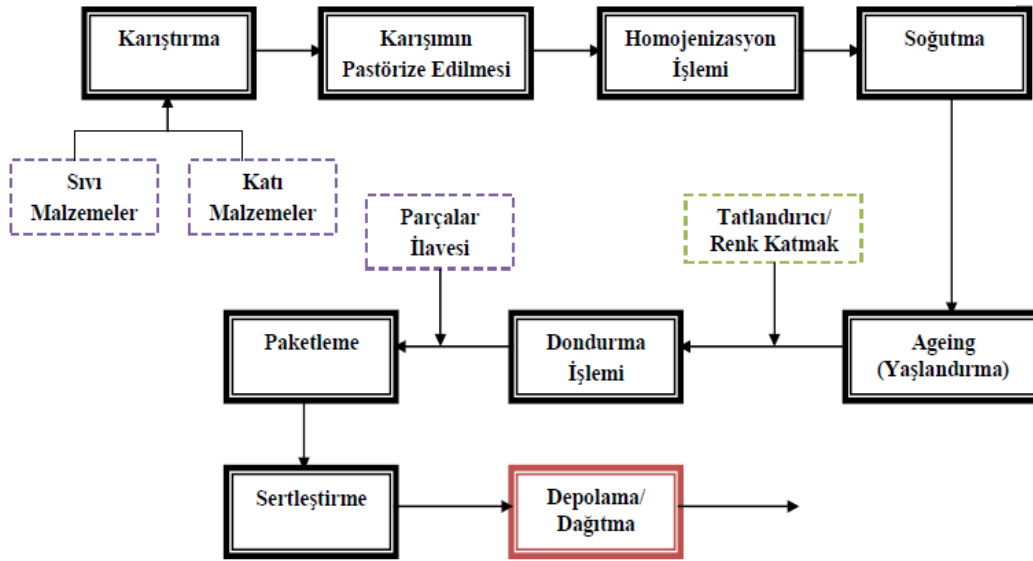
Research article/Araştırma makalesi
 DOI: 10.29132/ijpas.815077

kalan su çoğu donmuş olan -40°C ile -30°C 'de bir dondurucuya yerleştirilir. -25°C aşağısında dondurma, buz kristal büyüme tehlikesi olmadan belirsiz süre istikrarlı şekilde sertleştirilir. Buz kristallerinin büyümesini engellemek ve mümkün kristal büyüme oranını durdurmak depolama sıcaklığına bağlıdır.

Yaşlanma Bölümü: Karışım sonrası en az dört saat ve genellikle gece yapılan bir yaşlanma işlemidir. Bu aşama, proteinler ve polisakkaritlerin

tam hidrat hali için ve soğumaya ve kristalize yağ için zaman sağlar.

Üretim süreci Şekil 3'te şematik diyagram olarak verilmiştir. Enerji etüdünün yoğunlaşacağı tesise ait yardımcı üniteler ise 1. buhar sistemi tesisatı, 2. hava kompresörleri, 3. amonyak kompresörleri, 4. elektrik sistemleri, 5. kazan dairesi ve sıcak su boylerleri, 6. su arıtma tesisi ve 7. arıtmadır.



Şekil 3. Üretim prosesi aşamaları

Buhar sistemi

Tesiste buhar yakındaki bir enerji santralinden satın alınmaktadır. Satın alınan buhar 14 bar ve 200°C 'de tesise gelmekte, farklı kullanım noktalarına 3 bar ve 5 bar basınçta gönderilmektedir. Buhar ikincil olarak kullanılmakta ve oluşan kondens geri dönmektedir. Rıa makinaları, Karışım plantin ve bir kısım kullanıcılardan, klima sistemi, idari bina, külah bölümü ve atık arıtma bölgesinden, buhar geri dönüş yapmamaktadır. Ana buhar sayacı her ay sıfırlanarak takip edilmektedir. Etüt sırasında anlık 3629 kg/h ve toplam 195404 kg/gün'dür. Her gün tüketilen miktar toplam tüketilen miktardan çıkarılarak günlük tüketim bulunmaktadır. Buhar kullanım dökümü:

Karışım Bölümü: Buhar burada proses suyunun ısıtılmasında kullanılıyor ve kullanılan ısı değiştirici HPW ısıtma ısı değiştiricisidir.

Pastörizatör 1-2-3: Su ile dondurma ısıtılıyor.

Burada 2 adet ısı değiştirici bulunmaktadır. Buhar ısıtma amaçlı olarak kullanılıyor. Sistemde mekanik trap bulunmaktadır ve buhar basıncı 3 bardır.

Sos Hazırlama Ünitesi: Sosun ısıtılması için gerekli olan suyun ısıtılması amacıyla buhar kullanılıyor. Sos tankı ceketlidir ve ısıtılan sıcak su bu ceketin içinden dolaşır.

Ön Karışım Tankları: Üniteye 7 adet tank bulunmaktadır. 85 civarındaki ısıtılmış su ürün hazırlamada kullanılıyor.

Geri Dönüşüm Bölümü: Geri dönüşüm ünitesi. Prosesten gelen ürün tekrar eritiliyor ve sisteme katılıyor.

Tesisteki klima santralleri ile çeşitli süreçlerde kullanılan buhar yakındaki enerji santralinden satın alınmaktadır. Buhar öncelikle ana kolektöre giriş yapmakta sonrasında da ihtiyaç noktalarına branşmanlar yardımıyla taşınmaktadır. Şekil 4'te buharın tesise giriş yaptığı kısım ve dağıtım

Research article/Araştırma makalesi
DOI: 10.29132/ijpas.815077

kollektörü görülmektedir.



Şekil 4. Buhar dağıtım sistemi

Yapılan ön etüt ile gerek kollektörün tasarımı gerekse kollektör üzerindeki kondensatörlerin seçimi doğru olarak yapıldığı görülmüştür. Kollektör üzerindeki her bir vana, boruların yalıtımında kullanılan malzemeyle yalıtılmıştır. Ana kollektör üzerinde bir tane 1 inch şamandıralı kondensatör ve iki tane de ½ inch termodinamik kondensatör bulunmaktadır.

Branşmanlar üzerinde yapılan incelemelerde 30 metrede bir konulması gereken önerilen kondensatörlerin bulunmadığı görülmüştür. Servisler binasından geçen ve yeni çöp binasına kadar buhar taşıyan 300-350 m'lik hattın üzerinde kondensatör ve kondensatör bulunmamaktadır. Bunun yanında hattın önünden geçtiği binaların ısıtılması için alınmış branşmanlarının kondensatör hattı üzerinde termodinamik kondensatör kullanılmıştır. Kullanılan kondensatör tipi doğrudur ancak hem grup kondensatörlere (iki radyatöre bir kondensatör) uygulanması hem de termodinamik kondensatörün korunaksız olarak kullanılması uygun değildir. Özellikle kış aylarında dışarıdaki yağmur, kar ve soğuğa maruz kalan termodinamik kondensatörler daha sık boşaltma yapmaya başlar ve bu da bir miktar buharında kondensatör ile birlikte israf olmasına sebep olur.



Şekil 5. Hindistan cevizi yağı depolama ünitesi

Şekil 5'te gösterildiği gibi hindistan cevizi yağının depolandığı tankların ceket araları, içindeki yağın donmaması için açık buharla ısıtılmaktadır. Bu işlem donmanın daha çok olduğu kış aylarında yapılsa da önemli miktarda buharın israf olmasına sebebiyet vermektedir. İşlem sırasında sadece buharın dışarı püskürtülmesinden kayıp olmaz. Bunun yanında kondensatörün de geri döndürülebilmesi şartlandırılmış kaliteli suyun israfı anlamına gelir.

Buharın tesise girdiği kollektörden kullanıldığı son noktaya kadar hiçbir noktada separatör kullanılmadığı görülmüştür. Kollektörlerden sonra tesise dağılan branşmanlar üzerinde separatör bulunması buharın kalitesini yükseltmekle kalmaz aynı zamanda basınç düşürücü, kontrol vanası, buhar sayacı gibi hassas ekipmanların kullanım ömürlerinin uzamasını sağlar.

Klima santrallerine beslenen buharın bir separatörden geçirilerek verilmesi klimanın değişken yüklerle verdiği reaksiyon süresini kısaltır. Çünkü kuruluk derecesi %90 olan buhar ile %100 kuruluk derecesine sahip buharın kalorifik değeri aynı değildir.

Tesisatta hat sonlarında hava atıcı kullanılmalıdır. Bu sistemin çabuk ısınması ve ünitelere daha çabuk buhar gitmesi için gereklidir.

Hava kompresörleri

Kompresör odasında 5 adet su soğutmalı hava kompresörü bulunmaktadır. 2 adet ZR-160, 2 adet ZR-90, 1 adet ZR-55 marka kompresördür. Tüm kompresörlerde değişken hız sürücüsü bulunmaktadır. Kompresörler su soğutmalı olduklarından 2 adet soğutma kulesi bulunmaktadır ve 2 adet 15 kW'lık sirkülasyon pompası

Research article/Araştırma makalesi
 DOI: 10.29132/ijpas.815077

bulunmaktadır. Sistemde, su sıcaklık sensörü bulunmakta. Suyun sıcaklığına göre pompalar devreye girip çıkmaktadır. Yapılan gözlemlerde kule 10 dakikada 5 sefer devreye girip çıkmıştır. Bu hem motorun verimi açısından olumsuzdur hem de pompa için zararlıdır. Bu nedenle su sıcaklık aralığını yeniden ayarlanması gerekmektedir.

Sisteme verilen hava sıcaklığının 46 °C olması enerji tüketiminin yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum emiş havasının sıcaklığının, her 5 °C artışında %2 verim kaybına neden olmaktadır. Ancak sistemde iklimlendirme yapıldığından ortam sıcaklığının 40-45 °C'lere kadar çıkması tahmin edilmemektedir. Ancak tüm kompresörlerin aynı anda çalışması olasılığı da göz önünde bulundurulmalıdır. Aşağıda ortam sıcaklığının yükselmesi durumunda oluşacak tasarrufu gösteren bir hesap verilmiştir (Sapmaz ve Kaya, 2017.). Tasarruf için

$$\text{Tasarruf} = \text{GDO} \times \text{Nominal güç} \times \text{CS} \times \text{YK} / \eta_{\text{motor}} \quad (1)$$

Burada CS yıllık çalışma süresini (saat), YK yük katsayısını (%), η_{motor} motor verimini (%) ve Denklem (2)'de verildiği gibi GDO ise güç düşüm oranını (%) ifade etmektedir (Sapmaz ve Kaya, 2017).

$$\text{GDO} = 1 - [(T_d + 273) / (T_i + 273)] \quad (2)$$

Burada T_i ve T_d sırasıyla mevcut emiş havası sıcaklığı (°C) ve istenen emiş havası sıcaklığı (°C)'dir. İstlenen sıcaklık genelde 21 °C civarında olmalıdır. Böylece

$$\text{GDO} = 1 - [(21 + 273) / (43 + 273)] = 0,080$$

olur. Kompresörün 165 kW'lık motor gücü, 7440 saatlik çalışma süresi, %90,6'lık motor verimi, 30 °C ve 21 °C'lik sırasıyla emiş ve istenen hava sıcaklıklarında 1 aylık talebi aşağıdaki gibi hesaplayabiliriz:

$$\begin{aligned} \text{1 Aylık Talep} &= \text{Güç} \times \text{GDO} / \text{Verim} \\ &= 22 \text{ kW} \times \frac{0,080}{0,906} = 1,96 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tüketim Tasarrufu} &= 1,96 \text{ kW} \times 7440 \text{ h} \times 0,89 \\ &= 12278 \text{ kWh} \end{aligned}$$

$$\text{Ekonomik Değeri} = 12278 \text{ kWh} \times 0,40 = 4911,2 \text{ TL}$$

Şekil 6'da görüldüğü gibi giriş sıcaklığı 40 °C

olan hava kompresöründe oluşan su miktarı 52 gr/m³ olduğu görülmektedir. Kompresör hava debisi 12,68 m³/dk olduğuna göre, basınçlı havadaki su miktarı

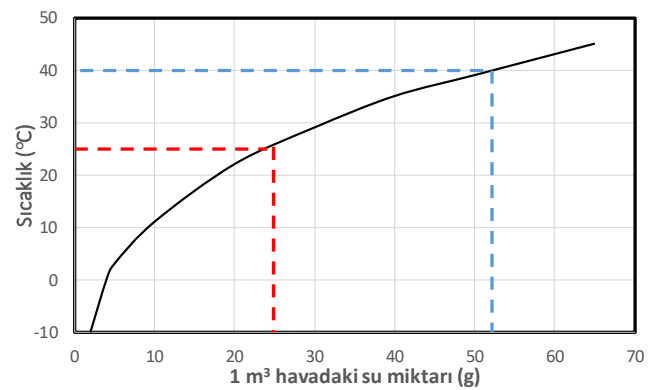
$$= 52 \text{ gr/m}^3 \times 12,68 \text{ m}^3/\text{dk} = 659,36 \text{ gr/dk}$$

olur. Emiş hava sıcaklığı 25 °C olduğunda basınçlı havadaki su miktarı ise

$$= 25 \text{ gr/m}^3 \times 12,68 \text{ m}^3/\text{dk} = 317 \text{ gr/dk}$$

olur. Gözlemlendiği üzere giriş hava sıcaklığının düşük olması üretilen havanın içerisinde bulunan suyun miktarı ile doğru orantılıdır. Hava giriş sıcaklığının düşük olması, kompresör verimini artırır. Havanın içerisindeki su tamamen alınmaz ise sisteme zarar verir, üretim makinelerinde arıza ve korozyona neden olur. Bu durum, su tıraplarla ve kurutucuların iyi seçilmesi ile önlenir.

Tesiste 8 adet düşük basınçlı ve 7 adet yüksek basınçlı vidalı amonyak kompresörü bulunmaktadır. Ayrıca dört adet kondenser bulunmaktadır. 2 tanesi hava soğutmalı, 3 tanesi ise su soğutmalıdır. Tüm kondanseler evaporatif tiptir. Amonyak kompresörlerinde kullanılan amonyakın, gaz fazından sıvı faza geçmesi prosesi için kullanılmaktadırlar. Kondanselerde 1 motor, 3 adet fan bulunmaktadır. İçerisindeki sıcak havayı alınıp, dışarı atılmaktadır. Pompa vasıtasıyla su yukarıdan basılıyor, damlacıklar halinde aşağı akarken, fanlar vasıtasıyla sudaki ısı emilerek dışarı atılmaktadır.



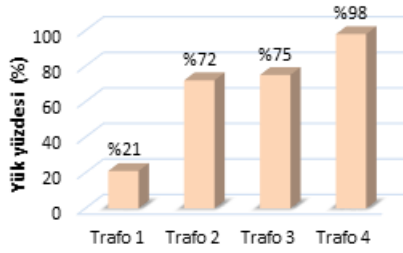
Şekil 6. Hava kompresöründeki sıcaklığa göre havadaki su miktarı eğrisi

Elektrik

Tesiste 4 adet 2000 kVA'lık trafo bulunmaktadır. 4 adet trafo yükte bulunmaktadır.

Research article/Araştırma makalesi
 DOI: 10.29132/ijpas.815077

Her bir trafoda enerji analizörü ile ölçüm yapılmıştır (Kaşıkçı, 2013). Her bir Trafo-1, Trafo-2, Trafo-3 ve Trafo-4 için 'tır. Onların sırasıyla ölçülen değerleri ise sırasıyla 409,6kW, 1444,8kW, 1498,5kW ve 1965,3kW'tır. Elde edilen yük yüzdeleri Şekil 7'de gösterilmektedir.



Şekil 7. Trafoların yük yüzdeleri

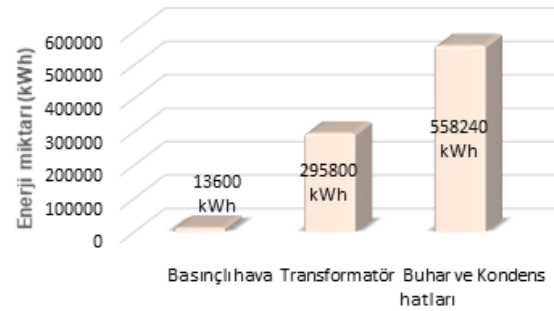
Şekil 7'de görüldüğü gibi Trafo-4, %100 yüke yakın çalışmaktadır. Talebin yükselmesi sonucu her an kesici açabilir. Eğer cebri soğutma yoksa %15 tolerans edebilir. Cebri soğutma var ise bu oran %35'e kadar çıkabilir. Mevcut bulunan 4 trafodan 1. trafo kompanzasyonu reaktörsüz, 2. ve 3. trafoların kompanzasyonu reaktörlü, 4. trafoda da 3 adet 100 A'lik aktif reaktör bulunmaktadır. Yapılan etüt çalışmalarında tesis tam kapasite çalışmakta ve 3. trafonda kublajda çalıştığı tespit edilmiştir. 1. trafonun kompanzasyonunun reaktörsüz olmasından dolayı bu trafonun diğer trafolar ile kublajda çalışması harmonik açısından sakıncalıdır. Bu trafonun da reaktörlü kompanzasyon sistemine geçirilmesi gerekmektedir. Gerilim harmonikleri %5-6 aralığında ve akım harmonikleri de %15-17 aralığındadır. Bu değerlerde tehlike arz edecek boyutlarda değildir.

Verimlilik Arttırıcı Projeler

Tesiste yapılan enerji etüdü ile tesisin enerji tüketimi ve kullanımlarındaki durumu değerlendirilmiş, eksiklikler, yanlış uygulamalar ve alınması gereken tedbirler, yapılması gereken iyileştirmeler öneriler ile sunulmuştur. Bu önerilere ek olarak önemli enerji kayıplarının özellikle buhar ve kondens hatlarında, basınçlı hava dağıtımında (Kaya, 2012) ve transformatörlerde yoğunlaştığı görülmüştür.

En önemli enerji kaybı hindistan cevizi yağının depolandığı tankındadır. Burada DN25 bir vanadan geçen 3,5 bar-g basınçtaki buharın, yılın soğuk olan 6 aylık kısmında 4000 saat çalışıldığı düşünülürse ve

giriş tarafındaki vananın tam açık olmadığı durumda dahi israf olan buharın miktarı 800 ton/yıl ve elektrik birimi olarak karşılığı 558240 kWh/yıl'dır. Diğer bir önemli enerji kaybı transformatörlerde yaşanmaktadır. Yapılan ölçümler ile bir nolu transformatörün çok düşük yükte çalıştığı fark edilmiştir. Transformatörün, %79'u boşta olduğundan %2-3 civarında elektrik enerjisi kayıp enerji olarak harcanmaktadır. %2 olarak boşta harcanan yıllık enerji miktarı 295800 kWh/yıl'dır.



Şekil 8. Tesis için yıllık sağlanacak enerji kazançları

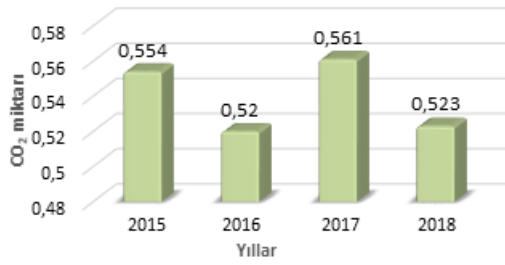
Aritma tesisinde kullanılan basınçlı hava için, merkezde yer alan kompresör odasından uzun bir borulama yapıldığı görülmüştür. Buda hat kayıplarına neden olmaktadır. Bu nedenle daha küçük hacimli bir kompresörün konulması ile bu problem ortadan kaldırılabilir. Şu anki uygulama ile yaşanan enerji kaybı ancak çapı 50 mm olan boruda kaybolan basınç 0,65 bar, elektrik karşılığı ise 3,4 kW'dır. Yıllık toplam 3000 saat çalışma gereğine göre enerji kaybı 13600 kWh/yıl'dır.

Tesisin yıllık sağlayacağı enerji kazançları Şekil 8'de verilmiştir. Şekil 8'den tesiste yılda ortalama 800 ton buhar (elektriksel karşılığı 558240 kWh/yıl), basınçlı hava sistemindeki yanlış strateji ve yaşanan kayıplar ile 13600 kWh/yıl ve bir nolu transformatördeki düşük yük faktörü nedeni ile 295800 kWh/yıl enerjinin kayıp edildiği hesaplanmıştır. Bahsedilen üç önemli bölümde enerji verimliliği ile yapılacak iyileştirmeler ile tesiste yılda 929555 kW yani 80 TEP'lik bir tasarruf sağlanabilir.

Buhar ve kondens hatlarında yapılacak müdahaleler ile yılda 558240 kWh tasarrufun ekonomik değeri 2019 yılı için 248062,00 TL'dir. Basınçlı hava dağıtım stratejisinde 13600 kWh'lik tasarruf ile 5440,00 TL ekonomi değeri elde edilir. Düşük yük faktörü ile orantısız yüklenen

Research article/Araştırma makalesi
 DOI: 10.29132/ijpas.815077

transformatörlerin doğru yük yönetimi ile 295800 kWh'lik enerji kaybının önüne geçilecektir ve bunun ekonomik değeri 118320,00 TL olmaktadır. Buhar hatları, basınçlı hava dağıtım sistemi ve elektrik dağıtım sisteminde, çok düşük maliyetler ile yapılacak müdahalelerle enerjinin verimli kullanılması noktasında toplamda 929555 kWh ile yılda ortalama 371822,00 TL bir tasarruf sağlanmış olunur.



Şekil 9. Tesisin 2015-2018 yılları arasındaki ürettikleri ton ürün başına CO₂ miktarı

Ayrıca tesisin son dört yıla ait ürün miktarı başına CO₂ salınımı Şekil 9'da verilmiştir. Verimlilik artırıcı projelerin bir amacı da CO₂ salınımını azaltılmasıdır. Yukarıda bahsedilen verim artırıcı projeler ile yılda ortalama 2401547 kW yani yaklaşık 2,4 GW tasarruf sağlanır. Bu oranda bir tasarruf ile tesisin karbon ayak izi önemli ölçüde azaltılarak yılda ortalama 1200733 kg CO₂ salınımının önüne geçilmiş olunur.

SONUÇ

Bu çalışmada ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi (EnYS) tanıtılmış ve yıllık 4.735 TEP enerji tüketimine sahip gıda sektöründeki dondurma üretim yapan büyük ölçekli bir tesisin enerji verimliliğini belirlemek için uygulanmıştır. EnYS etüdü ile enerji verimliliği, enerji kullanımı ve tüketiminde mevcut durum tespit edilmiş, enerji tasarrufu konusunda yapılabilecek iyileştirmeler, alınacak önlemler, verimlilik artırıcı uygulama ve projeler araştırılmıştır. Yapılan ön etüt çalışmasında kısa vadede geri dönüşlerin alınabileceği üç nokta tespit edilmiş ve ilk etapta bu alanlara yönelik çalışmaların yapılması önerilmiştir. Bu alanlar ise buhar hatlarındaki kaçaklar ile basınçlı hava dağıtımındaki izlenen yanlış stratejiler ve dengesiz olarak yüklenen transformatörlerdir. Buhar kaçakları ile yılda 620155 kWh değerinde 800 ton buhar kaçığının olduğu tespit edilmiştir. Alınacak basit

önlemler ile yılda 54 TEP ve 248062 TL ekonomik değerindeki buhar kaçakları önlenabilir. İkinci olarak, yapılan ölçümler ile tesisteki dört dağıtım transformatöründe dengeli bir şekilde yük dağılımının yapılmadığı ve dolayısıyla trafonun bir tanesinde (Trafo-1) düşük yük faktörü ile %2-3 oranıyla yılda 295800 kW enerji kaybı yaşanmaktadır. Atık arıtma merkezinin ihtiyacı olan basınçlı hava, merkezi kompresör odasından sağlanmaktadır. Kompresör odası ile atık arıtma tesisi arasındaki mesafenin fazla olması sebebiyle her 100 metrede 6,5 bar basınç düşümüne karşılık 3,4 kW enerji kaybı yaşanmaktadır ve yılda 13600 kWh enerji israf olmaktadır. Bu üç verimlilik artırıcı uygulama ve projeler ile yılda 1 GW'a yakın enerji tasarrufu sağlanabilir. Buna karşılık tesisin karbon ayak izini azaltma çalışmalarına yardımcı olarak yılda 1200733 kg CO₂ salınımı engellenmiş olacaktır. Tesisin yıllık 4735 TEP enerji tükettiği dikkate alınırsa yıllık 473 TEP'lik bir tasarruf söz konusudur.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar bu çalışmada herhangi bir şekilde çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ BEYANI

Yazarlar bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulduğunu beyan eder.

REFERANSLAR

- Aksoy, S., Çalikoğlu, E., Aras, H., Karakoç, N., 2013. Enerji yönetimi ve politikaları. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.
- Christoffersen, L.B., Larsen, A., Togeby, M., 2006. Empirical analysis of energy management in Danish industry. *Journal of Cleaner Production*, 14(5):516-526.
- Corsini, A., Bonacina, F., Feudo, S., Lucchetta, F., Marchegiani, A., 2016. Multivariate KPI for energy management of cooling systems in food industry. *Energy Procedia*, 101:297-304.
- EMO, 2011. Enerji Raporu. Elektrik Mühendisleri Odası, İzmir.
- ETKB YEGM, 2018. 2010-2016 Türkiye enerji verimliliği gelişim raporu. Enerji Verimliliği Dairesi Başkanlığı Ölçme ve Değerlendirme Grubu, EV-2018-01-V1, Ankara.
- Ferland, K., Brown, J., Bill Meffert, B., Hake, D., Krawczyk, M., Mazza, M., Waz, P., 2009. Results from the Texas pilot project on manufacturing plant energy efficiency certification. In: ACEEE

Research article/Araştırma makalesi
 DOI: 10.29132/ijpas.815077

- summer study on energy efficiency in industry; 2009. 42-53.
- Fichera, A., Volpe R., Cutore E., 2020. Energy performance measurement, monitoring and control for buildings of public organizations: Standardized practises compliant with the ISO 50001 and ISO 50006. *Developments in the Built Environment*, 4:100024.
- Halkbank, 2007. Sanayi ve Kobi'ler için enerji verimli rehberi. Halkbank (Turkishtime), Ankara.
- Jovanovic, B., Filipovic, J., Bakic, V., 2017. Energy management system implementation in Serbian manufacturing – Plan-Do-Check-Act cycle approach. *Journal of Cleaner Production*, 162:1144-1156.
- Kaşıkcı, İ., 2013. Elektrik Mühendisliği. Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Kaya, D., Öztürk H.H., 2014. Sanayide enerji yönetimi ve enerji verimliliği. Umuttepe Yayınları, Kocaeli.
- Kaya, M., 2012. Sanayide Enerji Verimliliği Potansiyeli ve Basınçlı Hava Sistemlerinde Verimlilik. *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Mendoza, R.C., Hernandez, J.M.R., Gomez, E.V., Alonso, J.S.J., Martinez, F.J.R., 2019. Analysis of the methodology to obtain several key indicators performance (KIP), by energy retrofitting of the actual building to the district heating fuelled by biomass, focusing on nZEB goal: case of study. *Energies*, 12:93.
- Mezinska, I., Strode, S., 2015. Emerging horizons of environmental management in food sector companies. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 213:527-532.
- Paker, A.S., 2019. Bir endüstri tesisinde, enerji risk analiz ve yönetimi: ISO 50001 bakışıyla bir çalışma örneği. *Tesisat Mühendisliği*, 26(129): 64-70.
- Papar, R., Harrell, G., Venkatesan, V., 2017. Endüstriyel sistemlerde optimizasyon/buhar sistemleri. Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Teşkilatı (UNIDO), YEGM, İstanbul.
- Pekaçar, M., 2011. ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi. II. Elektrik Tesisat Ulusal Kongresi, 24-27 Kasım 2011, İzmir.
- Pelser, W.A., Vosloo, J.C., Mathews, M.J., 2018. Results and prospects of applying an ISO 50001 based reporting system on a cement plant. *Journal of Cleaner Production*, 198:642-653.
- Polat, B., Bayram, N., Polat, A., 2017. Güneydoğu Anadolu Bölgesi için İnşaat Sektöründeki İş Güvenliği Koşullarının İncelenmesi. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 3(2):68-78.
- Ruşen, S.E., Çevik, M.S., 2020. Bir gıda fabrikasında enerji verimliliğinin iyileştirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24(3):539-552.
- Sapmaz, S., Kaya, D., 2017. Basınçlı hava sistemlerinde enerji verimliliği ve emisyon azaltım fırsatlarının incelenmesi. *Mühendis ve Makine*, 58(689):23-36.
- Söğüt, Z., Üren, S., Çelik, C., Durmaz, Ş., Orhan İ., 2013. Sanayide Enerji Ekonomisi. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.
- Ural, T., Akgün, M., Ertürk, M., (2020). Türkiye'de Doğalgazın Tüketildiği Mahallerde Kullanılan Havalandırma Menfezlerin Optimizasyonu. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 6(2):157-168.
- Uzun, A., Değirmen, M., 2018. Endüstriyel işletmelerde enerji verimliliği ve enerji yönetimi. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 4(2):83-97.