



**BİR CAM İŞLEME FABRİKASINDA ENERJİ
VERİMLİLİĞİNİ ARTTIRMAYA YÖNELİK BİR
ÇALIŞMA**

Hasancan TERZİ

**2020
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. M. Bahattin ÇELİK**

**BİR CAM İŞLEME FABRİKASINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ
ARTTIRMAYA YÖNELİK BİR ÇALIŞMA**

Hasancan TERZİ

**T.C.
Karabük Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. M. Bahattin ÇELİK**

**KARABÜK
Ocak 2020**

TEZ ONAY SAYFASI

Hasancan TERZİ tarafından hazırlanan “BİR CAM İŞLEME FABRİKASINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTIRMAYA YÖNELİK BİR ÇALIŞMA” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. M. Bahattin ÇELİK

Tez Danışmanı, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 22/01/2020

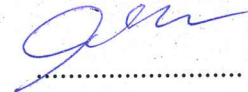
Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ŞEN (AİBÜ)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Samet USLU (KBÜ)

Üye : Prof. Dr. M. Bahattin ÇELİK (KBÜ)

İmzası



KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Hasan SOLMAZ

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü



“



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Hasancan TERZİ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BİR CAM İŞLEME FABRİKASINDA ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTIRMAYA YÖNELİK BİR ÇALIŞMA

Hasancan TERZİ

Karabük Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Mustafa Bahattin ÇELİK

Ocak 2020, 98 sayfa

Dünya genelindeki fosil yakıt rezervleri, sanayileşme, ilerleyen teknoloji ve enerjinin verimli kullanılmaması nedeniyle gün geçtikçe azalmaktadır. Enerji, ülkelerin gelişmesinde en önemli unsurlardan biridir. Enerjinin verimli, ekonomik ve kesintisiz bir şekilde kullanılması, gelişmekte olan ülkeler için önemli bir konudur. Türkiye enerji tüketimi konusunda dünya ortalamasının üzerindedir ve bu enerjinin sağlanmasında dışa bağımlıdır. Bu durum ülkemizde enerjinin verimli kullanılmasının önemini bir kez daha göstermektedir.

Cam sektörü, dünya genelinde büyük öneme sahiptir ve kendini sürekli olarak geliştirmektedir. İhracatta yüksek payı vardır. Buna ek olarak cam sektörü tarafından sağlanan istihdam olanakları ülkemiz için önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, bir cam işleme fabrikasında enerjinin verimli kullanmasıdır. Enerjinin verimli kullanılması ile enerji israfının düşürülmesi hedeflenmiştir. Gerçekleşecek bu düşüş ile, işletmenin piyasadaki diğer işletmelere karşı rekabet gücünü arttırması sağlanacaktır. Bu amaçla, ürün kalitesini etkilemeyecek şekilde enerji maliyetlerinin azaltılması için çalışmalar yapılmıştır.

Bu çalışma kapsamında, yalıtım kaynaklı ısı kayıpları termal kamera ile tespit edilmiştir. Fırının tam kapasite ile çalışmasını sağlamak amacıyla ilave bir besleme hattı kurulması için yatırım maliyet hesapları yapılmıştır. Fırın çıkışında camın hızlı soğutulmasını sağlayan basınçlı hava miktarını azaltmak amacıyla çalışmalar yapılmıştır ve yıllık 450.000 TL enerji tasarrufu sağlanmıştır. Camın yavaş bir şekilde soğutulması için kullanılan fan motoru için sürücü uygulama çalışması yapılmıştır ve yıllık 82.225 TL kazanç sağlanmıştır. İşletmede baskı prosesinden sonra camların kurutulması ve soğutulması için gerekli olan kurutma makinelerinin daha verimli kullanılması için çalışmalar yapılmıştır ve yıllık 675.000 TL tasarruf sağlanmıştır. Yıkama makinelerinde kullanılan sıcak suyun, kompresör atık ısısından yararlanılarak elde edilmesi için projelendirme yapılmıştır ve yıllık 343.200 TL kazanç sağlanması ön görülmektedir. İşletmede kullanılan elektrik motorlarının, verimli motorlar ile değiştirilmesi için çalışmalar yapılmıştır ve geri ödeme süreleri çıkarılmıştır. Toplamda yaklaşık 1.500.000 TL kar ön görülmüştür. Toplamda %8,33 enerji tüketimden tasarruf sağlanacaktır.

Anahtar Sözcükler : Enerji Yönetimi, Enerji Verimliliği, Enerji Ekonomisi, Cam Sektörü, Cam İşleme

Bilim Kodu : 914.1.038

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

A STUDY ON INCREASING ENERGY EFFICIENCY IN A GLASS PROCESSING FACTORY

Hasancan TERZİ

**Karabuk University
Institute of Graduate Programs
Department of Mechanical Engineering**

Thesis Advisor:

Prof. Dr. Mustafa Bahattin ÇELİK

January 2020, 98 pages

Around the World, fossil fuel reserves are decreasing day by day because of industrialization, advancing technology and not using energy efficiently. Energy is one of the most important factor in the development of countries. It is an important issue for developing countries that efficient, economical and uninterrupted use of energy Turkey is above the world average in relation to energy and it is dependent on foreign countries for providing this energy. This situation shows once again the importance of using energy efficiently in our country.

The glass industry has a great importance around the world and it is constantly improving itself. It has a high share in exports. In addition to this, employment opportunities provided by the glass industry are important for our country.

The purpose of this study is that provided the efficient use of energy in a glass processing factory. It is aimed to reduce energy waste with efficient use of energy. With this decrease, it will be ensured that the company increases its competitiveness against other companies in the market. For that purpose efforts have been made to reduce energy costs without affecting product quality.

Within the scope of this study, heat losses due to insulation were determined by thermal camera. It is aimed to ensure that the oven operates at full capacity and investment cost calculations were made to establish an additional feed line. Efforts have been made to reduce the amount of compressed air that provides rapid cooling of the glass and 450,000 TL annual earning has been achieved. Driver application work done for For fan motor used in slow cooling of glass and 82.225 TL annual earning has been achieved. Studies have been conducted to make drying machines used after press process more productive in the institution and 675,000 TL savings were achieved annually. Project design is carried out to produce hot water used in washing machines from compressor's waste heat and an annual income of 343,200 TL is expected. Efforts have been made to replace used electric motors in factory with efficient engines and payback times are planned. A total profit of approximately 1,500,000 TL is envisaged. A total of 8.33% energy consumption will be saved.

Key Word : Energy Management, Energy Efficiency, Energy Economics, Glass Sector, Glass Processing

Science Code : 914.1.038

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın yürütülmesinin her aşamasına, değerli bilgi ve deneyimleri ile ışık tutarak katkı sağlayan tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Mustafa Bahattin ÇELİK' e şükranlarımı sunarım.

Çalışmalarımın işletme bünyesinde sağlıklı olarak yürütülmesinde ve başarıya ulaşmasında göstermiş oldukları ilgi ve vermiş oldukları destekten dolayı Fabrika Müdürüm Serkan SÜZGEN' e, Üretim Müdürüm Erkay ARDALI' ya, Vardiya amiri olarak görev yapan ekip arkadaşlarım Şenol TAŞGIN' a ve Zafer TARÜTÖRÜ' ye teşekkür ederim.

Planladığımız projelerin hayata geçirilmesi ve kazanımların hesaplanması konusunda her türlü desteği tarafıma sağlayan Bakım Uzmanı Atakan BAYRI' ye teşekkür ederim.

Çalışmaların saha kısmında bizlere destek olan Yorglass Home Appliances üretim ve bakım operatörlerine teşekkür ederim.

Ayrıca beni bugünlere getiren, eğitim hayatım başta olmak üzere hayatımın her anında ve verdiğim her kararda yanımda olan, maddi manevi desteklerini üzerimden eksik etmeyen aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvi
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	3
LİTERATÜR TARAMASI.....	3
BÖLÜM 3	7
ENERJİ TASARRUFU VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ	7
3.1. ENERJİ KAVRAMI	7
3.2. ENERJİ TASARRUFU VE VERİMLİLİĞİ KAVRAMI	9
3.3 ENERJİ YOĞUNLUĞU KAVRAMI.....	10
3.4 TÜRKİYE VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ.....	12

	<u>Sayfa</u>
3.5 AB VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ.....	16
BÖLÜM 4	20
ENERJİ YÖNETİMİ.....	20
4.1. ENERJİ YÖNETİMİ KAVRAMI	21
4.2. ENERJİ YÖNETİMİ ÖNEMİ VE AMAÇLARI	24
4.3. SANAYİDE ENERJİ YÖNETİMİ.....	26
4.4. ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ	29
4.4.1. ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi	31
BÖLÜM 5	33
CAM SEKTÖRÜ	33
5.1. DÜNYA'DA CAM SEKTÖRÜ	34
5.2. TÜRKİYE'DE CAM SEKTÖRÜ.....	38
5.3. CAM SEKTÖRÜ TEKNOLOJİK VE EKONOMİK ÖZELLİKLERİ	43
5.4. AVRUPA BİRLİĞİ VE CAM İŞLEME SEKTÖRÜ	45
5.4.1 Avrupa Cam İşleme Sektör Dinamikleri.....	49
5.5. TÜRKİYE VE CAM İŞLEME SEKTÖRÜ	50
5.6. CAM SEKTÖRÜ VE ENERJİ	51
BÖLÜM 6	56
BİR CAM İŞLEME FABRİKASINDA ENERJİ TÜKETİM ANALİZLERİ.....	56
6.1. İŞLETME BİLGİLERİ.....	56

	<u>Sayfa</u>
6.2. PROSES BİLGİLERİ	56
6.2.1 Kesim Bölümü	56
6.2.2 Kenar İşleme Bölümü	58
6.2.3 Baskı Bölümü	61
6.2.4 Temper Bölümü	63
6.3. ENDÜSTRİYEL İŞLETME BİLGİLERİ	66
6.3.1 Endüstriyel İşletme Enerji Tüketim Verileri.....	67
6.3.2 Endüstriyel İşletmenin Enerji Tüketim Verilerinin İncelenmesi	68
BÖLÜM 7	71
İŞLETMEDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ ARTTIRACAK ÇALIŞMALAR.....	71
7.1. TEMPER MAKİNESİ ENERJİ VERİMLİLİK ÇALIŞMASI.....	71
7.1.1 Temper Yalıtım Çalışması	71
7.1.2 Temper Besleme Hattı Çalışması.....	75
7.2. QUENCH MAKİNESİ ENERJİ VERİMLİLİK ÇALIŞMASI.....	77
7.3. COOLİNG MAKİNESİ ENERJİ VERİMLİLİK ÇALIŞMASI	80
7.4. KURUTMA MAKİNELERİ ENERJİ VERİMLİLİK ÇALIŞMASI	82
7.5. YIKAMA MAKİNELERİ ENERJİ VERİMLİLİK ÇALIŞMASI.....	84
7.6. ELEKTRİK MOTORLARI ENERJİ VERİMLİLİK ÇALIŞMASI.....	86
BÖLÜM 8	89
SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	89
KAYNAKLAR	93
ÖZGEÇMİŞ	98

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1 Anketlerden elde edilen enerjinin farklı tanımlamaları	8
Şekil 3.2 Türkiye’de enerji verimliliği hakkında yapılan mevzuat çalışmaları	15
Şekil 4.1 Enerji yönetimi etkileşimleri.....	21
Şekil 4.2 Anketlerden elde edilen enerji yönetimi tanımlamaları.....	22
Şekil 4.3 Enerji yönetimi bilgi akış şeması.....	23
Şekil 4.4 PUKÖ Döngüsü	32
Şekil 5.1 Sektörün dinamikleri- beş güç analizi	49
Şekil 6.1 Kesim optimizasyonu	57
Şekil 6.2 Plakanın kesim masasındaki konumu	58
Şekil 6.3 Rodajlı ve rodajsız cam.....	59
Şekil 6.4 Kenar işleme prosesi	59
Şekil 6.5 Glassline kenar işleme makinesi.....	60
Şekil 6.6 Camların rodaja girmesi.....	60
Şekil 6.7 Yıkama makinesi	61
Şekil 6.8 Baskı makinesi	62
Şekil 6.9 Kurutma makinesi.....	62
Şekil 6.10 Baskısız cam	63
Şekil 6.11 Baskılı cam	63
Şekil 6.12 Temper prosesi kontrol ekranı	64
Şekil 6.13 Temper fırın bölümü.....	65
Şekil 6.14 Quench bölümü.....	65

	<u>Sayfa</u>
Şekil 6.15 Cooling bölümü	66
Şekil 7.1 Temper ısıtma bölümü yalıtım sorunları.....	72
Şekil 7.2 Temper yalıtım problemleri termal kamera görüntüleri	72
Şekil 7.3 Temper yalıtım önce-sonra fotoğrafları	73
Şekil 7.4 Temper yalıtım sonrası fotoğrafları	73
Şekil 7.5 Temper yalıtım sonrası termal kamera fotoğrafları	74
Şekil 7.6 Quench bölümleri.....	77
Şekil 7.7 Quench motorları	78
Şekil 7.8 Low pressure quench fanı önce sonra durumu	79
Şekil 7.9 Cooling elektrik motoru.....	80
Şekil 7.10 İnverter yatırımı	81
Şekil 7.11 Kompresör atık ısı kazanımı	85
Şekil 7.12 Elektrik motorları enerji sınıfları	86

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1 Enerji potansiyeline sahip sektörler	10
Çizelge 3.2 Ülkelerin enerji yoğunluğu (2007).....	11
Çizelge 3.3 Türkiye için toplam enerji tüketim verileri	12
Çizelge 3.4 Türkiye için toplam enerji tüketim verileri.....	12
Çizelge 3.5 Türkiye için toplam enerji üretiminde kaynakların miktarı ve payı verileri.....	13
Çizelge 3.6 1990-2016 Yıllarında Türkiye Toplam Enerji İthalatı ve İhracatı.....	13
Çizelge 3.7 AB İçin toplam enerji tüketim verileri.....	16
Çizelge 3.8 AB için elektrik üretiminde kaynakların payı.....	17
Çizelge 3.9 AB Ülkelerinin ham petrol ithal ettiği ülkeler ve ithalat yüzdeleri	18
Çizelge 3.10 AB Ülkelerinin katı yakıt İthal ettiği ülkeler ve ithalat yüzdeleri	18
Çizelge 3.11 AB Ülkelerinin doğal gaz ithal ettiği ülkeler ve ithalat yüzdeleri	18
Çizelge 4.1 Yıllar itibariyle sektörlere göre nihai enerji tüketimi	27
Çizelge 4.2 Sektörlere göre enerji verimliliği potansiyelleri-2020 tahminleri	27
Çizelge 5.1 Dünya düz cam üreticileri sıralaması-2010 Kapasiteleri	35
Çizelge 5.2 Dünya düz cam üreticileri (Milyon \$) Cam Satışlarına Göre.....	36
Çizelge 5.3 Dünya cam ithalatı-(1.000 ABD Doları).....	37
Çizelge 5.4 Dünya cam ihracatı-(1.000 ABD Doları).....	37
Çizelge 5.5 Uluslararası Satışların Bölgesel Dağılımı.....	39
Çizelge 5.6 Türkiye cam sektöründeki önemli kuruluşlar	40
Çizelge 5.7 Türkiye'nin ihracat yaptığı ülkeler (1.000 ABD Doları).....	41

Sayfa

Çizelge 5.8 Türkiye'nin ithalat yaptığı ülkeler (1.000 ABD Doları).....	41
Çizelge 5.9 Cam ve cam ürünleri ihracat değeri	42
Çizelge 5.10 Cam ve cam ürünleri ithalat değeri	42
Çizelge 5.11 Cam sektörü net katma değer miktarı	45
Çizelge 5.12 Dünya ve avrupa işlenmiş cam ithalatı milyar dolar	46
Çizelge 5.13 Avrupa ülkeleri işlenmiş cam ithalatı milyon dolar.....	47
Çizelge 5.14 Avrupa ülkeleri işlenmiş cam ihracatı milyon dolar.....	48
Çizelge 5.15 Türkiye'nin ab'ye işlenmiş cam ihracatının ülkelere dağılımı	50
Çizelge 5.16 Türkiye'nin Toplam İşlenmiş Cam İhracatı ve İthalatı Milyon Dolar..	51
Çizelge 5.17 Sanayi kollarında toplam üretim maliyetlerinde Enerji maliyetlerinin oranı	52
Çizelge 5.18 Hammadde, Enerji ve İşçilik Maliyetlerinin Sınai Maliyetler içindeki payı	52
Çizelge 5.19 Cam üretiminde kullanılan enerji dağılımı	53
Çizelge 5.20 2018 Yılı cam işleme fabrikası enerji birim fiyatı değişimi TL/kwh	54
Çizelge 6.1 2017 Yılı Enerji Tüketimleri, Enerji Maliyetleri ve Üretim m2.....	67
Çizelge 6.2 2018 Yılı Enerji Tüketimleri, Enerji Maliyetleri ve Üretim m2.....	67
Çizelge 6.3 Ekim 2018 enerji tüketim analizleri.....	69
Çizelge 6.4 Makinelerin m ² başına harcadıkları enerji	70
Çizelge 7.1 Temper kapasite hesaplaması	75
Çizelge 7.2 Mevcut durumda quench motorları enerji tüketim verileri.....	78
Çizelge 7.3 İyileştirme çalışmasından sonra quench motorları enerji tüketim verileri	79
Çizelge 7.4 İç cam işletmesi elektrik motorları 1e4 geri dönüşüm tablosu	88

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

kW : kiloWatt

kWh : kiloWatt saat

m : Metre

m² : Metrekare

h : Saat

dk : Dakika

s : Saniye

V : Vardiya

KISALTMALAR

AB : Avrupa Birliği

IEC : The International Electrotechnical Commission (Ulusal Elektroteknik Komisyonu)

PUKÖ : Planla- Uygula- Kontrol Et- Önlem Al

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

AGC : Asahi Glass Corporation

NSG : Nippon Glass Sheet

OEE : Overall Equipment Effectiveness

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Genel tanımı ile iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanan enerjiye talep, dünya genelinde gelişmekte olan ülkelerde giderek artmıştır. Yaşam standartlarındaki artış, üretim kapasitelerinin artması ile büyüyen sanayi ve dünya nüfusundaki artış, enerjiye duyulan ihtiyacı yıllar içerisinde giderek arttırmıştır.

Ülkelerinden bünyelerinde bulundurdukları enerji kaynakları, tüm alanlarda ekonomik zenginliği ve diğer ülkelere bağımlılığın bir kıstası haline gelmiştir. Bunun sonucunda gelişmekte olan tüm ülkeler, dış politikalarını bu kavram üzerinde şekillendirmiş ve rekabet koşullarını koruyabilmek adına değişik yollar izlemişlerdir.

İnsanoğlu, geçmişten bugüne çeşitli enerji kaynaklarını direkt ya da dolaylı yollardan kullanmıştır. Tükenebilir enerji kaynakları olarak belirtebileceğimiz fosil yakıtların bulunması ile enerji kaynağı olarak bu yakıtlar kullanılmıştır. İlerleyen teknoloji ve sanayileşmedeki artış, enerjin talebindeki artışı beraberinde getirmiştir. Bu artış ile, rezervleri sınırlı olan tükenbilir sınıfta bulunan yakıtlardan sağlanan enerjinin verimli kullanılması, enerji tasarruf imkanlarının belirlenmesi ve uygulanmasını elzem bir hale gelmiştir.

Endüstriyel tesislerde enerjinin verimli kullanılmaması ile ürün başına harcanan enerji miktarlarında artış gerçekleşmiştir. Genel olarak bakıldığında, endüstriyel tesislerde maliyet kalemlerinin ilk üç sırası hammadde, iş gücü ve enerjidir. Küresel rekabet düşünüldüğünde bu söz konusu maliyetlerinin azaltılması, rekabet gücünü oldukça yüksek bir oranda etkilemektedir. Maliyetleri düşürmenin en etkin yollarından biri enerji maliyetlerini düşürerek ürün başı harcanan enerji miktarını azaltmaktan geçmektedir. Bunun sağlanabilmesi için sanayi tesisinde enerjinin çok iyi analiz edilmesi ve enerji tasarruf imkanlarının net bir şekilde ortaya çıkarılması ile olacaktır.

Enerji verimliliği çalışmaları, enerji yoğunluklu fabrikalarda maliyet kalemlerinin düşürülmesi için oldukça önem arz etmektedir. Bu kapsamda bu tezin amacı enerji yoğunluklu bir cam işleme fabrikasında enerji tasarruf imkanlarının ortaya çıkarılması ve ortaya çıkarılan bu imkanlar ile enerji verimliliğinin sağlanması olarak belirlenmiştir.

Yapılan çalışma toplamda yedi bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde yüzeysel olarak enerjiden ve enerji tasarrufundan bahsedilmiştir. İkinci bölümde konu hakkında literatür araştırmalarına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde enerji ile ilgili detaylı bilgiler verilmiş olup dördüncü bölümde ise enerji yönetimi kavramından söz edilmiştir. Beşinci bölümde cam sektörü hakkında bilgiler verilmiştir. Altıncı bölümde işletme ve işletmenin enerji tüketim verileri incelenmiştir. 7. Bölümde enerji yoğunluklu bir cam işleme fabrikasında enerji verimliliğini arttırmak için yapılan çalışmalar anlatılmıştır. Son bölüm olan sekizinci bölümde ise sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR TARAMASI

Türkiye, gelişen ekonomisi, artan enerji talebi ile dünya genelinde en büyük ekonomiye sahip ülkeler arasında yer almaktadır. Ülke sanayisinde enerji verimli kullanılmamakla birlikte yüksek bir iyileştirme potansiyeline sahiptir. Bu iyileştirme potansiyelinin kullanılması, enerjinin verimli kullanımı için oldukça büyük bir önem arz etmektedir. Bu doğrultuda Türkiye’de çeşitli sanayi kollarında enerji verimliliği için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalara aşağıda değinilmiştir.

Yalçınkaya, sanayi etüdü özelinde bir tekstil fabrikasının enerji verimliliğini konusunda bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada enerji yönetimi ile çalışmalar yaparak enerji etüdü yapılmıştır. Fabrika içinde kullanılan kazanlar termal kamera ile çekilmiş ve baca gazı analizleri yapılmıştır. Elde edilen veriler ve analiz sonuçları neticesinde enerjinin verimli kullanılması için gerekli olan çalışmalardan bahsedilmiştir [1].

Şahin, bir otomotiv fabrikasında enerji tasarrufu çalışması yapmıştır. Çalışmasında, atık enerjinin geri kazanılması, otomotiv fabrikasında enerjinin tasarruf imkanlarının belirlenmesi, bu imkanların maliyet hesaplarının yapılması çalışmalarını gerçekleştirmiştir. Fabrika için yaptığı enerji optimizasyon çalışması sonucunda, işletmenin enerji tüketim miktarının yüksek olduğunu ve kayıplarında fazla olduğunu tespit etmiştir. Bu tespitler neticesinde iyileştirme çalışmalarını belirlemiştir. Tüm bu çalışmalar neticesinde yaklaşık 130.000 kWh, oransal olarak %30,2 enerji tasarrufu sağlamıştır [2].

Önöz, tekstil sanayisinde enerji verimliliği ve enerji verimli motor sistemleri konusu ile çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada, tekstil sektörünün içinde barındırdığı enerji verimlilik potansiyellerini, enerji tüketimlerini, enerji maliyetleri ve spesifik enerji tüketimleri arasındaki ilişkileri ortaya koymuştur. Verimli motor sistemlerinin işletmeler için önemini vurgulamış, çalışma kapsamında hız kontrol cihazları ile yapılması muhtemel tasarrufları ön plana çıkarmış, bu cihazlar ile 380 adet motorda yapılan bir projenin detayları ve geri kazanım süresinin 1 yıldan az olduğu gösterilmiştir [3].

Acar, enerji yoğunluklu bir fabrikanın enerji verimliliği özelinde incelenmesi konusu ile çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada, yüksek enerji ihtiyacı duyan sistemleri incelemiş ve uygun enerji verimliliği projeleri ile maliyet analizlerini çıkarmıştır. Kompresörlerin invertör ile çalıştırılması ile enerji maliyetinin önüne geçilmesi, üretim atölyesinde radyant ısıtma sistemine geçilmesi ile ısıtma verimliliğinin sağlanması, enerji verimliliği yüksek ampuller kullanılarak aydınlatma için harcanan enerjiden tasarruf edilmesi gibi çalışmalar yapmıştır. Projelendirdiği çalışmaların ilk yatırım maliyetlerinin fabrika için çok yüksek bütçeler gerektirmediği ve yıllık enerji kazançlarına bakıldığında kısa vadede büyük kazançlar getireceğini belirtmiştir [4].

Cabak, bir tekstil fabrikasında enerji verimliliği uygulamaları konusu ile çalışmalarda bulunmuştur. Çalışmada, endüstri bazında enerji tüketim dağılımlarına ve enerjinin verimsiz olarak kullanıldığı uygulama alanlarına değinmiştir. İşletmede bulunan buhar hatları ve vanaların yalıtımları yapılmış, turbo kompresörün eksi airen ünitesi daha aerodinamik olarak tasarlanan yeni ünite ile değiştirilmiş, basınçlı hava sisteminde bulunan kaçaklar giderilmiş ve aydınlatmalar daha verimli led lambalar ile değiştirilmiştir. Çalışmaların verimliliğe olan etkileri analiz yöntemleri kullanılarak pratik ve teorik olarak sunulmuştur [5].

Akbaş, bir otomobil fabrikasında enerji tüketim analizlerini gerçekleştirmiş ve enerji tasarrufu potansiyellerini değerlendirerek bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada, fabrikanın üretim ve tüketim analizleri incelenmiş ve bunlar arasındaki ilişki ortaya konmuştur. Tesiste yapılan enerji verimliliği çalışmaları sonucunda 3 yıllık ortalama enerji tüketiminde, elektrik enerjisi için yaklaşık %2 ve ısı enerjisi için yaklaşık %0,2 azalma sağlanmıştır [6].

Çağman, bir sanayi kuruluşunda detaylı bir enerji etüt çalışması gerçekleştirmiş ve analizleri sonucunda verimlilik imkanlarını belirlemiştir. Çalışmasında, basınçlı hava hatlarında yaşanan sızıntıların giderilmesi, kompresör, pompalar, mikserler, kırıcılar ve aydınlatma sistemlerindeki enerji kayıplarına yönelik ölçümler yapılmış ve sonuçları değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre enerji tasarrufu sağlanabilecek alanlar belirlenerek bunlar için yatırım maliyetleri ve geri dönüşüm süreleri hesaplanmıştır [7].

Yozgatlıgil, oluklu bir mukavva fabrikasında enerji tasarruf potansiyelinin belirlenmesi ile ilgili bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmasında, basınçlı hava sisteminde yaşanan kaçakların giderilmesi, aydınlatma sistemlerinin verimli duruma getirilmesi, verimli elektrik motorlarının kullanımı ile enerji tasarrufu sağlanması, buhar borularında yaşanan kaçakların giderilmesi ve boruların izole edilmesi gibi çeşitli çalışmalara yer vermiştir. Tüm çalışmalar dikkate alındığında endüstriyel tesiste, toplam enerji tasarruf potansiyelinin yaklaşık yılda 48.853 TL olarak hesaplanmıştır. Bu rakam işletmenin toplam enerji maliyetinin %12,2'sini oluşturmaktadır [8].

Kaya, sanayide enerji verimliliği potansiyeli ve basınçlı hava sistemlerinde verimlilik konusu ile çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmasında, basınçlı hava sistemlerinde yapılabilecek enerji tasarruflarına değinmiştir. Mevcut basınçlı sistemin, alternatifleri ile karşılaştırılması, kaçak miktarının belirlenmesi ve etkisinin ölçülmesi, atık ısıdan yararlanılması, kompresörün çıkış basıncının azaltılması ve hız kontrol cihazlarının kullanılması konusunda tespitlerde bulunmuştur. Yapılan iyileştirme çalışmaları neticesinde yıllık enerji tüketiminden yaklaşık %3 tasarruf elde edilmiştir [9].

Ökke, Malatya'da bir şeker fabrikasında enerji verimliliği üzerine çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmasında, üretimin çeşitli bölümlerinde kullanılan buhar kazanları ve elektrik motorları incelenmiştir. İşletmenin muhtelif noktalarında meydana gelen ısı kayıplarının belirlenmesi için yüzey sıcaklıkları ölçülmüştür. Elektrik motorlarının performansının belirlenmesi için ölçümler yapılmıştır. Yapılan incelemeler neticesinde yapılacak çalışmalar ile yıllık enerji tüketiminden, %2,14'lük bir iyileştirme sağlanacağı belirtilmiştir [10].

Durukafa, buhar üretim merkezlerinde enerji verimliliğinin artırılması ve bir sanayinin tesisinin analizi hakkında çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmasında, baca gazı ile atmosfere atılan ısının, yanma ürünü olan su ile atılan gizli ısının, sistemde oluşan kondensin, oluşan çürük buharın, kazan blöfleri ile atılan ısının geri kazanılması; yakma isteminin baca gazı emisyon değerlerine göre kontrol edilmesi, sıcak yüzeylerin yalıtım eksikliklerinin giderilmesi vb. pek çok uygulama ile buhar sisteminin verimini yaklaşık %30 artırma imkânı sunacağını belirtmiştir [11].



BÖLÜM 3

ENERJİ TASARRUFU VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Enerji verimliliği ve enerji tasarrufu kavramları genellikle birbirleri ile karıştırılmaktadır. Tasarruf kavramı basitçe, enerji harcayan ekipmanların kapatılarak daha az enerji kullanması anlamına gelmektedir. Enerji verimliliği ise kullanılan ekipmana daha enerji girişi ile son çıktının (ısıtma ve soğutma gibi) aynı kalite seviyesinde tutulmasıdır [12].

Enerji tasarrufu ve verimliliği ile ilgili kavramları daha iyi anlayabilmek adına ilk olarak enerjinin ne olduğunun ve nasıl tanımlandığının bilinmesi faydalı olacaktır.

3.1 ENERJİ KAVRAMI

Enerji kavramını tanımlamak istediğimizde en sık kullanılan ve bilinen “İş yapabilme yeteneğidir.” tanımı akıllara gelir. Ancak enerji bu 3 kelimelik tanımlamaya sığdırılamayacak kadar geniş anlamlara sahiptir.

Hepbaşı, kitabında belirttiği gibi gerek verdiği derslerde gerekse de saniyeye yönelik çeşitli sektörlerde yürüttüğü “Enerji Yönetim Kurslarında yapılan anket sonuçlarında Şekil 3.1’de gösterildiği üzere, enerji hakkında değişik tanımlamalar elde etmiştir. Burada görülüyor ki enerji, çok değişik şekillerde tanımlanabilmektedir [13].

SIRA NO	ENERJİ TANIMLAMALARI
1	Bir cismi bir yerden bir yere götürmek için harcanan güçtür.
2	İş yapabilme yeteneğidir. Herhangi bir iş veya ısıdır.
3	Bir işin, bir üretimin gerçekleşmesi için gerekli olan madde, katalizördür.
4	İnsanoğlunun yaşamını sürdürebilmesi için kullandığı veya kullanmak zorunda olduğu doğadan direkt olarak ya da türeterek kullandığı kaynaktır.
5	Belirli bir hedefe ulaşabilmek için kullanılan her tür soyut, ama sonucu somut olan şeydir.
6	Güç elde etmek için kaynaktır.
7	Üretim için muhakkak surette bulunması gereken potansiyel bir birikimdir.
8	İşin ortaya çıkmasına götüren tek yoldur.
9	Maddede bulunan ve uygun parametre ve şartlarda açığa çıkıp dönüşebilen bir kavramdır.
10	Tabiatta bulunan maddelerden bazılarında bulunan özel kuvvetlerin bir şekilde açığa çıkartılarak, bunun işe dönüştürülmesinde kullanılmaktadır.
11	İnsan için refah hayat şartının hava, su, gıdadan sonraki en önemli unsurdur.
12	Sanayi, yaşam ve her türlü doğa olaylarının ham maddesi, kaynağı veya itici gücüdür.
13	Hareket yeteneği sağlayan güç olup, çeşitli şekillerde görünürler: Isı, elektrik, gel-git vb.
14	Doğadaki kaynakların en verimli ve etkin şekilde kullanılmasıdır.
15	Portakal suyudur.
16	Bir potansiyeldir.
17	Yaşatmak demektir.
18	Tüketebildiğimiz her şeydir.
19	Yaşatmak anlamına gelmektedir.

Şekil 3.1. Anketlerden elde edilen enerjinin farklı tanımlamaları [13].

3.2 ENERJİ TASARRUFU VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ KAVRAMLARI

Enerji verimliliği, enerji ve bu enerjiyi sağlayan kaynakların, girdiden çıktıya (üretim prosesi gibi) kadar geçen süreçte en etkin şekilde kullanılmasını kapsamaktadır. Enerji tasarrufu ise, enerjinin en etkin şekilde kullanılması amacıyla, üretim ve enerji yöneticileri, kullanıcılar ve dağıtıcılar tarafından, süreçlerde yapılan iyileştirmeler ve alınan tedbirler neticesinde, aynı miktar ürün ya da hizmeti daha düşük enerji sarfiyatı ile gerçekleştirmektir [14].

Enerji verimliliği ve enerji tasarrufu kavramları birbirleri ile ilişkilidir, enerji verimliliği kavramını ele aldığımızda enerji tasarrufunun, enerji verimliliği için oldukça önemli bir unsur olduğunu söyleyebiliriz. Kısaca enerji tasarrufunu, enerji verimliliğine ulaşmada bir araç olarak değerlendirebiliriz. Baktığımızda enerji tasarrufu günlük hayatta ufak ayrıntılara dikkat ederek enerji tüketimini azaltacak kısıtlayıcı kurallar uygulanmasını kapsamaktadır [15].

Dünya üzerinde kullanılan en önemli enerji kaynaklarından olan ve tüketimi her geçen gün artan petrol, kömür vb. fosil kaynaklardan enerji üretiminde ve bu üretim sonunda elde edilen enerjinin kullanımında açığa çıkan kirleticiler, küresel ölçekte iklim değişikliklerinde önemli rol oynamaktadır. Günümüz dünya ülkeleri enerji ihtiyaçlarının büyük bir kısmını dış ülkelere karşılamakta ve bu durum, ülkelerin kalkınma planlarında olumsuz bir rol oynamaktadır. Enerjinin verimli kullanımı bahsedilen tüm bu olumsuzlukların etkilerinin azaltılmasında ve ortadan kaldırılmasında en etkili yöntemdir. Enerjinin verimli kullanımı hem çevreye verilen zararları azaltacak hem de enerji konusunda dışa bağımlı olan ülkeler için bir nefes olacaktır [16].

Temiz enerji seçeneklerinden en önemlisi olan enerji verimliliği, sahip olduğu yüksek potansiyel ile hem yatırım büyüklüğü hem de toplam enerjideki oranı ile dünyanın “birinci sınıf yakıtı” haline gelmiştir ve makro iktisatçılar tarafından en güçlü enerji kaynağı olarak nitelendirilmiştir. Enerji verimliliği, enerji üretiminde kullanılan kaynaklar göz önüne getirildiğinde sadece harcanan enerji miktarındaki azalma olarak değil de “çoklu yararları” ile gündeme gelmektedir. Enerji konusunda dışa bağımlı olan ülkeler için ithalat katkısı, enerji üretimi sırasında ortaya çıkan kirletici miktarlarında azalma, enerji üretiminde kullandığı hammaddelerin daha

etken kullanılması, genel ülke ekonomisi üzerinde olumlu etki gibi faydalar enerji verimliliğinin sosyoekonomik yararlarındandır [17].

Yapılan karşılaştırmalar ve çalışmalar neticesinde, ülkemizde hizmet ve üretim sektöründeki ekonomik faaliyetler için harcanan enerjinin düşürülmesi konusunda oldukça yüksek bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir [18]. Son yıllarda ülkemiz sanayisinde proseslerin ve kullanılan teknolojilerin yatırım planlarında enerji verimliliğinin benimsenmesi, bu potansiyelin kullanılmasında ve yaygınlaştırılmasında oldukça önem arz etmektedir [19]. Çizelge 3.1’de enerji potansiyeline sahip sektörler ve yüzdeleri belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. Enerji potansiyeline sahip sektörler (Dünya Enerji Konseyi Türk milli komitesi Raporu, 2007).

Sektör	Endüstriyel Enerji Tüketimi Yüzdeleri (%)	Tahmini Enerji Tasarrufu (Teknik Potansiyel)
Demir-Çelik	26	22
Çimento, Seramik ve Cam	20	20
Kimyasallar, Petrol, kauçuk, plastik	12	20
Tekstil, Giyim ve Deri	7	20
Gıda	6	25

3.3 ENERJİ YOĞUNLUĞU KAVRAMI

Genel tanımıyla enerji yoğunluğu, gayri safi milli hasıla (GSHM) başına tüketilen enerji miktarı olarak adlandırılmaktadır. Enerji verimliliğinin en temel göstergesi enerji yoğunluğunun yapılan çalışmalar ile azaltılmasıdır. Türkiye’de kişi başına düşen enerji tüketimi, Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development: OECD) ülkeleri ortalamasının ortalama olarak beşte biri civarındayken, enerji yoğunluğu OECD ortalamasından 2 kat daha fazladır. Günümüze dek yapılan çalışmalar neticesinde enerji yoğunluğunda gelişmeye açık noktalar olmakla birlikte olumlu bir ilerleme kaydedildiği görülmüştür [13].

Uluslararası Enerji ajansı verisine göre Türkiye enerji yoğunluğu üzerine ciddi olarak çalışması yapılması gerektiğini göz önüne sermiştir. Gelişmiş ülkelerde 0.09-0.19 arasında değişen enerji yoğunluğu 2005 yılında yapılan hesaplamalar sonucunda

ülkemizde 0,38 olarak gerçekleşmiştir. Sadece enerji yoğunluğu verisinden yola çıkılarak ülkemizde enerji verimliliğini arttırmanın bizlere kazandıracığı ekonomik potansiyel oldukça yüksektir [13].

Çizelge 3.2’de gösterilen veriler ile kıyaslamalar yapıldığında Türkiye’nin enerji yoğunluğu, dünya genelinde enerji yoğunluğunun altında ancak gelişmiş ülkelerden yukarıdadır. Gelişmişliğin temel göstergelerinden biri olan enerji yoğunluğu ile ilgili bu veriler, Türkiye’de enerji verimliliği çalışmalarının üzerine gidilmesi gerektiğini göstermektedir. 2005 yılındaki enerji yoğunluğu verilerine bakıldığında dünya genelinde enerji yoğunluğu 0,32, Japonya 0,11 ve Türkiye 0,38 iken, 2009 yılı verilerine bakıldığında enerji yoğunluğu verileri Dünya’da 0,30, Japonya’da 0,1 ve Türkiye’de 0,27 gerçekleşmiştir [20].

Çizelge 3.2. Ülkelerin enerji yoğunluğu (2007).

Bölgeler	Nüfus (Milyon)	Tüketilen Enerji (MTEP)	GSYİH (2000 yılı) Milyar Dolar	Kişi Başına Enerji Tüketimi (MTEP/nüfus)	Enerji Yoğunluğu TEP/Bin Dolar
Dünya	6609	12029	39493	1,82	0,3
OECD	1185	5497	30110	4,64	0,18
Ortadoğu	193	552	891	2,86	0,62
Eski Sovyet Ül.	284	1019	620	3,59	1,64
OECD-Dışı Avr.	53	106	174	1,99	0,61
Çin	1327	1814	2623	1,48	0,75
Asya	2148	1377	2308	0,64	0,6
Lâtin Amerika	461	550	1938	1,19	0,28
Afrika	958	629	830	0,66	0,76
Japonya	127,76	513,02	5205,02	4,02	0,1
Türkiye	73,9	100,01	371,84	1,35	0,27

3.4 TÜRKİYE'DE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Enerjinin üretimi, üretilen enerjinin dağıtımı ve dağıtımı sağlanan bu enerjinin tüketimine kadar ki süreçte enerji verimliliğinin sağlanarak, bilinç dışı kullanımların ortadan kaldırılıp, sektör bazında enerji yoğunluğunun azaltılması Türkiye'nin benimseyeceği enerji politikasının birincil ve en önemli bileşenleridir [21].

Türkiye'nin enerji tüketimi 2016 yılında 136,5 milyon TEP (Ton Eşdeğer Petrol)'tir. Bu tüketiminin kaynaklara dağılımında Çizelge 3.3'te görüleceği üzere ilk sırayı 42 milyon TEP ve toplam tüketimin %31'i ile petrol almıştır. İkinci sırayı ise 38 milyon TEP ve %28 pay ile kömür, kömüre neredeyse aynı oranda doğal gaz takip etmiştir [21].

Çizelge 3.3. Türkiye için toplam enerji tüketim verileri (2016) [21].

Petrol	42 Milyon TEP	%31
Doğalgaz	38 Milyon TEP	%28
Kömür	38 Milyon TEP	%28
Yenilenebilir Enerji	8,3 Milyon TEP	%6
Hidrolik	5,8 Milyon TEP	%4
Diğer	3,4 Milyon TEP	%3

Çizelge 3.4'te görüleceği üzere, 2000-2016 yılları arasında Türkiye toplam enerji tüketiminde kaynakları paylarında değişiklikler mevcuttur. Petrol %9, biyoenerji %5,6 ve kömürde %1 düşüş gerçekleşirken, doğal gaz payında %13 ve yenilenebilir enerji olarak tabir ettiğimiz güneş, rüzgârın payı %4,9 artmıştır.

Çizelge 3.4. Türkiye için toplam enerji tüketim verileri (2016) [21].

KAYNAKLAR		1990	2000	2010	2015	2016	2000-2016 Artışı (%)
Kömür	(Bin tep)	15.857	22.972	30.969	34.671	38.458	67
	T.E. Payı (%)	30	29	29	27	28	-1
Petrol	(Bin tep)	24.192	33.631	31.937	39.238	42.204	25
	T.E. Payı (%)	46	42	30	30	31	-9
Doğalgaz	(Bin tep)	2.820	12.446	31.456	39.651	38.338	208
	T.E. Payı (%)	5	15	30	31	28	13
Hidrolik	(Bin tep)	1.991	2.656	4.454	5.775	5.782	118
	T.E. Payı (%)	4,0	3,3	4,2	4,5	4,2	0,9
Biyoenerji, Odun, Çöp ve Atıklar	(Bin tep)	7.208	6.457	4.489	2.964	2.843	-56
	T.E. Payı (%)	14,0	8,0	4,2	2,3	2,1	-5,9
Jeotermal, Güneş, Rüzgâr, vs.	(Bin tep)	398	975	2.581	6.635	8.285	750
	T.E. Payı (%)	1,0	1,2	2,4	5,1	6,1	4,9
Diğer	(Bin tep)	-	291	2	264	319	10
	T.E. Payı (%)	-	0,4	0,0	0,2	0,2	-0,2
TOPLAM ENERJİ	(Bin tep)	52.465	79.428	105.888	129.217	136.229	72
	%	100	100	100	100	100	-

Çizelge 3.5'te görüleceği üzere Türkiye enerji arzı, 2000-2016 yılları arasında %72 artış gerçekleştirmiştir. Gelişmekte olan ekonomilerde büyüme ile enerji arzının artacağı kabul edilmesi gereken bir gerçektir.

Çizelge 3.5. Türkiye için toplam enerji üretiminde kaynakların miktarı ve payı verileri (2016) [21].

Petrol	2,7 Milyon TEP	%8
Doğalgaz	0,3 Milyon TEP	%0,7
Kömür	15,5 Milyon TEP	%44
Yenilenebilir Enerji	8,3 Milyon TEP	%23
Hidrolik	5,8 Milyon TEP	%16
Diğer	2,8 Milyon TEP	%8

Ülkemizde 2016 yılında toplam enerji üretiminde kullanılan kaynakların dağılımı Şekil 3.6'te gösterilmiştir. Üretimin 15,5 Milyon TEP ile %44'ünü, %91'ini linyit kömürü kullanılarak sağlamıştır. İkinci sırayı 8,3 milyon TEP ve %23 ile yenilenebilir enerji kaynakları sağlamıştır.

Çizelge 3.6'da gösterilen 1990-2016 yılları arasında gerçekleşen değerler incelendiğinde Türkiye'nin enerjisini karşılayamadığı ve dışa bağımlı olduğu ve bu bağımlılığın yıllar geçtikçe arttığı görülmektedir. Son 26 yılda enerji ithalat oranı %52'den %74'e çıkması bunun bir göstergesidir. Enerji güvenliği için yüksek risk barındıran bu durumun önlenmesi için enerji üretimi arttırılmalı ve enerji arzı karşılama oranı arttırılmalıdır. Enerji üretiminin arttırılması ile üretilen enerjinin verimli kullanılması en az üretmek kadar önem arz etmektedir. Gelişmekte olan ülke sınıfında bulunan Türkiye'de enerji verimliliğini arttırmak adına birçok çalışma yapılmaktadır [21].

Çizelge 3.6. 1990-2016 yıllarında Türkiye toplam enerji ithalatı ve ihracatı (2016) [21].



Hızlı bir gelişim safhasında olan Türkiye’de sanayide gerçekleşen büyüme, teknolojinin ilerlemesi ile dijitalleşmeye olan yönelim, nüfustaki artış ve insanların günden güne artan hayat standartları ülkemizde her geçen yıl daha fazla enerji tüketilmesine neden olmaktadır. Bu hızlı gelişim ile 2020’li yıllardan itibaren, ülkemiz genelinde yapılan çalışmalarda toplam enerji ihtiyacının sadece %20’sinin yerli üretim ile sağlanabileceği bildirilmektedir. En temiz enerji kaynağı olan enerji verimliliği bu problemle olan mücadelede önemli bir araç olacaktır [4].

Türkiye’de yapılan çalışmalar, sanayi sektöründe %20, konutlarda %35 ve ulaşımda %15 oranlarında enerji tasarruf imkanlarının olduğunu göstermektedir. Ciddi anlamda kazanç getirisi olacak bu potansiyellerin, değerlendirilmesi durumunda yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edeceğimiz enerjiden daha fazla bir enerji elde edeceğimiz açıktır. Enerji verimliliği konusunda atılacak istikrarlı ve kararlı adımlar ile 2023 yılında beklenen enerji arzımızın %20 oranında azaltılması ön görülmektedir [14].

Türkiye’de enerji verimliliği hakkında yapılan çalışmalar Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Türkiye’de enerji verimliliği hakkında yapılan mevzuat çalışmaları [22].

Türkiye'nin enerji ile ilgili planlarında, önümüzdeki yıllarda enerji talebinin sağlanması ve tüketimin kontrol altında tutulması için stratejik önem taşıyan bazı konular aşağıda belirtilmiştir [14].

- Türkiye'nin günümüz şartlarında hidroelektrik ve kömürden elde edilecek enerji potansiyellerinin değerlendirilmesi
- Bilimsel araştırmaların ve çalışmaların gerçekleştirilerek kömür ve hidroelektrik başta olmak üzere Türkiye'de mevcut tüm yerli enerji kaynaklarının enerji potansiyellerinin belirlenmesi
- Nükleer enerji hakkında çalışmaları arttırarak önem verilmesi ve bu konuda öncü ülkelerde yapılan çalışmaların Türkiye'ye getirilmesi
- Rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından daha etkin yararlanılması ve teşvik edilmesi.
- Elektrik tüketiminde bulunan kayıp ve kaçakların minimize edilerek tasarrufun sağlanması
- Enerji verimliliği ve tasarrufu kavramlarının ülke genelinde bilinçlendirme yapılarak yaygınlaştırılması

3.5 AB VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Dünya genelinde doğalgaz ve petrole olan tabiiyetin artması, dünya ve AB ekonomisi olumsuz etkilemektedir. Bunun temel sebebi ise iki ekonominin de bağımlılık oranlarının yüksek olmasıdır. Gelişmekte ekonomi, enerji arzını attırmış ve özellikle bazı AB ülkelerinde bu arzın yoğunlaştığı görülmüştür. Bu durum AB'de enerjinin güvenli bir şekilde korunması ve sağlanması konusunda oldukça ciddi bir tehdit unsuru haline gelmiştir. Sayılan bu sebepler ile, AB enerji stratejisi şu temeller üzerine kurulmuştur; "Sürdürülebilirlik, Ekonomik Kalkınma ve Gelişme, Enerji Güvenilirliği". AB ülkeleri, gelişmekte ekonomilerinin petrol ve doğalgaza olan bağımlılığını azaltmak için bir dizi tedbirler almış ve bu tedbirlerin uygulanmasında başarılı olarak enerji yoğunluğunu düşürmüştür. Bununla birlikte, "Gelişme ile enerji tüketimi arasındaki doğru orantı" sabit görüşü kırılmaya başlamıştır [4].

Avrupa Birliği ülkeleri, enerji piyasasında dünya genelinde önemli bir rol oynamaktadır. AB, enerji ithalatında birinci, enerji tüketim ile dünyada ikinci sırada yer almaktadır. Mevcut duruma bakıldığında birincil enerji tüketiminin yalnızca %50'sini karşılayabilen AB, kalan enerji ihtiyacını ise dış ülkelere sağlanmaktadır. Enerji talep güvenliği için büyük bir tehdit oluşturan bu durum nedeniyle AB ortak bir enerji politikası belirlemek zorunda kalmıştır. Avrupa Birliğinin enerji politikası, kuruluşundan günümüze kadar ekonomiye bağlı olarak gelişmiştir. Nüfus artışı, gelişen ekonomi, enerji kaynaklarının hızla tüketilmesi, küresel ısınma vb. sebepler ile artan enerji tüketimi, birliğin enerji politikasını etkileyen en önemli unsurlar arasında yer almıştır [23].

Çizelge 3.7'de görüldüğü üzere AB'de toplam enerji Petrol en yüksek oranda birinci sırada yer almaktadır. Petrol'ün%81'ini, doğalgaz'ın%54'ünü ve katı yakıtların %38'ini dış ülkelere ithal eden Avrupa Birliği, görüldüğü üzere ithalat alanında dünya birincisidir.

Çizelge 3.7. AB için toplam enerji tüketim verileri [24].

Petrol	% 34,6
Doğalgaz	% 23,3
Katı Yakıtlar	% 14,7
Nükleer Enerji	% 13,2
Yenilenebilir Enerji	% 13,2
Diğer	% 1

Çizelge 3.8'de görüldüğü üzere AB'de enerji üretimi farklı kaynaklar üzerinde belirli oranlarda yayılma göstermiştir. Katı yakıt olarak büyük ölçüde kömür kullanan Avrupa ülkeleri yenilenebilir enerji olarak ise rüzgâr, güneş vb. kaynakları kullanmaktadır. 2016 yılı verilerine bakıldığında Avrupa'da enerji üretimine katkıda bulunan en büyük kaynak nükleer enerjidir.

Çizelge 3.8. AB için elektrik üretiminde kaynakların payı (2016) (Eurostat 2016 Verileri).

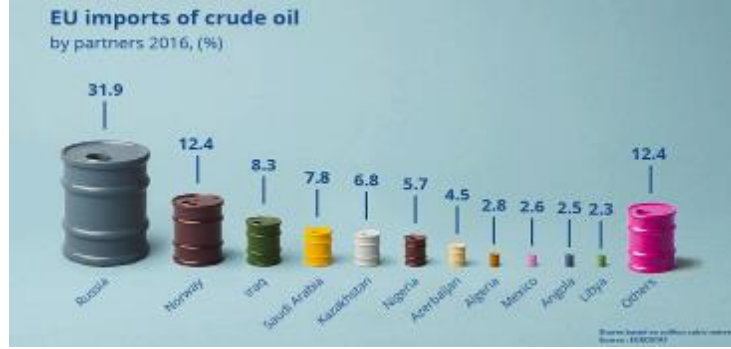
Petrol	%9,8
Doğalgaz	%14,4
Katı Yakıtlar	%17,4
Nükleer Enerji	%28,6
Yenilenebilir Enerji	%27,8
Diğer	%1,7

Enerji üretimi konusunda genel tablo bu şekilde olsa da üye devletler arasında bu oran değişebilmektedir. Şöyle ki nükleer enerjinin önemi Fransa'da toplam ulusal enerji üretiminin %80'ini, Belçika'da %75'ini Slovakya'da %62'sini oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerji ise Malta, Letonya, Kıbrıs ve Litvanya'da toplam enerji üretiminin %90'dan fazlasını oluşturmaktadır. Katı yakıtlarda Polonya %78, Estonya %67, Yunanistan %59 ile en yüksek öneme sahipken, doğalgaz Hollanda'nın ana enerji üretim kaynağıdır. Danimarka ve Birleşik Krallık'ta ise ham petrol baş rolü oynamaktadır [24].

Avrupa Birliği ülkeleri kendi tüketimleri için üçüncü ülkelere ithal edilen enerjiye ihtiyaç duymaktadır. 2016 yılında ana ithal edilen enerji ürünü neredeyse tüm ithalatın üçte ikisini oluşturan petrol, ardından doğalgaz ve sonra katı yakıtlar oluşturmaktadır.

Avrupa birliği enerji talebindeki istikrarlı artış doğal olarak enerji ithalatının da artacağına bir göstergesidir. 2016 Yılı verilerine bakıldığında Çizelge 3.9'da görüldüğü üzere ham petrol ithalatının neredeyse üçte ikisi Rusya'dan (%32), Norveç'ten (%12), Nijerya'dan ve Suudi Arabistan'dan (%8) ve Kazakistan'dan (%7) gelmiştir. Aynı şekilde Çizelge 3.10'a baktığımızda AB'nin katı yakıt ihtiyacının %30,2'si Rusya'dan, %23,4'ünde Kolombiya'dan geldiği görülmektedir. Ayrıca Çizelge 3.11de AB'nin doğal gaz ithalatının dörtte üçünden fazlasının Rusya'dan (%40), Norveç'ten (%25) ve Cezayir'den (%12) karşıladığı görülmektedir [24].

Çizelge 3.9. AB ülkelerinin ham petrol ithal ettiği ülkeler ve ithalat yüzdeleri [24].



Çizelge 3.10. AB ülkelerinin katı yakıt ithal ettiği ülkeler ve ithalat yüzdeleri [24].



Çizelge 3.11. AB ülkelerinin doğal gaz ithal ettiği ülkeler ve ithalat yüzdeleri [24].



Bağımlılık oranı, bir ekonominin enerji ihtiyaçlarını karşılamak için ithalata ne ölçüde güvendiğini göstermektedir. Bu da net ithalatın (ithalat-ihracat) brüt iç enerji tüketimindeki payıyla ölçülür (üretilen enerjinin toplamını ve net ithalatı ifade eder). 2016 yılında AB’de bağımlılık oranı %54’e eşitti, bu da AB’nin enerji ihtiyacının yarısından fazlasının net ithalatla karşılandığı anlamına gelmektedir. 2000 yılında ise bağımlılık oranı sadece %47 gerçekleşmişti. Buradan AB ülkelerinin her geçen yıl

enerji tüketimlerini karşılamak adına dışa bağımlılığının arttığını net bir şekilde göstermektedir [24].

AB, enerji verimliliğini, sadece bir amaç ya da enerji politikası olarak değil, ayrıca bir istihdam kapısı olarak da kabul edilmektedir. Avrupa birliği için umulan enerji tasarrufu, yaklaşık bir milyon yeni iş imkânı oluşturmayı hedeflemiştir [4].

AB enerji pazarında bir dizi tanımlı önlemler arasında birçok arz tarafı önlem de öngörülmektedir. Örnek olarak; Almanya ve Finlandiya'nın enerji sarfiyatlarına karşılık gelen enerji kazanma potansiyellerinin, enerji tasarrufu ile sağlanması planlanmaktadır. Bu girişim, Lizbon stratejisinde de önemli bir rolde olacaktır. Bununla birlikte Avrupa'da birçok konuda tasarruf öngörülmektedir. Bu belirtilen tasarrufları elde etmek amacıyla katı önlemler içeren bir enerji verimliliği politikasını 2006 yılında yayınlayarak yürürlüğe koymuştur [4].

2006 yılında uygulanan politika ile 2008-2016 yılları arasında Avrupa birliği ülkelerindeki toplam enerji tüketimlerinden yaklaşık %10 daha az enerji harcayacakları hedeflenmiştir. 2006 yılında açıklanan Enerji Verimliliği eylem planı ile bir dizi önlemlerde uygulanmaya başlamıştır. Evlerde kullanılan cihazlardan sanayiye kullanılan makine ve ekipmanlar için minimum enerji tüketim standartları uygulanmaya başlamıştır. Bunun yanı sıra en önemli politika ise halkın enerji verimliliği konusunda eğitilmesi ve bilinçlendirilmesi olmuştur [25].

Lizbon stratejisi, Lizbon'da 23-24 Mart 2000 tarihinde gerçekleştirilen Avrupa Konseyi toplantısına sunmuş bir rapor olarak kabul edilebilir. Rapor özet olarak AB ülkelerinde uygulanan ekonomik politikaları üzerine detaylı bir eleştiri raporudur. Enerji özelinde bakıldığında enerjinin verimli kullanımı ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı konusunda AB hedeflerin oldukça altında olduğunu belirtmiştir [27].

Yukarıda bahsedilen tüm bu istatistikler AB ülkelerinin enerji verimliliği üzerine ciddi bir şekilde eğildiğini ve yeni önlemler alması gerektiğini gözler önüne sermektedir. En temiz enerji kaynağı olarak tanımlanan enerji verimliliğinin sağlanması, gelişmekte olan ekonomilerin en büyük amaçlarından biri olmaktadır.

BÖLÜM 4

ENERJİ YÖNETİMİ

Günümüzde enerji maliyetinin kontrol altına alınarak enerjide dış ülkelere olan bağımlılığın azaltılması, enerjinin sürdürülebilirliğinin sağlanması, gelişimini kısmen tamamlamış, enerji kontrolünde belirli bir seviyeye gelmiş ülkelere kıyasla yüksek enerji yoğunluğu ile enerji üretiminde kullanılan doğal kaynakların ve çevrenin korunması oldukça büyük bir önem arz etmektedir. Gelişmekte olan Türkiye’de artan nüfus ve gelişime bağlı olarak büyümekte olan sanayi faaliyetleri gibi etmenler, enerji arzındaki artışı kaçınılmaz kılmıştır. Tüm bu olgular, enerjinin yönetilmesi gereken bir kavram olduğunu bize vurgulamaktadır [14].

4.1 ENERJİ YÖNETİMİ KAVRAMI

Enerji yönetimi kavramı insanlık tarihi için yeni sayılabilecek bir kavram değildir. İnsanlık tarihi boyunca, insanlar enerji yönetimi ile iç içe yaşamışlardır. Bir insan ortalama olarak günde 2000-3000 kalori arasında enerji harcar ve bu harcadığı enerjiye aldığı gıdalar ile karşılayarak metabolizması için bir denge sağlar [27]. Geçmişten günümüze, insanlık tarihinde enerjiyi göz ardı ederek hiçbir gelişme kaydedilememiştir. Gelişmişliğin simgesi olarak kabul edilen enerji, ana arz ilerlemesidir. Günümüzde fosil yakıtlar gün geçtikçe hızla tüketilirken ve yeni enerji kaynakları arayışı devam ederken, yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımına ve enerjinin doğru bir şekilde yönetilmesine verilen önem artmıştır [29].

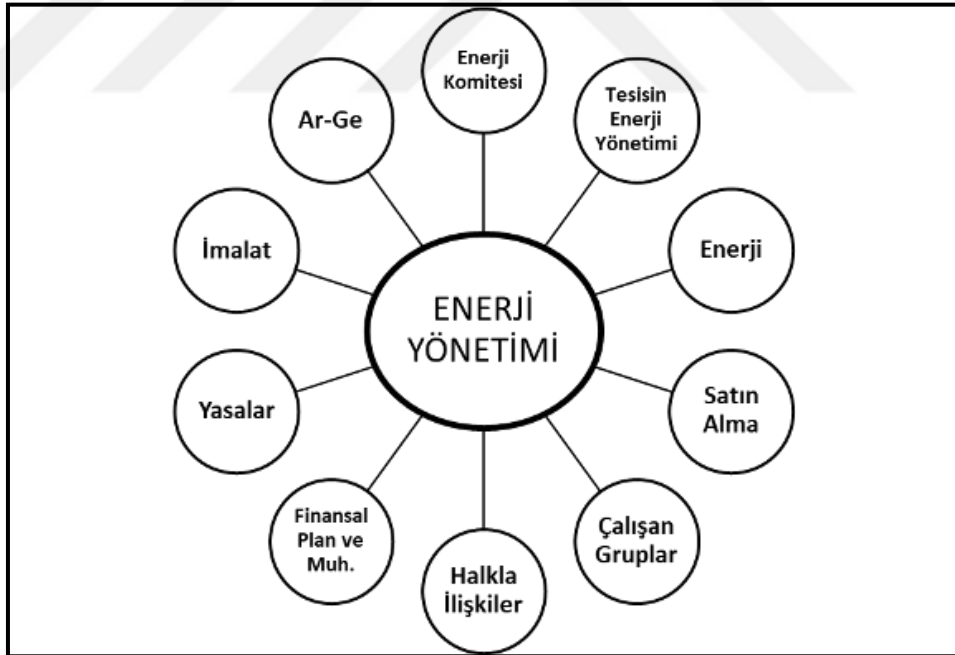
Dünyadaki saygın kuruluşların araştırmalarına göre, dünya nüfusu 2050 yılında yaklaşık %40 oranında artması beklenmektedir. Bu artış ile enerji üretiminde en çok kullanılan kaynaklar yine petrol, doğal gaz ve kömür olacaktır. Burada, en önemli soru bu talebi nasıl karşılayacağıdır. Bununla birlikte, güvenli enerji kaynakları sağlamak için iki önemli risk faktörü bulunmaktadır.

Birincisi çevre sorunu. Bu tür enerji kaynaklarını kullanan ülkelerin dünya iklimi için yarattığı risk zaten ortadadır. Bu risk faktörünü yönetebilmek adına orta ve uzun vadede önlemler alınmalı, hazırlıklar bugünden itibaren yapılmalıdır. Atmosferdeki sera yoğunluğu, sürdürülebilir kalkınmayı tehdit etmeyecek düzeyde tutulmalıdır. Bazı ülkelerde emisyon ticaret sisteminin bölgeler arası kullanımı bu alanda önemli bir yaklaşımdır [29].

Enerji yönetimi kavramının tanımlamalarını tam olarak anlamadan önce yönetim kavramı ile ilgili bazı açıklamalarda bulunmakta fayda görülmektedir [30].

- Yönetim; bir kimsenin idaresi altında bulunan çalışanları ile, iyi sonuçlara ulaşmasıdır.
- Yönetim; bir hedef oluşturmak ve bu hedefe varmak amacıyla gerçekleştirilecek tüm etkinliklerdir.
- Yöneticinin asıl işi, uygun olan kişi ya da kişiler ile bir işi bütünleştirmektir.

Şekil 4.1 de enerji yönetimi etkileşimleri görülmektedir.



Şekil 4.1. Enerji yönetimi etkileşimleri [30].

Yönetim en genel tanımı ile, toplam kalite yönetimi anlayışını oluşturan Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem Al döngüsünün sürekli olarak tekrarlanmasına dayanan, verimli ve etkin bir amaca ulaşmak adına gerekli tüm faaliyetleri içerir [31].

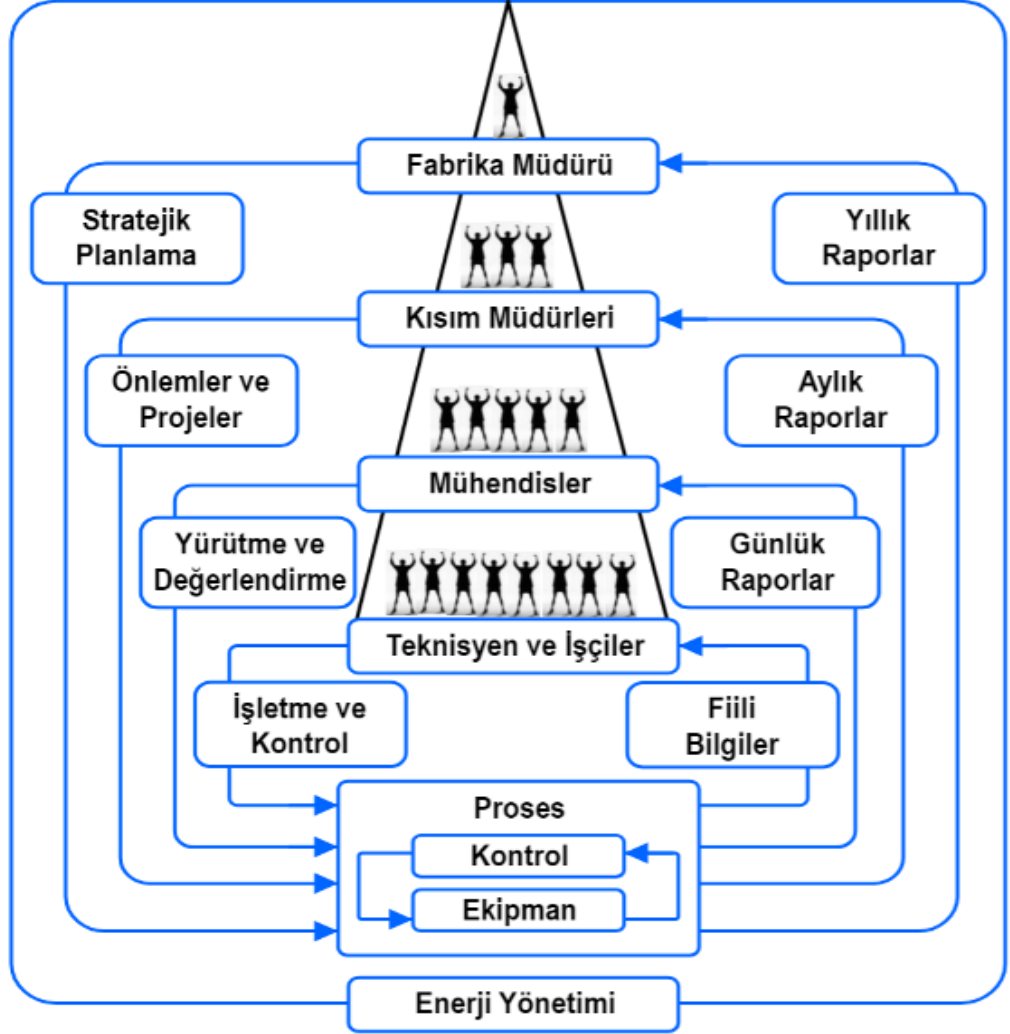
Hepbaşı, kitabında belirttiği gibi gerek verdiği derslerde gerekse de saniyeye yönelik çeşitli sektörlerde yürüttüğü “Enerji Yönetim Kurslarında yapılan anket sonuçlarında” Şekil 4.2’de gösterildiği üzere, enerji yönetimi hakkında değişik tanımlamalar elde etmiştir [13].

SIRA NO	ENERJİ YÖNETİMİ TANIMLAMALARI
1	Enerjinin en etkin şekilde kullanılmasıdır.
2	Enerjinin verimli kullanılması amacıyla oluşturulan organizasyondur.
3	Ekonomik güç için gerekli olan maddiyatın verimlilik ile sağlanmasıdır.
4	Enerji kaynaklarının doğaya zarar vermeyecek şekilde kullanılmasını sağlayan çalışmaların bütünüdür.
5	Enerjinin verimli olarak kullanılmasını sağlayacak tedbirler, iyileştirme ve geliştirme çalışmalarıdır.
6	Enerji=Para denkliğinin en etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamak amacıyla paradan maksimum tasarrufun sağlanması için gerçekleştirilen faaliyetlerin tümüdür.
7	Yakıt +Elektrik Tasarrufu = Para
8	Yaşamayı sürdürmek adına en ekonomik yolun seçilmesidir.
9	Parayı kullanma şekli ve yönetimidir.
10	Kullanılan enerjinin ölçülmesi, denetlenmesi, ürün başına sağlanan enerji tüketiminin azaltılması ve bunun için bir sorumlu belirlenmesidir.

Şekil 4.2. Anketlerden elde edilen enerji yönetimi tanımlamaları [13].

Genel anlamda enerji yönetimi, kar oranını maksimuma çıkarma (giderleri minimum seviyeye düşürmek) ve sektörde rekabet konumunu arttırmak amacıyla enerjinin akılcı ve verimli kullanılmasıdır. Başka bir deyişle, PUKÖ çevriminin tekrarı ile aynı anlama gelmektedir. Bilgisayarın donanım ve yazılım gibi iki yönetsel kısmı olduğu gibi enerji yönetiminde temel iki yönetim bölümü vardır. Bunlar tesis yönetimi

(teknik kısım) ve insan yönetimi (yönetimsel strateji) bölümleridir [13]. Şekil 4.3 de enerji yönetimi bilgi akış şeması görülmektedir.



Şekil 4.3. Enerji yönetimi bilgi akış şeması [32].

Şekil 4.3'te de görüldüğü üzere enerji yönetimi en alt kademedan en üst kademeye kadar herkesi ilgilendiren önemli bir olgudur. Bu yönetim biçiminde her kademenin kendine has bir katkısı ve işlevleri vardır. Şöyle ki zincir benzetmesi örneğinde de belirtildiği gibi, "Bir zincir en zayıf halkası kadar sağlamdır", enerji yönetimi ise sistemin içinde bulunan en güçsüz birim kadar güçlüdür [13].

4.2 ENERJİ YÖNETİMİ ÖNEMİ VE AMAÇLARI

Günümüz çağında, enerji yaşam için esastır ve sürekli ve her alanda desteklenmesi, bir anlamda gelişmekte olan ülkelerde en çok ihtiyaç duyulan ekonomik büyümeyi ve refahı beraberinde getirir. Enerji yönetimi, enerjinin kontrol edilmesine ve izlenmesine katkıda bulunur ve son zamanlarda büyük önem kazanmıştır. Enerji yönetimi, bölgenin mevcut geleneksel ve yenilenebilir enerji kaynaklarının verimli kullanımı için sistem kayıplarının en aza indirilmesine yol açan analiz, koruma ve karşılaştırmalı eylemleri içerir [33].

Keşfetmek, yönetmek ve sürdürülebilirlik, 21. yüzyılda hayatta kalmak için en önemli ihtiyaçlardır. Yaşamın evrim tarihi, dünyada kimyasal, mekanik ve elektrik vb. gibi çeşitli biçimlerde enerjiyi görmüştür. Elektrik enerjisi esas olarak geleneksel enerji kaynaklarından 20. yüzyıldan önce elde edilmiştir, ancak son zamanlarda temiz ve yeşil enerji kazanmaya doğru bir kayma gözlenmiştir. Küresel anlamda hız kazanan bu ilk değişimin yakın gelecekte net bir yok olma tehdidi alması öngörülmüyor. Bu endişe verici bir durum oluşturmaktadır ve sadece temiz ve yeşil enerji benimsemeye değil aynı zamanda mevcut enerji kaynaklarını korumaya ve yönetmeye ülkeleri zorlamıştır. Son on yılda, enerji yönetimi ve tasarrufu, kendi kendine sürdürülebilirliği ve mevcut kaynakların verimli bir şekilde yönetilmesini sağlamak için araştırmaların odak noktası olmuştur [33].

Enerji yönetimi, enerji kaynaklarının kontrolü, izlenmesi ve korunması ile ilgilidir [34]. Kaliteyi etkilemeden enerji maliyetini en aza indirmek için enerji üretimini, dağıtımını ve kullanımını optimize etmeyi amaçlar. Enerji Yönetimi ayrıca, fosil yakıtların yanmasından kaynaklanan iklim değişikliklerini kısıtlayarak çevreyi korumayı da hedeflemektedir. Bu nedenle, enerji yönetimi aslında enerji tüketiminin kontrol edilmesi ve izlenmesi ile enerji tasarrufu fırsatlarının tanımlanmasını ve değerlendirilmesini içerir [35].

Enerjinin korunmasında kamuoyu farkındalığı çok önemlidir ve daha önce belirlenen tedbirler ve kurallar mevcut kaynakların verimli bir şekilde yönetilmesine yol açacaktır. Bununla birlikte, mevcut sistemde gerekli değişiklikler ve reformlar

olmadan enerji tasarrufu veya yönetimi kolay bir iş değildir [36]. İstenilen değişiklikler arasında ev enerji yönetimi, endüstriyel enerji yönetimi, akıllı şebekeler, talep tarafı yönetimi, akıllı ölçüm, otomatik sayaç okuma, akıllı iletişim, bilgi ve kontrol teknolojilerinin entegrasyonu yer almaktadır [37].

Endüstriyel bir organizasyonda, enerji yönetimi veya tasarrufu, endüstriyel uygulamalarda aynı kalitede ve miktarda enerji kullanımını azaltma uygulamasıdır. Örgütler ve endüstriler doğrudan enerji tüketicileridir ve her zaman enerjiyi korumak için verimli enerji yönetimi tekniklerini uygulamayı ve böylece ürünlerin maliyetini düşürmeyi ve kâr marjını artırmayı amaçlamaktadır [38].

Enerji yönetiminin en önemli amacı kâr marjını arttırmak olsa da beraberinde enerji üretiminden oluşan karbon dioksit vb. sera gazı emisyonlarının azaltılmasında önemli bir rol oynayacaktır. Enerji tüketiminin azaltılması ile fosil yakıtların dengeli ve kontrollü kullanımı, tüm bu enerji yönetim politikalarının en güzel çıktılarından biri olacaktır.

Enerji yönetimi organizasyonundan beklenen en temel amaç kâr marjını arttırmaktır, çeşitli alt amaçlar ise aşağıda belirtilmiştir [14]:

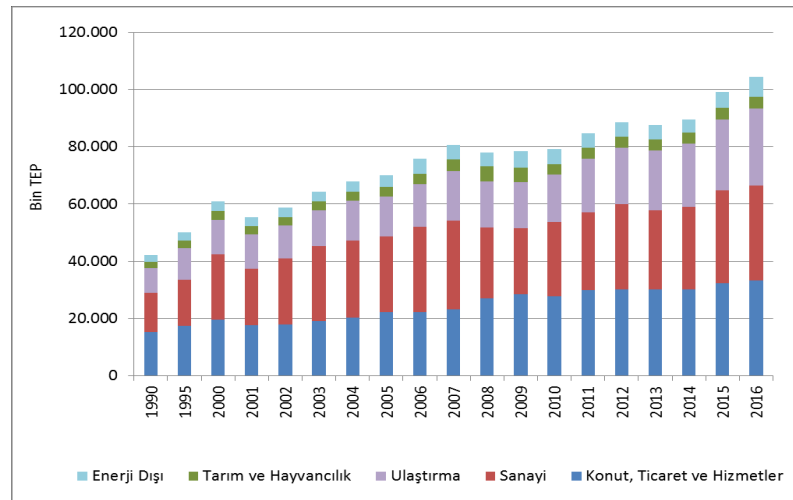
- Enerjiyi verimli kullanarak enerji tüketim giderlerini azaltması
- Enerji yönetimi ile ilgili amaç ve öncelikleri belirten enerji politikasının oluşturulması
- Enerji konuları ve bu konuların yönetilmesinde rol oynayan yöneticiler arasında iletişim sağlamak
- Enerjinin tedarik edilmesinde sınırlayıcı etkenleri ve kesintileri azaltmak
- Araştırma ve geliştirme faaliyetleri ile enerji yatırımlarından geri dönüş süresini azaltmak ve bu uygulamalar için daha iyi yöntemler bulmak
- Enerji tüketiminin daha etkin bir şekilde izlenmesi, yorumlanması ve elde edilen verilerin anlamlandırılması için yönetsel stratejiler geliştirmek

4.3 SANAYİDE ENERJİ YÖNETİMİ

Türkiye’de sanayi sektörü, sahip olduğu yüksek enerji tasarruf potansiyeli ve sanayide kullanılan enerjinin büyük bir yüzde ile ticari enerji olmasından dolayı enerji tasarrufu çalışmalarında öncelik verilmesi gereken sektörler arasında yer almaktadır. Türkiye sanayisinin çoğunlukla emek ve enerjisi yoğun alanlarda faaliyet göstermesi, Avrupa ülkeleri ile kıyaslandığında yüksek enerji yoğunluğuna sahip olmasına neden olmuştur. Bu da Türkiye’nin diğer ülkelerle ekonomik anlamda rekabet etmesinde zorluk oluşturmaktadır. Tüm yazılanlardan yola çıkarak sanayi kuruluşlarında enerji verimliliğini arttırmak için sürekli ve uygulanabilir bir enerji yönetim sistemi kurulması esastır. Bu sayede yüksek teknoloji ürünlerinin kullanımı, atık ısıların geri kazanımı, verimli üretim prosesleri ve otomasyona dayalı fabrika sistemleri benimsenmesi gerekmektedir. Rekabet ve enerji fiyatlarının artması ile birçok firma bu bağlamda çalışmalara başlamış ve enerji verimliliğinde başarılı örneklerin sayısının her geçen gün artmasını sağlamıştır [41].

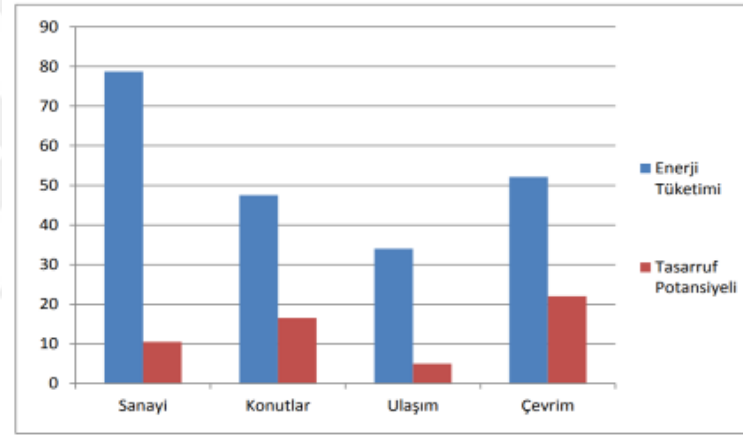
Çizelge 4.1’de görüldüğü üzere, 2016 yılı istatistiklerine baktığımızda Türkiye’de, nihai enerji tüketiminde en fazla payı konut-ticaret ve hizmetler sektörü (%31,89) ile sanayi sektörü (%31,88) almış, bunları ulaştırma sektörü (%25,64) ve tarım-hayvancılık sektörü (%3,88) takip etmiştir.

Çizelge 4.1. Yıllar itibariyle sektörlere göre nihai enerji tüketimi (Bin TEP).



Türkiye enerji tüketimi konusunda diğer alanlarda olduğu gibi hızlı bir büyüme göstermektedir. Yıllık enerji tüketimi %4-5, elektrik tüketiminde ise %7-8 artış oranındadır. Bu iki rakamda Dünya ortalamasının yaklaşık 2 katıdır [43]. Türkiye’de hızlı büyüme oranı beraberinde oldukça yüksek bir tasarruf potansiyeli getirmektedir. Bu potansiyelin, potansiyel olmaktan çıkarılarak uygulanması, sektörel bazda ele alınması ve yönetilmesi gereken bir durumdur. Sektörler kendi içlerinde tasarruf çalışmalarını hayata geçirilmeleri durumunda 2020 yılında yaklaşık %20 enerji tasarrufu olabilecektir. Çizelge 4.2’de sektörlere göre enerji verimliliği potansiyelleri gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Sektörlere Göre Enerji Verimliliği Potansiyelleri-2020 Tahminleri [42].



Sanayi sektöründe enerji tasarruf potansiyelinin değerlendirilmesi için yapılacak çalışmaları yardımcı hizmetler ve işlem süreci olarak iki kategoride değerlendirmek gerekmektedir [44]. Yardımcı hizmetler kategorisi, tüm sanayi sektörleri için ortak ve yapılan yatırımların kısa sürede kendini amorti ettiği (giderlerin kısa sürede geri ödendiği) düzenlemeler olarak tanımlanabilir. Isı yalıtımı ile kayıpların önlenmesi, elektrik kullanım ve dağıtımında verimlilik artışları, aydınlatma sistemlerinin etkin kullanımı gibi hizmetlerde yardımcı hizmetler olarak değerlendirilebilir. İşlem ve üretim süreçleri, sektörel olarak farklılık gösterebilmektedir. Bu bağlamda enerji yönetimi ile işletmeler, enerji verimliliği imkanlarını kendi proseslerine ve coğrafi koşullarına değerlendirebilir ve iç yapı ve dinamiklerine göre düzenlemeler yapabilirler [45]. Ayrıca işletmelerde makine ve ekipmanların yenilenmesi, enerji tasarrufuna uygun yeni teknolojilerin kullanılması elzem bir durum haline gelmiştir.

Ürün başına üretim süresinin kısaltılması, sıcaklık ya da basınç seviyeleri gibi etmenlerin optimum şartlar ile çalışılması gibi düzenlemeler enerji verimliliği sağlamak adına atılacak adımlardan sadece birkaçıdır [46].

Dünya bankası verilerine göre, tüm bu enerji verimliliği çalışmalarının gerçekleştirilmesi durumunda çelik işletmelerinde %22, çimento, cam ve seramik sektörlerinde ise %28 enerji tasarrufu sağlanabilecektir [47]. Enerji verimliliği ile ilgili yapılacak yatırımlar kısa süreli düşünüldüğünde şirket sahiplerini olumsuz etkileyecek gibi görünse de uzun vadede getirileri oldukça yüksek olacaktır.

Dünya ülkeleri ile kıyasıya bir rekabet içinde olan Türkiye’de, sanayi işletmelerinin enerjini yeteri kadar verimli kullanamadığı yukarıda bahsedilen istatistikler ile net bir şekilde görülmüştür. Enerji kullanım oranı yüksek işletmelerde enerjinin oldukça verimsiz kullanılması, Türkiye’de genel bir sanayi planlamasının yapılması, yapılacak bu planda enerji verimliliğinin ve ürün başına harcanan enerjinin dikkate alınması büyük önem taşımaktadır. Tüm bu faaliyetlerin yürütülebilmesi ve kontrol altında tutulabilmesi adına Türkiye’de çeşitli kanun ve yönetmelikler oluşturulmuştur [9].

11 Kasım 1995 ve 22460 sayılı Resmî Gazete de yayınlanan "Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğin Arttırılması için Alacakları Önlemler Hakkında Yönetmelik", sanayi sektöründe enerji tasarrufu için atılmış önemli bir adım olarak görülmektedir. Yönetmeliğin sanayi sektörüne girmesi ile "Enerji Yöneticisi" ve "Sanayide Enerji Yönetim Sistemi" gibi kavramlar karşımıza çıkmıştır [9].

Enerji Yöneticisi, endüstriyel işletmelerde ve binalarda, enerjinin yönetimi ile ilgili faaliyetlerin yerine getirilmesinden yönetim adına sorumlu ve enerji yöneticisi sertifikasına sahip kişidir [14].

Kasım 1995’te 22460 Sayılı kanun ile Resmî Gazetede yer alan yönetmelik dışında enerjinin verimli kullanılması, kayıpların önlenmesi, enerji maliyetinin ülke ve işletme ekonomilerinin üzerindeki yükü azaltması ve doğal kaynakların korunması amacıyla 18.04.2007 tarihinde "Enerji Verimliliği Kanunu" çıkarılmıştır [9].

4.4 ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ

Enerji yönetim sistemi, devam ettirebilecek enerji iyileştirmeleri için sistemli ve devamlı bir yaklaşımdır [39]. Enerji yönetim sisteminin kısaca tanımı yapacak olursa enerji verimliliğinin sürekli hale getirilmesi demektir. Bu da Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem Al adımlarında oluşan ve sürekli kendini tekrar eden döngü Deming çevriminin sistemli olarak uygulanması ile sağlanabilir [40].

Enerji yönetim sistemi, üretim sonucu çıkan ürün kalitesinden, güvenlikten ve çevre ile ilgili tüm bileşenlerden fedakârlık etmeden ve üretim miktarını azaltmaksızın, enerjinin daha verimli kullanımını sağlamak amacıyla kurgulanmış ve organize edilmiş, temelinde disiplin olan bir çalışmadır. Enerji yönetim sisteminin hedeflerine ulaşip başarılı olması için 4 ana hedefi bulunmaktadır [14]:

- Üretimin hatlarının verimini arttırmak
- Tüketicinin enerji tüketim miktarını azaltmak
- Yüksek enerji sarfiyatında bulunan makineleri sürekli gözetim altında tutmak
- Enerjiyi, kullanılabilir en ekonomik şekilde kullanmak

Enerji yönetim sisteminin kurulması için tecrübeli ve iyi tasarlanmış bir yönetim anlayışı gereklidir. İyi kurgulanmış ve yapılandırılmış bir enerji yönetim sistemine aşağıda yer alan maddeler rehberlik yapar [14]:

- Üst yönetim katkıları ve kesintisiz desteği
- Tüm ekip elemanlarının eksiksiz katılımının sağlanması ve eğitim
- Enerji hesaplamalarının yapılması, izlenmesi ve hedef belirlenmesi
- Enerji tasarruf etütlerinin yapılarak ön çalışmanın gerçekleştirilmesi
- Ölçüm sonuçlarının toplanarak değerlendirilmesi ve anlamlandırılması
- Raporlama şekillerinin iyileştirilmesi
- Çalışmalar neticesinde alınacak aksiyonlar için mühendislik ve tasarım değişikliklerinin uygulanması
- Tüm bu çalışmalar için gerekli olacak ekipmanların temin edilmesi

Enerji yönetim sistemi ile hem endüstriyel işletmelerde hem de konutlarda yatırım miktarları ile paralel olarak ciddi derece enerji tasarrufu sağlayabilmektedir. Enerji yönetim sistemi bir anda işletmenize uygulayabileceğiniz bir sistem değildir. Bir alt yapı çalışması gereklidir. Tasarrufun sürekli hale gelerek standartlaştırılması için enerji yönetim sisteminin çalışan personellere bir kültür olarak işlenmesi ve personeller tarafından benimsenmesi gerekir [39].

Enerji yönetim sisteminden elde edilecek tasarruf miktarını belirleyen birden çok parametre saymak mümkündür. Bu parametreler sanayi kuruluşunun içinde bulunduğu sektör, sektör içindeki konumu, kullandığı teknolojinin gelişmişliği, yönetim sistemlerine uyma oranı ve başarısı gibi faktörler örnek verilebilir. Özet olarak enerji yönetim sisteminin sistemli ve doğru bir şekilde yürütülmesi ve sürekliliğin sağlanması ile doğru orantılı olarak değişebilmektedir [39].

4.4.1 ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi

ISO 50001 yeni uluslararası enerji yönetim standardıdır. EN16001 gibi bölgesel ve ulusal standartların ardından yayımlanan ilk dünya çapında enerji yönetim standardı olma özelliği taşır. Enerji yöneticisi bulundurmamakla ve enerji yönetim birimi oluşturmakla yükümlü işletmelerdeki, organize sanayi bölgelerindeki ve konutlardaki enerji yönetim sistemleri, TS ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi Kullanım Kılavuzu ve Şartlar Standardına uygun şekilde oluşturulmaktadır [14].

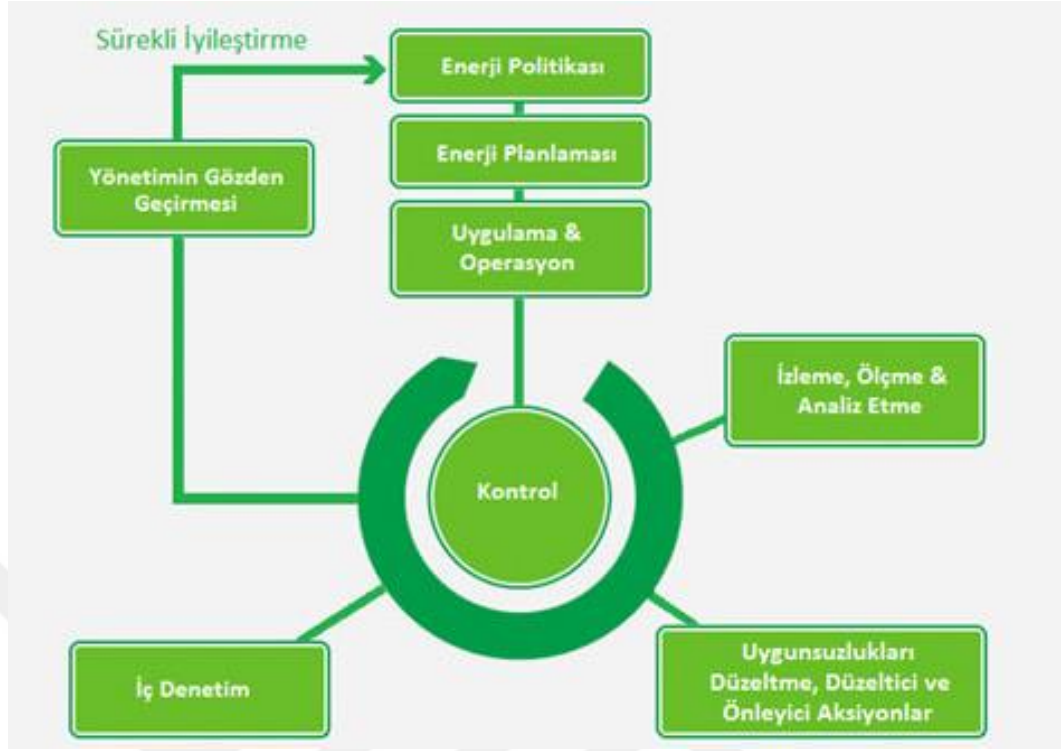
Yıllık toplam enerji kullanım miktarı 1.000 TEP (Ton Eşdeğer Petrol) ve üzeri olan sanayi işletmelerinde, içerisinde 50'nin üzerinde faal işletmesi olan Organize Sanayi Bölgelerinde ve TS ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi Kullanım Kılavuzu ve Şartlarına uyma zorunluluğu vardır. Bu standartlar çerçevesinde enerji yönetim sistemleri oluşturulması ve enerji yönetimi kapsamına giren işletmelerin kuralları yerine getirmesi zorunludur [14].

ISO 50001 Yönetim sisteminin amacı ve faydaları [48],

- İşletmelerin enerji performanslarını arttırmak amacıyla gerekli sistem, makine ve ekipmanların kurulmasına yardımcı olmak

- Enerjinin kolaylıkla ölçülmesi ve yönetilmesi amacıyla geliştirilecek sistemlerin kurulumuna katkı sağlamak
- Tüketilen enerji miktarının azalması ile doğal kaynakların korunması ve kirletici emisyonların azaltılmasına zemin hazırlamak
- Enerji verimliliği hakkında toplu içinde bilinçlendirmeyi sağlamak
- Enerji üretiminde kaynakların kullanımında rehberlik etmek
- Enerji tedarikinde güven oluşturmak. Enerji tedarikinde risklerin anlaşılmasına ve işletmenin risk altında olduğu alanların belirlenmesini sağlar.
- Enerji hedeflerini resmileştirmek.

ISO 50001 standardı, işlenecek ya üretimde kullanılacak ham maddenin tedarikinden son ürün oluşum aşamasına kadar geçen tüm adımlarda enerjinin verimli kullanılmasını temel almaktadır. Standart sanayi kuruluşları ve binalar için enerji verimliliğinde yol gösterici niteliktedir. Standart PUKÖ (Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem Al) döngüsünü araç olarak kullanmaktadır. Şekil 4.4'te PUKO döngüsü gösterilmiştir. Azalan enerji maliyetinin arttırdığı karlılık dışında çevre dostu bir işletme izlenimi, şirketin ISO 50001 belgesine sahip olması ile sektördeki konumunda da hissedilir iyileştirmeler sağlayacaktır [39].



Şekil 4.4. PUKÖ döngüsü [49].

ISO 50001 enerji yönetim sistemini uygulamaya geçirmek amacıyla gerekli olan zaman, yönetilecek işlerin türüne, kullanılan enerji kaynaklarına, enerji ölçüm teknolojilerinin gelişmişliğine, işletmenin başka bir yönetim standardının olup olmamasına bağlı olarak değişebilmektedir. Genel olarak ele alındığında ISO 50001 enerji yönetim sistemini devreye almak ve uygulamaya geçirmek yaklaşık 5-6 ay sürmektedir. Sistemin kurulması ve devreye alınma süresi ile ilgili varsayımlar işletmenin belirlediği politika ve hayata geçirmek istediği projelere göre değişecektir [14].

BÖLÜM 5

CAM SEKTÖRÜ

Cam, maddenin bir halidir. Erimiş malzemenin soğutulmasıyla elde edilen bir katıdır, böylece atomların veya moleküllerin iç düzenlemesi, sıvıdaki düzenlemeye benzer şekilde rastgele veya düzensiz bir durumda kalır. Böyle bir katının amorf veya camı olduğu söylenir. Sıradan katılar, aksine, düzenli kristal yapılara sahiptir [50].

Cam üretimi, antik çağlarda başlamış ve Orta Çağ'da bir zanaat haline gelmiştir. 20. yüzyılın başlarında, özellikle Amerika Birleşik Devletleri, Büyük Britanya ve Fransa'da cam üretiminde belirgin bir artış gözlenmiştir. Rusya'daki ilk cam işletmesi 1635 yılında inşa edilmiştir. Birinci Dünya Savaşı başlamadan hemen önce, çoğu küçük ölçekli olan 200'den fazla işletme bulunmaktaydı. Rus zanaatkarlar, kesme camlarındaki yetenekleriyle dünyaca ün kazanmıştır. Sovyet iktidarı döneminde, cam üretimi çok gelişmiş bir sanayiye dönüştürülmüştür. Üretim hacmi 20 kat büyüme ile yükselmiş ve 1913 yılında 320.000 ton olan üretim miktarı, 1974'te üretim 7 milyon tonu aşmıştır. Cam endüstrisinin teknolojik olarak elden geçirilmesi, II. Dünya Savaşı'ndan önceki beş yıllık planlarda, pencere camı üretiminin tamamen mekanikleştiği bir zamanda gerçekleştirilmiştir [52].

Cam sektörü, ortaya çıkardığı ürün çeşitliliği ile inşaat, gıda, beyaz eşya, otomotiv, kozmetik, turizm, mobilya vb. birçok sektöre ev kesimine giren temel sanayi alanlarından biridir. Bu özelliği ile ülke ekonomilerinin gelişimi açısından büyük bir önem arz etmektedir [51].

Türkiye’de cam sektörü, yaklaşık 2,3 Milyar ABD doları civarındaki üretim değeri ve içinde barındırdığı yaklaşık 20.000 istihdam ile, üretime girecek hammaddelerinin büyük bir bölümünü yurt içinden sağlayan, sermayesi yüksek ve enerji yoğun, ayrıca yüksek kapasite ve stoklu çalışma gerekliliği bulunduran bir sektördür [51].

5.1 DÜNYA’DA CAM SEKTÖRÜ

Dünya yıllık cam üretim kapasitesinin, miktar olarak karşılığı yaklaşık 180 milyon ton olduğu ve para değeri olarak da 140 milyar dolar olduğu tahmin edilmektedir. Uluslararası ekonomideki dinamiklere bağlı olarak ortalama %2 ila %4 arasında büyüme kaydetmektedir. Bu büyümenin kendi içinde dağılımı ise şöyledir; %53 cam ambalaj, %29 düz cam, %5 cam ev eşyası, %2 cam lifi ve %11’i de diğer cam ürünlerine aittir [51].

Çizelge 5.1’e bakıldığında dünya üzerinde cam üreticileri, yıllardır sektörde faaliyet gösteren oldukça köklü firmalardan oluşmaktadır. Cam sektörünün yatırım maliyetlerinin yüksek olması, enerji yoğunluklu ve kesintisiz üretim biçimi ihtiyacı, makine ve ekipmanlarında yaşanan hızlı iyileşme, stoklu ve sürekli hammadde yatırım ihtiyacı ve köklü firmaların sektördeki öncülüğü nedeniyle yeni firmaların sektöre giriş yapması önündeki en büyük engellerdir. Bakıldığında Fransız kökenli Saint Gobain firması, en eski cam firması olması özelliği taşımaktadır [52].

Çizelge 5.1. Dünya düz cam üreticileri sıralaması-2010 kapasiteleri [52].

Sıralama	Firma	Ülke	Float Cam Üretim Kapasitesi (Milyon Ton)(*)
1	AGC	Japonya	5,8
2	Saint Gobain	Fransa	5,2
3	NSG	Japonya	4,8
4	Guardian	ABD	4,2
5	Taiwan Glass	Tayvan	1,4
6	Şişecam	Türkiye	1,3
7	China Southern	Çin	0,9
8	PPG	ABD	0,5
	Diğer		8,9
	Toplam		33,0

Çizelge 5.2 incelendiğinde toplam düz cam satışlarının %62'si dört ana üretici olan Asahi Glass Corp. (Japonya), Saint Gobain (Fransa), NSG-Pilkington (Japonya), ve Guardian (ABD) firmaları tarafından yapılmaktadır. Düz cam alanında, float camın büyük bir kısmı işlenmiş camlar (otomotiv, temperli, lamine, kaplamalı cam ve ayna) üretiminde kullanılmakta olup, dünya düz cam ticaretinde standart düz camın yerini mevcut durumda işlenmiş camlar almaktadır [53].

Çizelge 5.2. Cam satışlarına göre Dünya düz cam üreticileri (milyon \$) [52].

Sıralama	Firma	Ülke	2011 Düzcam Satışları (*)	2010 Düzcam Satışları
1	AGC	Japonya	11.479	11.366
2	Saint Gobain	Fransa	7.160	6.918
3	NSG	Japonya	6.905	6.575
4	Guardian	ABD	5.062	4.928
5	Samsung Corning	Kore	4.802	4.856
6	Corning	ABD	3.066	3.011
7	NEG	Japonya	2.886	2.925
8	Fuyao	Çin	1.464	1.257
9	China Southern	Çin	1.392	1.144
10	Xinyi	Çin	1.359	967
11	PGW	ABD	1.128	956
12	PPG	ABD	980	985
13	Farun	Çin	930	933
14	Taiwan Glass	Tayvan	860	875
15	CGC	Japonya	788	804
16	Şişecam	Türkiye	751	720
17	China Glass Holdings	Çin	478	466
18	SYP	Çin	372	397
19	Jinjing	Çin	320	333
20	Kibing	Çin	298	281
21	Float	Almanya	258	243
22	Centrosolar Glas	Almanya	90	102

Çizelge 5.3 ve 5.4'e bakıldığında dünya cam ve cam ürünleri ithalatında 2017 yılında gerçekleşen verilere göre ABD, Çin ve Almanya ilk üç sırada yer almaktadır. İhracat rakamlarına bakıldığında yine aynı dönemde ilk üç sırayı Çin, ABD ve Almanya paylaşmaktadır.

Çizelge 5.3. Dünya cam ithalatı-(1.000 Amerikan doları) [52].

İTHALATÇILAR	2013	2014	2015	2016	2017
ABD	6.613.678	7.446.792	7.878.609	7.913.395	7.938.715
ÇİN	7.461.719	7.330.714	6.602.505	6.828.504	7.247.740
ALMANYA	5.612.721	6.084.786	5.557.382	5.908.556	6.288.317
FRANSA	3.549.364	3.721.020	3.196.623	3.251.565	3.515.908
KANADA	2.440.920	2.529.691	2.548.248	2.554.519	2.623.465
İNGİLTERE	2.348.770	2.518.013	2.448.196	2.429.654	2.494.512
GÜNEY KORE	3.471.457	2.761.947	2.426.186	2.343.197	2.267.059
JAPONYA	2.426.567	2.484.036	2.285.346	2.283.163	2.263.225
HONG KONG	2.631.341	2.674.629	2.000.161	2.323.736	2.032.815
İTALYA	2.027.078	2.119.807	1.855.496	1.899.871	1.965.617
DÜNYA TOPLAM	73.403.305	75.190.722	69.004.247	71.225.649	73.827.546

Çizelge 5.4. Dünya cam ihracatı-(1.000 ABD doları) [52].

İHRACATÇILAR	2013	2014	2015	2016	2017
ÇİN	16.202.765	16.039.685	15.811.636	15.264.090	15.850.008
ALMANYA	6.944.043	7.361.100	6.463.874	6.722.296	7.015.060
ABD	5.602.321	5.780.073	5.786.542	5.762.405	5.808.833
FRANSA	3.453.645	3.575.593	3.078.411	3.129.479	3.305.977
JAPONYA	4.819.335	3.629.410	2.886.597	3.085.181	3.095.861
HONG KONG	2.877.372	2.807.509	2.388.892	2.557.296	2.691.497
İTALYA	2.898.860	2.896.784	2.466.181	2.486.850	2.579.865
BELÇİKA	2.678.161	2.307.832	1.807.489	1.934.745	2.118.601
TAYVAN	2.256.661	2.098.258	1.932.321	1.950.316	1.992.012
POLONYA	1.724.617	1.941.143	1.727.827	1.775.161	1.920.084
DÜNYA TOPLAMI	75.009.094	74.472.579	68.119.278	69.247.033	71.468.779

Cam sektörü, doğal kaynakların korunması ile ilgili çevre bilincinin dünya genelinde yaygınlaşması ile insanoglu için önemli bir konumda bulunmaktadır. Kullanılan cam ürünlerinin geri dönüşümünün sağlanması, cam üretiminde meydana gelen firelerin

geri dönüşüm ile tekrar kullanılarak kazanılması, ülkelerce belirlenen yasalar ile öncelikli kullanılan ürün haline getirilmesi amaçlanmaktadır [52].

5.2 TÜRKİYE'DE CAM SEKTÖRÜ

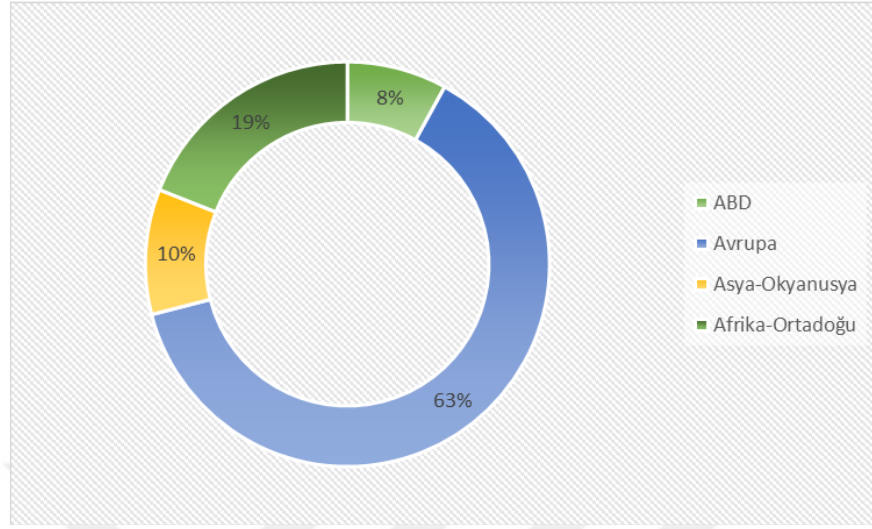
Türkiye'de cam sektörü, 1935 yılı başlarında kurulan Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş ile başlamıştır. Daha sonra sırası ile Konya Cam, Güral cam gibi firmalar cam sektörüne giriş yapmışlardır. Ayrıca Düzce Cam, 2005 senesinde kurulmuş olmakla birlikte, cam işleme ve lojistik konusunda 30 yılı aşkın tecrübesini float cam üretimine taşımıştır.

Türk cam sanayisi, cam üretiminde %98 yerli malı kullanımında bulunmaktadır ve bu da ülke ekonomisine oldukça katkıda bulunmaktadır. Ülkemiz cam üretim konusunda en önemli hammaddeler olan soda, kum, dolomit, kuvarz gibi maddeler bakımından oldukça zengin bir ülkedir [51].

Türkiye'de gerçekleştirilen Araştırma ve Geliştirme faaliyetlerine konu olan teknolojik camların (LCD ekran, Optik Camlar vb.) henüz üretimi yapılamamaktadır. Fakat Türkiye'de iç talepten daha fazla üretim olmakla birlikte bu durum ihracatta ülkemize önemli katkılarda bulunmaktadır [52].

Türkiye, cam sanayisinde üretim kapasitesi yaklaşık olarak 3,5 milyon tondur. Dünya genelinde yıllık kapasite yaklaşık 180 milyon tondur. Bu bağlamda Türkiye cam sanayinde dünya üretiminin yaklaşık %2'lik kısmını oluşturmaktadır. Dünya genelinde cam üretiminde %2'lik paya sahip Türkiye'de bu üretimin %90'lık kısmını Şişecam fabrikaları karşılamaktadır. Şişecam'ın tek başına yurt içi ve yurt dışı toplam üretim kapasitesi yaklaşık 4,8 milyon tondur. Türkiye'de cam sektöründe toplam 154 ülkeye ihracat yapılmaktadır [51]. Çizelge 5.5'te uluslararası satışların bölgesel dağılımı gösterilmiştir.

Çizelge 5.5. Uluslararası satışların bölgesel dağılımı [51].



Ülkemizde gerçekleştirilen cam üretim faaliyetleri, geçmişe bakıldığında Marmara ve Akdeniz bölgesi ile sınırlanmışken, günümüzde coğrafi açıdan giderek yayılmacı bir politika sergilemiştir. Karadeniz, İç Anadolu ve Ege bölgesinde cam sektörü hızlı bir yayılım içerisinde [51].

Çok çeşitli üretim faaliyetlerinin ve ürün çeşitliliğinin ve kapasite miktarlarının en yoğun cam ve cam ürünleri faaliyetlerinin gerçekleştiği şehir İstanbul'dur. Bu şehri sırası ile Mersin, Bursa, Eskişehir, Konya, Ankara, Kayseri ve Bolu gibi şehirlerde üretim çeşitliliği ve kapasite olarak göze çarpan şehirlerdir [51].

Ülkemizdeki cam sanayi birçok problem ile karşılaşsa da dünya genelinde bazı dezavantajlı durumlara maruz kalsa da gelişmesi devam etmekte ülke içinde ve uluslararası alanda başarısını devam ettirmektedir. Cam sanayine yapılan dev yatırımlar dev bir istihdamın gerçekleşmesine de olanak sağlamıştır.

Çizelge 5.6'da gösterilen tabloda, 1 milyon m²/yıl üzerinde üretim yapan kuruluşlara yer verilmiştir. Burada yer alan şirketler dışında ülkemizde çeşitli alt sektörlerde cam imalatı gerçekleştiren işletmeler bulunmaktadır.

Çizelge 5.6. Türkiye cam sektöründeki önemli kuruluşlar [53].

Kuruluşun Adı	Yeri	Üretim Konusu	2012-2013 Yılı Kapasitesi	Çalışan Sayısı
Düzcam				
Trakya Cam Sanayii A.S	Kırklareli (Lüleburgaz) ve Mersin (Tarsus)	Düzcam	955.000 ton/yıl	1.935
		Buzlu cam	85.000 ton/yıl	
		Otomotiv Camı	6,3 milyon m2/yıl	
		Enerji Camları	3 milyon m2 / yıl	
		Ayna	14 milyon m2 /yıl	
Trakya Yenisehir Cam San.A.S.	Bursa	Düzcam	500.000 ton/yıl	412
		Kaplamalı Cam	5 milyon m2/yıl	
		Lamine Cam	4,5 milyon m2/yıl	
(*Trakya Polatlı Cam San. A.S. (2013'de devreye alınması programlanıyor)	Ankara (Polatlı)	Düzcam	290.000 ton/yıl	Yatırım aşamasında
Düzce Cam Sanayi ve Tic.A.S.	Düzce	Düzcam	185.000 ton/yıl	v.y.
Isıcam ve İşlenmiş Cam				
Schott Orim Cam Sanayii ve Ticaret A.S.	Bolu (Çerkezköy)	Emniyet Camları	6 milyon m2/yıl	605
Yıldız Cam Sanayii ve Ticaret A.S.	Istanbul	Emniyet Camları	3 milyon m2/yıl	450
Erdem Dış Ticaret A.S.(Kutaş)	Istanbul	İşlenmiş Camlar	2.5 milyon m2/yıl	180
Tam Cam Otocam Sanayii A.S.	Istanbul	Otomotiv Emniyet Camı Ayna	2.5 milyon m2/yıl	250
Hatipoğlu Cam Sanayii A.S.	Eskişehir	Emniyet Camları	2 milyon m2/yıl	270
Okandan Cam Sanayii ve Tic.A.S.	Kayseri	Emniyet Camı Temperli Cam	1.8 milyon m2/yıl	v.y
Star Grup Hadımköy Cam İşleme Ür.San.A.S.	Istanbul	Emniyet Camları	1.75 milyon m2/yıl	430
Uğurlu Otocam Sanayii ve Ticaret A.S.	Denizli	Otomotiv Emniyet Camı	1.65 milyon m2/yıl	550
Anadolu Cam Sanayii ve Ticaret Ltd.Şti.	Istanbul	Emniyet Camları	1.25 milyon m2/yıl	160
Olimpia Oto	Istanbul (Gebze) - Ankara	Otomotiv Emniyet Camı	1.14 milyon m2/yıl	310

Türkiye’de 2017 yılı toplam cam ve cam ürünleri ihracatı 916 milyon ABD doları gerçekleşirken, ithalat ise 844 milyon ABD doları gerçekleşmiştir. Rakamlara bakıldığında Türkiye’de cam sektöründe ihracat oranı ithalat oranından düşüktür. Ancak işlenecek cam konusunda bazı sektörlerdeki eksiklik ithalatı ülkemizde zorunlu kılmaktadır. İlgili tablolar Çizelge 5.7 ve Çizelge 5.8’de gösterilmiştir. [51].

Çizelge 5.7. Türkiye'nin ihracat yaptığı ülkeler (1.000 ABD doları) [51].

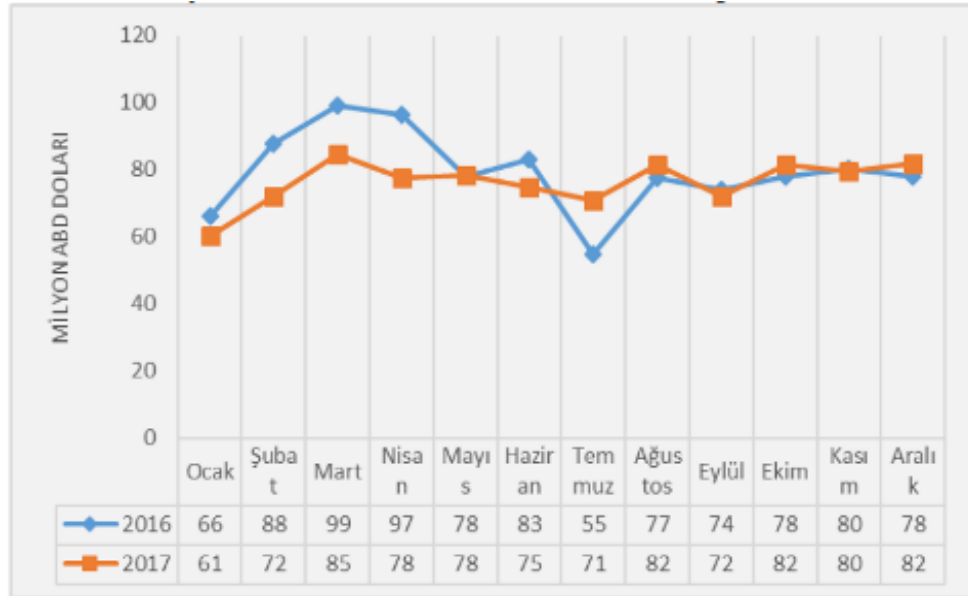
İTHALATÇILAR	2013	2014	2015	2016	2017
ALMANYA	103.519	115.313	89.760	84.898	90.955
İTALYA	59.333	60.901	160.226	120.968	60.403
İNGİLTERE	55.153	59.186	82.914	46.705	54.034
İSPANYA	32.088	37.718	39.543	38.651	44.088
ABD	38.801	46.765	42.870	42.688	44.023
FRANSA	57.537	55.265	59.654	49.842	42.902
İSRAİL	35.078	40.457	37.671	40.436	39.794
İRAK	43.362	42.912	40.851	32.999	34.212
BULGARİSTAN	38.138	31.101	26.643	26.127	25.133
İRAN	17.397	29.985	27.177	37.935	24.563
DÜNYA TOPLAMI	993.181	1.063.084	1.042.265	953.568	916.145

Çizelge 5.8. Türkiye'nin ithalat yaptığı ülkeler (1.000 ABD doları) [51].

İHRACATÇILAR	2013	2014	2015	2016	2017
ÇİN	237.581	238.476	223.749	202.198	185.235
ALMANYA	78.179	84.057	71.809	73.456	80.100
İTALYA	42.765	63.912	45.284	52.720	68.368
BULGARİSTAN	25.815	36.413	43.465	51.264	61.793
MISIR	16.199	41.574	28.579	44.543	52.843
FRANSA	47.816	48.398	45.606	47.017	51.137
ABD	32.341	37.881	42.858	39.434	50.253
ÇEK CUMHURİYETİ	26.415	24.344	22.011	30.357	39.762
RUSYA	24.866	35.934	34.204	44.105	37.028
BELÇİKA	34.236	35.810	30.614	24.157	22.358
POLONYA	23.746	18.654	19.794	21.949	19.284
DÜNYA TOPLAMI	816.982	877.176	780.398	799.330	844.585

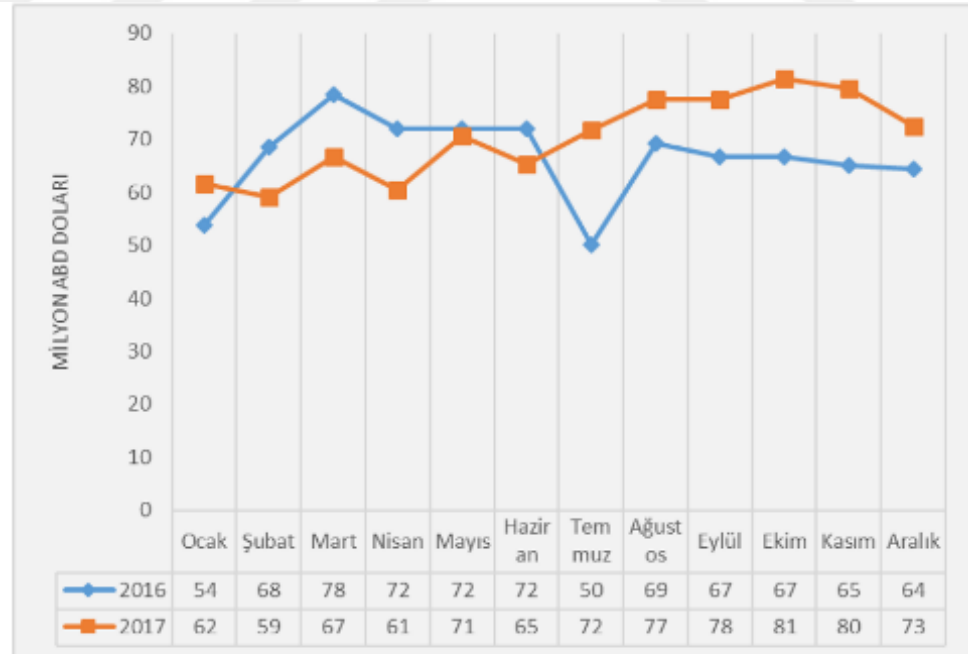
TÜİK verileri incelendiğinde cam ve cam ürünleri ihracatı 2017 yılında önceki yıla göre %4 oranında azalarak 916 milyon ABD doları gerçekleşmiş ve ithalat ise %5,6 oranında artarak 844 milyon ABD doları olarak gerçekleşmiştir. TÜİK verileri Çizelge 5.9 ve Çizelge 5.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.9. Cam ve cam ürünleri ihracat değeri [51].



Kaynak: TÜİK verileri, HS2 70 kodlu faaliyet

Çizelge 5.10. Cam ve cam ürünleri ithalat değeri [51].



Kaynak: TÜİK verileri, HS2 70 kodlu faaliyet

5.3 CAM SEKTÖRÜ TEKNOLOJİK VE EKONOMİK ÖZELLİKLERİ

Cam üretimi, sektörde bulunan tüm çeşitleri ile, gelişmiş teknoloji, büyük ölçekli yatırım ve ciddi bir finansman gerektiren bir sektördür. Tüm bu ihtiyaçlar, cam sektörünün kendine özgü ekonomik ve yapısını oluşturan özelliklerden kaynaklanmaktadır. Bunlar içerisinde önemli olan bazı hususlar aşağıda sıralanmıştır [54];

- Cam sektörünün en önemli özelliği, izabe dediğimiz yüksek sıcaklıkta eritme teknolojisini içinde barındırmasıdır. Bu sektöre enerji yoğunluklu bir üretim olma özelliğini yükler. Bu sebeple, toplam maliyetler bakımından enerjinin payı yaklaşık olarak %15-20 civarındadır.
- Cam üretiminde maliyeti en yüksek soda, doğada az miktarda bulunan dolomit ve birim ağırlık bakımından fazla olan kum gibi maddelerin kullanımı, sektörün hammadde yoğunluklu bir sektör olduğunu göstermektedir. Hammaddelerin tedarik sürecindeki süreklilik, kesintisiz üretim yapma zorunluluğu olan cam sektörü için oldukça kritiktir.
- Cam sektörünün en yüksek enerji harcayan makineleri fırınlardır. Yüksek sıcaklıkta çalışmak zorunda olan fırınlarda açma kapama nedeniyle yaşanacak verimsizlikler maliyetlere direkt olarak olumsuz etki etmektedir. Bu da cam sektörünün kesintisiz üretim yapma zorunluluğu oluşturmaktadır.
- Bahsi geçen yüksek sıcaklıkta çalışan fırınların yenilenmesi, yalıtımlarının onarılması ve değiştirilmesi ve fırını besleyecek camların işlenmesinde rol oynayan makine ve ekipmanların yenilenmesi gibi rekabet gücünü belirleyen faktörler incelendiğinde, cam sektörünün sürekli yatırım ihtiyacı doğuran bir sektör olduğu görülmektedir.

Özet olarak sektörün esas ekonomik özellikleri şu şekilde özetlenebilir: Sürekli ve kesintisiz üretim yapma zorunluluğu nedeniyle oluşacak olan arz fazlası, sektörde stok oluşturma gerekliliğini beraberinde getirmektedir. Bu da sektörde satın alma ve stok yönetiminin ne denli önemli olduğunu bizlere göstermektedir [54]. Ayrıca, cam üretim işletmelerinde enerji ihtiyaçlarının büyüklüğü ve kesintisiz üretim zorunluluğu, ölçek ekonomisinin büyümesine yol açmaktadır. Kullanılacak hammadde girdisinin tedarik edilmesinden, çıkacak ürünün müşteriye ulaşma

aşamalarının hepsinin, üretimi yapan firma tarafından kontrol edilmesi sektörün zorluklarından biridir. Ek olarak sektörde üretim yapan firmaların son ürünlerinde kalite arasında belirgin bir fark olmaması, artan maliyetleri ile kâr marjında yaşanan düşüş, sektörde tekelleşme eğilimini arttırmaktadır. Son olarak ele alınması gerek konu sektör üzerindeki stok zorunluğundan kaynaklanan arz fazlasının nedeni ile gerçekleştirilen dampingli satışlardır. Bunun en büyük amacı stok maliyetlerini azaltmak ve yeni pazarlara girme isteğidir [54].

Cam sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin üretim kapasiteleri, fırınların hacimsel büyüklüğü, bir ürün için gerekli hammadde miktarı, yarı mamul ürün ve iş gücü oranlarına göre değişebilmektedir. Geniş fırınlar, küçük fırınlara kıyasla daha az ısı kaybederler, bu tamamen işgal ettikleri alan ile ilgilidir. Alan arttıkça ısı kaybı artacaktır. İzabe teknolojisi, sürekli üretim ve hammadde talepleri nedeniyle, sektör üzerinde ölçek ekonomisi kuralları belirleyici pozisyona getirmektedir [55].

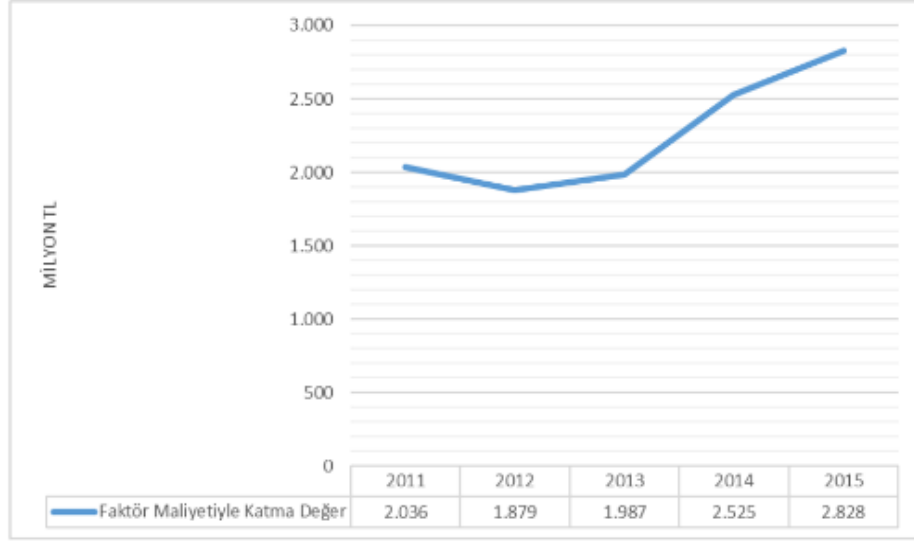
Cam sektörünün ekonomik özellikleri olarak ilk yatırım maliyetlerinden de söz etmek gerekir. Sektörde ilk yatırım maliyeti ve zamanla gereklilik haline modernleşme ihtiyacı, cam da sermayesi yoğun bir yatırım karakterini doğurmaktadır. Devamlı olarak yatırım ihtiyacı hissedilen, sermaye maliyetlerine karşı hassasiyeti giderek artan bir sektörde stokları attıracak, müşteri taleplerini daraltacak kararların etkilerini kestirmek zor olmayacaktır. Bu özellikler ile daha önce bahsedilen ölçek ekonomisini kavramına ek olarak dikey entegrasyon (Bir üretim sürecinin, hammadde girdisinden son tüketiciye ulaşana kadar değişik her aşamanın aynı firmanın kontrol altında olması) nedeniyle sektöre giriş ve çıkışın çok az olduğu söylenebilir. Tüm dünyada faaliyet gösteren en büyük 10 cam üretici ekonomi, sektörde yaklaşık %80'lik bir pasta dilimine sahiptir [55].

Sektörün birçok maliyet unsuruna karşın, cam sanayisinden çıkan katma değeri yüksek ürünler hem çevreyi korumaya hem de ülkelerin ekonomisine büyük katkılar sağlamaktadır. Otomotiv ve inşaat gibi Türkiye'nin önde gelen sektörlerine girdi veren ve düz cam sanayisinin ağırlıklı bir kısmını oluşturan kaplamalı ve çift camlar bu alanda önemli bir rol oynamaktadır. Bakıldığında işlenmiş camların toplam düz

cam üretimindeki yüzdesi 3 iken yıllar geçtikçe oran %30'lara kadar yükselmiştir.

Şekil 5.11'de Görüleceği üzere Türkiye'de cam sektörünün katma değeri, 2015 yılında, 2014 yılına kıyasla %12 artarak 2,8 milyar TL olarak gerçekleşmiştir [51].

Çizelge 5.11. Cam sektörü net katma değer miktarı [51].



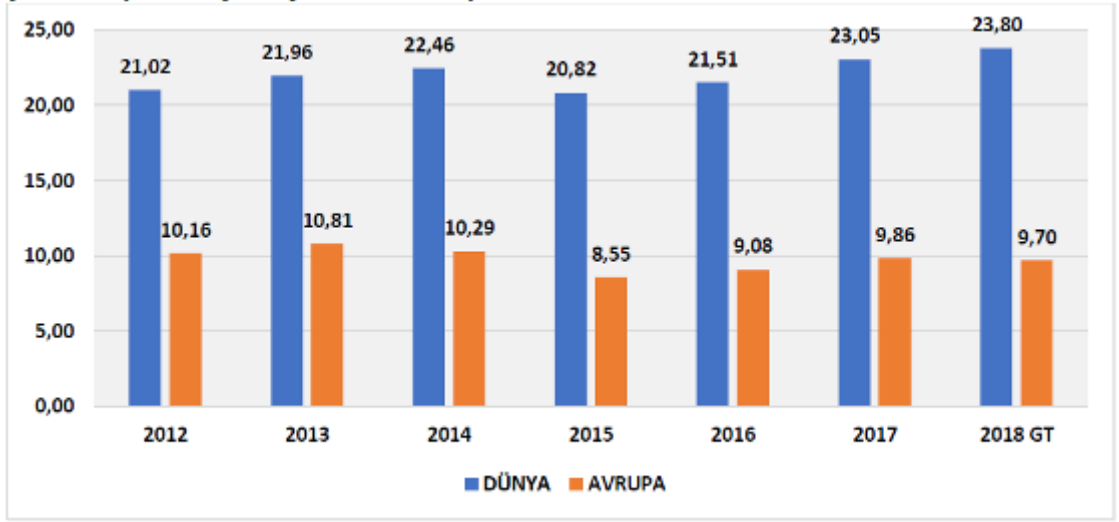
5.4 AVRUPA BİRLİĞİ VE CAM İŞLEME SEKTÖRÜ

Avrupa işlenmiş cam sanayisi katma değeri oldukça yüksek ürünler üretmektedir. Bu nedenle diğer bölgeler ile kıyaslandığında daha gelişmiş bir cam sanayisine sahip olduğu söylenmektedir. Bölgede kişi başına düşen düz cam tüketiminin ortalama olarak 18 kg seviyelerinde olduğu bilinmektedir [56].

Dünya işlenmiş cam ithalatına bakıldığında, 2017 yılında %7,2'lik artış ile 23,05 milyar dolar seviyelerine ulaşmıştır. 2018 yılında ise bu artışın %3,3 seviyesinde olduğu ve 23,80 milyar dolara ulaştığı ön görülmektedir. Avrupa Birliği ülkelerinin kendi aralarındaki yaptıkları ticarete eklendiğinde Avrupa Birliği ithalatı 2013 yılına kıyasla 2014 ve 2015 yıllarında azalmaya yönelik bir eğri çizmiştir [56].

Avrupa Birliği işlenmiş cam ticareti izelge 5.12’de gösterilen ülkeler kapsamında 2015 ve 2018 yılları arasında incelenmiştir. Avrupa birliğine ye olmayan Türkiye, Rusya, İşvie ve Norveç’e de incelemede yer verilmiştir.

Çizelge 5.12. Dünya ve Avrupa işlenmiş cam ithalatı Milyar dolar [56].



Kaynak: Trade Map

Avrupa lkeleri içerisinde 2017 yılı ile en fazla işlenmiş cam ithalatı gerçekleştiren lkeler Almanya, İngiltere ve Fransa’dır. 2017 yılı özeline işlenmiş cam ithalatında geniş pazarların neredeyse tamamında dikkate alınacak ithalat artışları görülmektedir [56].

2018 yılının ilk 10 ayında, Avrupa ülkelerinin ithalatı %5,5 yükselmiştir. 2018 yılı ilk 10 ayında Almanya ve Belçika’da ithalat oranlarında düşüş gerçekleşmiştir. Çizelge 5.13’te görüldüğü üzere Rusya’nın ithalat artışı oldukça dikkat çekicidir [56].

Çizelge 5.13. Avrupa ülkeleri işlenmiş cam ithalatı Milyon dolar.

ÜLKELER	2015	2016	2017	Yüzde Değişim 2016/2017	2017 İLK 10 AY	2018 İLK 10 AY	Yüzde Değişim 17/18 İLK 10 AY
AVRUPA	9.480	10.008	10.957	9,5	8.761	9.243	5,5
ALMANYA	2.526	2.585	2.788	7,9	2.075	2.052	-1,1
İNGİLTERE	1.000	1.032	1.087	5,3	826	835	1,0
FRANSA	857	877	978	11,5	816	921	13,0
BELÇİKA	585	687	690	0,4	578	564	-2,5
İSPANYA	458	469	499	6,3	413	430	4,0
HOLLANDA	332	374	432	15,4	360	380	5,5
ÇEKYA	294	347	432	24,3	357	400	12,1
İTALYA	389	405	422	4,2	354	367	3,4
İSVEÇ	299	335	399	19,2	322	348	8,3
SLOVAKYA	351	438	391	-10,7	322	384	19,1
POLONYA	297	298	356	19,2	305	345	13,1
İSVİÇRE	280	276	294	6,7	238	299	25,8
AVUSTURYA	237	232	265	14,3	224	232	3,5
MACARİSTAN	219	225	258	14,8	207	219	5,8
TÜRKİYE	185	190	254	33,2	204	189	-7,6
RUSYA	217	212	252	19,1	207	240	16,1
DANİMARKA	160	176	186	6,1	152	147	-3,2
NORVEÇ	145	145	171	17,8	136,8	162	18,4
ROMANYA	111	122	143	17,3	118	131	10,9
PORTEKİZ	88	87	113	30,4	90	117	30,2
İLK20	9.031	9.513	10.410	9,4	8.305	8.760	5,5
DİĞER	449	495	547	10,4	456	483	6,0
AB-28	8.554	9.082	9.863	8,6	7.908	8.290	4,8

Kaynak: Trade Map

Çizelge 5.14’te Avrupa Birliği ülkeleri bazında en fazla ihracat gerçekleştiren üç ülke sırası ile Almanya, Polonya ve İtalya’dır. 2017 yılında Avrupa işlenmiş cam ihracatı %6,9 artmış ve 9,6 milyar dolar seviyesine ulaşmıştır. Tabloya bakıldığında ihracat oranı en çok artan ülkeler Çek Cumhuriyeti, Belçika, İngiltere ve Türkiye’dir. 2018 yılı özelinde en dikkat çekici ihracat artışları Rusya, İngiltere ve Türkiye’de gerçekleşmiştir [56].

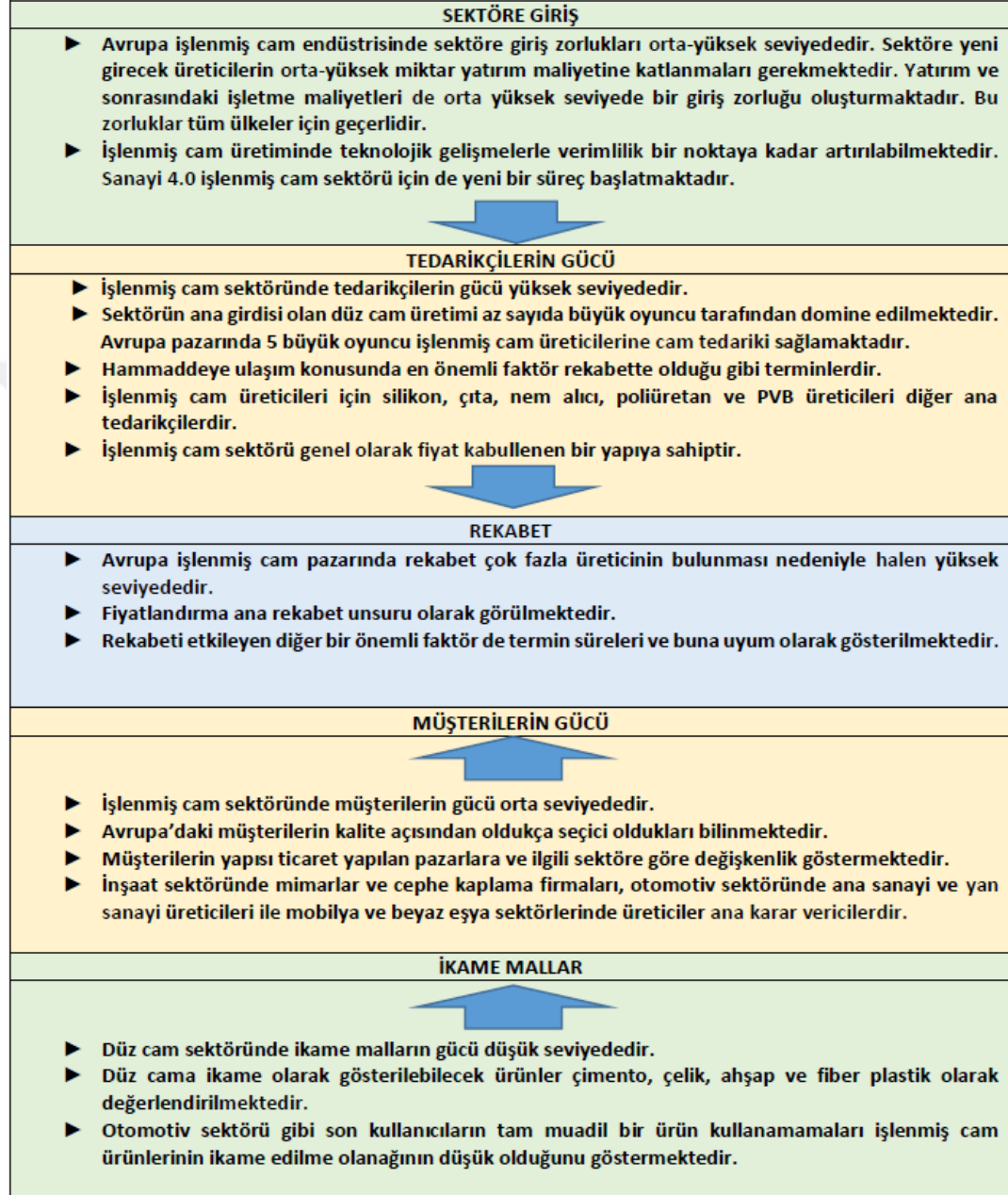
Çizelge 5.14. Avrupa ülkeleri işlenmiş cam ihracatı Milyon dolar.

ÜLKELER	2015	2016	2017	Yüzde 2016/2017 Değişim	2017 İLK 10 AY	2018 İLK 10 AY	Yüzde Değişim 17/18 İLK 10 AY
AVRUPA	8.505	8.989	9.606	6,9	8.030	8.307	3,4
ALMANYA	2.114	2.173	2.341	7,7	1.942	1.957	0,8
POLONYA	974	997	1.049	5,2	903	952	5,4
İTALYA	778	810	825	1,9	686	691	0,6
BELÇİKA	645	678	763	12,5	640	646	0,9
ÇEKYA	493	530	601	13,4	496	541	9,0
FRANSA	550	559	585	4,7	486	526	8,3
İSPANYA	499	589	559	-5,1	468	468	0,0
MACARİSTAN	459	479	521	8,8	442	456	3,0
TÜRKİYE	273	277	307	10,8	252	289	14,6
İNGİLTERE	244	253	288	13,8	232	259	11,6
SLOVAKYA	189	201	212	5,5	176	180	2,7
LÜKSEMBURG	179	206	210	1,9	188	181	-3,9
AVUSTURYA	129	157	159	1,3	134	140	4,5
HOLLANDA	126	139	150	7,9	125	130	3,5
İSVEÇ	120	119	119	0,0	101	95	-6,2
FİNLANDİYA	111	116	113	-2,6	95	99	4,6
İSVİÇRE	105	86	101	17,4	82	99	20,0
RUSYA	43	85	89	4,7	72	84	16,9
BULGARİSTAN	73	79	82	3,8	66	66	-1,0
LİTVANYA	53	63	77	22,2	63	56	-10,8
İLK20	8.158	8.596	9.152	6,5	7.651	7.914	3,4
DİĞER	347	393	455	15,8	379	393	3,7
AB-28	8.050	8.497	9.049	6,5	7.570	7.834	3,5

Kaynak: Trade Map

5.4.1. Avrupa Cam İşleme Sektör Dinamikleri

Şekil 5.1’de Sektörün dinamikleri- beş güç analizi görülmektedir.



Şekil 5.1. Sektörün dinamikleri- beş güç analizi.

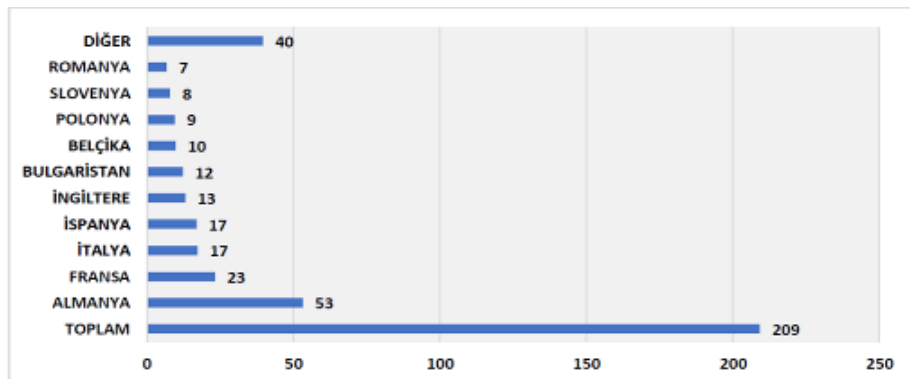
5.5 TÜRKİYE VE CAM İŞLEME SEKTÖRÜ

Türkiye’de cam işleme sektörü, hammadde olarak düz camın girdi olarak kullanıldığı, ek işlemlere tabi tutularak üretilen otomotiv camları (Temperli, lamine, kurşuna dayanıklı), ayna, lamine camlar, kaplamalı camlar, beyaz eşya, enerji ve dekorasyona yönelik Temperli camlar gibi çeşitli camların üretildiği bir sektördür.

Ülkemizde cam işleme sektörü coğrafi olarak çeşitli bölgelere dağılmış ve cam sektörü çatısı altında birleşen çeşitli üretimler yapan firmalardan oluşmaktadır. Bu üretim tesisleri ile iç talebi karşılamakta olan Türkiye, birçok Avrupa ülkesine ihracat gerçekleştirmektedir. İşlenmiş cam gibi katma değeri yüksek camların ihracatta kullanılması ülke ekonomisine oldukça büyük katkılar sağlamaktadır.

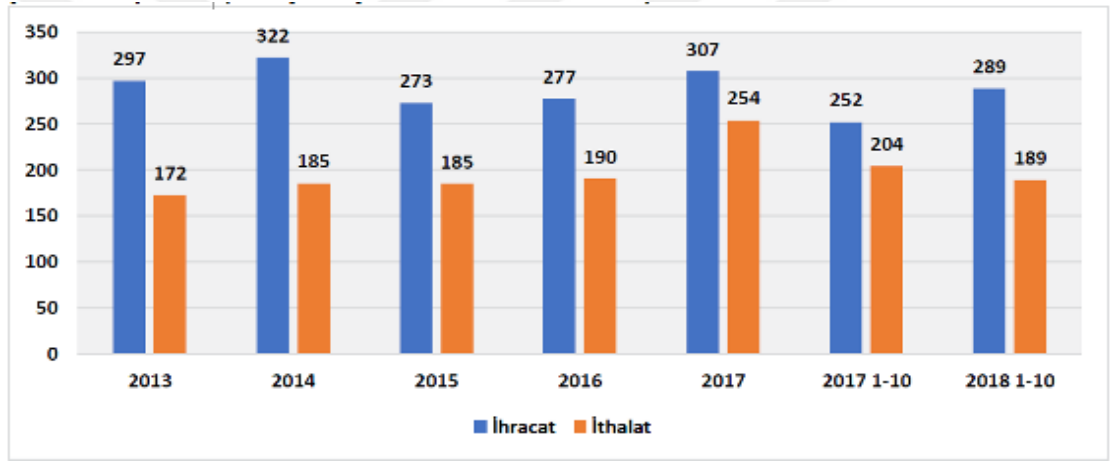
Çizelge 5.15’e bakıldığında Türkiye, 2016 yılında işlenmiş cam özelinde 185 milyon dolarlık ihracat gerçekleştirirken 2017 yılında %13’lük bir artış ile 209 milyon dolarlık ihracat gerçekleştirmiştir. Bu ihracatın %68,1’i Avrupa birliği ülkelerine yapılırken, 2016 yılında ise bu oran %66’da kalmaktaydı. İşlenmiş cam sektöründe en fazla ihracat yapılan ülke 53 milyon dolar ile Almanya olmuştur. Almanya, Türkiye işlenmiş cam ihracatının yaklaşık %25,2’sini oluşturmaktadır [56].

Çizelge 5.15. Türkiye’nin Avrupa Birliğine işlenmiş cam ihracatının ülkelere dağılımı Milyon dolar (2017 Verileri) [56].



Çizelge 5.16’da görüleceği üzere Türkiye’nin işlenmiş cam sektöründe toplam ithalat ve ihracat rakamları incelendiğinde ihracatı 2017 yılında değer bazında %10,8 arttırmış ve 307 milyon dolar seviyesine çıkarmıştır. 2018 ilk 10 ayında ise %14,7’lik bir artış eğiliminde olmuştur. İşlenmiş cam ithalatına bakacak olursak 2017 yılında %28,9 artarak 254 milyon dolara çıkmıştır. 2018 yılı baz aldığımızda yılın ilk 10 ayında %7,4’lük düşüş görülmüştür. Tüm bu veriler ışığında Türkiye’nin işlenmiş cam ticaretinde ihracat ağırlıklı bir politika izleyen bir ülke konumunda olduğu net bir şekilde görülmektedir [56].

Çizelge 5.16. Türkiye’nin toplam işlenmiş cam ihracatı ve ithalatı Milyon dolar [56].



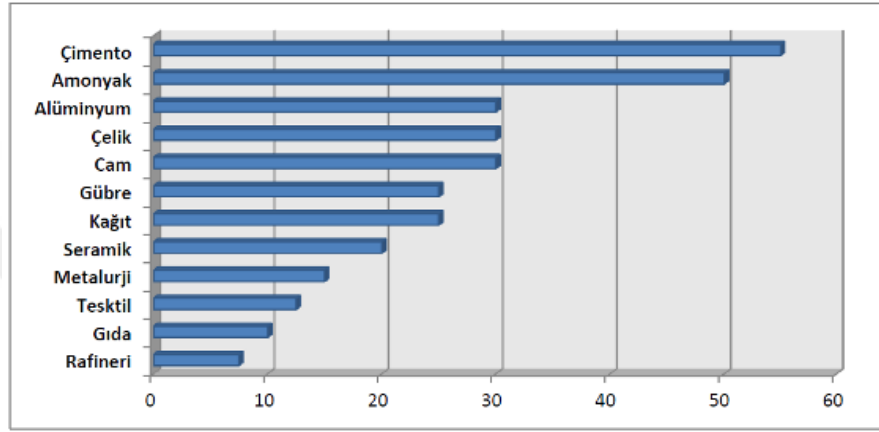
5.6 CAM SEKTÖRÜ VE ENERJİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Türkiye’nin en yüksek enerji tüketen alanlarından biri sanayidir. Sanayi alanında enerji tüketimi 1990-2007 yılları arasında yaklaşık %4,5 artış göstermiştir ve bu oran ülkenin genel enerji kullanım artış oranından yüksektir. Bu nedenle gelişmekte olan Türkiye’de sanayi sektöründeki enerji tüketimindeki artış Türkiye’nin enerji tüketiminde önemli bir konumda olacaktır. Artan tüketim ile beraberinde gelen enerji tasarruf imkanları, enerji verimliliği konusunda odak nokta olacaktır [42].

Çizelge 5.17’de görüldüğü üzere enerji yoğun sanayi sektörleri olarak söz edebileceğimiz çimento, cam ve demir-çelik gibi alt sektörler Türkiye sanayisinde

önemli bir paya sahiptir. Bu sektörlerin üretim maliyetlerinde, enerji tüketim maliyetleri önemli bir konuma sahiptir. Bu sektörlerde enerji maliyetleri toplam maliyetlerin yaklaşık %20 ila %50'si civarında seyrederken ederken, bu oran kimya, gıda ve tekstil gibi sektörlerde %10 civarındadır [58].

Çizelge 5.17. Bazı sanayi kollarında toplam üretim maliyetleri içinde enerji maliyetlerinin oranı [57].



Cam üretiminde kullanılan hammadde, enerji ve işçilik maliyetlerinin cam sınai maliyetleri içindeki ortalama olarak payları cam alt ürün grupları itibariyle çizelge 5.18'de görülmektedir [53].

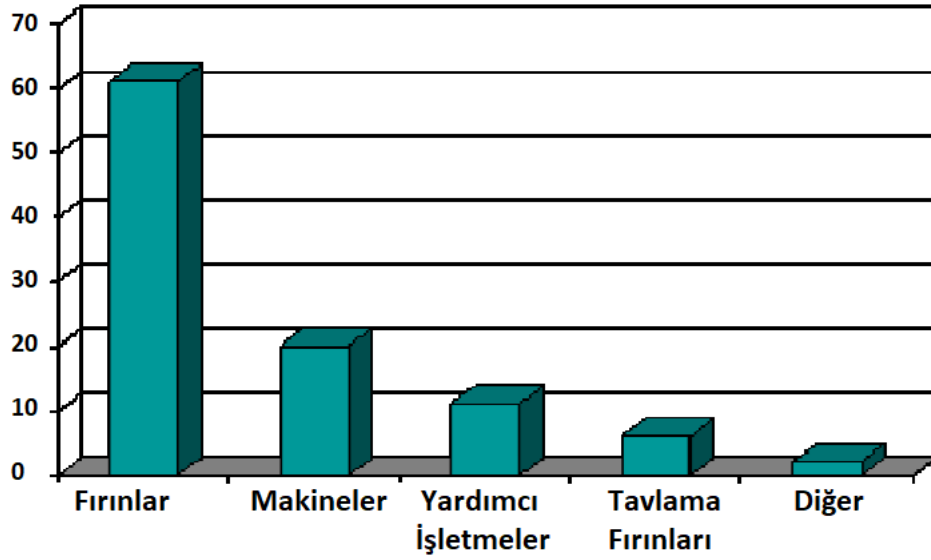
Çizelge 5.18. Hammadde/Malzeme, enerji ve işçilik maliyetlerinin sınai maliyetler içindeki payı [53].

	Düzcam	Cam Ev Eşyası	Cam Ambalaj	Cam Elyaf
Hammadde ve Malzeme	37%	36%	28%	52%
Enerji	28%	19%	28%	16%
İşçilik	22%	32%	20%	20%

Cam sektörü maliyet kalemleri incelendiğinde enerji, ilk 3 büyük maliyet kalemi arasında yer almaktadır. Avrupa birliği seviyesinde toplam üretim giderlerinin %25-30'unu oluşturan enerji tüketimi ile cam üretimi, oldukça enerji-yoğun bir sektördür. Sanayide kullanılan enerjinin %60-70'lik gibi büyük bir kısmı ise camın ergitilmesi

ve diğerk yüksek sıcaklıkta yapılan işlemlerde kullanılmaktadır [55]. Bu kullanılan enerjinin kaynağı çoğunlukla doğal gaz ve elektrik enerjisidir. Bu nedenle bu kaynaklar nezdinde artan fiyatlar, enerji maliyetlerinde olumsuz bir etki oluşturmaktadır. Çizelge 5.19’da cam üretimde kullanılan enerji dağılımı görölmektedir.

Çizelge 5.19. Cam üretiminde kullanılan enerji dağılımı [52].



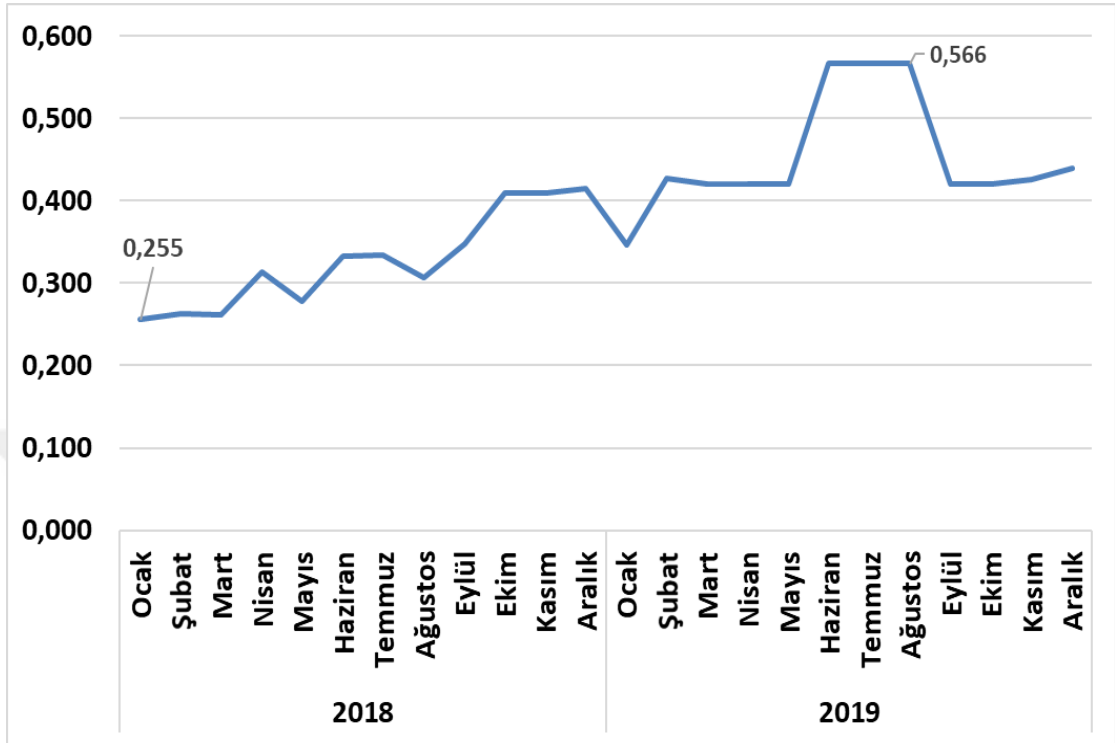
Cam sektörü daha önce bahsettiğimiz gibi “izabe teknolojisine” dayalı “enerji-yoğun” bir sektör olma özelliği taşımaktadır. Çizelge 5.19’da görüleceği üzere cam üretim sektöründe enerjinin yaklaşık %60-70’lik kısmı fırınların harcadığı enerjiden oluşmaktadır. Fırınlar ateşlendikten sonra, son çıktı ürün üretmese dahi, kendi iç yapılarını ve cam kütesini sıcak tutmak adına oldukça yüksek enerji harcayacaklardır. Ürün başına enerji miktarının azaltılabilmesi için aşağıda yer alan maddeler oldukça önemlidir [52];

- Enerjinin etkin kullanımı
- Fırınların tam kapasiteye yakın üretim yapacak şekilde çalıştırılması
- Enerjinin korunması (Yalıtım)
- Fırın bakımlarının uygun periyotlarda yapılması
- Atık enerjilerin değerlendirilerek kazanılması

Türkiye’de cam sektöründe rekabet gücü konusunda en önemli sorunlardan biri ülkemizde yüksek olan ve her geçen gün daha da yükselen enerji fiyatlarıdır. İhracatın en çok gerçekleştiği ülkelerden biri olan Yunanistan ile kıyaslandığında ülkemizde kullanılan elektrik birim fiyat %55 ve doğal gaz fiyatı ise %73 daha fazladır. Bahsi geçen fiyatları Rusya ile kıyasladığımızda rakamlar çok daha yükseklere çıkabilmektedir. Enerji-yoğun bir sektör diyerek sürekli bahsettiğimiz cam sektörü, Türkiye açısından mevcut şartlarda, Avrupa Birliği gibi rekabet gücünün oldukça yüksek olduğu pazarlarda maliyetleri ve rekabet gücünü oldukça olumsuz bir şekilde etkilemektedir [59].

Çizelge 5.20’de Yorglass Home Appliances Bolu İşletmesi 2018 yılı ay bazlı enerji birim fiyat değişimi görülmektedir. 2018 yılı ilk aylarında 0,255 TL/kWh değer ile fiyatlandırılan enerji, 2018 sonunda 0,414 TL/kWh’e yükselmiştir. 1 yıl içerisinde sanayi kuruluşunun enerji birim kullanım maliyeti %63 oranında artış göstermiştir. 2017 yılı enerji birim fiyatına baktığımızda ise 0,254 TL/kWh gerçekleşme görülmektedir. Görüldüğü üzere şirketlerin en büyük gider kalemleri arasında yer alan enerji konusunda maliyetlerin artması ile şirketlerin gerek ülkemizde gerekse de Avrupa pazarında rekabet gücü olumsuz bir şekilde etkilenmektedir. Artan maliyetler şirketlerin enerji verimliliğine odaklanmalarını bir zorunluluk haline getirmiştir. 2019 yılı verilerine baktığımızda ise dalgalı bir elektrik birim fiyat ücreti görülmektedir. Haziran ayında ise 0,56 TL birim fiyata kadar çıktığı görülmektedir. 2018 yılı ocak ayına göre enerji birim fiyatının %122 arttığı görülmektedir.

Çizelge 5.20. 2018-2019 yılı Bolu cam işleme fabrikası ay bazında enerji birim fiyatı değişimi TL/kWh.



BÖLÜM 6

BİR CAM İŞLEME FABRİKASININ ENERJİ TÜKETİM ANALİZLERİ

6.1 İŞLETME BİLGİLERİ

Bolu Organize Sanayi de faaliyet gösteren bir cam işleme olan Yorglass işletmesi İç Cam fabrikası, 2017 yılında günde ortalama 13.000 adet cam işleme kapasitesine sahip olarak kurulmuştur. Günümüzde ortalama günde 42.500 adet cam işleme kapasitesi ve yaklaşık 150 çalışanı ile faaliyet göstermektedir. İşletmeye bloklar halinde gelen cam plakalar uygun ebatlarda ve müşteri isteklerine göre biçimlendirilir. Üretimin en önemli girdileri yurt içi ve yurt dışından tedarik edilen hammadde, insan gücü, şebekeden çekilen elektrik enerjisi, şebekeden çekilen sudur. 2012 yılında beyaz eşya sektörüne hizmet vermek üzere kurulmuştur. Fabrika üç vardiya, 360 gün çalışmaktadır. İşletmede yalnızca elektrik enerjisi tüketilmektedir. Kullanılan enerjinin tamamını dışardan temin etmektedir.

6.2 PROSES BİLGİLERİ

Tez çalışması, Yorglass Home Appliances Bolu İşletmesi İç Cam Fabrikasında gerçekleştirilmiştir. İç cam fabrikası, 5 ana prosesden oluşmaktadır. Bunlar: Kesim, rodaj (Kenar İşleme), baskı, kurutma ve temper. Bu ana prosesler kendi içerisinde alt prosesler barındırmaktadır. Bunlar detaylı olarak incelenecektir.

6.2.1 Kesim Bölümü

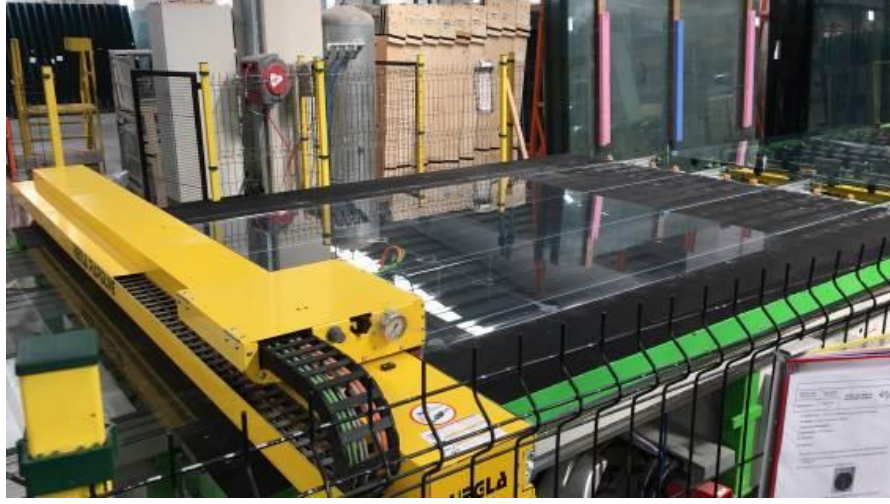
İç cam işleme fabrikasının ilk prosesi olan kesim bölümünde işlenecek camlar plakalar halinde işletmeye gelmektedir. Plakalar gerek yurt içi gerekse de yurt dışından tedarik edilmektedir. Plaka boyutları tedarikçinin üretim şartları ve işletmenin taleplerine göre değişkenlik göstermekle birlikte 15 farklı cam çeşidi işletmede işlem görmektedir.

Tedarikçi firmalardan gelen plakalar, kesim makinesinin bulunduğu istasyonlara vinç yardımıyla çekilir ve makinenin camları bu istasyon üzerinden alması sağlanır. İç cam fabrikasında kesim makinesi olarak Hegla kullanılmaktadır. Üretim planlama tarafından operatörlere üretilecek camlar verilir ve operatörler bu camların kesim işlemlerini oluşturmak için makine üzerinde kesim optimizasyonu hazırlar. Kesim optimizasyonu, üretilecek camın cinsi, kalınlığı, ebadı göz önüne alınarak plakanın maksimum seviyede verimli kullanılmasıdır. Şekil 6.1’de örnek bir kesim optimizasyonu görülmektedir.

Kalem: 4 MM DC Numune 1/1 3210.0x2400.0 Miktar: 1 XY: X Sonuç: 96.89% Artan: 11.9						
385.5	467.1	467.1	467.1	467.1	467.1	467.1
467.1	385.5	385.5	385.5	385.5	385.5	385.5
385.5	467.1	467.1	467.1	467.1	467.1	467.1
467.1	385.5	385.5	385.5	385.5	385.5	385.5
385.5	467.1	467.1	467.1	467.1	467.1	467.1
467.1	385.5	385.5	385.5	385.5	385.5	385.5
385.5	467.1	467.1	467.1	467.1	467.1	467.1
467.1	385.5	385.5	385.5	385.5	385.5	385.5
385.5	467.1	467.1	467.1	467.1	467.1	467.1
467.1	385.5	385.5	385.5	385.5	385.5	385.5

Şekil 6.1. Kesim optimizasyonu.

Operatör tarafından cam seçimi, optimizasyon, uygun elmas seçimi yapıldıktan sonra açılan iş emriyle cam plaka alınması istenen istasyondan cam BBF (cam alma arabası) ile vakumlanarak kesme masasına getirilir. Kesme masasında gönyelenen cam ve sabitlenen plaka kesilir. Kayışlar yardımıyla toplama masasına alınan cam plakası operatörler tarafından kenar işleme prosesine aktarma konveyörleri aracılığı ile gönderilir. Kesme işlemi tamamlanıp toplama işlemi başladıktan sonra ilk plakada dijital kumpas yardımıyla ölçüm yapılır. Şekil 6.2’de Hegla kesim makinesi görülmektedir.



Şekil 6.2. Plakanın kesim masasındaki konumu.

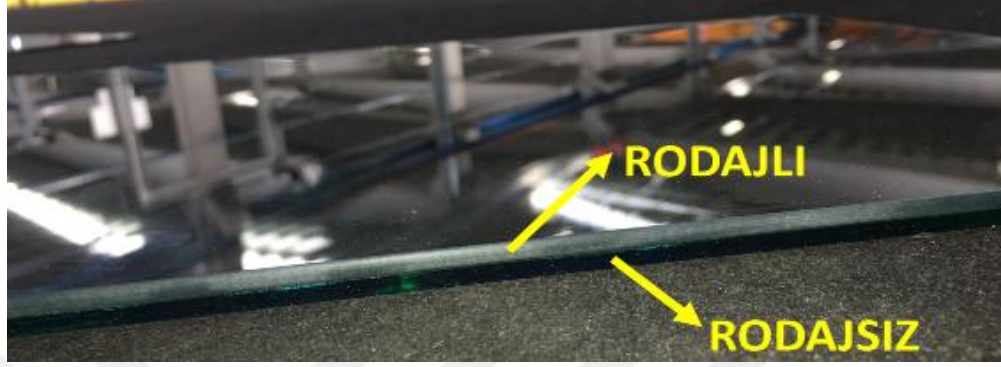
6.2.2 Kenar İşleme (Rodaj) Bölümü

İç cam işletmesinde kenar işleme işlemi; Hat 5-6-7 ve Rohmer CNC makinesinde yapılmaktadır. Hat 5-6-7’de 4 mm, Rohmer CNC makinesinde ise 3,2 mm ve 4 mm kalınlığındaki camların rodaj işlemleri gerçekleştirilmektedir.

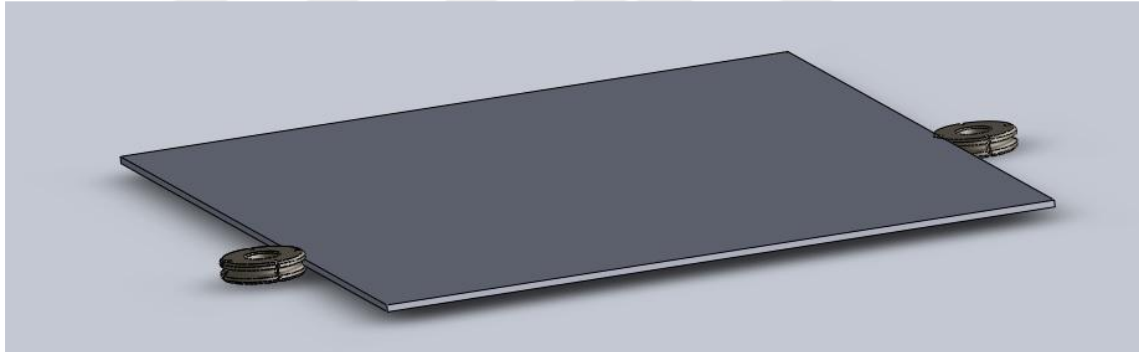
Hat 5-6-7’de yapılabirlik bakımından birer adet rodaj makinesi bulunmaktadır. Her bir rodaj makinesinin bünyesinde, camın ilk olarak 2 kenarını işlemek için Rodaj 1, daha sonra kalan diğer 2 kenarın işlenmesi için Rodaj 2 makineleri bulunur. Rodaj 1, kesimden gelen camı ilk karşılayan makinedir. Rodaj 1’de 2 tarafına kenar işlemi yapılan cam, rodaj 1 ve rodaj 2 arasında bulunan cam döndürme makinesi tarafından 90 derece döndürülerek rodaj 2 makinesine diğer 2 kenarının işlenmesi yapılması için gönderilir. Rodaj 2 makinesi girişinde tekrar gönyelenen camın kalan 2 kenar işlenmesi yapılır ve yıkanmak üzere yıkama makinesine gönderilir. Rodaj 2 makinesinde, rodaj 1 makinesinden farklı olarak köşe kırma işlemi bulunur. Rodaj 2 işleminden sonra üretilecek üründe köşe kırma işlemi var ise belirtilen toleranslar dahilinde köşe kırma yapılır. Köşe kırma yok ise prosese devam edilir.

Rodaj işlemlerinden sonra, camın üzerinde kalan rodaj tozu ve kesimden gelen yağı ve kiri temizlemek için cam yıkama makinelerinden geçirilir. Burada amaç camı kutu ve temiz bir şekilde baskı prosesine göndermektir. Ayrıca cam üzerinde herhangi bir

leke olması durumunda temperlenen camdan bu leke çıkmaz ve cama işler. Bu nedenle yıkama kalitesi oldukça önemlidir ve fireye sebep olabilir. Şekil.6.3, Şekil 6.4, Şekil 6.5, Şekil 6.6 ve Şekil 6.7'de kenar işleme prosesi ile ilgili resimler görülmektedir.



Şekil 6.3. Rodajlı ve rodajsız cam.



Şekil 6.4. Kenar işleme prosesi.



Şekil 6.5. Glassline kenar işleme makinesi.



Şekil 6.6. Camların rodaja girmesi.



Şekil 6.7. Yıkama makinesi.

6.2.3 Baskı Bölümü

Baskı; müşterinin talepleri doğrultusunda camın üzerine ipekler yardımıyla yazı ve desen aktarma prosesidir. Yıkamadan temiz ve kurutulmuş gelen camlar, baskı prosesine alınır ve baskı işlemleri gerçekleştirilir.

İç cam hattında 4 adet baskı makinesi bulunmaktadır. Hat 5'te 1 adet, hat 6'da 1 adet ve Hat 7'de 2 adet baskı makinesi bulunur. Camın baskı adetine göre camlar uygun hatta üretilmesi için plana alınır. Tek zemin baskı ve logo camlar genellikle hat 5 ve 6, tek zemin baskı ve iki baskılı camlar ise hat 7'de üretilmektedir.

Üretilecek kodların üretim planına alınması ile serigrafi bölümü, üretim planına göre hazırlanan ipekleri baskı bölümlerine götürür. Baskı operatörleri de kodun boyasını boyahaneden temin eder. Daha sonra üretim sırası gelen kod baskı makinalarında basılır, kurutma makinelerinden geçirilerek temper işlemi yapılmak üzere tempere gönderilir.

Şekil 6.8’de Baskı makinesi görülmektedir. Şekil 6.9’da ise baskı makinesinden çıkan camın kurutulmasını ve soğutulmasını sağlayan kurutma makinesi görülmektedir.

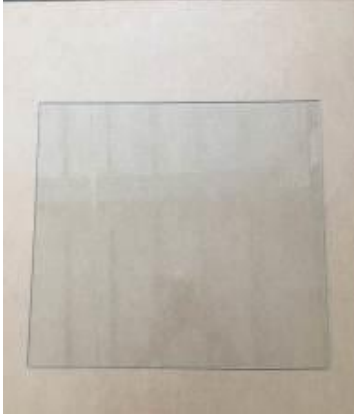


Şekil 6.8. Baskı Makinesi.

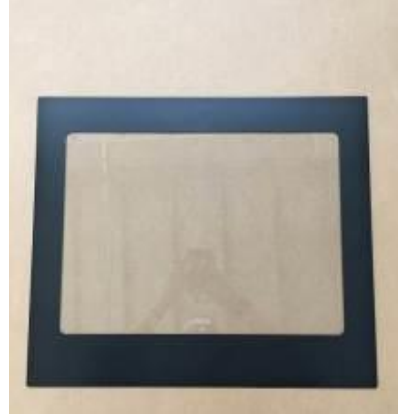


Şekil 6.9. Kurutma makinesi.

Şekil 6.10'da Baskısız cam ve Şekil 6.11'de baskılı cam görülmektedir.



Şekil 6.10. Baskısız Cam.



Şekil 6.11. Baskılı Cam.

6.2.4 Temper Bölümü

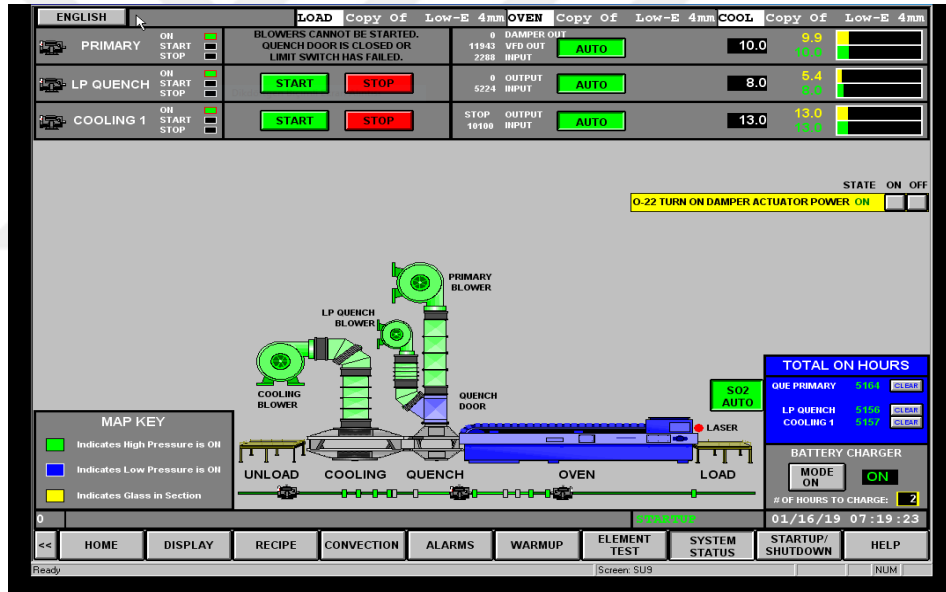
Temperleme işlemi; yatay bir hat üzerinde camın dış yüzeylerine daha fazla basınç gerilimi, cam merkezine ise dolaylı bir çekme gerilimi kazandırmak amacıyla, uygun ölçüde kesilmiş ve kenarları işlenmiş camın, ergime noktasına kadar kontrollü bir şekilde ısıtılıp, hızlıca soğutularak camın yüzeylerine 6000 Pascal basınç ön gerilimi kazandırma aşamalarını içerir. Temperleme işlemi uygulanmamış cam; işlem görmemiş normal camlara göre kırılmaya karşı yaklaşık 4-5 kat daha fazla dayanıklı olduğundan ve kırıldığı zaman zar büyüklüğünde çok küçük, daha az keskin parçalara ayrılarak yaralanma riskini azalttığından dolayı güvenli cam özelliğine sahiptir. Temper işlemi ile ayrıca baskı yapılan boyaların pişmesi sağlanarak cam yüzeyine geçmesi sağlanır.

Temperleme işlemi yapılmış camlara kumlama, koparma, boyama haricinde herhangi bir başka işlem; kesim, delik delme, havsa açma, kenar ve yüzey taşlama işlemleri yapıldığı durumlarda cam patlamaktadır. Bu nedenle temperleme işlemine girecek camın; ölçülendirme, rodajlama, delme vb. ihtiyaç olan işlemlerin temperleme işleminden önce yapılması gereklidir.

Temperleme işlemi uygulanacak camların kenarlarına mutlaka rodaj veya zımpara işlemi uygulanmalı, camın kenarında veya delik kenarında yer alan çapaklar havşa

işlemi yapılarak temizlenmelidir, yoksa cam temperleme işlemi sırasında fırında patlar. Temperleme işlemi uygulanacak camda yer alan deliklerin çapı en az cam kalınlığı kadar olmalıdır. Delik çapının cam kalınlığından küçük olduğu durumda cam temperleme işlemi sırasında fırında patlar. Ayrıca cam üzerinde yer alan delikler cam kenarına çok yakın olmamalı ve belli bir bölgede birbirine yakın konumda yoğunlaşmamalıdır.

İç cam fabrikasında temper prosesi 3 bölümden oluşmaktadır. İlk olarak cam fırında yaklaşık 700-720 derece arasında ısıtılır ve daha sonra quench dediğimiz hızlı soğutma bölgesinde soğutulur. Hızlı soğutma işlemi ile gerilim kazanan camı, ele alınacak sıcaklık seviyesine getirmek için cooling denilen soğutma bölümünde yavaş bir şekilde soğutulur. Şekil 6.12’de temper fırın kullanım ekranı görülmektedir.



Şekil 6.12. Temper prosesi kontrol ekranı.

Şekil 6.13'te temper fırın bölümü, Şekil 6.14'de quench bölümü görülmektedir.



Şekil 6.13. Temper fırın bölümü.



Şekil 6.14. Quench bölümü.

Şekil 6.15'te cooling bölümü görülmektedir.



Şekil 6.15. Cooling bölümü.

6.3 ENDÜSTRİYEL İŞLETME BİLGİLERİ

Yorglass Home Appliances Bolu İşletmesi İç Cam Fabrikası, aylık ortalama 1.000.000 adet cam üretim kapasitesi ile cam işleme sektöründe faaliyet gösteren bir fabrikadır. Bünyesinde bulundurduğu tek parça akışlı 4 hat, 1 kenar işleme makinesi ve temper makinesi ile Temperli iç cam üretmektedir.

2017 Nisan ayında devreye alınan iç cam fabrikası, 3 vardiya düzeninde, 360 gün, yaklaşık 150 personel ile faaliyetini sürdürmektedir. İşletme de yalnızca elektrik enerjisi tüketilmektedir. Tesis kullandığı bu elektriğin tamamını dışarıdan temin etmektedir. Enerjinin verimli kullanımını takip etmek amacı ile ölçüt birim olarak kWh/m² kullanılmaktadır. Bu birim, harcanan enerjinin, depoya geçen sağlam cam m²'sine bölünmesi ile bulunmuştur. Böylelikle, üretilen cam m²'si başına harcanan enerji takip edilebilmektedir.

6.3.1 Endüstriyel İşletmenin Enerji Tüketim Verileri

Fabrikanın 2017 ve 2018 yıllarında enerji tüketimleri, enerji maliyetleri ve üretim metrekareleri Çizelge 6.1 ve Çizelge 6.2 belirtilmiştir.

Çizelge 6.1. 2017 yılı enerji tüketimleri, enerji maliyetleri ve üretim m²

	Toplam Tüketim (kwh)	Birim Fiyat	Fatura Tutarı	Üretim m ²	Kwh/m ²
Nisan	90.649,44	0,1900000	27.554,08	-	-
Mayıs	239.965,44	0,1995139	68.925,33	17.988	13,34
Haziran	193.144,80	0,1995139	58.024,79	16.579	11,65
Temmuz	104.394,24	0,1995139	34.077,23	7.482	13,95
Ağustos	288.099,84	0,2052190	83.636,51	34.712	8,30
Eylül	275.475,00	0,2052190	81.987,16	38.708	7,12
Ekim	336.626,16	0,2052190	98.557,61	50.474	6,67
Kasım	261.250,56	0,2052190	78.873,91	35.364	7,39
Aralık	256.635,84	0,2052190	76.731,38	33.435	7,68
	2.046.241,32			234.742,11	8,72

	Toplam Tüketim (kwh)	Birim Fiyat	Fatura Tutarı	Üretim m ²	Kwh/m ²
Ocak	542.671,20	0,2197350	163.524,30	80.497	6,74
Şubat	570.365,04	0,2197350	177.368,95	79.847	7,14
Mart	636.273,84	0,2197350	196.403,42	82.877	7,68
Nisan	566.059,44	0,2680920	209.828,75	83.040	6,82
Mayıs	732.702,72	0,2440760	240.743,99	89.668	8,17
Haziran	406.095,37	0,2514029	159.170,81	69.310	5,86
Temmuz	671.634,96	0,2828600	264.495,09	108.537	6,19
Ağustos	588.018,00	0,2981805	212.292,00	95.958	6,13
Eylül	681.720,00	0,3045410	280.194,86	103.518	6,59
Ekim	673.812,67	0,3645090	314.294,97	109.863	6,13
Kasım	644.404,80	0,3645090	311.630,07	116.098	5,55
Aralık	507.497,76	0,3645090	248.095,07	84.471	6,01
	5.471.945,72			860.963,64	6,36

Çizelge 6.2. 2018 yılı enerji tüketimleri, enerji maliyetleri ve üretim m²

İç cam fabrikası 2017 enerji tüketim verileri incelendiğinde, mayıs ayında fabrikanın devreye alınması ile enerji tüketimi, üretilen metrekareye göre oldukça yüksek yaklaşık 13 kWh/m² bandında gerçekleşmiştir. Devreye alınma sürecinden sonra üretim hatlarında yaşanan uygunsuzlukların giderilmesi ile enerji yoğunluğunun 2017 yılı sonralarına doğru düştüğü görülmektedir.

İç cam fabrikası 2018 enerji tüketim verileri incelendiğinde yılın ikinci yarısı ile artan üretim performansı ile enerji yoğunluğunda düşüş gerçekleştirilmiştir. Enerji birim fiyatının 2018 yılı içerisindeki artışı ödenen elektrik fatura tutarını ciddi anlamda etkilemiştir. Ocak ayında 542.672 kWh enerji tüketilmesine karşın 163.525 TL ücret ödenirken, aralık ayında 507.498 kWh enerji tüketimine karşılık 248.095 TL fatura ödenmiştir. Yaşanan zamlardan dolayı işletme, fazladan yaklaşık 96.000 TL elektrik faturası ödemiştir. Bu etki göz önüne alındığında faturaya yansıyan negatiflik şirket karlılığına direkt etki etmektedir. Bu da enerjinin daha verimli kullanılması ve üretim performansının artırılması konuları üzerine yoğunlaşılması gerektiğini bize net olarak göstermiştir.

6.3.2 Endüstriyel İşletmenin Enerji Tüketiminin İncelenmesi

İşletme dışından plakalar halinde gelen hammaddeler, çeşitli proseslerde işlenerek son müşteriye gönderilir. Temel olarak işlenecek camlar, Kesim, Kenar İşleme, Baskı, Temper proseslerinden geçmektedirler. Her bir proses içerisinde enerji tüketen makine ekipmanlar bulundurmaktadır. Çizelge 6.3'te 2018 Ekim ayı iç cam fabrikası enerji tüketim verileri görülmektedir.

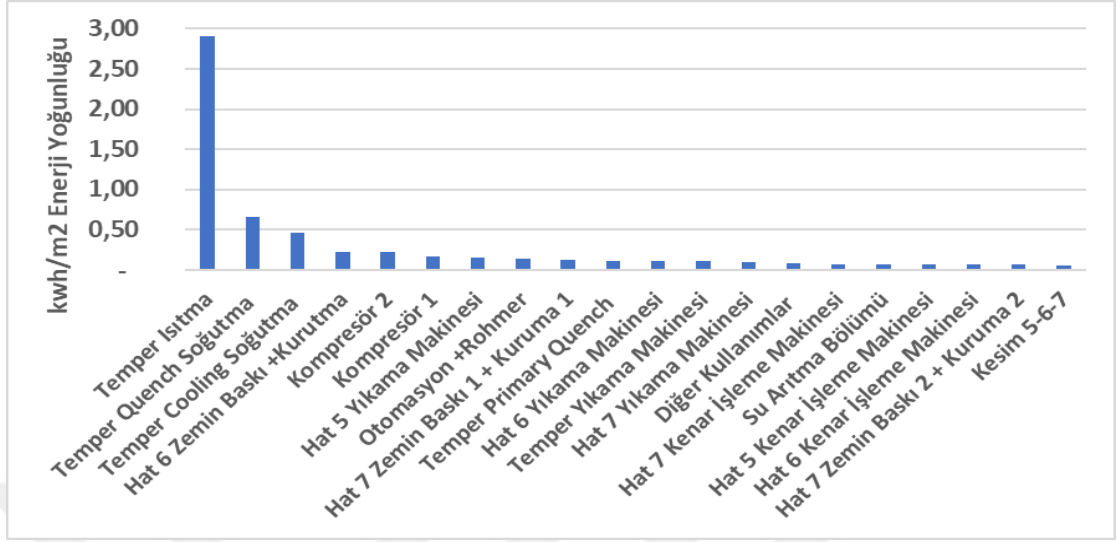
Çizelge 6.3'te 2018 ekim ayında harcanan enerji miktarı ve üretim metrekaresi ile ilişkisi verilmiştir. İşletmede enerji verimliliği, m² başına harcanan kwh üzerinden takip edilmektedir. Bu birim enerji yoğunluğu anlamına gelmektedir. Yapılacak çalışmalar enerji yoğunluğu yüksek makine ve ekipmanlar üzerinden olacaktır.

Çizelge 6.3. Ekim 2018 enerji tüketim analizleri.

Hat / Proses / Makine		Harcanan kWh	Harcama Oranı	m2 Başına Harcanan Enerji
Kesim	Kesim 5-6-7	5.498,76	0,8%	0,05
Hat 5	Kenar İşleme Makinesi	7.446,24	1,1%	0,07
	Yıkama Makinesi	17.269,55	2,6%	0,16
	Logo Baskı + Otomasyon + Rohmer + Yıkama	14.921,12	2,2%	0,14
Hat 6	Kenar İşleme Makinesi	7.417,60	1,1%	0,07
	Yıkama Makinesi	11.713,51	1,7%	0,11
	Zemin Baskı +Kurutma	23.856,61	3,5%	0,22
Hat 7	Kenar İşleme Makinesi	8.019,03	1,2%	0,07
	Yıkama Makinesi	9.716,00	1,4%	0,09
	Zemin Baskı 1 + Kuruma 1	13.852,00	2,1%	0,13
	Zemin Baskı 2 + Kuruma 2	6.987,00	1,0%	0,06
Temper	Isıtma Bölümü	340.302,86	50,5%	3,09
	Quench Soğutma Bölümü	72.056,00	10,7%	0,66
	Cooling Soğutma Bölümü	50.683,00	7,5%	0,46
	Primary Quench Bölümü	12.544,05	1,9%	0,11
	Yıkama Makinesi	11.713,51	1,7%	0,11
Ortak	Su Arıtma Bölümü	7.864,00	1,2%	0,07
	Kompresör 1	18.586,96	2,8%	0,17
	Kompresör 2	23.799,33	3,5%	0,22
	Diğer Kullanımlar	9.565,55	1,4%	0,09
Toplam		673.812,67	100%	6,13

Çizelge 6.4'te görüldüğü üzere temper bölümü hem camın ısıtılmasında hem de soğutulmasında en fazla enerji harcayarak enerji tüketimini arttıran ilk 3 prosesi bünyesinde bulundurmaktadır. Enerjinin harcanma yüzdesine bakacak olursak iç cam işletmesinin enerjisinin %72'lik bölümü temper bölümü tarafından kullanılmaktadır. Temper bölümünden sonra en çok enerji harcayan makinelere bakıldığında baskılı camların kurutmada görevli olan kurutma makinelerinin olduğu görülmektedir. 3 hatta bulunan kurutma makineleri, iç cam işletmesinin enerjisinin yaklaşık %7'sini kullanmaktadır. İşletmenin basınçlı hava ihtiyaçlarını karşılayan kompresörler ise, enerji yoğunluğu bakımından kurutmalardan sonra kendine yer bulmaktadır. Kullanım verileri incelendiğinde diğer kullanımlar ismi ile enerji harcaması görülmektedir. Diğer kullanım içerisinde, işletmede kullanılan klimalar, aydınlatma lambaları, Forklift akü şarj cihazları vb. gibi cihazlar bulunmaktadır.

Çizelge 6.4. makinelerin m² başına harcadıkları enerji.



BÖLÜM 7

İŞLETMEDE ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTTIRACAK ÇALIŞMALAR

7.1 Temper Makinesi Enerji Verimlilik Çalışması

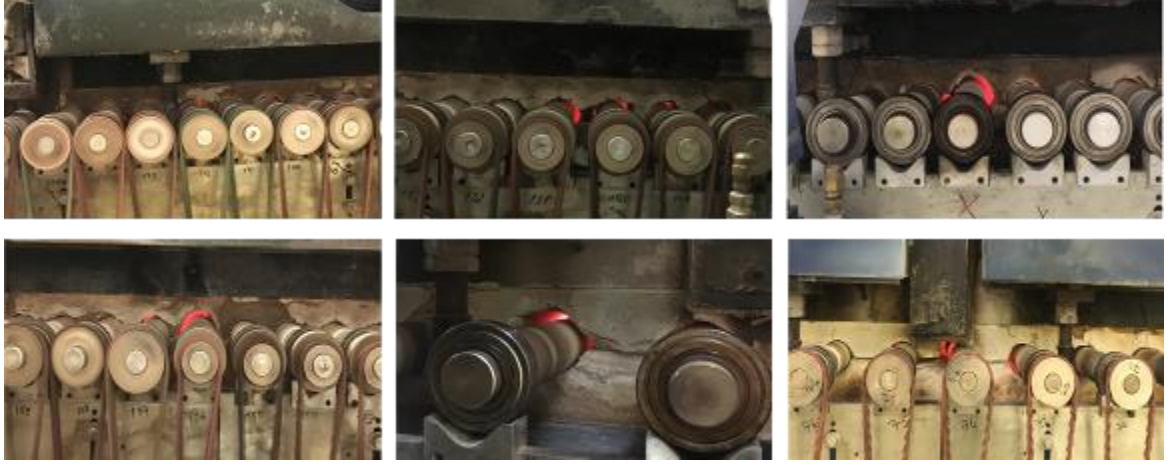
İşletme de birim metre kare başına en çok enerji temper ısıtma bölümünde harcanmaktadır. Bu nedenle bu kısımda yapılacak iyileştirmeler özgül enerji yoğunluğunun düşürülmesinde büyük pay sahibi olacaktır. Temper ısıtma bölümü incelendiğinde dış duvar kayıplarının çok olduğu ve üretim hatlarının temperi beslemekte eksik kaldığı görülmektedir.

7.1.1 Yalıtım Çalışması

Fırınlarda duvar kayıpları, ısının duvar, tavan ve tabandan ışıyım ve taşınım ile kaybedilmesi sonucunda oluşmaktadır. Isı fırının dış yüzeylerine ulaştığında ortama yayılır veya hava akımları nedeni ile kaybedilir [14].

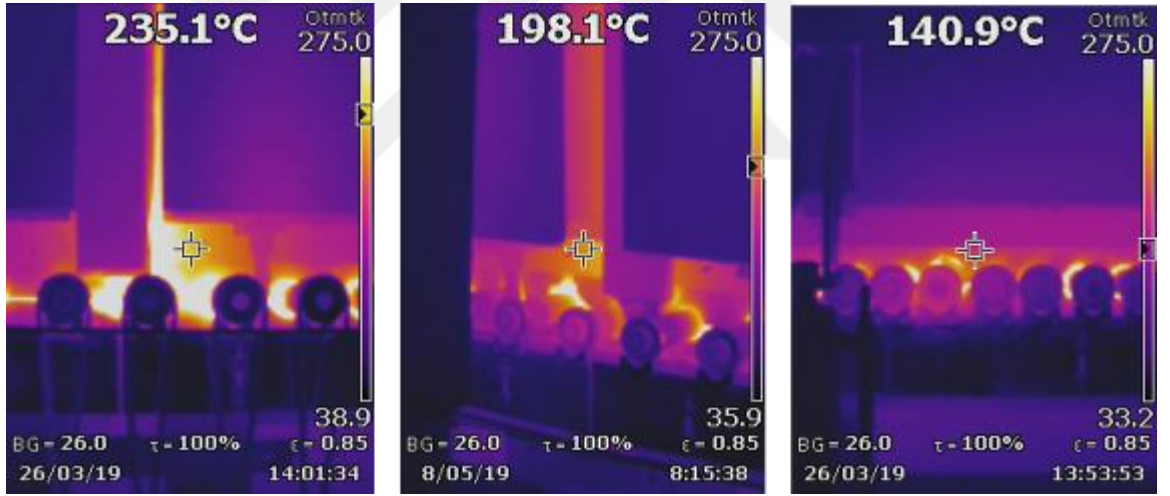
Modern fırınlar, en iyi şekilde yalıtılmış olsalar dahi taşınım ve ışıyım yolu ile kaybedilen ısılar fırınların enerji verimliliği üzerinde önemli bir etki oluşturmaktadır. Fırın yüzey sıcaklığını, ortam sıcaklığından yaklaşık 30-40 derece üstündeki bir değere kadar azaltacak şekilde tasarlanan bir yalıtım, bu tip kayıpları minimum seviyeye indirmek açısından yeterli ve uygun olacaktır [14].

İç cam işletmesi temper fırını yalıtım duvarlarını incelediğimizde Şekil 7.1'de yer alan fotoğraflarda duvarların durumu görülmektedir. Görüldüğü üzere temper yalıtımında ciddi problemler bulunmaktadır. Yaklaşık 720 derecede çalışan temper ısıtma bölümünde bu açıklıklardan kaçan ısı nedeniyle enerji israfı yaşanmaktadır.



Şekil 7.1. Temper ısıtma bölümü yalıtım sorunları.

Yalıtım sorunlarının olduğu alanların termal kamera görüntüleri şekil 7.2'de gösterilmiştir.



Şekil 7.2. Temper yalıtım problemleri termal kamera görüntüleri.

Mevcut durumda duvarların iyileştirilmesi gerektiği görülmektedir. Bu amaçla yatırım planlaması yapılmıştır.

Yatırım için yaklaşık 100.000 TL bütçelenmiştir. Bu amaçla özellikle hasar gören duvarların değişimi ve onarılması gerçekleştirilmiştir. şekil 7.3'te duvarların önce ve sonra resimleri görülmektedir.



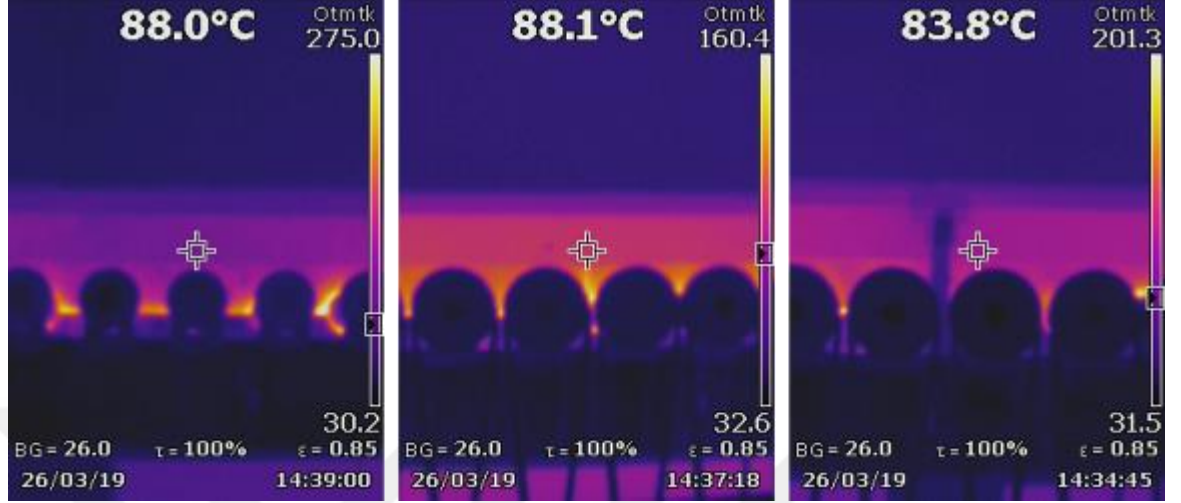
şekil 7.3. Temper yalıtım önce-sonra fotoğrafları.

şekil 7.4'te Temper yalıtım sonrası açıklıkların kapandığı gözlemlenmiştir.



şekil 7.4 Temper yalıtım sonrası fotoğrafları.

Şekil 7.5'te yalıtımların düzeltilmesi sonrası termal kamera görüntüleri görülmektedir.



Şekil 7.5. Temper yalıtım sonrası termal kamera fotoğrafları.

Yalıtım iyileştirme çalışmalarından önceki son 3 ay üretim verilerine bakıldığında ısıtma bölümü 309.258 kWh enerji harcıyıp toplamda 100.988 metrekare üretim yapılmıştır. Mevcut durumda temper ısıtma bölümü metrekare başına 3,06 kWh enerji harcamaktadır. Yalıtımların değiştirilmesi ve onarılması ile 2 aylık temper ısıtma enerji tüketimleri incelendiğinde ortalama 268.115 kWh enerji harcadığı, ortalama 98.046 metrekare cam üretim yapıldığı görülmüştür. Yalıtımların iyileştirilmesi ile temper ısıtma bölümü metrekare başına 2,73 kWh harcamaktadır. Metrekare başına 0,33 kWh kazanç sağlanmıştır.

Yıllık üretim kapasitesi 2.160.000 metrekaredir, metrekare başına 0,33 kWh kazanç ile toplamda 712.800 kWh kazanç sağlanmıştır. Toplamda Türk lirası cinsinden kazanç 356.400 TL'dir. Yapılan tüm işlemler için toplamda 100.000 TL harcanmıştır. Yatırım kendini 4 ayda geri ödemektedir.

7.1.2 Temper Besleme Hattı Çalışması

İç cam fabrikası üretim hatları incelendiğinde temper fırını besleyen 3 hat bulunmaktadır. Üretimin doğasından gelen ayar, arıza, kalite kaynaklı duruşlar, ömürlü malzeme değişimleri, makine performanslarını belirleyen küçük duruşlar gibi duruşlar, temper makinesinin tam kapasite ile beslenmesini engellemektedir. Bu nedenle 4. bir yan besleme yatırımı ile bu duruşlar neticesinde temperin tam kapasite doldurulması sağlanabilir.

İlk olarak temperin çalışma hızı, çalışma zamanı ve genişliğinden yararlanılarak temper fırının %100 verim ile ne kadar m² cam temperleyebileceği bulunacaktır. Bu metrekareye sektör dilinde temper çarşaf metrekaresi denmektedir. Aşağıda yapılan hesaplamalarda görüldüğü üzere 7,5 saat çalışma süresinde, sektör içerisinde kabul gören temper fırını doldurma OEE'si (Overall Equipment Effectiveness) ile temperin yapabileceği maksimum metrekare görülmektedir. İç cam işletmesi üretim raporları incelendiğinde 7,5 saatlik bir vardiyada ortalama 2.500 metrekare cam temperlediği görülmektedir. Yeni kurulacak besleme hattı ile tempere fırınına yaklaşık 750 metrekare cam gönderilmesi hedeflenmektedir. Çizelge 7.1'de temper fırını kapasite hesaplaması görülmektedir.

Çizelge 7.1. Temper kapasite hesaplaması.

Temper Hızı	480 m/h	8 m/dk	0,133 m/sn.	
Çalışma Zamanı	7,5 h	450 dk	27.000 sn.	
Temper Genişliği	1,2 m	1200 mm		
Temperin Alacağı Yol	480 m/h x 7,5 h =	3.600 m		
Çarşaf Metrekare (7.5 Saatlik Vardiya)	3.600 m x 1,2 m = Temperin Alacağı Yol x Temper Genişliği =			4.320 metrekare
OEE'le Temper Kapasitesi (7.5 Saatlik Vardiya)	4.320 x 0.75 OEE = Çarşaf m ² x 0.75 OEE =			3.240 metrekare

Temper besleme hattının kurulması için 1 adet CNC kenar işleme makinesi, 1 adet yıkama makinesi, 1 adet baskı makinesi, 1 adet temper beslemek için camları hazır olarak bekleteceğimiz buffer ve aktarma konveyörlerine ihtiyaç vardır. Bu malzemeler üzerinden yatırım maliyeti yaklaşık 800.000 TL tutarındadır. Ayrıca kurulacak olan hat vardiyada yaklaşık 700 kWh enerji harcayacaktır.

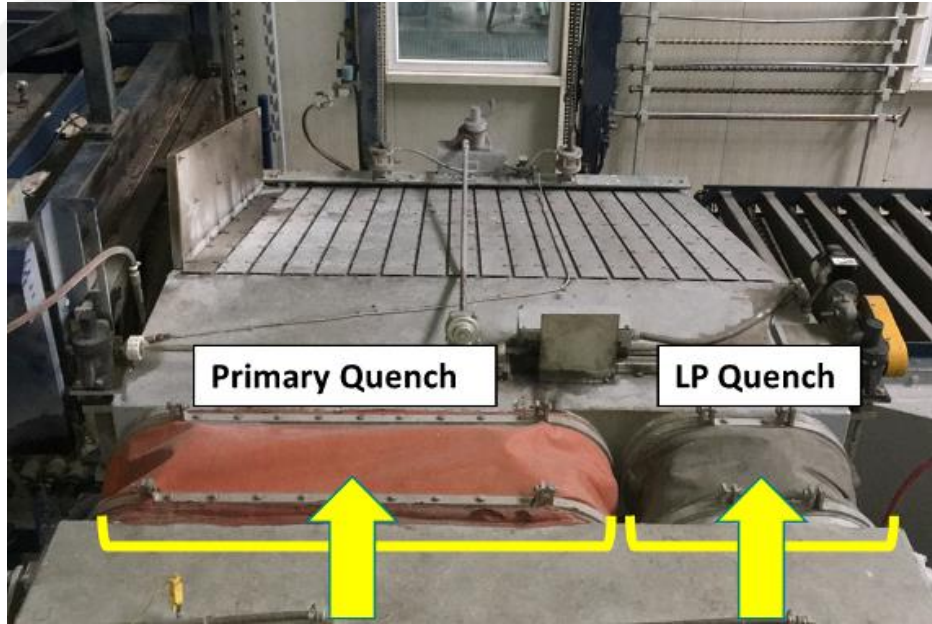
Yapılacak yatırım sonunda kazanç miktarını şu şekilde hesaplayabiliriz. Besleme hattı ile tempere fırınına cam beslenmesi sonucunda fırının ısıtma bölümünün çektiği enerji miktarı artacakken Quench ve Cooling hatlarının enerji tüketimlerinde bir artış olmayacaktır. Şöyle ki fırın içine yatırımdan önce 7,5 saatte 2.500 metrekare cam girerken, yatırım ile bu 3.240 metrekare olması hedeflenmektedir. Bu da fırın rezistanslarının daha çok çalışmasına sebep olacaktır. Fırının ısıtma bölümü metrekare başına ortalama 2,73 kWh enerji harcamaktadır. 740 metrekare camı temperleme işlemi için toplamda ekstradan 2.020 kWh enerji harcanacaktır. Soğutma bölümünde kullanılan hava ise fırın dolu ya da boş olsun sürekli hava üflediğinden enerjisinde bir değişme olmayacaktır. Yani kısaca beslemek hattının hat olarak harcadığı enerji üzerine ek olarak yalnızca fırın ısıtma bölümünde enerji artışına sebep olacaktır. İç cam fabrikası, 2.400 metrekare cam ürettiği ortalama 13.900 kWh enerji harcamaktadır ve hesaplama yapıldığında özgül enerji yoğunluğu 5,80 kWh/m² çıkmaktadır. Yatırım sonrası ise 3.240 metrekare cam üretimi için toplamda yaklaşık 16.200 kWh enerji harcayacaktır ve bakıldığında özgül enerji yoğunluğu 5 kWh/m² düşecektir. Yatırım sonrası harcanan enerjiye 740 metrekare camın temper ısıtma katsayısı ile çarpımı sonucu harcanan enerjisi ve kurulan besleme hattının enerjisi dahil edilmiştir.

Yatırım sonucunda özgül enerji yoğunluğunda 7,5 saatlik bir vardiya için yaklaşık 0,8 kWh/m² düşüş sağlanmıştır. 3V çalışan iç cam fabrikası 12 ay hizmet vermektedir. Yıllık 2.160.000 metrekare cam kapasitesi ile çalışan iç cam fabrikası, yapılan yatırım ile özgül enerji yoğunluğunun 0,8 kWh/m² düşmesi ile 1.728.000 kWh enerji kazancı sağlamıştır. Bu kazancın Türk lirası (1 kWh: 0,50 TL) karşılığı ise 864.000 TL'dir.

Yatırım maliyetlerinin toplamına baktığımızda makine yatırımları 800.000 TL, makinelerde görevlendirecek 3 adet operatörlerin işverene toplam maliyeti 150.000 TL'dir. Toplam maliyet 950.000 TL'dir. Enerji verimliliği sonucunda kazanç ise toplamda 864.000 TL'dir. Yatırım kendini 13 Ayda amorti etmektedir.

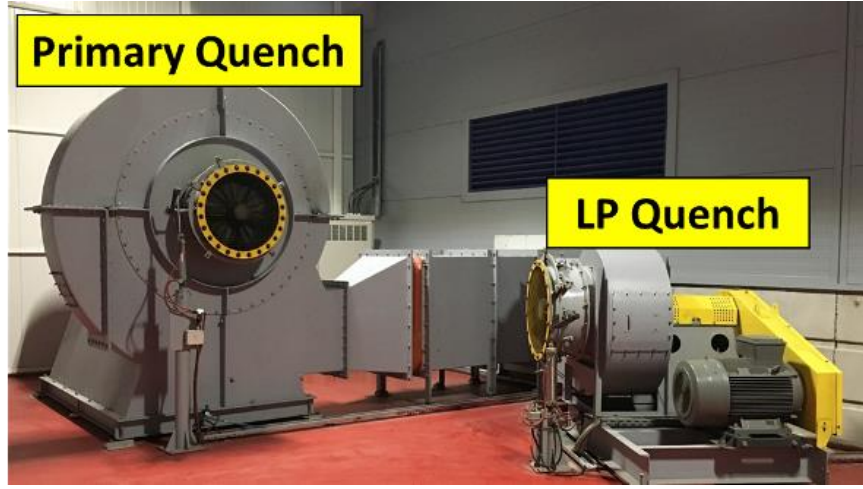
7.2 Quench Makinesi Enerji Verimlilik Çalışması

Quench makinesi, Temper prosesinin en önemli adımıdır. Temper işlemi bu bölümde meydana gelir. Fırından yaklaşık 600 °C çıkan cama aniden yüksek basınçlı hava verildiği yerdir. Yüksek basınçlı 2 adet elektrik motoru ile sağlanmaktadır. Bunlardan biri low pressure Quench 75 kW, diğeri ise primary quench 355 kW büyüklüğündedir. Primary Quench sürücü ile çalışırken, Low pressure Quench yıldız üçgen bağlantı ile çalışmaktadır. Şekil 7.6'da temper Quench bölümleri görülmektedir.



Şekil 7.6. Quench Bölümleri.

Şekil 7.7’de Quench motorları görülmektedir.



Şekil 7.7. Quench Motorları.

Mevcut durumda 75 kW low pressure Quench motor kullanımı %5 iken, 355 kW Primary Quench %95 oranında kullanılmaktaydı. Yapılan çalışma ile ihtiyaç duyulan hava miktarını, maksimum olarak 75 kW gücündeki Low Pressure Quench’ten sağlanması ve 355 kW gücündeki Primary Quench’in çalışma yükünü azaltılması (%45 oranına kadar) ile enerji tasarrufu sağlamak hedeflenmiştir.

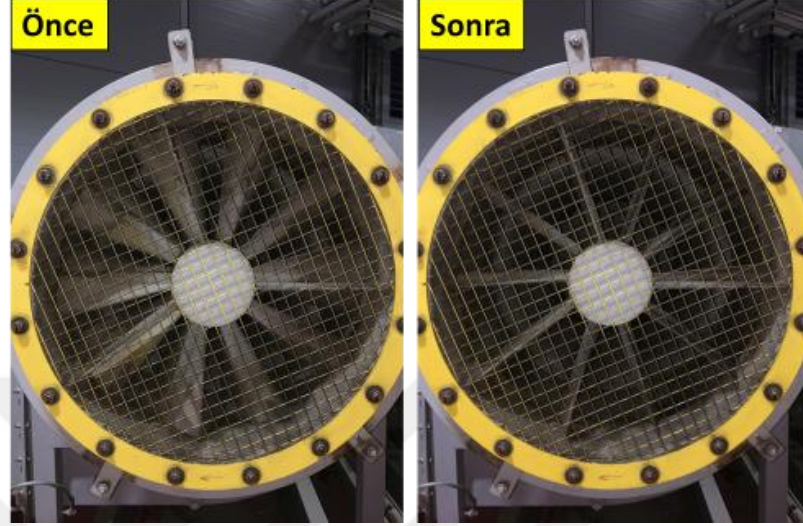
Çizelge 7.2’de çalışmalar öncesi Quench motorları enerji tüketimleri görülmektedir.

Çizelge 7.2. Mevcut durumda quench motorları enerji tüketim verileri.

	ARITMA (kWh) 87	KOMP 1 (kWh) 591	KOMP 2 (kWh) 554	
4	Low Pressure Quench (kWh) 273	Cooling Fan (kWh) 902	Primary Quench (kWh) 1.814	TEMPER1 ISITMA (kWh) 7.356

Mevcut durumda Quench bölümü vardiyada ortalama 2.073 kwh harcamaktadır. Yapılan çalışma ile low pressure Quench fanları %100 açılmış ve motor tam yük çalıştırılmıştır, 75 kW büyüklüğündeki motorun tam yük çalışması ile 355 kW

büyükliğindeki motorun yükü düşürülmüş ve ihtiyaç duyulan hava miktarı bu şekilde sağlanmıştır. Şekil 7.8’de low pressur Quench fan klepeleri önce sonra fotoğrafları görülmektedir.



Şekil 7.8. Low pressure quench fanı önce sonra durumu.

Çizelge 7.3’te çalışmalar sonrası Quench motorları enerji tüketimleri görülmektedir.

Çizelge 7.3. İyileştirme çalışmasından sonra quench motorları enerji tüketim verileri.

ARITMA (kWh) 118	KOMP 1 (kWh) 599	KOMP 2 (kWh) 571	
Low Pressure Quench (kWh) 475	Cooling Fan (kWh) 759	Primary Quench (kWh) 423	TEMPER1 ISITMA (kWh) 8.083

Yapılan çalışma sonrasında Quench bölümü vardiyada toplamda yaklaşık 900 kwh enerji harcamaktadır. Hiçbir yatırım maliyeti olmadan yıllık yaklaşık 900.000 kwh enerji tasarrufu sağlanmıştır. Bu da yaklaşık 450.000 TL enerji tasarruf demektedir.

7.3 Cooling Makinesi Enerji Verimlilik Çalışması

Camın quench bölümünde temper işlemi bittikten sonra basınçlı hava ile alttan ve üstten soğutulduğu bölümdür. Basınçlı hava 132 kW'lık elektrik motorundan karşılanmaktadır. Motor yıldız-üçgen bağlantı ile çalışmaktadır. Şekil 7.9'da Cooling fan motoru görülmektedir.



Şekil 7.9. Cooling elektrik motoru.

Cooling'ten üflenen havanın miktarı vardiya içerisinde değişkenlik göstermektedir. Ayrıca ortamda bulunan havanın sıcaklığı da camın soğutulmasında etkili olduğundan motor çalışma yükünde değişkenlikler olmasına neden olmaktadır.

Standart motorlardan kullanılan havanın hacmi, sönümlendirici denilen bir koruma plakasıyla kontrol edilir. Motor hızı sabit olduğundan hava hacminin azalması enerji tüketimini çok azaltmaz. İnverter ile tahrik edilen motorlarda ise hava hacmi, çıkış

frekansını düşürerek azaltılabilen motor hızıyla kontrol edilir. Hava hacminin azaltılması büyük miktarda enerji tasarrufuna olanak sağlar.

Mevcut durumda Cooling fan motoru vardiyada ortalama 825 kWh'lik enerji harcamaktadır. Yapılacak sürücü uygulaması yatırım ile enerji verimliliği sağlanması amaçlanmaktadır.

Şekil 7.10'da inverter yatırımı görülmektedir.



Şekil 7.10. inverter yatırımı.

Vardiyalık ortalama 825 kWh enerji harcayan Cooling fan motoru, yatırımdan sonra vardiyalık ortalama 550 kWh enerji harcamaktadır. Vardiyalık 275 kWh kazanç sağlanmıştır.

Maliyet

27.000 TL Sürücü Uygulaması

Kazanç

Vardiyada 275 kWh

Günde 550 kWh

Ayda 14.300 kWh

Yılda 64.450 kWh (TL Cinsinden Kazanç: 82.225 TL/Yıl)

Geri ödeme Süresi: 4 Ay

7.4 Kurutma Makineleri Enerji Verimlilik Çalışması

İç cam işletmesinde kurutma makineleri, baskı prosesinden çıkan camların kurutma ve soğutulması işlemlerini gerçekleştirmede kullanılmaktadır. İşletme de 3 adet seri üretim hattı (Hat 5, Hat 6 ve Hat 7) bulunmaktadır, bu hatların yalnızca ikisinde kurutma makineleri bulunmaktadır. Hat 5 üzerinde kurutma bulunmazken, Hat 6 üzerinde 1 adet, hat 7 üzerinde ise 2 adet kurutma makinesi bulunmaktadır. Bunun sebebi üretim çeşitliliğidir. Hat 6 üzerinde 1 baskılı camlar yapılırken, hat 7 üzerinde 2 baskılı camlar yapılmaktadır. Bu nedenle hat 7 üzerinde 1 adet kurutma makinesi diğer hatta göre ekstra olarak bulunmaktadır.

Mevcut durumda kullanılan kurutma makineleri 3 adettir ve bu 3 kurutmada birbirleri ile aynıdır. Tek kurutma vardiyalık yaklaşık 450 kWh enerji harcamaktadır. 2 adet kurutma vardiyalık tam kapasite ile çalışırken 7. Hat üzerinde bulunan 1 adet kurutma, tek baskılı ya da iki baskılı cam üretme durumuna göre açılmaktadır. Veriler incelendiğinde hat 7 üzerinde üretilen camların %40'ının iki baskılı olduğu ve %60'ının tek baskılı olduğu görülmüştür. Bu, bir kurutmanın aylık %40 oranında çalıştığını göstermektedir. 3V çalışan bir işletme için düşündüğümüzde kurutma için bir yılda Hat 6 yaklaşık 400.000 kWh, Hat 7 ise iki kurutma makinesine sahip olmasından dolayı yaklaşık 550.000 kWh enerji harcayacaktır. Toplamda iç cam işletmesinde kurutmalar için harcanması beklenen enerji 950.000 kwh olması beklenmektedir.

İşletme üretim hatları, camları tempere ortak bir proses de gönderebilmek adına temper girişinde bir adet otomasyon prosesine sahiptir. Bura da üç hattan gelen camlar birleşerek arka arkaya temper prosesine gönderilir. Yapılacak yatırım ile, hatların birleştiği otomasyon bölümünün çıkışına, ortak bir kurutma konularak hatlar üzerinde bulunan 2 adet kurutmanın kaldırılması planlanmaktadır. Bu şekilde 3 hat için kurutma imkânı sağlanacak, hat 6 kurutma makinesi ve hat 7 kurutma makinelerinden biri kaldırılacaktır. Ayrıca daha önce temper besleme hattı yatırımından söz edilmişti, ortak kurutma kurulması sayesinde yeni kurulacak olan Hat 8 besleme hattı için kurutma alınmasına gerek kalmamıştır. Böylelikle hem kurutma maliyetinden hem de kurutmanın harcayacağı enerji maliyetinden kazanç

sağlanmış olacaktır.

Maliyeti

Ortak Kurutma Makinesi Alınması: 200.000 TL

Ortak Kurutma Makinesi Yıllık Enerji Tüketimi: 600.000 kWh

TL Cinsinden Ortak Kurutma Makinesi Yıllık Enerji Tüketimi: 300.000 TL

Kazanç

Mevcut Kurutmalar Yıllık Enerji Tüketimi: 950.000 kWh

Yeni Kurulan Hat Kurutma Maliyeti: 200.000 TL (Ortak Kurutma ile Gerek Kalmadı)

Yeni Kurulan Hat Kurutma Enerji: 400.000 kWh (Ortak Kurutma ile Gerek Kalmadı)

Bir Yılda Enerji Tasarrufu: 1.350.000 kWh

TL Cinsinden Tasarruf: 675.000 TL/Yıl

Yapılacak yatırımın geri ödeme süresi hesaplanırken maliyetler kısmında kurutma makinesinin alınması ve alınan kurutma makinesinin yıllık enerji tüketimi bulunmaktadır. Kazanç kısmında kaldırılacak iki adet kurutmadan elde edilen enerji tasarrufu, yeni kurulacak besleme hattında ihtiyaç duyulacak ancak ortak kurutma kurulması nedeni ile gerek kalmayan kurutma yatırım maliyeti ve bu kurutmanın enerji tüketiminden elde edilen kazanç yer almaktadır. Tüm bunlar ele alındığında toplam gider 500.000 TL, toplam tasarruf ise 875.000 TL olmaktadır. Ortak kurutma yatırımı kendini yaklaşık 7 ayda geri ödemektedir.

7.5 Yıkama Makineleri Enerji Verimlilik Çalışması

İç cam işletmesinde yıkama makinelerinin genel fabrikada harcadığı enerji yaklaşık %9-10'luk bir dilimi oluşturmaktadır. Yıkama makineleri incelendiğinde, yıkama işleminde kullanılan sıcak suyun rezistansların kazandaki suyu ısıtması suretiyle sağlandığı görülmüştür. Yapılan ölçümlerde yıkama sıcaklıkları kapatıldığında vardiyada ortalama 190 kWh enerji harcayan yıkama makineleri, rezistanslar devreye alındığında ise ortalama 350 kWh enerji harcamaktadır. İşletmede 6 adet aynı marka yıkama makinesi olduğu düşünülürse toplamda yaklaşık vardiya da 960 kWh enerji tasarrufu sağlamak mümkündür. Bahsedilen enerji tasarrufunu sağlamak için yıkama makinelerine sıcak suyun hazır olarak gelmesi gerekmektedir. Yıkama suyu kendisi ısıttığında rezistanslar yaklaşık vardiyada 960 kWh enerji harcamaktadır.

Yıkamaların kaliteli bir şekilde cam yıkaması için ihtiyacı olan sıcak suyu, iç cam işletmesinde basınçlı hava ihtiyacını karşılamak için kullanılan kompresörlerden çıkan atık ısının, tasarlanan ısı geri kazanım ünitesi ile %80'inden fazlası tekrar kazanılabilir ve su ısıtılarak yıkamalara gönderilebilir.

Basınçlı hava, sanayi sektörü için en önemli araçlardan biridir. Aynı zamanda en büyük enerji tüketicilerinden de biridir. Dolayısıyla basınçlı hava sistemlerinde yapılan tasarrufların maliyet ve çevre üzerinde önemli bir etkisi olmaktadır. Elektrik enerjisinin %94'üne kadar sıkıştırma ısısı dönüştürülür. Enerji geri kazanımı olmadan, bu ısı soğutma sistemi ve radyasyon yoluyla atmosfere kaybolur [61].

Sıkıştırılmış hava sisteminden geri kazanılan sıcak su sıhhi amaçlar, alan ısıtma için kullanılabilir ve özellikle proses uygulamaları için uygundur. Sıcak suyun kazan ön beslemesi olarak veya doğrudan 70-90 ° C sıcak su gerektiren işlemlerde kullanılması, doğal gaz ve ısıtma yağı gibi pahalı enerji kaynaklarından tasarruf edilebilmesini sağlar [61].

İşletme bünyesinde bulunan kompresörlerin yapılan teknik fizibilite çalışmaları neticesinde kompresör revizyonu ve tesisat işlemleri için alınan teklif toplamda

170.000 TL'dir. Bunun 60.000 TL'si kompresör revizyonu iken 110.000 TL'si tesisat işlemleri ve işçiliktir. Yatırımın geri dönüşüm süresi aşağıda hesaplanmıştır.

Maliyet

60.000 TL Kompresör Revizyonu

110.000 TL Tesisat İşlemleri ve İşçilik

Toplam Maliyet: 170.000 TL

Kazanç

Vardiyada 800 kWh (Kurulan Sistem İçin Kayıplar Düşülünce Net Kazanç)

Günde 2.400 kWh

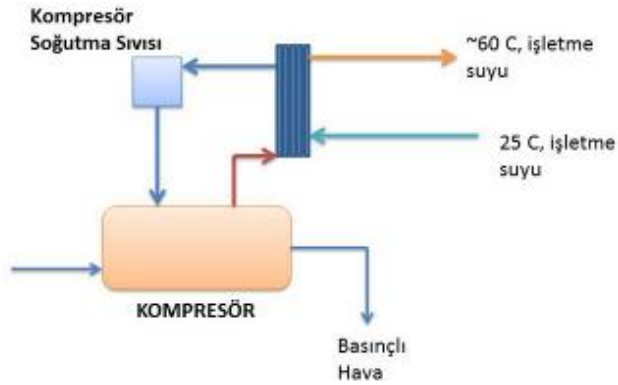
Ayda 62.400 kWh

Yılda 686.400 kWh

TL Cinsinden Kazanç: 343.200 TL/Yıl

Geri ödeme Süresi: 6 Ay

Yukarıda yapılan hesap neticesinde kompresör atık ısısından yıkamalar için sıcak su elde edilmesi yatırımı kendini 6 ayda amorti etmektedir. Bu şekilde hem yıkamalarda sıcak su için kullanılan rezistansların kullanımı önlenecek hem de kompresörün atık ısısı kullanılarak enerji verimliliği sağlanacaktır. Şekil 7.11'de örnek bir kompresör atık ısı kazanım devresi görülmektedir.



Şekil 7.11. Kompresör atık ısı kazanımı.

7.6 Elektrik Motorları Verimlilik Çalışması

Elektrik motorlarının sanayi işletmelerindeki elektrik tüketim miktarları küçümsenmeyecek kadar yüksektir. Bu nedenle bu sistemler yapılacak enerji verimliliği çalışmaları büyük öneme sahiptir. Bu bölümde elektrik motorlarının verimlilik sınıfları ve motorlarda yapılabilecek tasarruf imkanlarından bahsedilecektir.

Cam sektöründe kullanılan elektrik motorları çeşitli güçlerde olmaktadır. İşlenecek camların proseslerden geçirilmesinden cama tanecikli yapı kazandırmak için uygulanacak olan havanın sağlanmasına kadar geçen her aşamada elektrik motorlarının kullanımı görmek mümkündür. 2,2 kW'tan 355 kW'a kadar çeşitli güçlerde motorlar cam işleme sektöründe kullanılmaktadır.

Elektrik motorlarında verimlilik durumunun belirlenmesi için standartlar bulunmaktadır. 2008 yılında Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) 3 fazlı asenkron motorların verimlilik sınıflarını uyumlu hale getirebilmek için IEC/EN 60034-30 standardını geliştirmiştir. Şekil 7.12'de elektrik motorları verim standartları görülmektedir.

Bu standarda göre verim sınıfları;



Şekil 7.12. Elektrik motorları enerji sınıfları [53].

Enerji giderleri, sanayi işletmelerinin masrafları arasında en büyük paya sahiptir. Bu neden ile enerji giderlerini azaltmak hem istenen enerji tasarrufunu sağlayacak hem de işletmelerin verimini arttıracaktır. İşletmelerde kullanılmakta olan herhangi bir standart AC motorun yıllık kullanım saati ve toplamda kullanıldığı süre (yıl olarak) arttıkça, bu motorla ilgili ilk satın alma maliyeti; işletme masraflarının yanında ihmal edilebilir bir yüzdeye düşecektir. Bu motorun gücü arttıkça bu yüzde daha da düşecektir. Standart bir AC motorun çalışma süresi boyunca oluşturduğu toplam masrafların %97' sini enerji giderleri oluşturur. Geri kalan %3' lük pay ise satın alma, montaj ve bakım masraflarıdır [62].

Uluslararası Elektroteknik Komisyonu, tek ve üç fazlı motorlar için 4 farklı enerji verimliliği sınıfını (IE1, IE2, IE3, IE4) tanımlayan bir uluslararası standart yayınlamıştır. Türkiye'de "Elektrik Motorları ile ilgili Çevreye Duyarlı Tasarım Gereklere Dair Tebliğ'e göre 1/1/2015 tarihinden itibaren anma gücü 7.5 kW ile 375 kW arasında olup kullanıma sunulan motorların verimlilik sınıfının en düşük IE3 olması veya IE2 olarak motorun değişken hız sürücüsü ile kontrol edilmesi zorunluluğu belirtilmiştir. 2017 yılından itibaren ise piyasaya sürülecek her bir 0.75 kW ile 375 kW arası motorun bu şartları sağlaması zorunludur. IE sınıfları, daha önce kullanılan CEMEP EFF sınıflarının yerini alacak şekilde aşağıdaki gibi tanımlanmıştır [63].

Çizelge 7.4'te iç cam işletmesinde kullanılan elektrik motorlarının, "Süper Premium Verimli (IE4)" motorları ile değiştirilmesi durumundaki yatırım geri dönüşüm süreleri gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü üzere motorların yatırım geri dönüşüm süreleri 13 aydan 122 aya kadar çıkmaktadır.

Amortisman süreleri dikkate alınarak düşük verimli motorların, IE4 verimli motorlar ile değiştirilmesi ile elektrik motorlarında enerji verimliliği sağlanacaktır.

Çizelge 7.4. İç cam işletmesi elektrik motorları IE4 geri dönüşüm tablosu.

Görev	Çalışma Bölgesi	Etiket Gücü (kW)	Devir (d/dk)	Verimlilik Sınıfı	Çalışma Yüğü	Verimlilik (%)	Yıllık Çalışma Saati	Saatlik kW (TL)	Yeni Verimlilik Sınıfı	IE4 Verimlilik	Birim Fiyatı (TL)	IE4 Kazanç (TL)	Amortisman (Ay)
Kesim 5-6	Kesim 5 Toplama Masası	5,5	3000	IE3	100%	89,50%	6.500	0,55	IE4	90,90%	1.221	338,36	43
	Kesim 6 Toplama Masası	5,5	3000	IE3	100%	89,50%	6.500	0,55	IE4	90,90%	1.221	338,36	43
Hat 5-6-7 Kenar İşleme	Hat 5 1. Miscollectör	11	3000	IE3	100%	88,00%	6.500	0,55	IE4	92,60%	2.349	2.220	13
	Hat 5 2. Miscollectör	11	3000	IE3	100%	88,00%	6.500	0,55	IE4	92,60%	2.349	2.220	13
	Hat 6 1. Miscollectör	11	3000	IE3	100%	88,00%	6.500	0,55	IE4	92,60%	2.349	2.220	13
	Hat 6 2. Miscollectör	11	3000	IE3	100%	88,00%	6.500	0,55	IE4	92,60%	2.349	2.220	13
	Hat 7 1. Miscollectör	5,5	3000	IE3	100%	88,50%	6.500	0,55	IE4	90,90%	1.221	587	25
	Hat 7 2. Miscollectör	5,5	3000	IE3	100%	88,50%	6.500	0,55	IE4	90,90%	1.221	587	25
	Hat 7 3. Miscollectör	5,5	3000	IE3	100%	88,50%	6.500	0,55	IE4	90,90%	1.221	587	25
Temper	Temper 1	5,5	3000	IE3	60%	89,00%	6.500	0,55	IE4	90,40%	1.605	205	94
	Temper Çıkış	5,5	3000	IE3	60%	89,00%	6.500	0,55	IE4	90,40%	1.605	205	94
	Cooling Hareket Motoru	5,5	3000	IE3	60%	89,00%	6.500	0,55	IE4	90,40%	1.605	205	94
Quench	Primary Quench	355	1500	IE1	80%	94,00%	6.500	0,55	IE4	96,60%	59.316	29.071	24
	LP Quench	75	1500	IE1	100%	92,70%	6.500	0,55	IE4	96,00%	15.214	9.942	18
Cooling	Cooling Motoru	132	1500	IE1	100%	93,50%	6.500	0,55	IE4	96,40%	29.548	13.664	26
Artıma	Aritma Motoru	22	3000	IE2	60%	89,50%	6.500	0,55	IE4	94,50%	4.003	2.789	17

BÖLÜM 8

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bir cam işleme fabrikasında gerçekleştirilen enerji tasarruf çalışmalarının amacı, enerjinin verimli kullanılması, tasarruf imkânlarının ortaya konulması ve bu imkanların projelendirilerek hayata geçirilmesidir. Yapılan çalışma ile artan enerji maliyetlerinin işletme karlılığı üzerindeki olumsuz etkisi ortadan kaldırılması ve aynı zamanda çevre dostu bir fabrika politikası oluşturulması amaçlanmıştır.

Çalışma gerçekleştirilmesinde cam işleme tesisinin üretim prosesleri incelenmiş ve enerjiyi yoğun olarak kullanan prosesler üzerine bir takım enerji verimliliği sağlayacak çalışmalar yapılmıştır. İşletmede camların temperleme işlemini gerçekleştiren fırın yalıtımları incelenmiş, sürekli olarak çalışan fırının üretim tarafından doldurabilmesini sağlamak amacıyla besleme hattı kurulması için yatırım maliyetlerine bakılmış, camın ani olarak basınçlı hava ile soğutulmasını sağlayan Quench bölümü enerji tüketim verileri incelenmiş ve verimlilik artırıcı uygulamalar yapılmış, camın basınçlı hava ile soğutulduğu bir diğer proses olan Cooling hattı için motora sürücü uygulaması devreye alınmış, baskı çıkışında camların kurutulması ve devamında soğutulması için kullanılan kurutma makinelerinin daha verimli kullanılması için yatırım planlaması yapılmış, kompresör atık ısısının geri kazanılması ile yıkama makinelerinin ihtiyaç duyduğu sıcak suyun karşılanması projelendirilmiş ve işletme kullanılan elektrik motorların verimli motorlar ile değiştirilmesi için geri ödeme süreleri çıkarılmıştır.

İşletmede kullanılan temper fırını yalıtımlarının oldukça kötü durumda olduğu ve bu alanlarda fırın içindeki ısının kayıp edildiği görülmüştür. Yalıtımın sağlanmasında görevli duvarların yenilenmesi ve onarılması için toplamda 100.000 TL harcanmıştır. Temper ısıtma bölümü enerji tüketimleri incelenmiş metrekare başına 3,06 kWh enerji harcarken, yapılan iyileştirmeler sonrasında bu verinin 2,73 kWh'e düştüğü gözlemlenmiştir. Yıllık 712.800 kWh kazanç sağlanmıştır. Toplamda Türk lirası cinsinden kazanç 356.400 TL'dir. Yatırım kendini 4 ayda geri ödemektedir.

Temper fırın kapasitesi hesaplandığında üretim hatlarının temperi verimli bir şekilde dolduramadığı görülmüştür. Bu da ayrıca bir besleme hattı yatırımı yapılmasına olanak sağlamıştır. Yapılacak bu hat ile tempere vardiyalık 750 metrekare daha cam gönderilebilecektir. Bu da metrekare başına harcanacak enerji miktarını düşürecektir. Yatırım maliyetleri hesaplandığında 950.000 TL'dir. Yapılan yatırım ile özgül enerji yoğunluğu 0,8 kWh/m² düşürülmüştür. Yıllık toplamda 1.728.000 kWh enerji kazancı sağlanmış ve bu kazancın TL cinsinden karşılığı ise 864.000 TL olmaktadır. Yatırım kendini 13 ayda geri ödemektedir.

Fırından çıkan camın ani olarak yüksek basınçlı hava ile soğutulması Quench bölümünde olmaktadır. Cama tanecikli yapıyı asıl kazandıran bölüm Quench'tir. Quench içinde 2 adet elektrik motoru barındırmaktadır ve basınçlı hava bu motorlar ile sağlanmaktadır. Motorların biri 75 kW diğeri ise 355 kW büyüklüğündedir. Motorların çalışması ile ilgili yapılan optimizasyon çalışması sonucunda yıllık 900.000 kWh enerji kazancı sağlanmıştır. Hiçbir yatırıma maliyeti olmadan yapılan optimizasyon ile toplamda 450.000 TL kar sağlanmıştır.

Cooling (Soğutma) Hattı, Camın quench bölümünde temperlendikten sonra basınçlı hava ile alttan ve üstten soğutulduğu bölümdür. Bu bölümde basınçlı hava 132 kW elektrik motorlu ile sağlanmaktadır. Uygulanan hava basıncı, üretim şartlarına bağlı olarak sürekli olarak vardiya içerisinde değişkenlik gösterdiğinden sürücü uygulaması yatırımı yapılması kararlaştırılmıştır. Maliyet incelendiğinde 27.000 TL'dir. Yapılan uygulama sonrası vardiyalık 275 kWh kazanç sağlanmıştır. Yıl bazında toplamda 64.450 kWh enerji tasarrufu sağlanmıştır. TL cinsinden kazanç ise 82.225 TL'dir. Yatırım kendini 4 ayda geri ödemektedir.

Üretim proseslerinde baskıdan çıkan boyalı camı kurutmak ve devamında soğutmak için kurutma makineleri bulunmaktadır. Kurutma makineleri işletme de önemli bir enerji tüketim kaynağıdır. Kurulu 3 hat üzerinde toplamda 3 adet kurutma makinesi bulunmaktadır. Ayrıca temper besleme hattının kurulması ile 1 adet kurutma ihtiyacı daha doğacaktır ve bu da işletmeye bir yatırım maliyeti ve enerji tüketim kalemi oluşturacaktır. Temper fırını girişine yapılacak ve tüm hatlardan gelen camların ortak olarak girebileceği bir kurutma yatırımı ile hat üzerinde bulunan 3 kurutmadan 2'si hat üzerinden kaldırılacak ve besleme hattı için kurutma yatırımına da gerek kalmayacaktır. Bu yatırım için 200.000 TL değerinde ortak bir kurutma makinesine alımına ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan yatırım neticesinde hat üzerinden 2 kurutma kaldırılmış, temper besleme hattı için kurutma yatırımına gerek kalmamıştır. Yeni ortak kurutmanın yıllık tüketimi 600.000 kWh iken, kurutmaların kaldırılması ile toplam 1.350.000 kWh enerji tasarrufu elde edilmiştir. Net enerji kazancı 750.000 kWh'dir. Ayrıca yatırım maliyetine gerek kalmadan kurutma ihtiyacı karşılandığı için 200.000 TL kar elde edilmiştir. Yatırım kendini 7 ayda geri ödemektedir.

Üretim prosesi incelendiğinde kenar işleme makinesinden sonra işlenen camlar yıkama makinelerine girmektedir. Yıkama makineleri camı yaklaşık 55 derece sıcaklıkta yıkamaktadır. Bu sıcak suyu yıkama makineleri, bünyesinde bulundurduğu rezistanslar aracılığı ile yapmaktadır. Sıcak suyun elektrik enerjisi harcamadan yıkamalara gelmesi amacıyla kompresörün atık ısısından sıcak su sağlanması için projelendirme yapılmıştır. Proje için 170.000 TL maliyet ön görülmüştür. Yatırımın gerçekleştirilmesi ile yıkama rezistansları kapatılarak 343.200 TL kazanç sağlanacaktır. Yatırım kendini 6 ayda geri ödemektedir.

İşletmelerde en büyük gider kalemlerinden biri elektrik motorlarıdır. Teknolojinin ilerlemesi ile motor verimlilikleri de artmıştır. Bu bağlamda işletme bünyesinde yer alan elektrik motorlarından 5,5 kw güç üzeri motorlar listelenmiş ve geri dönüşüm hesabı yapılmıştır. Geri dönüşüm süreleri incelendiğinde Hat 5-6-7 miscollectör motorlarının, düşük basınçlı Quench motorunun ve arıtma motorunun kısa vadede yatırım maliyetlerini geri ödediği görülmüştür.

Yapılan çalışmalar neticesinde yıllık toplamda 2.670.825 TL kazanç ön görülmektedir. Toplamda yapılması gereken yatırım miktarı ise yaklaşık 1.500.000 TL'dir. Yapılan ya da yapılacak tüm yatırımların ortalama olarak kendilerini yaklaşık 6 ayda geri ödeyeceği planlanmaktadır. Tüm bu gider ve kar kalemlerine bakıldığında yapılan çalışmalar neticesinde işletme enerji tüketiminden %8,33 tasarruf sağlanmıştır.

Tüm bu sonuçlar göstermektedir ki enerji yoğunluklu cam sektöründe enerji maliyetlerini düşürmek için birçok proje bulunmaktadır. Enerjinin tedarik edilmesinde dışa bağımlı olan ve enerji maliyetlerinin bu nedenle sürekli arttığı ülkemizde sanayi kuruluşlarının enerjilerini verimli olarak kullanmaları, gelişmekte olan ülkeler arasında bulunan Türkiye için oldukça büyük bir önem arz etmektedir. Bu bağlamda cam sektörü dahil tüm sanayi sektöründe enerji tasarruf uygulamalarına teşvik edecek politikalar geliştirilmelidir. Endüstriyel işletmeler için hammadde ve işçilik ile en büyük gider kaynağı olan enerjinin verimli kullanılması hem yurt içi hem de yurt içi rekabette firmalara avantaj sağlayacaktır.

Yaşamın sürdürülebilir kılınması ve Türkiye'nin ekonomik kalkınması amacıyla endüstriyel işletmelerde verimliliğin artırılması, enerji verimliliğinin sağlanması için alınacak önlemler, enerji verimliliği ile alakalı kanun ve yönetmeliklerinde belirtilen maddelerin uygulanması ülke genelinde hem sanayi tesisleri için hem de ülke ekonomisi için önemli olacaktır. Bu gaye ile enerji verimliliğinin ülke genelinde bir davranış şekli olması, bu konuda yetkin personel sayısının artırılması ile kanun ve yönetmeliklerin uygulanması konusunda denetlemelerin artması vb. çalışmalar uygulanarak özgül enerji yoğunluğu sürekli takip edilmelidir.

“Enerjinin en ucuzu, tasarruf edilenidir” sloganı doğrultusunda yapılacak çalışmaların sonunda önemli kazançların elde edileceği görülecektir. Enerjinin en etkin şekilde kullanılması amacıyla, onu tüketen tüm unsurların verimliliğinin artırılması, atık oranlarının minimum seviyeye indirilmesi ve konu hakkında üst yönetimden operatörlere kadar tüm ekibin bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Bu yazılanların etkin bir şekilde yönetilmesi için ISO 50001 Enerji yönetim standardının firmalar tarafından alınması ve sertifikalı enerji yöneticisi önderliğinde kurulan enerji yönetim birimi tarafından çalışmaların yürütülmesi sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Yalçinkaya, F. (2016). “Sanayi Etüdü Özelinde Bir Tekstil Fabrikasının Enerji Verimliliği”, *Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Karabük (Yüksek Lisans Tezi)
- [2] Şahin, İ. (2008). “Bir Otomotiv Fabrikasında Enerji Tasarrufu Çalışması”, *Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kütahya (Yüksek Lisans Tezi)
- [3] Önöz, E. (2008). “Tekstil Sanayinde Enerji Verimliliği ve Enerji Verimli Motor Sistemleri”, *İstanbul Teknik Üniversitesi. Enerji Enstitüsü*, İstanbul (Yüksek Lisans Tezi)
- [4] Acar, E. (2012). “Enerji Yoğunluklu Bir Fabrikanın Enerji Verimliliği Özelinde İncelenmesi”, *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara (Yüksek Lisans Tezi)
- [5] Cabak, B. (2018). “Tekstil Fabrikasında Enerji Verimliliği Uygulamaları”, *Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Edirne (Yüksek Lisans Tezi)
- [6] Akbaş, B. (2018). “Bir Otomobil Fabrikası Enerji Tüketim Analizlerinin ve Enerji Tasarrufu Potansiyellerinin Değerlendirilmesi”, *Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kocaeli (Yüksek Lisans Tezi)
- [7] Çağman, S. (2014). “Bir Sanayi Kuruluşunda Detaylı Enerji Etüt Çalışması ve Verimlilik İmkanlarının Belirlenmesi”, *Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Karabük (Yüksek Lisans Tezi)
- [8] Yozgatlıgil, M. (2010). “Bir Oluklu Mukavva Fabrikasında Enerji Tasarrufu Potansiyelinin Belirlenmesi”, *Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kayseri (Yüksek Lisans Tezi)
- [9] Kaya M., (2012) “Sanayide Enerji Verimliliği Potansiyeli ve Basınçlı Hava Sistemlerinde Verimlilik” *İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü*, İstanbul (Yüksek Lisans Tezi)
- [10] Ökke, M. (2015). “Malatya Şeker Fabrikasında Bir Enerji Verimliliği Analizi”, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü*, İstanbul (Yüksek Lisans Tezi)
- [11] Durukafa, D. (2010). “Buhar Üretim Merkezlerinde Enerji Verimliliğinin Arttırılması ve Bir Endüstriyel Tesisin Analizi”, *Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul (Yüksek Lisans Tezi)

- [12] Hepbaşı, A., (2001), “*Sanayide Enerji Yönetim Programının Temelleri*”, Termoklima, 106.
- [13] Hepbaşı, A., “*Enerji Verimliliği ve Yönetim Sistemi Yaklaşımlar ve Uygulamalar*”, İstanbul: Esen Ofset Matbaacılık, 2010
- [14] Kaya, D. Ve Öztürk, H. “*Sanayide Enerji Yönetimi ve Enerji Verimliliği*”, Kocaeli: Umuttepe Yayın No: 114 Mühendislik Dizisi:12.,2014
- [15] Kavak, K. (2005); “Dünya’da ve Türkiye’de Enerji Verimliliği ve Türk Sanayinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi”. Uzmanlık Tezi, *DPT İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü* Yayını No: 2689, Ankara.
- [16] Akdağlı, B. (2017). “Avrupa Ülkelerinde Sektörel Enerji Verimliliği ve Ekonomik Büyüme İlişkisi”, *Mersin Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Mersin (Yüksek Lisans Tezi).
- [17] TMMOB Makine Mühendisleri Odası (2018) “*IV. Enerji Verimliliği Kongresi Sonuç Bildirisi*” <https://www.tmmob.org.tr/icerik/iv-enerji-verimliliği-kongresi-sonuc-bildirisi-yayimlandi>
- [18] Türk Mühendisleri ve Mimarları Odası Birliği, “*Enerji Verimliliği Kongresi Sonuç Bildirisi*”, (2018).
- [19] Ulutaş, F. (2010) “*Enerji Verimliliği ve Temiz Üretim*”, Standard Dergisi s.108-112
- [20] Kabakçı, O. (2011). “Tekstil Sanayi Sektöründe Minimum Enerji Tasarruf Potansiyelinin Belirlenmesi”, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Bilim ve Teknoloji*, İstanbul (Yüksek Lisans Tezi).
- [21] **Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023.** (2017). Ankara.
- [22] Cin, R. (2018). “Türkiye’de Enerji Verimliliği Yükümlülükleri Sistemi’nin Yapılandırılması Analizi”, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü*, İstanbul (Yüksek Lisans Tezi).
- [23] Yörkan A., “*Avrupa Birliği’nin Enerji Politikası ve Türkiye’ye Etkileri*” Bilge Strateji, S:1, Güz 2009, s.24-39
- [24] Eurostat 2016 Verileri,
<https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2b.html>
- [25] TMMOB Makine Mühendisleri Odası, “*Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği Oda Raporu*”, Ankara Makine Mühendisleri Odası, Ankara, 20-35 (2008).
- [26] Koçak Ç., “*Enerji Sektöründe Talep Tahminleri ve Türkiye Genel Enerji Değerlerinin İrdelenmesi*” TMMOB Türkiye’nin Enerji Görünümü 2018, Yayın No: MMO/691, s.11-30
- [27] İnan A., “*Avrupa Birliği Ekonomik Yaklaşımı: Lizbon Stratejisi ve Maastricht Kriterleri*” Bankacılar Dergisi, Sayı 52, 2005. s.67-86

- [28] Smith, Craig B. Ve Parmenter, Kelly E. (2016). “*Energy Management Principles*” Elsevier s.35-36
- [29] Özdemir, Ö. (2014). “Energy Management And Cleaner Production In An Automotive Supply Industry”, *Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Programı*, İzmir (Yüksek Lisans Tezi).
- [30] Shinkawa, N. (1998). “**An Outlook for Energy in Energy Conservation Point of View**” Kyushu International Center, JICA & KITA, Kitakyushu, Japonya
- [31] CIPEC, **Canadian Industry Program for Energy Conservation**. Energy Efficiency Planning and Management Guide, National Resources Canada, Ottawa,2002.
- [32] Caffal, C. “Learning from Experiences with Energy Management in Industry”. *Centre for Analysis and Dissemination of Demonstrated Energy Technologies (CADET)*, CADET Analysis Series No.17,1995.
- [33] M. Anzar, J. Nadeem, Z. Adnan, A.R. Raja, A. Saeed, R. Sohail, **Pakistan's overall energy potential assessment, comparison of LNG, TAPI and IPI gas projects**, Renew. Sustain. Energy Rev. 31 (1) (2014) 182–193.
- [34] **I. Hanan**, Is it wise to compromise renewable energy future for the sake of expediency? An analysis of Pakistan's long-term electricity generation pathways, Energy Strat. Rev. 17 (2017) 6–18.
- [35] Carlos Alvarez, G. Antonio, A. Molina, “**Assessment And Simulation Of The Responsive Demand Potential In End-User Facilities: Application To A University Customer**”, IEEE Trans. Power Syst. 19 (2) (2004) 1223–1231.
- [36] Connolly And David, " "A Review Of Computer Tools For Analysing The Integration Of Renewable Energy Into Various Energy Systems."," Appl. Energy, vol. 87.4, pp. 1059–1082, 2010.
- [37] M. Anzar, B. Faisal, A. Nabil, Q. Umar, Z.A. Khan, J. Nadeem, “**An Enhanced System Architecture For Optimized Demand Side Management In Smart Grid**”, Appl. Sci. 6 (5) (2016) 122, <http://dx.doi.org/10.3390/app6050122>.
- [38] Mahmud, F. Syed, “**The Energy Demand In The Manufacturing Sector Of Pakistan**”: some further results, Energy Econ. 22 (2000) 641–648.
- [39] Engin, P. (2018), “Türkiye’de Enerji Yönetim Sistemi Uygulamalarının Sanayi Kuruluşları ve Sanayide Enerji Verimliliği Projeleri Açısından Etkinliklerinin Değerlendirilmesi” *Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara (Yüksek Lisans Tezi)
- [40] UNIDO. (2014). “**Enerji Yönetim Sistemi Uygulaması İçin Pratik Rehber**”. Ankara.
- [41] Yıldız, A., Akgül S., Güvercin S. (2018) “**Sanayide Enerji Verimliliği ve Uygulamaları**”, İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, Cilt 7, Sayı 1 (2018) s.17-22
- [42] Çalıkoğlu E., “Enerji Verimliliği (Enver)&Kanunu” (Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, n.d.), http://www.emo.org.tr/ekler/b86e315ae7833fe_ek.pdf.

- [43] Oğan, N., “*Enerji Verimliliği Farkındalık Broşürü*” (İstanbul: Heinrich Böll Stiftung Derneği, 2008), 11
- [44] Keskin M., “*Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği Oda Raporu*” (Ankara: Türkiye Makine Mühendisleri Odası, 2008), 39.
- [45] IEA, *25 Energy Efficiency Policy Recommendations*. (Paris, 2011), 11.
- [46] Keskin T., “*Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği*” Oda Raporu, 39
- [47] IEA, *Energy Policies of IEA Countries: Turkey 2009 Review* (Paris, 2010), 41.
- [48] PEKAÇAR M., “*ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi*”
http://www.emo.org.tr/ekler/1e9a35c8a1d9357_ek.pdf
- [49] İnternet : <http://www.bmtrada.com.tr/ISO-50001.pdf>, Erişim Tarihi: 23.03.201
- [50] İnternet : <http://www.chemistryexplained.com/Ge-Hy/Glass.html> Erişim Tarihi: 24.03.2019
- [51] Cam Sektörü Raporu (2018). T.C. **Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Sanayi Genel Müdürlüğü, Sektörel Raporlar ve Analizler Serisi.**
- [52] Donat, N., (2006), “Türkiye’de Cam Sanayiinin Rekabet Gücü” *Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul (Yüksek Lisans Tezi)
- [53] TOBB. (2012). Türkiye Cam ve Cam Ürünleri Sanayi Meclisi Sektör Raporu. <https://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/2013/TOBB-CAM-SEKT-20130924.pdf> adresinden alındı
- [54] Çakmak, Ö., (2004), “Avrupa Birliği’ne Katılım Sürecinde İlk Beş Merkezi ve Doğu Avrupa Ülkesi ile Türkiye’de Cam Endüstrilerinin Karşılaştırılması” *Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara (Doktora Tezi).
- [55] Çolak K., (2017), “Toplu Pazarlık Uygulamalarına Oyun Teoriksel Bir Yaklaşım (Türkiye’de Cam Sektörü Örneği)” *Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Kocaeli (Doktora Tezi)
- [56] Çimento, Cam, Seramik ve Toprak Ürünleri İhracatçıları Birliği, “*Avrupa İşlenmiş Cam Pazarı Makro Pazar Araştırması*”, Ocak 2019
- [57] Gümüşderelioğlu, S., “*Türk Sanayiinde Enerji Verimliliği Çalışmaları* presented at the Sanayi ve KOBİ’de enerji Verimliliğinin Artırılması Projesi Hazırlık Çalışması, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, Ankara, 11 Haziran 2009.
- [58] Keskin, M. Tülin Ve Ünlü H., “*Türkiye’de Enerji Verimliliğinin Durumu ve Yerel Yönetimlerin Rolü*”. İstanbul: Heinrich Böll Stiftung Derneği, 2010.
- [59] TİSK, (2000). “*Türk Sanayinde Sektörel Sorunlar ve Çözüm Önerileri*”, Ankara.
- [60] İnternet : <https://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Glass+Industry> Erişim Tarihi: 24.03.2019

- [61] İnternet: <https://www.atlascopco.com/tr-tr/compressors/service/Efficiency/EnergyRecovery/ER-90-900> Erişim Tarihi 02.12.2019
- [62] İnternet: [www.siemens.com.tr > content > siemensyukseverimliagac_1278162](http://www.siemens.com.tr/content/siemensyukseverimliagac_1278162) Erişim Tarihi 02.12.2019
- [63] İnternet
:<https://www.turseff.org/assets/frontend/uploads/5bf73fb56e741c20c9b941d4a2a246ad.pdf> Erişim Tarihi : 02.12.2019



ÖZGEÇMİŞ

Hasancan TERZİ 1993 Yılında Karabük'te doğdu; ilkokulu Giresun'un Şebinkarahisar ilçesinde, Ortaokulu Bartın'ın Amasra ilçesinde ve Karabük'te tamamladı. Safranbolu Anadolu Lisesi Fen Bilimleri bölümünden mezun oldu. 2011 yılında Karabük Üniversitesi Otomotiv Mühendisliğine başlayıp 2016 yılında bölümden fakülteden derece ile mezun oldu. 2017 Yılında Karabük Üniversitesi Makine Mühendisliği Yüksek Lisans programını kazanarak lisans üstü eğitimine başlarken aynı zaman diliminde Yorglass Home Appliances Bolu Fabrikasında üretim mühendisi unvanı ile çalışmaya başladı ve şu an görevine devam etmektedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Susuzkınık Köyü, Susuzkınık OSB Mevkii, 1.Cad. No:44, 14030,

Yorglass Bolu İşletmesi

Merkez/Bolu

Tel : (506) 373 09 06

E-posta : terzihascan@gmail.com