

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ ENERJİ ENSTİTÜSÜ

MALATYA ŞEKER FABRİKASINDA BİR ENERJİ VERİMLİLİĞİ ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Memnune DEMİREL ÖKKE

Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı

Enerji Bilim ve Teknoloji Programı

KASIM 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ ENERJİ ENSTİTÜSÜ

MALATYA ŞEKER FABRİKASINDA BİR ENERJİ VERİMLİLİĞİ ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Memnune DEMİREL ÖKKE
(301061017)**

Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı

Enerji Bilim ve Teknoloji Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Filiz BAYTAŞ

KASIM 2015

İTÜ, Enerji Enstitüsü'nün 301061017 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Memnune DEMİREL ÖKKE, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “ MALATYA ŞEKER FABRİKASINDA BİR ENERJİ VERİMLİLİĞİ ANALİZİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Filiz BAYTAŞ**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Sermin ONAYGİL**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Lütfullah KUDDUSİ**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi **:30.10.2015**

Savunma Tarihi **:30.11.2015**



ÖNSÖZ

Bu tez, Türkiye’de kamuya ait şeker fabrikalarının mevcut durumunun incelenmesi, Malatya Şeker fabrikasında enerji verimliliği açısından neler yapılabileceğinin belirlenmesi ve böylece ekonomik yönden ülkeye katkıda bulunulması amacıyla hazırlanmıştır.

Tez çalışmam sırasında, bilimsel ve insani desteklerini sürekli aldığım, tecrübelerinden ve derin bilgi birikiminden yararlandığım çok değerli danışmanım Prof. Dr. Filiz Baytaş’a, ölçüm sırasında ve verilerin kullanılması aşamasında bana yardımcı olan Malatya Şeker Fabrikası Müdürlüğü’ne, tez çalışmam boyunca manevi desteklerini esirgemeyen annem, babam, kardeşlerim ve eşim Necati Ökke’ye teşekkürlerimi sunarım.

Kasım 2015

Memnune DEMİREL ÖKKE
Elektrik Mühendisi



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
SEMBOLLER	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
2. ŞEKER SEKTÖRÜNÜN DURUMU.....	5
2.1 Şeker Sektörünün Tanımı.....	5
2.2 Dünyada ve Türkiyede Şeker Sanayinin Tarihsel Gelişimi	5
2.2.1 Dünya şeker sanayinin tarihsel gelişimi.....	5
2.2.2 Türkiye şeker sanayinin tarihsel gelişimi.....	7
2.3 Dünya Şeker Üretimi ve Tüketimi	9
2.3.1 Dünya şeker üretimi	9
2.3.2 Dünya şeker tüketimi	10
2.4 Türkiye’de Şeker Üretimi ve Tüketimi	12
2.4.1 Türkiye’de şeker üretimi	12
2.4.2 Türkiye’de şeker tüketimi	12
2.5 Pancar Bitkisinin Özellikleri ve Türkiye’de Pancar Ekimi	14
2.5.1 Pancar bitkisinin özellikleri	14
2.5.2 Türkiye’de pancar ekimi	16
2.6 Alternatif Enerji Kaynağı Olarak Şeker Pancarının Önemi ve Biyoetanol.....	16
2.6.1 Alternatif enerji kaynağı olarak şeker pancarının önemi	16
2.6.2 Biyoetanol	17
2.6.2.1 Dünyada biyoetanol üretimi.....	17
2.6.2.2 Türkiye’de biyoetanol üretimi	18
2.7 Türkiye’deki Kamuya Ait Şeker Fabrikalarının Enerji Tüketimlerinin ve Maliyetlerinin İncelenmesi.....	18
3. MALATYA ŞEKER FABRİKASINDA ENERJİ TÜKETİM ANALİZİ	23
3.1 Malatya Şeker Fabrikasının Tanıtılması.....	23
3.2 Proses Bilgileri	24
3.2.1 Meydan ünitesi	24
3.2.2 Ham fabrika ünitesi	24
3.2.2.1 Pancarın yıkanması ve kıyılması.....	24
3.2.2.2 Ham şerbet üretimi.....	25
3.2.2.3 Kireç ocağı	26
3.2.2.4 Şerbet arıtımı.....	26
3.2.2.5 Sulu şerbetin koyulaştırılması.....	27

3.2.3 Rafineri ünitesi	27
3.2.3.1 Kristal şeker istasyonu.....	27
3.2.3.2 Orta şeker istasyonu	28
3.2.3.3 Son şeker istasyonu	28
3.2.4 Kazan ünitesi	29
3.2.5 Türbin ünitesi	30
3.3 Endüstriyel İşletme Bilgileri.....	31
3.1.1 Enerji tüketimleri ve maliyetleri	32
3.4 Endüstriyel İşletmenin Enerji Tüketiminin İncelenmesi.....	33
4. ISI ENERJİSİ İLE İLGİLİ ENERJİ VERİMLİLİĞİ OLANAKLARI.....	37
4.1 Buhar Kazanları.....	37
4.2 Buhar Kazanlarında Yalıtım.....	37
4.2.1 Buhar kazanlarında yapılan ölçümler ve alınan değerler	37
4.2.2 Değerlendirmeler ve hesaplamalar.....	38
4.3 Öneriler, Enerji Tasarrufu İmkânları ve Miktarları, Geri Ödeme Süresi	41
5. ELEKTRİK SİSTEMLERİ ENERJİ VERİMLİLİĞİ OLANAKLARI	43
5.1 Elektrik Dağıtım Sistemi	43
5.2 Yapılan Ölçümler ve Alınan Değerler.....	44
5.2.1 Isıl görüntüleme çalışmaları	44
5.2.2 Kompanzasyon sisteminin incelenmesi	47
5.2.3 Harmoniklerin incelenmesi	48
5.2.4 Elektrik tarifesi incelenmesi.....	49
5.2.5 Transformatör sistemi	50
5.3 Üretilen Elektrik Miktarı	50
5.4 Elektrik Motorları	53
5.4.1 Yapılan ölçümler ve alınan değerler	53
5.4.2 Değerlendirmeler ve hesaplamalar.....	53
5.4.3 Öneriler, enerji tasarruf imkanları ve miktarları, geri ödeme süreleri	55
5.5 Elektrik Motorlarında Diğer Enerji Tasarruf Yöntemleri.....	55
5.5.1 Elektrik motorlarının çalıştırılması	55
5.5.2 Elektrik motorlarının bakımı	55
5.5.3 Elektrik motorlarının tekrar sarımı.....	57
6. SONUÇLAR	59
KAYNAKLAR.....	61
EKLER.....	63
ÖZGEÇMİŞ.....	99

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
AC	: Alternatif akım
DC	: Doğru akım
G.Ö.S	: Geri ödeme süresi
IE	: International Efficiency (Uluslararası Verimlilik)
MTEP	: Milyon ton eşdeğer petrol
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı)
TEP	: Ton eşdeğer petrol
Y.A.I.D.	: Yakıtın alt ısı değeri
Y.Ç.S.	: Yıllık çalışma saati



SEMBOLLER

A	: Yüzey alanı
bar	: Basınç birimi
°C	: Celcius sıcaklık birimi
h	: Isı taşınım katsayısı
k	: Yalıtım malzemesinin ısı iletim katsayısı
kg	: Kütle birimi
kJ	: Enerji birimi
m/s	: Hız birimi
m²	: Alan birimi
m³	: Hacim birimi
R	: Regresyon katsayısı
Q_{ışınma}	: Işınma yoluyla meydana gelen ısı kaybı
Q_{ısı taşınımı}	: Isı taşınımı yoluyla meydana gelen ısı kaybı
Q_{yö}	: Yalıtım yapılmadan önce meydana gelen ısı kaybı
Q_{ys}	: Yalıtım yapıldıktan sonra meydana gelen ısı kaybı
To	: Ortam sıcaklığı
Ty	: Kazan dış yüzey sıcaklığı
Tyal	: Yalıtım yapıldıktan sonra dış yüzey sıcaklığı
Watt	: Güç birimi
ΔT	: Sıcaklık farkı
εy	: Kazan dış yüzeyinin yayma katsayısı
εyal	: Yalıtım malzemesinin yüzeyinin yayma katsayısı
σ	: Stefan-Boltzman sabiti



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: En büyük şeker üreticisi ülkeler.	11
Çizelge 2.2: En büyük şeker tüketicisi ülkeler	11
Çizelge 2.3: En büyük pancar şekeri üreticisi ülkeler	11
Çizelge 2.4: En büyük kamış şekeri üreticisi ülkeler	12
Çizelge 2.5: Kamuya ait şeker fabrikalarında işlenen pancar miktarı	13
Çizelge 2.6: Kamuya ait şeker fabrikalarında üretilen şeker miktarı	14
Çizelge 3.1: Fabrikanın 2014 yılı enerji tüketimleri ve maliyetleri.....	32
Çizelge 3.2: Fabrikanın 2013 yılı enerji tüketimleri ve maliyetleri.....	32
Çizelge 3.3: Fabrikanın 2012 yılı enerji tüketimleri ve maliyetleri.....	32
Çizelge 3.4: Fabrikanın 2014 yılı enerji tüketiminin ve maliyetlerinin aylara göre dağılımı	34
Çizelge 4.1: Buhar kazanları için ölçüm listesi.	38
Çizelge 4.2: Yalıtımsız buhar kazanları yüzeylerinin yalıtılması halinde elde edilecek tasarruf miktarları.	42
Çizelge 5.1: Fabrikanın güç trafo değerleri.	43
Çizelge 5.2: Fabrikanın 2014 yılı elektrik faturaları değerleri	44
Çizelge 5.3: Elektrik ana dağıtım panoları	44
Çizelge 5.4: Kompanzasyon panosu reaktif güç dağılımı	47
Çizelge 5.5: 2014 yılı Ocak-Aralık dönemi reaktif oranların incelenmesi	48
Çizelge 5.6: 2014 yılı kampanyasında karşı basınçlı buhar türbinlerinin elektrik üretim ve buhar tüketim değerleri	52
Çizelge 5.7: 2014 yılı birleşik ısı –elektrik santralının yıllık yakıt bilgisi	52
Çizelge A.1: Kamuya ait doğalgaz tüketen şeker fabrikalarının 2013 yılına ait enerji tüketim değerleri	64
Çizelge A.2: Kamuya ait doğalgaz tüketen şeker fabrikalarının 2013 yılına ait TEP biriminden enerji tüketim değerleri	65
Çizelge A.3: Kamuya ait kömür tüketen şeker fabrikalarının 2013 yılına ait enerji tüketim değerleri	66
Çizelge A.4: Kamuya ait kömür tüketen şeker fabrikalarının 2013 yılına ait TEP biriminden enerji tüketim değerleri	67
Çizelge A.5: Kamuya ait fuel-oil tüketen şeker fabrikalarının 2013 yılına ait enerji tüketim değerleri	68
Çizelge A.6: Kamuya ait fuel-oil tüketen şeker fabrikalarının 2013 yılına ait TEP biriminden enerji tüketim değerleri.....	69
Çizelge A.7: Ölçüm yapılan elektrik motorları ve öneriler	70
Çizelge A.8: EFF3 motor değişimlerinden elde edilecek enerji tasarruf miktarları	80



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Doğalgaz tüketen şeker fabrikalarının enerji tüketim değerleri	19
Şekil 2.2: Kömür tüketen şeker fabrikalarının enerji tüketim değerleri	20
Şekil 2.3: Fuel-oil tüketen şeker fabrikalarının enerji tüketim değerleri.....	20
Şekil 2.4: (a) Doğalgaz, (b) Kömür, (c) fuel oil tüketen şeker fabrikalarının enerji tüketim payları.	21
Şekil 3.1: Malatya Şeker Fabrikası genel vaziyet planı.....	23
Şekil 3.2: Kazan ünitesi yerleşim planı, buhar ve enerji oluşumu	29
Şekil 3.3: Türbin ünitesi iş akım şeması	30
Şekil 3.4: Fabrikanın 2014 yılı enerji tüketimlerinin ve enerji maliyetlerinin pay grafikleri.	33
Şekil 3.5: Fabrikanın TEP cinsinden üretim döneminde enerji tüketim değerleri.	35
Şekil 3.6: Fabrikanın TEP cinsinden revizyon döneminde enerji tüketim değerleri.....	35
Şekil 4.1: Yalıtımsız kazan yüzeyi	38
Şekil 4.2: Kazan yüzeyinin yalıtımlı hali	39
Şekil 5.1: 1000 kVA trafo bölümü ana dağıtım panosu	44
Şekil 5.2: Vakum pompaları besleme panosu.....	45
Şekil 5.3: Difüzyon ünitesi besleme panosu.....	45
Şekil 5.4: Buharlaştırıcı istasyonu besleme panosu.....	45
Şekil 5.5: Karbonatlama ünitesi besleme panosu	46
Şekil 5.6: Kristal şeker vakumları besleme panosu	46
Şekil 5.7: Orta şeker vakumları besleme panosu.....	46
Şekil 5.8: Karşı basınçlı buhar türbinlerinde üretilen elektriğin akış şeması.	51
Şekil 5.9: Düşük verimli motorlarda verim-yükleme oranı grafiği	54



MALATYA ŞEKER FABRİKASINDA BİR ENERJİ VERİMLİLİĞİ ANALİZİ

ÖZET

Dünya genelinde nüfusun her geçen gün artmaya devam etmesi, gelişmekte olan ülkelerin sanayileşme çabaları, teknolojinin yaygın hale gelmesi, ekonomik ve sosyal kalkınma arayışları gibi sebeplerden dolayı, tüm sektörler için girdi kaynağı olan enerjinin, ülkeler için önemi her geçen gün artmaktadır. Sosyal gelişmişliğin bir yansıması olan kişi başına enerji tüketimi artarak devam etmektedir. Endüstriyel faaliyetler, dünyada en büyük enerji kullanım alanlarından biri olup sanayide enerji kullanımında artış devam etmektedir.

Öte yandan küresel ısınma, dünyadaki tüm canlıların yaşamlarını sürdürmelerinde zorunlu olan gıda, su ve çevre vb. temel yaşam kaynaklarını tehdit etmektedir. Bu sorun, atmosferde sera etkisi yaratan fosil kökenli gazların yoğunlaşmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle ülkeler, Birleşmiş Milletler İklimsel Değişiklikler Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü çerçevesinde çeşitli önlemler almışlardır. Küresel ısınmanın etkilerini önlemek amacıyla etkili enerji yönetimi politikalarının yanında yenilenebilir, nükleer ve hidrojen enerji kaynaklarının değerlendirilmesi için, çeşitli teşvik ve tedbirlerin küresel işbirliği çerçevesinde ele alınması gerekmektedir.

Enerji güvenliği risklerini hafifletme, ithalata bağımlılığı azaltma ve iklim değişikliğinin yarattığı güçlüklerle mücadeleye yardımcı olma konularındaki önemli rolü nedeniyle enerji verimliliği ulusal enerji politikası hedeflerinin ayrılmaz bir parçası olarak tanımlanmıştır.

Enerji verimliliği, tüketilen enerji miktarının, üretimdeki miktar ve kaliteyi düşürmeden, ekonomik kalkınmayı ve sosyal refahı engellemeden en aza indirilmesidir.

Türk ekonomisinin benzer ekonomiler ile karşılaştırıldığında enerji yoğun bir ekonomi olması enerji verimliliği iyileşmelerine yönelik potansiyellerinin olduğunu göstermektedir. Her geçen yıl artan enerji tüketimini güvenli bir şekilde kontrol altında tutmak ve aynı zamanda bu tüketimden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını azaltmak için enerji verimliliği çözümün en önemli parçalarından birini oluşturmaktadır.

Türkiye günümüzde kullandığı toplam enerjinin %70'inden fazlasını ithal yoluyla sağlamaktadır. Hızlı talep artışı nedeniyle, bu oranın önümüzdeki yıllarda daha da artması beklenmektedir. Enerji kaynakları açısından kısıtlı kaynaklara sahip ve dışa bağımlı konumda olan ülkemizde, enerji ihtiyacının yeterli, güvenilir ve ekonomik olarak sağlanması temel hedeftir. Yapılan yasal düzenlemeler ile tüm hukuksal altyapı uluslararası hukuğa ve ulusal ihtiyaca uygun hale getirilmiştir. Tüm bu unsurlar bir araya getirildiğinde ülkemizde yer alan tüm işletmelerin enerjiyi daha verimli kullanmaları, yasal yükümlüklerini yerine getirmelerine, maliyet avantajı

aracılığıyla rekabet güçlerini artırmalarına ve geleceğin en önemli pazarlama unsuru olan çevreci şirket imajlarına katkı sağlamaktadır.

Enerjiye olan ihtiyacın sürekli arttığı buna karşılık kaynakların gittikçe azaldığı dünyada, bütün enerji kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması büyük önem taşımaktadır. Özellikle sanayi sektöründe ana girdi kaynağını oluşturan enerjinin verimli kullanılması, uluslararası ticarete rekabet ortamının arttığı günümüzde maliyetleri düşürerek, mal ve hizmetlerin daha ucuza elde edilmesini sağlayacaktır.

Sanayide enerji verimliliğini artırmak için gaz, buhar, ısı, hava ve elektrikteki enerji kayıplarını önlemek, çeşitli atıkların geri kazanımı ve değerlendirilmesi, ileri teknoloji ile üretimi düşürmeden enerji talebinin azaltılması, daha verimli enerji kaynakları, gelişmiş endüstriyel süreçler, enerji muhasebesi, kontrol sistemleri, yalıtım, ham madde özellikleri, ürün çeşitleri ve özellikleri, iklim şartları ve çevresel etkiler, kapasite kullanımı alanlarında çalışmalar yapılmaktadır.

Sanayi sektöründeki işletmelerin farklı enerji tasarruf önlemleri ve enerji verimli teknolojilerin yardımıyla enerji kullanımlarını verimli bir şekilde yönetmelerine olanak tanımak ve bu yönde teşvik etmek suretiyle Türk sanayisinde enerji verimliliği artırılması hedeflenmektedir.

Bu kapsamda bu çalışmanın konusu, sanayi sektörünün dallarından biri olan gıda sanayinde şeker sektöründe enerji verimliliği çalışmaları olarak seçilmiştir.

Bu çalışmada amaçlanan temel hedeflerden birincisi şeker fabrikalarında enerjinin en verimli şekilde kullanılmasını sağlamaktır. Enerjiyi daha verimli kullanarak işletmenin maliyetlerini düşürmek ve bu sayede işletmenin piyasa ile rekabet gücünün artmasına katkı yapmak hedeflenmektedir. Bu amaçlar doğrultusunda, işletmenin ürün kalitesini düşürmeden enerji maliyetini azaltmasıyla birlikte işletme karlılığının artmasıyla işletme yönetiminin enerji tasarrufu için daha fazla kaynak ayırması da teşvik edilebilecektir.

Hedeflenen diğer amaçlar ise; enerjinin daha verimli kullanılmasını sağlayarak enerjide dışa bağımlı bir ülkenin ekonomisine katkı yapmak ve doğaya bırakılan zararlı gazların etkilerinin de olabildiğince alt seviyelere indirilmesidir.

Bu çalışma kapsamında, kristal şeker üretimi yapan endüstriyel işletmede, üretimin çeşitli aşamalarında kullanılan elektrik motorları ve buhar kazanları incelenmiştir. Özellikle enerji tasarruf potansiyeli yüksek olan buhar kazanları ve elektrik motorları üzerinde detaylı olarak incelemeler yapılmıştır. Malatya Şeker Fabrikasının muhtelif noktalarında meydana gelen ısı kayıplarının belirlenebilmesi için yüzey sıcaklıkları ölçülmüştür. Elektrik motorlarının performanslarının belirlenmesi amacıyla ölçümler yapılmıştır. İşletmede üretime direkt olarak etkisi olan bu ünitelere özgü yapılan ölçümler ve diğer veriler kullanılarak tasarruf miktarları belirlenmiştir. Bunların yanı sıra, transformatör sistemi ve elektrik tarifesi de incelenerek tasarruf potansiyeline sahip olanlar belirtilmiştir.

AN ENERGY EFFICIENCY ANALYSIS OF MALATYA SUGAR FACTORY

SUMMARY

Energy is not only a measurement for economical and social improvement but also a fundamental human necessity. From the beginning of time, energy is used for primary human needs; but afterwards it has turned into a symbol of growing and development. Energy consumption per capita as a reflection of social development and energy use in domestic and the industry is continuing to increase. Since the technological developments, economical and social growing plans of the countries, increasing world population, the importance of energy, which is the main input for all sectors.

At present, most of the energy requirement worldwide which have become an essential and integral part of modern civilization, being increasingly relied on since the Industrial Revolution is met by the combustion of fossil fuels (i.e., coal, petroleum oils, natural gas, etc.). However combustion of fossil fuels continues to contribute significantly to the increase in atmospheric pollutant concentrations, thus intensifying the prospect of global warming and global climate variability, and threatening the existence of civilization and mankind on Earth. In addition to the fact of fossil originated energy resources are both exhaustible and have detrimental effects to environment has led the world to focus on alternative resources, a steady depletion of the world's limited fossil fuel reserves also calls for alternative primary energy sources, and new energy technologies for energy conversion and power generation that are more energy efficient than the conventional combustion engine, with minimal or no pollutant emissions, and also compatible with renewable energy sources and sustainable development.

Importance of energy as an input source for all sectors, is increasing rapidly day by day, because of the reasons of world's population increase, industrialization process in developing countries and researchs for economic and social progress. Energy consumption per capita increases every year. Industry is the largest energy user globally, and growth in industrial energy use will have been higher than ever before.

In the world, demand of energy increases but the quantity of energy sources decreases. Using energy sources in a productive manner has a great importance. Especially in industrial sector should use these sources. These provides a huge advantage in the rivalry of international trade.

Nowadays, Turkey attains seventy percent of total energy by importing. Turkey's industrial structure shows a particularly high energy-consuming industries. Iron and steel, other metals, stone, soil, cement industry, paper industry, food industry etc.. are located between the energy-intensive industries.

In general, high-efficiency motor, the use of industrial facilities, compressed air systems to prevent leaks, combustion air is heated, contaminated fluid heat recovery,

hot and cold surfaces, insulation, reducing idle time, many facilities such as electrical power factor correction and energy saving measures can be achieved. Savings can be achieved by using energy-efficient manufacturing processes. If these preventions do not apply, energy consumption will increase every year.

The legal regulations prepared by the government and all legal infrastructure were made proper into international laws and national requirements. When all these elements are put into together, more productive energy usage of all enterprises exist in or country contributes to performing their legal obligations, increasing their competitive power through cost advantages and their environmentalist company image which is the most important marketing element of the future.

In this context, one of the branches of the industrial sector energy efficiency work in the sugar sector in the food industry are discussed.

The first of the main targets of this study is intended to provide the most efficient use of energy used in sugar industry. It aims to reduce business costs by using energy more efficiently and contribute to increase the competitiveness of the enterprise market. For these purposes, decreasing energy costs without compromising product quality of management are also encouraged to allocate more resources to save energy.

If the targeted other purposes, providing a more efficient use of energy to contribute to the economy of a country dependent on foreign energy and decreasing possible effects of lower levels of harmful gases.

Beet and cane are almost similar in sugar content. Beet typically contains 18% and cane contains 15%. The composition differences require different methods to produce sugar from beet and cane. Beet sugar industry and cane sugar industry are differences in farming, composition and processing.

Primarily the history of beet sugar cultivation, climatic characteristics of beet sugar, beet sugar processing technologies were informed about. Sugar sector investigated the current status and performance in Turkey. Status of sugar industry researched in the world. State-owned sugar factories in Turkey are examined energy consumption and costs. Investigations were carried out at these factories.

It selected a model sugar factory and determined about its saving points for energy efficiency. The main units in the factory are extraction unit, pressing unit, carbonatation unit, boiling unit and packing unit.

The sugar beets are harvested in the autumn and early winter by digging them out of the ground. They are usually transported to the factory by large trucks because the transport distances involved are greater than in the sugar cane industry. This is a direct result of sugar beet being a rotational crop which requires nearly 4 times the land area of the equivalent cane crop which is grown in mono-culture. Because the sugar beets have come from the ground they are much dirtier than sugar cane and have to be thoroughly washed and separated from any remaining beet leaves, stones and other trash material before processing.

The extraction starts by slicing the beets into thin chips. This process increases the surface area of the beet to make it easier to extract the sugar. The extraction takes place in a diffuser where the beet is kept in contact with hot water for about an hour. The diffuser is a large horizontal or vertical agitated tank in which the beets slices slowly work their way from one end to the other and the water is moved in the

opposite direction. This is called counter-current flow and as the water goes it becomes a stronger and stronger sugar solution usually called juice. Of course it also collects a lot of other chemicals from the flesh of the sugar beet.

The exhausted beet slices from the diffuser are still very wet and the water in them still holds some useful sugar. They are therefore pressed in screw presses to squeeze as much juice as possible out of them. This juice is used as part of the water in the diffuser and the pressed beet, by now a pulp, is sent to drying plant where it turned into pellets which form an important constituent of animal feeds.

The juice must now be cleaned up before it can be used for sugar production. This is done by a process known as carbonation where small clumps of chalk are grown in the juice. The clumps, as they form, collect a lot of the non-sugars so that by filtering out the chalk one also takes out the non-sugars. Once this is done the sugar liquor is ready for sugar production except that it is very dilute.

The next stage of the process is therefore to evaporate the juice in a multi-stage evaporator. This technique is used because it is an efficient way of using steam and it also creates another, lower grade steam which can be used to drive the crystallisation process.

Boiling unit is last stage. The syrup is placed into a very large pan, typically holding 60 tons or more of sugar syrup. In the pan even more water is boiled off until conditions are right for sugar crystals to grow. In the factory the workers usually have to add some sugar dust to initiate crystal formation. Once the crystals have grown the resulting mixture of crystals and mother liquor is spun in centrifuges to separate the two, rather like washing is spin dried. The crystals are then given a final dry with hot air before being packed and/or stored ready for despatch.

The final sugar is white and ready for use, whether in the kitchen or by industrial user such as a soft drink manufacturer. As for raw sugar production, because one can not get all the sugar out of the juice, there is a sweet by-product made: beet molasses. This is usually turned into a cattle food or is sent to a fermentation plant such as a distillery where alcohol is made. It does not have the same quality smell and taste as cane molasses so can not be used for rum production.

The beet sugar factory need steam and electricity to run and both have co-generation stations where high pressure steam is used to drive turbines which produce the electrical power and create the low pressure steam needed by the process. However the beet factory does not have a suitable by product to use as fuel for the boilers, it has to burn a fossil fuel such as coal, oil or gas. This partly because the animal feed business has been built from the availability of the pulp.

Model factory is a public agency. Sugar is produced in the factory. Production of sugar is carried out in approximately 3 months. Sugar processing capacity is 430 tons / day. Factory uses naturel gas, fuel-oil as an energy source. There are four steam boiler operations. Four of these are liquid naturel gas and fuel boilers (fuel oil). Other energy source is electricity at factory.

This is grouped under two main headings which are about the energy efficiency of thermal energy and electrical systems. Measurements and calculations were performed in these areas. First, the current situation have been identified. Cost analysis made and focused on what improvements were made.

The scope of this study which industrial enterprise engaged in the production of sugar, electric motors used in various stages of production and steam boilers are investigated. Especially with a high energy saving potential, boiler, investigations were carried out in detail on units such as electric motors. Surfaces temperatures of different places were measured to determine the heat losses that occur. Insulated steam boilers examined.

Necessary calculations were made. Measurements were made to determine the performance of electric motors. Directly to the plant to effect measurements, and other data specific to these units were determined using the amount of savings. In addition, the transformer system and electricity tariff are as well those who have examined the potential savings.



1. GİRİŞ

Ülkelerin toplumsal gelişimlerinin sürükleyici unsurlarının başında enerji tüketimi gelmektedir. Enerji günlük yaşamımızın ve üretimimizin en önemli girdilerinden birisidir, ekonomik büyümede önemli role sahip olup, ulusal kalkınma programlarında her zaman yer alacak olan bir unsurdur. Bu nedenle, ülkenin ve enerji sektörünün yönetimini üstlenenler toplumun ve ekonominin gereksinim duyduğu enerjiyi yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevre ile uyumlu bir şekilde sunmak yükümlülüğündedirler. Ayrıca ülkenin enerji arz güvenliği açısından da bu kaynakları çeşitlendirmek zorundadırlar [1].

Fosil yakıtların yakılması sonucu ortaya çıkan karbon emisyonlarını minimize ederek bu emisyonların neden olduğu küresel ısınma ve buna bağlı olarak ortaya çıkan iklim değişikliklerini önlemenin temel yolu fosil yakıtlar yerine yenilenebilir çevre dostu enerji kaynaklarını kullanmak ve enerjiyi daha verimli kullanarak enerji tasarrufu yapmaktır [2].

Enerji tasarrufu, enerjinin gereksiz kullanım sahalarını belirlemek ve israfı asgari düzeye indirmek veya tamamen ortadan kaldırmak için alınan önlemleri içerir [2]. Enerji tasarrufu kavramı, günlük hayatımızda olduğu kadar bu enerjinin çok büyük bir bölümünü kullanan endüstriyel tesislerde de hayati önem taşımaktadır. Endüstriyel tesislerdeki enerji tasarrufundaki amaç ürün başına tüketilen enerjinin azaltılmasıdır.

Sanayicilerin çeşitli programlar geliştirerek etkin kullanmayı hedefledikleri enerji, önemli bir maliyet unsuru olarak değerlendirilir. Enerji maliyetlerinin düşürülmesiyle kazanç elde etme, enerjinin etkin kullanılmasıyla yani enerji kullanımında verimliliğin sağlanması ile mümkündür. Bunu yerine getiren bir sanayici, aynı miktardaki mal veya hizmetleri daha az enerji ile üreterek, ulusal ve uluslararası alanda rekabet etme gücüne sahip olacaktır. Bu bağlamda, son yıllarda hazırlanan çeşitli enerji yönetimi programları büyük bir hız kazanarak hemen her sanayi sektöründe yürütülmeye başlanmıştır.

Enerji verimliliği, binalarda yaşam standardında ve hizmet kalitesinde, endüstriyel işletmelerde ise üretim kalitesinde ve miktarında düşüşe yol açmadan enerji tüketiminin azaltılmasıdır. Daha geniş bir biçimde enerji verimliliği; gaz, buhar, ısı, hava ve elektrikteki enerji kayıplarını önlemek, çeşitli atıkların geri kazanımı ve değerlendirilmesi veya ileri teknoloji ile üretimi düşürmeden enerji talebini azaltılması, daha verimli enerji kaynakları, gelişmiş endüstriyel süreçler, enerji geri kazanımları gibi etkinliği artırıcı önlemlerin bütünüdür.

Uluslararası Enerji Ajansı, dünya enerji tüketiminin 1980'den beri %45 arttığını ve 2030 itibarıyla %70 daha yüksek olacağını açıklamıştır. Geleceğin enerji politikası, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji üzerine olacaktır [3].

Halen hızlı kalkınma aşamasında olan ülkemizde sanayileşme faaliyetleri, yeni teknolojilere yönelim, hayat standartlarının yükselmesi ve artan nüfus, her yıl daha fazla enerji tüketimine neden olmaktadır. Bu artış böyle devam ettiği takdirde, 2020 yılında toplam enerji arzının ancak %20'sinin yerli üretimle karşılanabileceği beklenmektedir [3].

Ülkemiz enerji ithalatı yapan bir ülkedir. Özellikle petrol, doğal gaz gibi enerji kaynaklarının fiyatları geçmişte dünyadaki çeşitli siyasi ve ekonomik olaylara bağlı olarak büyük dalgalanmalar göstermiş ve bu dönemlerde enerji bakımından dışa bağımlı birçok ülke ekonomisi bu durumdan olumsuz etkilenmiştir. Enerji ihtiyacının yeterli, güvenilir ve ekonomik olarak sağlanması temel hedeftir. Enerjinin verimli kullanımı bu hedefin gerçekleştirilmesinde kullanılacak en önemli araçlardan birisidir.

Enerjinin verimli kullanılmasının sağlanması ve etkin bir enerji verimliliği programının uygulanması, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi, enerji verimliliği konusunda bir bilinç oluşturulması ile uluslararası yükümlülüklerin yerine getirilmesi için 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir [4].

Enerji yoğunluğu, yaratılan her birim gayrisafi yurt içi hasıla veya katma değer için tüketilen enerjinin azaltılmasıdır. Türkiye'nin kişi başına enerji tüketimi, OECD ortalamasının beşte biri civarında olmasına rağmen Türkiye'nin enerji yoğunluğu, OECD ortalamasının üzerindedir. Bu durum enerji verimliliği ilkelerine dikkat

edilmediğini göstermekle birlikte enerji yoğun sektörler ile kalkınmaya çalışmamızın sonuçlarını da ortaya koymaktadır [5].

Ülkemizde toplam enerji kullanımının %40'ını sanayi, %32'sini konut ve hizmetler, %20'sini ulaştırma, %5'ini tarım, %3'ünü diğer sektörler oluşturmaktadır [6].

2020 yılında 2006'ya göre sanayide 2,5 kat, binalarda 2 kat ve ulaşımda 2,3 kat daha fazla enerji harcayacağımız tahmin edilmektedir. 2020 yılında sanayide 78,7 MTEP seviyelerine gelecek enerji tüketimimizin 10,5 MTEP'lik kısmını, binalarda 47,5 MTEP seviyelerine gelecek enerji tüketimimizin 16,5 MTEP'lik kısmını, ulaşımda 34 MTEP seviyelerine gelecek enerji tüketimimizin 5 MTEP'lik kısmını enerjiyi verimli kullanarak azaltma potansiyeline sahip bulunmaktayız [5].

Türkiye İmalat Sanayi alt sektörlerinden 1995-2001 yılları arasında Dokuma, Giyim Eşyası ve Deri Sanayinde enerji yoğunluk değerleri 0,051-0,052, Orman Ürünleri ve Mobilya Sanayinde enerji yoğunluk değerleri 0,062-0,089, Kağıt, Kağıt Ürünleri ve Basım Sanayinde enerji yoğunluk değerleri 0,129-0,241, Kimya Petrol, Kömür, Kauçuk ve Plastik Ürünleri Sanayinde enerji yoğunluk değerleri 0,081-0,157, Taş ve Toprağa Dayalı Sanayi enerji yoğunluk değerleri 0,618-0,767, Metal Ana Sanayi enerji yoğunluk değerleri 0,454-0,619, Metal Eşya, Makine Teçhizat, Ulaşım Aracı, İlmî ve Meslekî Ölçme Aletleri Sanayi enerji yoğunluk değerleri 0,012-0,015 ve Gıda, İçki ve Tütün Sanayi enerji yoğunluk değerleri 0,058-0,057 'dir. Gıda sanayindeki enerji tüketimleri incelendiğinde, 2000 ve 2001 kriz yılları hariç, yıllar itibariyle istikrarlı biçimde artış olduğu görülmektedir. Satıştan elde edilen gelir için de bu durum devam etmektedir. Gıda sanayinde 2001 yılında toplam enerji tüketimi 1.390.102 TEP'dir. Gıda sanayinin bir kolu olan Şeker Sanayide 2001 yılında toplam enerji tüketimi 676.551 TEP olarak gerçekleşmiştir[6].

Pek çok sanayi kolunun aksine, gıda sanayinde hem istikrarlı bir enerji tüketim seyrinin olduğunu, hem de sektörün genel olarak enerji-yoğun bir nitelik arz etmediğini söylemek mümkündür [7].

Bu çalışma kapsamında gıda sanayinin bir kolu olan şeker sektöründe, kamu fabrikalarında enerji verimliliği açısından neler yapılabileceği, ülkeye ekonomik anlamda nasıl katkı sağlanacağı üzerinde durulmuştur.



2. ŞEKER SEKTÖRÜNÜN DURUMU

2.1 Şeker Sektörünün Tanımı

Şeker üretimi, temel ham maddesi kamış ve pancar olan bitkilerin işlenmesi ile gerçekleşir. Şeker sektörünün temel amacı; şeker kamışı veya pancardan ham şeker, şekerli şuruplar, beyaz şeker üretimi ve ham şekerin rafine edilmesidir. Şeker pancarından veya kamıştan şeker üretiminin fabrikasyon prosesi içerisinde; melas, küspe ve çeşitli şuruplar elde edilebilmektedir. Şeker Sanayi kapsamında üretilen ürünler kristal şeker, küp şeker, pancar posası, yaş küspe, melaslı kuru küspe ve melas olarak sıralanabilir.

Şeker üretimi çok geniş bir fabrikasyon ve entegrasyon içerir. Fabrikada işlenen şeker pancarı yada kamış, uğradığı her bir işlem neticesinde katma değer yaratacak potansiyele sahiptir. Pancar ekiminin, sanayi ile olan yakın ilişkisi sayesinde, pancar ekimi yapılan bölgelerde çiftçilerin endüstriyel faaliyetlere daha yatkın olduğu gözlenmiştir. Ülkemiz sahip olduğu iklim koşulları nedeniyle şeker pancarı tarımına elverişlidir. Ülkemiz ekonomisi için çok önemli bir bitki olan şeker pancarı, yarattığı katma değer ile daha uzun yıllar ülkemiz için sahip olduğu önemi koruyacaktır[8].

2.2 Dünyada ve Türkiye’de Şeker Sanayinin Tarihsel Gelişimi

2.2.1 Dünya şeker sanayinin tarihsel gelişimi

Gıda sanayisinin en temel girdilerinden biri olan şeker, dünyada yaklaşık 120 ülkede üretilmektedir. Yüksek kalorili bir besin maddesi olan şeker, üretildiği her ülkenin stratejik ürün grubunda yer almaktadır.

Şeker, kamış ve pancar olmak üzere iki farklı ham maddeden üretilmektedir. Dünya ölçeğinde yapılan şeker üretiminin yaklaşık %70’i kamıştan, iklim ve coğrafi şartlardan ötürü %30’u pancardan üretilmektedir. Kamıştan şeker üretiminde lider ülkeler Brezilya, Hindistan, Tayland, Meksika, Kolombiya ve Küba’dır. Pancar

şekeri üretiminde lider ülkeler ABD ve AB üyesi ülkeler başta olmak üzere; Ukrayna, Türkiye ve Rusya'dır [8].

Şekerin gerek tatlandırıcı olarak gerekse sağladığı yüksek kalori nedeniyle bir besin maddesi olarak kullanılması çok eskidir.

Kamıştan şeker üretimi, özellikle tropikal bölgelerde eski zamanlardan beri yapılmasına rağmen, şekerin Avrupa ile tanışması 15.yy'da Portekizli tüccarlar ile mümkün olmuştur. Başta Portekiz olmak üzere, pek çok Avrupa ülkesi 15.yy'dan itibaren kolonizasyon amacıyla tropikal bölgelere seferler düzenlemişlerdir [9].

Amerika'nın keşfi ile birlikte dünya şeker üretiminde büyük bir dönüşüm yaşanmıştır. Kamış şekeri üretimi Brezilya ve Küba gibi ülkelerde yaygınlaşmış ve özellikle 16. yy'ın sonundan itibaren Portekiz'in sömürgesi olan Brezilya'da yüksek miktarlarda kamış üretilmiş ve Portekiz bu dönemde dünya şeker ticaretinde lider konuma ulaşmıştır [8].

Bu yüzyıllarda, yeni kıta Amerika'ya köle ticareti başlamış ve bu gelişme tarihte "Üç Yönlü Ticaret" olarak bilinen ticari faaliyetlerin bir alanını oluşturmuştur. Avrupa ülkeleri sömürgelerden getirdiği köleleri Amerika kıtasına göndermiş ve bunun karşılığında şeker başta olmak üzere pek çok gıda maddesini Amerika'dan ithal etmiştir. Üç Yönlü Ticaret'le beraber kölelerin Amerika'ya getirilerek büyük çiftliklerde çalıştırılmaya başlaması sonucu şeker üretimi o kadar verimli hale gelmiştir ki, bu dönemde şeker "beyaz altın" olarak adlandırılmıştır [10].

1600'lerin ortalarında İngiltere Barbados'u, 1700'lerde ise İspanya sömürgesi olan Küba dünya şeker piyasasında söz sahibi olmuştur. Brezilya ve Karayipler'deki üretim artışı nedeniyle şeker fiyatları düşmüş, bu da talebi canlandırmıştır. Avrupa'da şeker ticareti yapan ülkeler arasına Portekiz ve İspanya'dan bir kısım sömürge toprağı satın alan Hollanda da girmiştir. 17.yy'da şeker ticaretinin merkezi haline gelen Hollanda'da bine yakın şeker rafinesi kurulmuştur. Kamış sahip olduğu özellikler nedeniyle, yetiştirildiği bölgede hemen işlenmesi gerektiğinden, yüzyıllar boyunca şeker ticaretini yöneten Avrupa devletleri, kendi topraklarında şeker üretimi gerçekleştirememişlerdir [11].

17.yy sonlarına kadar lüks bir tüketim maddesi olan ve doğal olarak da, bir kesime hitap eden bir tatlandırıcı olan şekerin, geniş kitleler tarafından bir tüketim maddesi olarak kullanılması 18.yy başlarına denk gelmektedir. Sömürgeciliğin ve sanayi

devriminin doğal sonucu olarak zenginleşen Avrupa ülkeleri, hem genç ve enerjiye ihtiyacı olan nüfusun beslenmesinde hem de çay, kahve gibi bazı ürünlerin geniş kitlelerce kullanılmaya başlanması nedeniyle şeker tüketimini arttırmıştır. Bu dönemde yaşanan sanayi devrimi, şeker tüketimini arttırdığı gibi şekerin politik bir ürün olmasına neden olmuştur [8].

Kamıştan üretilen ve çeşitli yollarla Avrupa'ya taşınan şeker, sanayi devrimi sonrasında yaşanan gelişmeler nedeniyle Avrupa'da üretilmeye çalışılmış ve girişimler yapılmıştır. Kamıştan üretilen şekerin deniz ticaret yolları ile Avrupa'ya taşınmasında en büyük zararı gören Almanya ve Rusya gibi ülkelerin, İngiltere ve Fransa gibi ülkelerle politik rekabetten uzak durmak istemesi, maliyeti yüksek olan pancar şekeri üretimini gündeme getirmiştir.

Çeşitli denemelerden sonra ilk pancar şekeri üretimi 1801 yılında Prusya'da gerçekleşmiştir. Almanya'da kurulan ilk şeker fabrikasını, Rusya'da kurulan fabrikalar takip etmiştir. Ancak Almanya ve Rusya'da yaşanan bu gelişmeler bir şeker endüstrisi kurmaktan ziyade, şeker üretiminde en azından kendi kendine yetmeyi amaçlayan uygulamalardır. O dönemde İngiltere ile yaşadığı rekabet, Fransa'ya çeşitli ekonomik kararları uygulama zorunluluğu getirmiştir. Bu politik rekabet, daha sonraları Fransa'da şeker endüstrisi kurulmasına neden olmuştur. 1800'lerin ortalarına gelindiğinde Almanya, Rusya ve Fransa başta olmak üzere Avrupa ülkelerinde şeker endüstrisi kurma gayretleri artmış ve bu yönde devlet politikaları uygulanmıştır. Bu durumun doğal sonucu olarak 19.yy sonlarına gelindiğinde Avrupa'da şeker endüstrisinin canlandığı görülmektedir [8].

1920'li yıllardan itibaren şeker, tüm dünyada korunan ve desteklenen bir ürün olma özelliği kazanmıştır.

2.2.2 Türkiye şeker sanayinin tarihsel gelişimi

Türkiye'de şeker pancarından şeker üretmek için ilk girişimler 1840 yılında Arnavut köylü Dimitri Efendi tarafından yapılmış, elde edilen sonuçların olumsuz olması nedeniyle çalışmalar terk edilmiştir. 27 yıl sonra 1867 yılında Davutoğlu Karabet, 1879'da Fenerler imtiyaz sahibi Mechel Paşa, daha sonraları 1917 yılında Türk Alman ortak kuruluşu olan Zeniht Şirketi tarafından aynı şekilde girişimlerde bulunulmuş fakat sonuç alınamamıştır [12].

Şeker Fabrikaları kurma teşebbüslerinin gerçekleşebilmesi ancak, Büyük Önderimiz Atatürk'ün kurduğu Cumhuriyet döneminin sağladığı geniş imkanlar sayesinde olabilmıştır. Bu istikametteki ilk ciddi teşebbüs Uşak'lı Molla Ömeroğlu Nuri (Şeker) adında bir çiftçi tarafından başlatılmıştır. Uşak'ta mahalli birçok müteşebbisin iştiraki ile 19.04.1923 tarihinde 600.000 TL sermaye ile kurulan Uşak Terakki Ziraat T.A.Ş. 06.11.1925 tarihinde ilk Şeker Fabrikasının temelini atmış ve fabrika 17.12.1926 tarihinde işletmeye açılmıştır. Uşak'ta Şeker Fabrikası kurma çalışmaları devam ederken yine aynı yıllarda İstanbul'da da özel şahısların ve bazı milli bankaların iştiraki ile 14.6.1925 'de 500.000 TL sermayeli "İstanbul ve Trakya Şeker Fabrikaları T.A.Ş." kurulmuştur. 1933 yılına kadar ülkemizin şeker ihtiyacı bu iki fabrikanın üretimi ile kısmen karşılanmıştır. Bu iki fabrika ile pancar tarımında ve şeker fabrikası işletmesinde hayli tecrübeler edinilmiş olduğundan yeni şeker fabrikaları kurulması gerekli görülmüştür [12].

Milli bankalarımızdan bazılarının ortaklığı ile iki şirket teşekkül ettirilmiş ve bunlardan "Anadolu Şeker Fabrikaları T.A.Ş." 5.12.1933 tarihinde Eskişehir Şeker Fabrikasını işletmeye açmıştır. Diğer bir şirket olan " Turhal Şeker Fabrikası T.A.Ş. "de 19.10.1934 tarihinde Turhal Şeker Fabrikasını işletmeye açmıştır.

Tarımsal, teknik ve idari çalışmaların koordine edilmesi, sermaye kaynaklarının birleştirilmesi amacıyla 06.07.1935 tarihinde T.C. Ziraat Bankası, Sümerbank ve Türkiye İş Bankası'nın eşit iştirakiyle ve o tarihte mevcut ayrı şirketler halindeki dört şeker fabrikasını devir almak suretiyle Türk Ticaret kanunu hükümlerine göre 22 Milyon Lira sermayeli Türkiye Şeker Fabrikaları Anonim Şirketi olarak kurulmuştur.

Şeker üretim faaliyetleri 1950 yılına kadar zaman zaman tevsi edilen dört şeker fabrikası ile yürütülmüştür. Her yıl artan şeker ihtiyacının tamamen yerli üretimle karşılanabilmesi için 1951 yılında hazırlanan " Şeker Sanayi'nin Tevsi Programı" ile yeni şeker fabrikaları kurulması dönemine girilmiştir. Diğer taraftan da pancar ekicilerinin teşkilatlandırılması amacı ile tarım kesiminde toplumsal dayanışmanın bir örneği olan kooperatifleşme hareketi başlatılmıştır [12].

1951-1956 yıllarını kapsayan dönemde toplam on bir yeni şeker fabrikası inşaa edilerek, 1956 yılında fabrika sayısı on beşe ulaşmıştır. 1962 yılında Ankara Şeker Fabrikası ve 1963 yılında da Kastamonu Şeker Fabrikası işletmeye alınmıştır. Ülkemizin nüfus artışına paralel olarak artan şeker ihtiyacını temin etmek amacıyla

yeni şeker fabrikaları kurulması öngörülerek 1977'de Afyon, 1982'de Muş ve Ilgın, 1983'de Bor, 1984'de Ağrı ve 1985 yılında da Elbistan Şeker Fabrikalarının %95'e varan makina ve tesisleri mevcut beş makine fabrikasında imal edilerek işletmeye alınmışlardır. 1989 yılında Erciş, Ereğli ve Çarşamba Şeker Fabrikaları, 1991 yılında Çorum, 1993 yılında Kars, 1998 yılında Yozgat ve 2001 yılında ise Kırşehir Şeker Fabrikaları işletmeye açılmıştır. Çumra, Boğazlıyan ve Aksaray Şeker Fabrikalarının da işletmeye açılmasıyla şeker üreten fabrika sayısı 33'e yükselmiştir [12].

2.3. Dünya Şeker Üretimi ve Tüketimi

2.3.1. Dünya şeker üretimi

Dünyada tatlandırıcı talebi şeker kamışı ve pancar şekerinden üretilen sakaroz kökenli; mısır, buğday, patates gibi ürünlerden üretilen nişasta kökenli olmak üzere iki ana grupta sınıflandırılmaktadır [13].

Genel olarak dünya şeker üretiminin yaklaşık % 80'i şeker kamışından, % 20'si de şeker pancarından oluşmaktadır. Şeker üretiminde pancar ve kamış kullanımı büyük oranda ülkelerin coğrafi konumuna bağlı olarak değişmektedir. Pancarın her ülkede yetişmemesi ve kamıştan şeker üretimine göre daha maliyetli olması nedeniyle, kamıştan şeker üretimi daha yaygındır [8].

En büyük şeker üreticisi ülkeler Brezilya, Avrupa Birliği, Hindistan, Çin, Meksika, Avustralya, Tayland, Pakistan ve Kolombiya'dır.

Şeker kamışından şeker üreten başlıca ülkeler Brezilya, Hindistan, Çin, Meksika, Avustralya, Tayland, ABD, Pakistan, Kolombiya ve Filipinlerdir.

Şeker pancarından şeker üreten belli başlı ülkeler ise Avrupa Birliği, ABD, Rusya, Türkiye, Ukrayna ve Japonya'dır [13].

2013/2014 döneminde dünya şeker üretiminin ham değer olarak 185,55 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Dünya şeker üretimi bir önceki döneme göre 6,39 milyon ton artmıştır. 2013/2014 döneminde dünya pancar şekeri üretiminin 37,28 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Söz konusu dönemde pancar şekeri üretiminin Avrupa Birliği'nde 16,8 milyon ton, Rusya'da 5,16 milyon ton, Ukrayna'da 2,42 milyon ton, Türkiye'de 2,36 milyon ton ABD'de 4,6 milyon ton, Çin'de 1,15 milyon ton ve Japonya'da 603.000 ton olduğu tahmin edilmektedir [14].

2.3.2. Dünya şeker tüketimi

Dünya şeker tüketimini nüfus değişimi, hammaddeler, şeker alternatif tatlandırıcı fiyatları, tüketici tercihleri ve sağlıkla ilgili sorunlar etkilemektedir[13].

Ülkelerin kalkınma hızları arttıkça kişi başına şeker tüketimi de artmaktadır. Global şeker tüketiminin 20 yıl sonra, 257 milyon tona çıkması, Asya'nın dünya şeker tüketimindeki payının yüzde 40'tan yüzde 49'a yükselmesi beklenmektedir. Uzun dönemde ortalama büyüme oranı, hem iç pazarda, hem de Dünya'da fiyatların makul seviyelerde tutulmasıyla yükseltilebilir. Dünya ortalaması üzerinde olan tüketim artış oranları; Uzak Doğu Okyanusya ve Hindistan bölgelerinde daha yüksektir. Bu bölgeler dünya tüketiminin yaklaşık % 40'ına sahiptir.

Dünya'nın en büyük şeker tüketicisi Hindistan'dır. Nüfus artış hızı ve kişi başına gelir, tüketimi belirleyen en önemli unsurlardır. Gelişmiş ülkelerde kişi başına şeker tüketimi durağan, gelişmekte olan ülkelerde ve şeker ekonomisi güçlü ülkelerde artmaktadır[14].

Beyaz şeker tüketimi, nüfus artışı ve kişi başına gelir artışına bağlı olarak artması gerekirken, alternatif tatlandırıcıların avantajlı fiyatı ve sağlık nedenleri bu artışı olumsuz etkilemektedir.

Alternatif tatlandırıcıların daha ucuz olması, kullanım kolaylığı, kullanıldıkları ürünlerin raf ömürlerinin uzunluğu, kalorilerinin düşüklüğü bu ürünlerin seçiminde rol oynamaktadır [13].

2013/2014 döneminde dünya şeker tüketiminin 175,49 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Bu rakam bir önceki dönem için 171,08 milyon ton olarak tahmin edilmiştir. 2013/2014 döneminde dünya şeker tüketiminin yıllık ortalama artışı % 2,6 olmuştur. 10 yıllık ortalamalara göre dünya tüketimi ortalama % 2,33 oranında büyümektedir. Bu artış 2008 yılında yaşanan global finansal krizden sonra görülen en yüksek artıştır [14].

Dünya'da kişi başına şeker tüketimi ortalama 21,8 kg'dır. Bazı ülkelerin kişi başına şeker tüketimleri ABD 30,5 kg, AB ülkeleri 33,7 kg, Hindistan 18,4 kg, İran 28,0 kg, Rusya 39,1 kg, Japonya 19,2 kg, Brezilya 57,9 kg, Çin 10,5 kg'dır. Türkiye kişi başına yıllık şeker tüketimi 28 kg civarındadır [13]. Çizelgeler 2.1-2.4'de en büyük

şeker üreticisi, en büyük şeker tüketicisi, pancar şekeri ve kamış şekeri üreticisi ülkeler hamdeğer açısından karşılaştırılmıştır.

Çizelge 2.1: En büyük şeker üreticisi ülkeler [14].

Ülkeler	Bin ton, hamdeğer
Brezilya	41.073
Hindistan	27.625
AB	16.805
Çin	14.182
Tayland	10.625
ABD	7.982
Meksika	7.580
Pakistan	5.870
Rusya	5.163
Avustralya	4.508

Çizelge 2.2: En büyük şeker tüketicisi ülkeler [14].

Ülkeler	Bin ton, hamdeğer
Hindistan	25.625
AB	19.020
Çin	16.304
Brezilya	13.484
ABD	10.884
Endonezya	6.522
Rusya	5.870
Pakistan	4.674
Meksika	4.648
Tayland	3.350

Çizelge 2.3: En büyük pancar şekeri üreticisi ülkeler [14].

Ülkeler	Bin ton, hamdeğer
AB	16.805
Rusya	5.163
ABD	4.607
Ukranya	2.423
Türkiye	2.367
Çin	1.157
Mısır	850
İran	675
Belarus	654
Japonya	603

Çizelge 2.4: En büyük kamış şekeri üreticisi ülkeler [14].

Ülkeler	Bin ton, hamdeğer
Brezilya	41.073
Hindistan	27.625
Çin	13.025
Tayland	10.625
Meksika	7.580
Pakistan	5.870
Avustralya	4.508
ABD	3.375
Guatemala	2.936
Endonezya	2.816

2.4 Türkiye’de Şeker Üretimi ve Şeker Tüketimi

2.4.1 Türkiye’de şeker üretimi

Türkiye’de kurulu yıllık şeker üretim kapasitesi 4.141 bin ton/yıl olup, bunun 3.151 bin ton/yıl pancar şekeri, 990 bin ton/yıl nişasta bazlı şeker üretilmektedir. Sektördeki pancar şekeri kurulu kapasitesi 2002/2003 dönemine göre % 7 civarında artmasına karşılık, üretim yaklaşık aynı miktarda kalmış, şeker satışları % 6,3 oranında artmıştır. 4634 sayılı Şeker Kanun’u ile yurt içi şeker rejiminin düzenlenmesi, üretiminin yurt içi talebe göre gerçekleştirilmesi, gerektiğinde ihracat yapılması, şeker üretiminde usul ve esaslar ile fiyatlandırma, pazarlama yöntemlerinin belirlenmesi ve nişasta bazlı şeker üretiminin kontrol altına alınması amaçlanmıştır [13].

2.4.2 Türkiye’de şeker tüketimi

Kurulu şeker üretim kapasitesinin son yıllarda yeni fabrikaların devreye girmesi ile tüketimin çok üzerine çıkması sektörde ciddi sorunlar ortaya çıkarmıştır. Tüketim miktarı artmadığı ve yeni fabrikalar devreye girdiği için mevcut kotanın 33 fabrikaya paylaşılması ile bazı şirketlerin kotadan aldıkları pay azalmıştır. Diğer taraftan, yurt içi üretim maliyetlerinin dünya borsa fiyatlarının (belirleyici olan kamış şekerin fiyatı nedeniyle) üzerindedir [13].

Nişasta bazlı şeker üretim kotalarının her yıl Bakanlar Kurulu kararı ile % 25-50 arasında değişen oranlarda artırılması ve değişik kanallardan yurt içine giriş yapan şekerlerin de etkisi ile pancar şekeri satış rakamları önemli bir artış göstermemekte,

dolayısı ile Türkiye’de kişi başına pancar şekeri tüketimi yıllık nüfus artışı ile paralellik sağlayamamaktadır. Kişi başına pancar şekeri tüketimi 28 kg olup, nişasta bazlı şekerle birlikte toplam tüketimin 32 kg civarında olduğu tahmin edilmektedir [13]. Çizelge 2.5’de kamuya ait şeker fabrikalarında 2009-2013 yıllarında işlenen pancar miktarı verilmiştir. Çizelge 2.6’da kamuya ait şeker fabrikalarında 2009-2013 yıllarında üretilen şeker miktarı verilmiştir. Kamuya ait şeker fabrikalarında küçük, orta ve büyük ölçekli fabrikalar mevcuttur. 2013 yılında Alpullu, Çarşamba ve Susurluk fabrikalarında şeker üretimi yapılmamıştır. Şeker fabrikalarında işlenen pancar miktarı iklim şartlarına bağlı olarak her yıl değişmekte, fabrikalarda üretilen şeker miktarı ise teknolojik şartlar, iklim şartları, pancarın miktarı ve pancarın yapısına bağlı olarak her yıl değişmektedir. Fabrikaların pancar işleme kapasiteleri mevcut sistem şartlarına bağlı olarak değişmektedir.

Çizelge 2.5: Kamuya ait şeker fabrikalarında işlenen pancar miktarı [14].

Fabrikalar	Kurulu Pancar Kapasitesi (ton/gün)	Hedef Pancar İşleme (ton/gün)	İşlenen Pancar 2009 yılı (ton)	İşlenen Pancar 2010 yılı (ton)	İşlenen Pancar 2011 yılı (ton)	İşlenen Pancar 2012 yılı (ton)	İşlenen Pancar 2013 yılı (ton)
Afyon	6.000	7.000	701.000	734.000	615.000	759.000	875.500
Ağrı	3.000	3.200	122.500	163.500	137.400	76.000	71.000
Alpullu	4.000	-	152.700	108.000	60.800	29.000	-
Ankara	3.000	3.800	421.000	404.500	434.500	475.500	473.500
Bor	3.000	3.800	385.500	374.500	365.000	355.000	398.000
Burdur	4.800	5.200	434.000	534.000	538.600	474.000	591.300
Çarşamba	3.000	-	95.200	82.300	-	-	-
Çorum	6.000	7.300	448.200	646.00	567.000	548.200	595.000
Elazığ	1.500	1.800	71.200	89.800	88.200	47.600	32.000
Elbistan	3.000	3.800	216.000	360.000	381.000	342.000	337.000
Erciş	1.500	2.000	138.700	194.500	100.000	129.000	158.000
Ereğli	6.000	8.500	1.238.000	1.057.300	917.500	822.000	1.128.000
Erzincan	1.500	1.850	182.000	211.700	192.500	142.600	167.200
Erzurum	3.000	3.300	197.100	275.000	237.000	171.000	168.000
Eskişehir	6.000	7.200	992.000	765.000	842.500	874.000	897.000
İlgin	6.000	7.200	1.012.900	818.000	862.100	895.000	931.000
Kars	1.500	1.750	182.000	211.700	192.500	142.600	167.200
Kastamonu	3.000	3.800	197.100	275.000	237.000	171.000	168.000
Kırşehir	3.000	4.000	421.000	414.500	365.400	487.900	482.000
Malatya	3.000	3.600	248.200	288.000	216.000	167.700	192.000
Muş	3.000	3.600	271.800	312.500	244.000	217.500	208.000
Susurluk	7.000	-	266.500	248.000	-	-	-
Turhal	7.000	7.200	546.000	647.000	605.000	445.000	500.000
Uşak	1.500	1.800	121.000	172.500	189.000	152.000	191.000
Yozgat	3.000	3.800	284.500	344.500	324.600	343.000	326.500
Toplam	93.300	95.500	9.270.000	9.613.000	8.557.000	8.130.000	8.923.000

Çizelge 2.6: Kamuya ait şeker fabrikalarında üretilen şeker miktarı [14].

Fabrikalar	Üretilen Şeker 2009 yılı (ton)	Üretilen Şeker 2010 yılı (ton)	Üretilen Şeker 2011 yılı (ton)	Üretilen Şeker 2012 yılı (ton)	Üretilen Şeker 2013 yılı (ton)
Afyon	110.000	105.125	92.936	116.560	131.150
Ağrı	16.233	20.175	18.543	10.775	9.830
Alpullu	16.545	10.550	6.711	2.900	-
Ankara	62.550	49.130	58.030	64.220	64.035
Bor	55.750	49.550	50.180	49.550	57.325
Burdur	64.835	73.100	77.630	66.906	86.836
Çarşamba	11.176	6.895	-	-	-
Çorum	69.050	88.000	80.230	78.735	89.000
Elazığ	8.870	10.970	11.730	5.815	4.380
Elbistan	31.313	46.664	51.888	44.670	47.485
Erciş	21.485	28.570	14.000	19.415	24.400
Ereğli	183.570	138.681	129.800	117.630	153.830
Erzincan	28.275	28.310	28.115	20.050	24.140
Erzurum	32.434	41.905	37.595	26.895	26.040
Eskişehir	152.724	95.910	113.650	124.420	127.630
İlgin	156.100	114.200	126.198	132.500	135.800
Kars	3.363	5.600	7.534	3.641,5	2.068
Kastamonu	42.900	39.160	32.274	21.664	27.975
Kırşehir	59.870	55.500	53.400	73.273,5	73.750
Malatya	32.600	31.950	26.080	21.850	25.100
Muş	39.900	43.000	33.510	31.000	30.300
Susurluk	27.070	18.710	-	-	-
Turhal	80.500	86.230	87.050	63.720	77.810
Uşak	17.950	24.020	28.200	22.670	27.000
Yozgat	44.690	47.745	49.216	51.040	48.716
Toplam	1.369.673	1.259.650	1.214.500	1.169.900	1.294.600

2.5 Pancar Bitkisinin Özellikleri ve Türkiye’de Pancar Ekimi

2.5.1 Pancar bitkisinin özellikleri

Şeker pancarının yetiştirme, gelişme şartları ilkbaharda 0,5 cm toprak derinliğinde, sıcaklığın 7 dereceye ulaşması ile başlar ve sonbaharda sıcaklığın 5 dereceye düşmesi ile son bulur. Pancarın ilkbahar ile son bahar arasında geçen yetiştirme ve gelişme dönemi yaklaşık olarak 180-200 gün arasında değişen bir sürede gerçekleşir. Bu süre içerisinde şeker pancarında şeker oluşumu 10°C ile 30°C arasındaki değerlerde gerçekleşir [8].

Şeker pancarı depoladığı şekerin bir kısmını 0°C’de başlayan ve her 10°C sıcaklık değeri yükselişinde iki kat arttıran bir şekilde solunumda kullanır. Pancarın solunum ile kullandığı şeker miktarı özellikle kurak ve sıcak dönemlerde maksimum boyutlara

ulaşır. Pancar solunum işlemi ile günlük şekerin yaklaşık %30'luk kısmını kendi başına tüketir. Uygun iklim şartlarında şeker pancarından yüksek miktarda şeker üretilebilmektedir.

Ülkemizde şeker pancarı üretimi, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri dışında hemen her yerde yapılabilmektedir. Şeker pancarı tarımı yapılan yerlerin neredeyse tamamı deniz seviyesinden en az 700 metre yüksektedir. Ülkemizde pancar tarımı yapılan bölgelerin çok önemli bir kısmı karasal iklim şartlarının görüldüğü bölgelerdir. Pancar ekimi, bölgelerin gösterdiği farklı iklim özelliklerinden ötürü şubat, mart, nisan, mayıs ve haziran aylarında yapılır. Ancak, ülkemizde genel olarak pancar ekiminin en çok yapıldığı dönem nisan ayıdır [8].

Pancar ekiminde sıcaklık, sulama ve toprak özellikleri elde edilen pancarın verimi açısından çok önemlidir. Pancar tarımında, pancar ekiminden yüksek verim alabilmek için toprağın zenginleştirilmesi gerekmektedir. Toprak hazırlığında ilk işlem ön bitki hasadı yapılmasıdır. Ön bitki hasadını takiben toprağın pancar ekimine hazır hale gelmesi için toprağın sürülmesi gibi işlemlerin de özenle yapılması gerekir. Bu işlem sonrasında öncelikli olarak toprakta bulunan değerlerin ölçülmesi gerekmektedir. Yapılan ölçümler sonunda, tarlada kullanılacak gübre cinsi ve miktarı belirlenir. Yapılan analizler sonucunda elde edilen verilere göre azotlu, fosforlu, potaslı yada kompoze gübreler önerilen miktarlarda kullanılabilir. Pancar tarımında dikkat edilmesi gereken en önemli iş, ilk baharda yapılan toprak hazırlığıdır. Pancar ekiminden önce yapılan toprak hazırlığı ekilen tohumların yatak derinliğini, tohumun üstünde kalacak olan toprak kalınlığını ve üretilecek şeker pancarı verimini etkilemektedir. Tohum yatağının belirlenmesi iklim şartlarına ve toprağın yatağına bağlı olarak değişebilmektedir. Tohum yatağının belirlenmesinden sonra pancar ekimi yapılır. Kusursuz bir ekim işlemi içinse sıra mesafesinin, ekim hızının, ekim veriminin iyi hesaplanması gerekmektedir.

Pancar ekiminden sökülümüne kadar geçen sürede tarla yabancı otlardan ayrılır, hastalık ve haşerelerden korumak için ilaçlanır, pancara ihtiyacı kadar su verilerek bitkinin gelişimi sağlanır.

Pancar köklerinin sökülmesi, temizlenmesi ve yaprakların ayıklanması işlemlerini kapsayan hasat dönemine geçilir [8].

2.5.2 Türkiye’de pancar ekimi

Türkiye sahip olduğu coğrafi özellikleri nedeniyle sadece pancar tarımı yapılabilmesine elverişlidir. Şeker pancarı Ege, Akdeniz sahil kıyıları, Doğu Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgesi dışında ülkemizin istenilen her bölgesinde üretilen bir bitkidir. Ülkemizde pancar üretimi 2013 yılında 64 ilde, 5877 yerleşim biriminde, 196.904 çiftçi tarafından gerçekleştirilmiştir. 2013 yılı itibariyle 3.287.000 dekarlık bir alanda 17.942.000 ton şeker pancarı üretilmiştir [14].

Türkiye sınırları içinde toplam 162 milyon 174 bin dekar alanda tahıllar ve bitkisel ürünlerin ekimi yapılmaktadır. Bu grubun içerisinde şeker pancarı, toplam ekim alanının %2’sini, üretimin %21’ini, pazarlanan değer ise %9’unu oluşturmaktadır [8].

2.6 Alternatif Enerji Kaynağı Olarak Şeker Pancarının Önemi ve Biyoetanol

2.6.1 Alternatif enerji kaynağı olarak şeker pancarının önemi

Dünyadaki hızlı nüfus artışı ve sanayinin hız kesmeden büyümesi, dünyanın yakın kökenli enerji kaynaklarının yerini, zaman içinde yenilenebilir enerji kaynaklarına bırakması için çalışmalar yapılmaktadır. Petrol, kömür ve doğalgaz gibi tükenmesi söz konusu olan ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının yerini alması düşünülen yenilenebilir enerji kaynakları çevreye olan duyarlılığının yanı sıra, Türkiye gibi enerjide dışa bağımlı olan ülkelerin, bağımlılıklarını azaltması açısından da önem taşımaktadır. Güneş, rüzgar gücü, su gücü, jeotermal ve biyoyakıtlar yenilenebilir enerji kaynaklarıdır.

Yenilenebilir enerji kapsamında alternatif güç kaynağı olarak kullanılan biyoetanol; şeker pancarı, mısır, buğday, şeker kamışı, patates, tarımsal atıklar ve selüloz içerikli evsel atıklardan üretilen benzinle ve motorinle karıştırılarak kullanılabilen bir biyoyakıttır. Biyoetanol, petrol kökenli yakıtlar ile kullanıldığında yakıt içindeki oksijen seviyesini artırıp, yakıtın daha verimli yanmasını sağlayarak, egzoz çıkışındaki zararlı gazları azaltmaktadır. Doğaya zarar vermeden özulebilen bir yakıt olan biyoetanol, sahip olduğu bu özellikleriyle doğanın korunmasına katkıda bulunmaktadır [8].

Biyoetanölün doğa ile uyumunun yanı sıra, üretim aşamaları göz önüne alındığında tarım sektörüne katma değer yaratmaktadır. Etanol içeren bitkilerin yetiştirilmesi,

enerji amaçlı tarımsal faaliyetlerin yapılması ve enerjide dışa bağımlılığı azaltması yönleriyle, biyoetanol ekonomik faaliyetler içinde ayrı önem arz etmektedir.

Bugün dünyada biyoetanol üretimi üç yöntemle yapılmaktadır [15]:

- 1- Metan içeren hidrokarbonlardan katalitik ve enzimatik yöntemlerle sentetik olarak elde edilir.
- 2- Evsel atıkların oksijensiz ortamda bakteriler tarafından parçalanması sonucu oluşan metan gazından katalitik yöntemle elde edilir.
- 3- Hammadde olarak şeker ve nişasta içeren tarım ürünlerinden mayalar yardımıyla fermantasyon yoluyla elde edilir.

Şeker pancarı, melas ve şeker kamışından etanol üretimi; mayalar ile gerçekleşir. Mayalar, etanol(biyoetanol) üreten mikroorganizmalardır. Teorik olarak 100 gram glikozdan en çok 51,11 gram biyoetanol elde edilir. Pratikte glikozun biyoetanole dönüşümünde verim, ağırlıkça %40-48 arasında değişir. Sakoroz kullanılması durumunda ise, verimli bir çalışma neticesinde 100 gram sakarozdan 40-48 gram biyoetanol üretilir.

Biyoetanol benzin ve dizel motorlarda katkı maddesi olarak kullanılabilmesiyle ulaştırma sektöründe; etilen, hidrojen, etil asetat üretiminde kullanılmasıyla kimyasal ürün elde etmekte ayrıca küçük ev aletlerinde kullanılabilir [15].

2.6.2 Biyoetanol

2.6.2.1 Dünyada biyoetanol üretimi

Dünya çapında yaklaşık 30 milyon ton yıllık üretimi ve yaklaşık 13 milyar dolar pazar payı ile dünyanın önde gelen alternatif sıvı yakıtı olan biyoetanol; gelecekte modern biyoenerji komplekslerinin adapte edilmesiyle, enerji sektöründe ekonomi ve çevre açısından cazip bir ürün olacaktır. Bu nedenle, AB'de Kyoto Protokolünün gereklerinin yerine getirilmesi hususundaki çalışmalar kapsamında öncelikli olarak ele alınmaktadır. 2010, 2020 ve 2030 yılı biyoyakıt kullanım hedefleri sırasıyla %5,75, %10 ve %25 olan AB ülkeleri bu hedeflere ulaşmak için ciddi politikalar oluşturmaktadır. Bunlardan en önemlisi biyoyakıt kullanım zorunluluğudur. AB'de 2010 yılı biyoetanol üretimi 4,6 milyar litre olmakla birlikte, 2011 yılı itibariyle kurulu kapasite 6,08 milyar litredir. Ayrıca, inşası devam eden 19 tesisin üretim kapasitesi olan 2,4 milyar litre de ilave edildiğinde toplam kurulu kapasite 8,48 milyar litreye ulaşacaktır [8].

1930'lu yıllardan bu yana dünyada en çok biyoetanol üreten ve tüketen ülke olan Brezilya'da biyoetanol kullanımı yasalarla %26 alt sınır olarak belirlenmiş olup, %85 oranında kullanılmaktadır. 2011 yılında Brezilya'da 27 milyar litre biyoetanol üretilmiştir. ABD son 2 yıldır biyoetanol üretimini önemli derecede artırarak, Brezilya'nın önüne geçmiş ve Brezilya'nın ürettiği biyoetanolün de 2/3'ünü ithal etmiştir. ABD, 2011 verilerine göre işletimdeki 109 biyoetanol tesisinden 39 milyar litre biyoetanol üretilmiş olup 70 tesis ise halen inşaat halindedir. Kanada'da yılda toplam 240 milyon litre etanol-benzin karışımı satan firmaların yaklaşık 1000 şubesi bulunmaktadır. İsveç'te, yılda 50 milyon litre biyoetanol üreten bir tesis 2001 den beri faaliyettedir. Biyoetanolün dünyadaki yıllık toplam üretimi 21 milyar m³ 'e ulaşmış bulunmaktadır [8].

2.6.2.2 Türkiye'de biyoetanol üretimi

Tarım potansiyeli yüksek olan ve hemen her çeşit ürünün yetiştirilmesinde uygun şartlara sahip olan Türkiye'nin tarım sektöründe yaratılan katma değeri arttırmak, ürün çeşidi sağlamak ve enerjideki dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla biyoetanol üretimi için çeşitli girişimlerde bulunulmuş Eskişehir Şeker Fabrikasında 15.000.000 litre üretim kapasiteli biyoetanol tesisi kurulmuştur. Konya Şeker Fabrikası'na bağlı Çumra Şeker Entegre Tesislerinde de 84.000.000 litre olan biyoetanol üretim tesisi kurulmuştur [8].

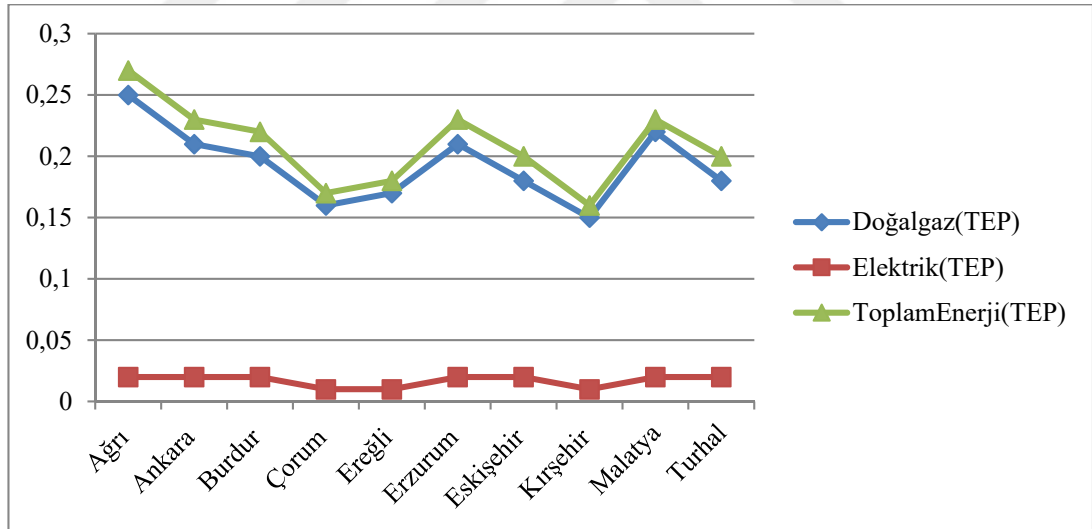
Türkiye'de biyoetanol üretimi 150.000 ton/yıl'dır. Ancak yasal düzenlemelerle 40000 tonu kullanılabilir [16].

2.7 Türkiye'deki Kamuya Ait Şeker Fabrikalarının Enerji Tüketimlerinin ve Maliyetlerinin İncelenmesi

Türkiye'de kamuya ait 25 şeker fabrikası yer almaktadır. 2014 yılında buhar kazanlarında yakıt cinsi olarak kömür kullananların sayısı 10, fuel-oil kullananların sayısı 5, doğalgaz kullananların sayısı ise 10'dur. Kömür kullanan fabrikalar, 2013 yılında toplam 257.758 ton kömür, fuel-oil kullanan fabrikalar 2013 yılında toplam 16.446 ton fuel-oil, doğalgaz kullanan fabrikalar ise 161.566.826 m³ yakıt tüketmiştir. Doğalgaz kullanan fabrikaların yıllık elektrik tüketimi 138.201.847 kWh, kömür kullanan fabrikaların yıllık elektrik tüketimi toplam 96.896.675 kWh, fuel-oil kullanan fabrikaların yıllık elektrik tüketimi toplamı 19.778.770 kWh olarak

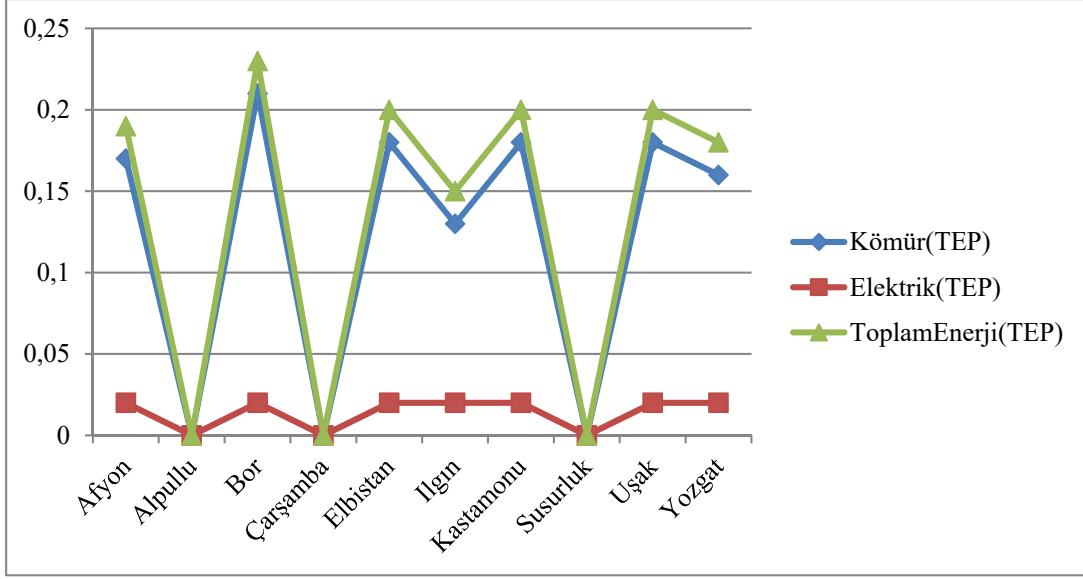
gerçekleşmiştir. 2013 yılında kamuya ait 25 şeker fabrikasında tüketilen toplam elektrik enerjisinin % 2,35' ini Malatya Şeker Fabrikası kullanmıştır.Yine 2013 yılında kamuya ait şeker fabrikalarında tüketilen doğalgazın % 4,05' i Malatya Şeker Fabrikası'nda tüketilmiştir. EK A Çizelge A.1, Çizelge A.3 ve Çizelge A.5'de sırasıyla kamuya ait doğalgaz, kömür ve fuel oil tüketen şeker fabrikalarının 2013 yılına ait enerji tüketim değerleri verilmiştir. Kullanılan bu enerji türlerini tek bir birime indirgeyecek olursak bu değerler ton eşdeğer petrol (TEP) olarak verilir. EK A Çizelge A.2, Çizelge A.4, Çizelge A.6'da görüldüğü gibi doğalgaz kullanan fabrikalar yıllık 145.177 TEP'lik, kömür kullanan fabrikalar yıllık 85.685 TEP'lik, fuel-oil kullanan fabrikalar yıllık 17.489 TEP'lik bir enerji tüketmektedirler.

Yakıt olarak doğalgaz kullanan fabrikaların enerji tüketimleri TEP cinsinden karşılaştırıldığında, 1 ton ürün başına tüketilen doğalgaz miktarının 1 ton ürün başına tüketilen elektrik miktarından fazla olduğu görülmektedir. 1 ton ürün başına tüketilen toplam enerji miktarı Şekil 2.1'de görüldüğü gibi 0,27 TEP ile 0,16 TEP arasında değişmektedir.



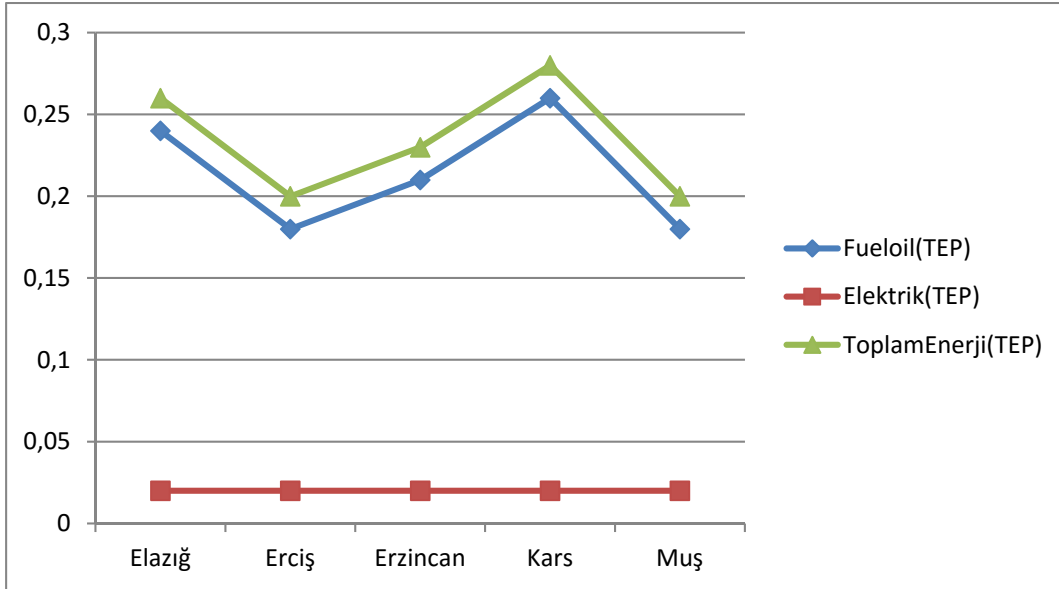
Şekil 2.1: Doğalgaz tüketen şeker fabrikalarının enerji tüketim değerleri.

Yakıt olarak kömür kullanan fabrikaların enerji tüketimleri TEP cinsinden karşılaştırıldığında, 1 ton ürün başına tüketilen kömür miktarının 1 ton ürün başına tüketilen elektrik miktarından fazla olduğu görülmektedir. 1 ton ürün başına tüketilen toplam enerji miktarı, Şekil 2.2'de görüleceği gibi, 0,15 TEP ile 0,23 TEP arasında değişmektedir.



Şekil 2.2: Kömür tüketen şeker fabrikalarının enerji tüketim değerleri.

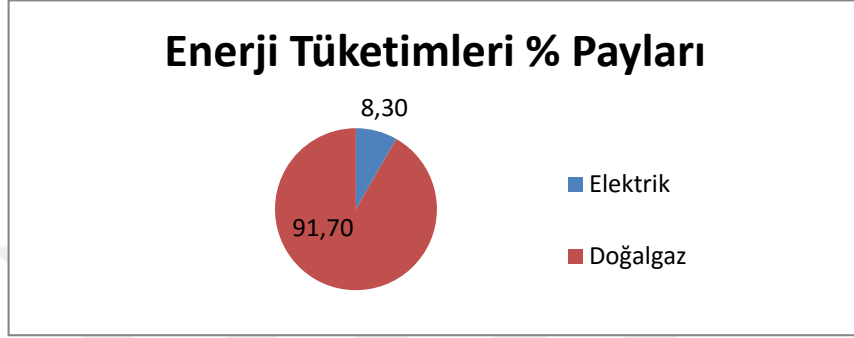
Yakıt olarak fuel-oil kullanan fabrikaların enerji tüketimleri TEP cinsinden karşılaştırıldığında 1 ton ürün başına tüketilen fuel-oil miktarının 1 ton ürün başına tüketilen elektrik miktarından fazla olduğu görülmektedir. Şekil 2.3’de verildiği gibi, 1 ton ürün başına tüketilen toplam enerji miktarı 0,20 TEP ile 0,28 TEP arasında değişmektedir.



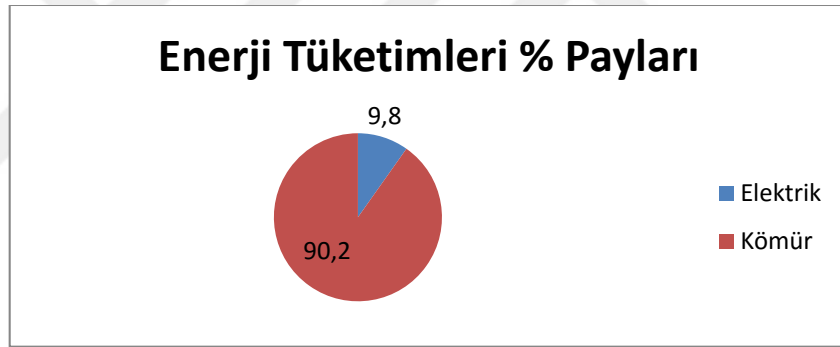
Şekil 2.3: Fuel-oil tüketen şeker fabrikalarının enerji tüketim değerleri.

Şekil 2.4’de doğal gaz, kömür ve fuel oil tüketen fabrikaların enerji tüketim payları verilmiştir. Doğalgaz kullanan fabrikalar toplam enerji tüketiminin %91,7’lik kısmını

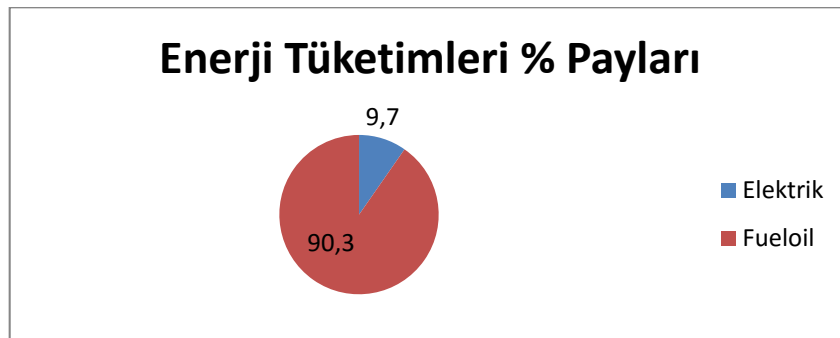
doğalgaz tüketimine, %8,3'lük kısmını elektriğe harcamaktadırlar. Kömür kullanan fabrikalar toplam enerji tüketiminin %90,2'lik kısmını kömür tüketimine, %9,8'lik kısmını elektriğe harcamaktadırlar. Yakıt olarak fuel-oil kullanan fabrikaların ise, toplam enerji tüketiminin %90,3'lik kısmı fuel-oil tüketimine, %9,7'lik kısmı elektriğe harcanmaktadır. Yaklaşık olarak %90 ısı(kömür, doğalgaz, fuel-oil) ve %10 elektrik enerjisi tüketilmektedir.



(a)



(b)



(c)

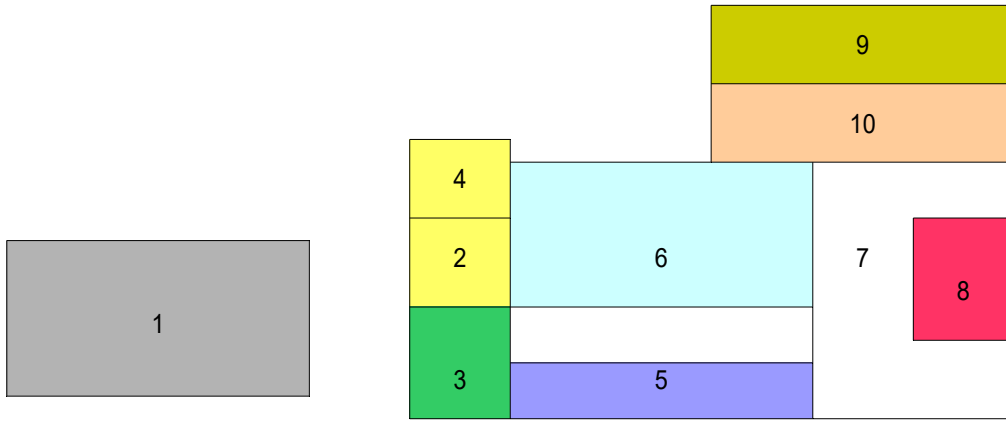
Şekil 2.4: (a) Doğal gaz, (b) Kömür, (c) Fuel-oil tüketen şeker fabrikalarının enerji tüketim payları.



3 .MALATYA ŞEKER FABRİKASINDA ENERJİ TÜKETİM ANALİZİ

3.1 Malatya Şeker Fabrikasının Tanıtılması

Malatya Şeker Fabrikası 1956 yılında özel bir Fransız şirketi tarafından Malatya Karakavak mevkiinde 350.000 m² arazi üzerine kurulmuştur. Malatya Şeker Fabrikası ortalama 3500 ton/gün pancar ve normal bir üretim süresinde ortalama 483.000 ton/yıl pancar işleme, 60.000 ton/yıl kristal şeker üretebilecek kapasiteye göre tasarlanmıştır. Fabrikanın üretim süresi pancar miktarına bağlıdır. Fabrikanın ürettiği ana ürün kristal şekerdir. Fabrikanın ilk yıllarında küp şeker ve alkol üretimi de yapılmıştır, fakat sonraki yıllarda bu üniteler kapatılmıştır [17]. Şekil 3.1’de Malatya Şeker Fabrikası genel vaziyet planı gösterilmiştir.



- 1- Meydan ünitesi
- 2-Pancar Yıkama ve Kıyım Ünitesi
- 3-Haşlama ve Difüzyon Ünitesi
- 4- Kireç Ocağı Ünitesi
- 5- Şerbet Arıtım İstasyonu
- 6- Şerbet koyulaştırma İstasyonu
- 7- Rafineri Ünitesi
- 8- Ambalajlama Ünitesi
- 9- Kazan Ünitesi
- 10- Türbin Ünitesi

Şekil 3.1: Malatya Şeker Fabrikası genel vaziyet planı [18].

Ana ürün olan kristal şekerin yanında, yan ürün olarak yaş küspe ve melas üretilmektedir. Yaş pancar küspesi çiftçi için hayvancılık açısından önemlidir ve

çevrede büyükbaş hayvancılığın gelişmesinde büyük katkı sağlamıştır. Melas ise ilaç, alkol, kozmetik sanayi başta olmak üzere çeşitli sektörlerde kullanılmaktadır.

3.2 Proses Bilgileri

3.2.1 Meydan ünitesi

Meydan ünitesinde pancarın boşaltılması, silolanması, fabrikaya pancar sevkiyatının yapılması işleri yapılmaktadır. Şeker fabrikasına doğrudan çiftçi tarafından getirilen veya tesellüm merkezlerinde çiftçiden alınarak fabrikaya sevk edilen pancar, fabrika meydanındaki kantarlarda tartılır. Toprak firesi tespit edilir, otomatik sabit ve seyyar boşaltma makineleri ile pancar silolarına boşaltılır. Boşaltma esnasında pancar yüzeyindeki toprak pancardan ayıklanarak tekrar çiftçinin aracına yüklenir. Silolardaki pancar, silo suyu pompalarından gelen 2,5-3,0 bar basıncındaki su ile silo kanallarına dökülür ve kanallar üzerinde bulunan ot tutucu ve taş tutucuya getirilir. Ot ve taş tutuculardan çıkan ot ve taşlar, fabrikada bu iş için ayrılmış alanlara boşaltılır. Otu ve taşı uzaklaştırılan pancar, ham fabrika ünitesinde bulunan pancar yıkama ünitesine getirilir. Pancar yıkama ünitesinde oluşan atık sular pancar yuздürme suyunun durulması amacıyla kurulmuş çöktürme havuzuna alınır [19].

3.2.2 Ham fabrika ünitesi

3.2.2.1 Pancarın yıkanması ve kıyılması

Ot ve taş tutucudan geçirilen pancar, pompalar vasıtasıyla yıkama teknesine (150 ton/saat) alınır. Döner kollu yıkama teknesinde 10-15 dakika döndürülerek yıkanır. Pancar yıkama teknesinde yıkama görevini, hareketli bir mile bağlı olarak dönen aktarıcı, karıştırıcı ve atıcı kollar yerine getirir. Aktarıcı kollar pancarın yıkama teknesi içinde karıştırıcı kollara doğru ilerlemesini sağlar. Karıştırıcı kollar pancarın yıkama teknesi içinde hareketini sağlayarak, çamur ve yabancı maddelerden temizlenmesini, atıcı kollar ise yıkanmış pancarın çıkış helezonuna atılmasını sağlar. Yıkama teknesinin tabanındaki süzgeçten toprak, kum, kuyruk ve taşlar ayrılır. Yıkama işlemi ön yıkama, esas yıkama ve durulamadan ibarettir. Yıkama işleminin amacı pancar ile birlikte fabrikaya gelen taş, çamur ve pancar kuyruğundan pancarı arındırmaktır. Yıkama teknesinde yıkanan pancar su ve çamurdan tamamen arındırılarak pancar elevatörüyle pancar bunkerine alınır [19]. Yıkama teknesinde

oluşan atık sular brükner havuzuna geçer oradan süzülen su tekrar fabrikada kullanılır. Brükner havuzunun dibine çöken çamurlu su ise arıtılmak üzere atık su arıtım tesisine alınır oradan da Malatya Belediyesi Kanalizasyonuna gönderilir.

Pancar bunkerı altındaki kıyım makinelerinde pancar teknolojik değere uygun olarak kıyılır. Kıyım işlemi sırasında pancar hücre dokusu bozulmamalıdır. Pancar kıyım makineleri genellikle ekseni üzerinde dikilmiş silindirik bir bunker ve bu eksene dik dönebilen bir pancar kıyım tablasından oluşur. Bu tabla üzerinde bıçak gruplarını taşıyan pancar bıçak kasaları yerleştirilmiştir. Ağırlığı ile bıçaklara gelen pancar, dönen bıçaklar vasıtasıyla kıyım haline getirilir. Pancar bıçaklarında parçalanmış pancarlar haşlama teknesine verilir [19].

3.2.2.2 Ham şerbet üretimi

Kule difüzyonu yaklaşık 20 m yüksekliğinde çapı kapasiteye göre 4,20 m ile 5,50 m arasında değişen dikey silindirik 1750 ton/gün kapasiteli bir kazandır. Kazan içinde kıyım taşıyıcı kollar vardır. Haşlama teknesinde pancar kıyımları şerbetle karıştırılarak difüzyon kulesinin alt süzgecinin hemen üzerine basılır. Şekerin ters akım prensibine göre su ile ekstraksiyonu burada gerçekleşir. Kule difüzyonunun orta kısmındaki sıcaklığı 70-72 °C civarında olmalı, pH ise 5,8'in altına düşmemelidir. Kule difüzyonuna difüzyon besleme suyu üst kısımdan verilir. Kule difüzyonunun içinde yatayla 30° lik açı yapan kanatları taşıyan mil vardır. Dönen kanatlar vasıtasıyla kıyımlar kulenin altından tepesine doğru, ham şerbet ise kulenin alt kısmına doğru ilerler. Kulenin üstünden şekeri alınmış yaş pancar posası helezon vasıtasıyla sulu küspe sıkma makinalarına verilir. Pancar kıyımları kule difüzyonunu yaklaşık 60-75 dakikada terk eder. Kule difüzyonunun alt ve yan süzgeçlerinden alınan kule şerbeti haşlama teknesine verilir.

Haşlama teknesi; kule difüzyonundan çekilen sirkülasyon şerbeti ile kıyımların karıştırıldığı, 1750 ton/gün kapasiteli bir teknedir. Burada amaç hem ısıtıcıdan geçirilen sirkülasyon şerbeti ile kıyımları ısıtarak kule difüzyonunun orta sıcaklığını 70-72 °C' ye getirmek ve pancar hücrelerinden şeker çıkışını sağlamak ve şerbetle karıştırarak kule difüzyonuna pompalanabilir hale getirmektir. Haşlama teknesinde çalışma pH aralığı 6,0-6,5 civarındadır [20].

3.2.2.3 Kireç ocağı

Şerbet arıtımında kullanılan kireç, kireç sütü ve CO₂ fabrika sahasındaki kireç ocaklarında üretilir. Malatya Şeker Fabrikasında biri 75 m³, diğeri 90 m³ olmak üzere 2 adet kireç ocağı mevcuttur. Dikey bir silindir şeklinde olan kireç ocağına üstten kireç taşı ve kok karışımı verilir. Ocak içinde yanan kok, kireç taşını 1000-1100 °C' ye ısıtarak, kireç ve karbondioksit ayrışmasını sağlar. Kireç su ile söndürülerek, şerbet arıtımında kullanılmak üzere, kireç sütü hazırlanır. Ocağın üst bölümünden çekilen CO₂ ise arıtımda kullanılan kirecin fazlasının çöktürülmesinde kullanılır [21].

3.2.2.4 Şerbet arıtımı

Ham şerbet, I. Kireçleme teknesinde, kireç ocağında elde edilen kireç sütüyle pH 10,8 -11,2 değerine ulaşınca kadar kireçlenir. Böylece pancardan ham şerbete geçen şeker dışı maddeler çöküp, ham şerbetten ayrılabilir hale gelir. Bu işlem 55-60 °C sıcaklıkta yürütülür. I. Kireçleme altı bölmeli, U kesitinde tabandan biraz yüksekte olan levhalarla bölünmüştür. Bu levhaların üst kısmında hareket edebilir kanatlar mevcuttur. Bu levhalarla bölümler arasındaki şerbet geçiş hızı artırılıp azaltılabilir. Teknenin bir ucundan ham şerbet verilerek bölmeden bölmeye ilerlerken, diğeri ucundan alttan verilen kireç sütü sabit kanatların altında ters istikamette ilerleyerek ham şerbete karışır[20].

II. Kireçleme teknesinde yine kireç sütü ilavesiyle şerbetin alkalitesi 1-1,2 gr CaO/100 ml değerine kadar yükseltilir. Bu yüksek alkalite de ham şerbet içindeki şeker dışı maddeler parçalanır. Bu şerbet 85°C'ye kadar ısıtılarak dinlendirme teknesine alınır. Kimyasal parçalanmaya uğramış şeker dışı maddeler gaz halinde şerbetten uzaklaşır.

I. ve II. Kireçlemeden geçen kireçli ham şerbet 80-82 °C' de I.Karbonatlamaya gelir. Karbonatlama kazanı silindirik bir kuleye benzemekte olup, ters akım prensibine göre çalışmaktadır. Kireçlenmiş şerbet üstten, kireç ocağından elde edilen CO₂ gazı ise alt kısımdan verilir. CO₂ gazı kireç sütüyle birleşerek CaCO₃ kristalleri oluşturur. Bu kristaller I. Kireçlemede pıhtılaşmış şeker dışı maddeleri absorbe ederek dışarı atılabilir bir çökelti oluşur. İşlemi tamamlanmış şerbet, karbonatlama kazanının alt kısmından alınır. I.Karbonatlamaya pH'ı 12 olarak gelen kireçli ham şerbet, I. Karbonatlamayı 10,8-11,2 arasındaki pH'da terk eder [20].

I.Karbonatlama çamurlu şerbeti çöktürme tankına alınır. Çöktürme tankı, çamur

parçacıklarının dibe çökmesi ilkesine göre çalışır. Çöktürme tankının üstünde berrak şerbet, altında ise çamur birikir. Çöktürme tankı çamuru pompa vasıtasıyla pres filtreler gönderilerek şerbet çamurundan ayrılır. Çöktürme tankının üstündeki berrak şerbet I.GP filtrelerine pompa ile basılır ve süzülür, süzülen şerbet ısıtıcılarda 92-95 °C' ye kadar ısıtıldıktan sonra II.Karbonatlamaya basılır. II. Karbonatlama kazanından çıkan şerbet, II.GP filtrelerinden süzülerek sulu şerbet elde edilir. Sulu şerbetin kuru maddesi %12-15 arasındadır, rengi açık sarı ve berraktır [20].

3.2.2.5 Sulu şerbetin koyulaştırılması

Sulu şerbet, 4 kademede seri çalışan buharlaştırıcı aparatlarında %16-%17 kuru maddeden %60-65 kuru maddeye kadar suyu buharlaştırılarak koyulaştırılır. Bu işlem ilk kademede türbinden çıkan basınç düşürücüden geçen 138°C-140°C sıcaklıkta, 1,8-2 bar basınçtaki çürük buharla yapılır. Buharlaştırıcılardaki ikinci ve diğer kademeler bir evvelki kademededen elde edilen brüde adı verilen buharla işleme devam eder. Bir kademeyi terk eden şerbet bir sonraki kademeye girer, son kademededen çıkan şerbete koyu şerbet denir ve rafineri ünitesine gönderilir. Ayrıca brüdelere ham şerbet ısıtıcısında ve rafineri lapa pişiriminde kullanılır [22].

3.2.3 Rafineri ünitesi

3.2.3.1 Kristal şeker istasyonu

Bu üniteye koyu şerbetten kristal şeker elde etme işlemleri gerçekleştirilmektedir. Kristal şeker vakum buharlaştırıcısına BMA filitrelerinden geçmiş koyu şerbet ve orta şekerle son şeker istasyonlarında elde edilen klere adı verilen şuruplar alınır. %60-65 kuru maddeli bu şuruplar 500-550 mm Hg'lik basınç altında, kristal şeker vakumlarının buhar kamaralarına alınan ikinci ve üçüncü buharlaştırıcı aparatlarının çıkış brüdeleriyle buharlaştırılarak %80-82 kuru maddeye kadar koyulaştırılır. Pişirim cihazlarında vakum, çıkan brüdenin (şerbet buharı) kondenser denilen cihazlarda soğuk su ile yoğunlaştırılması ile elde edilir. Bu safhada maya olarak pudra şekeri verilir. Teşekkül eden kristal taneleri, kristal şeker vakum kazanına koyu şerbet alınıp buharlaşmaya devam edilerek büyütülür. Kristal şeker vakum kazanı şerbet ile doldurulduktan sonra, sadece buharla %92-93 kuru maddeye kadar kurutulur. Kristalleri tamamen olgunlaşmış koyu kıvamlı bir ürün olan kristal şeker lapası vakum kazanının altındaki soğutucuya boşaltılır [20]. Kristal şeker lapasının soğutucuda bekleme süresi 2 saati geçmemelidir. Soğutucularda karıştırılarak

dinlenen lapa santrifüjlenmek üzere kristal şeker santrifüjlerine pompalanır. Vakumda pişirilip, Soğutucularda dinlenen lapanın içindeki şeker ve şurubunu merkez kaç kuvveti ile ayıran kazana santrifüj, yapılan ameliyede santrifüjleme denir. Kristal şeker santrifüjleri 650 kg kristal şeker lapası alabilen, 1000-1500 d/dk ile dönen, sepetinin iç yüzeyinde süzgeç bulunan aparatlardır. Kristal şeker santrifüjleri dönüşü esnasında merkez kaç kuvvetle kristal şeker lapası içerisindeki şuruplar şeker kristallarından ayrılır. Kristal şeker santrifüjünden ilk ayrılan şuruba yeşil şurup denir. Yine bu dönüş esnasında kristal şeker lapası suyla yıkanıp beyaz şuruptan tamamen arınarak % 99,8-99,9 arılığa ulaşır. Bu beyaz kristaller; şeker kurutucularda kurutulur, elekten geçirilerek, şeker deposuna boşaltılır. Şeker deposundaki kristal şeker ince tartım yapan kantarlara alınarak 50 kg'lık propilen torbalarda ambalajlanarak şeker bantları vasıtasıyla depo edilmek üzere şeker ambarlarına gönderilir [20].

3.2.3.2 Orta şeker istasyonu

Kristal şeker santrifüjlerinden ayrılan 86-88 aralıktaki beyaz ve yeşil şuruplar orta şeker vakum buharlaştırıcılarına çekilir. Üçüncü ve dördüncü buharlaştırıcı aparatının çıkış brüdesi orta şeker vakum kazanına verilerek bu şuruplar %80-82 kuru maddeye kadar buharlaştırılır, pudra şekerinden maya verilir, beyaz ve yeşil şuruplar orta şeker vakum kazanına ilave edilerek kristal taneleri büyütülür. %90-92 kuru maddeye kadar kurutulur, oluşan orta şeker lapası orta şeker soğutucularına indirilir. Orta şeker için 8-10 saatlik beklemeye yetebilecek soğutucu hacmi gereklidir. Orta şeker lapası sürekli santrifüjlerde santrifüjlenir. Santrifüjleme sonucu orta şeker ile orta şeker şurubu oluşur. Düşük safiyetli orta şeker standart eritme teknesine gönderilir, su veya koyu şerbetle eritilerek % 60-65 kuru madde ve 97 aralıktaki şeker çözeltisi standart şurup deposuna alınır, kristal şeker pişiriminde şurup olarak kullanılır. Orta şeker şurubu ise son şeker vakumuna gönderilir [20].

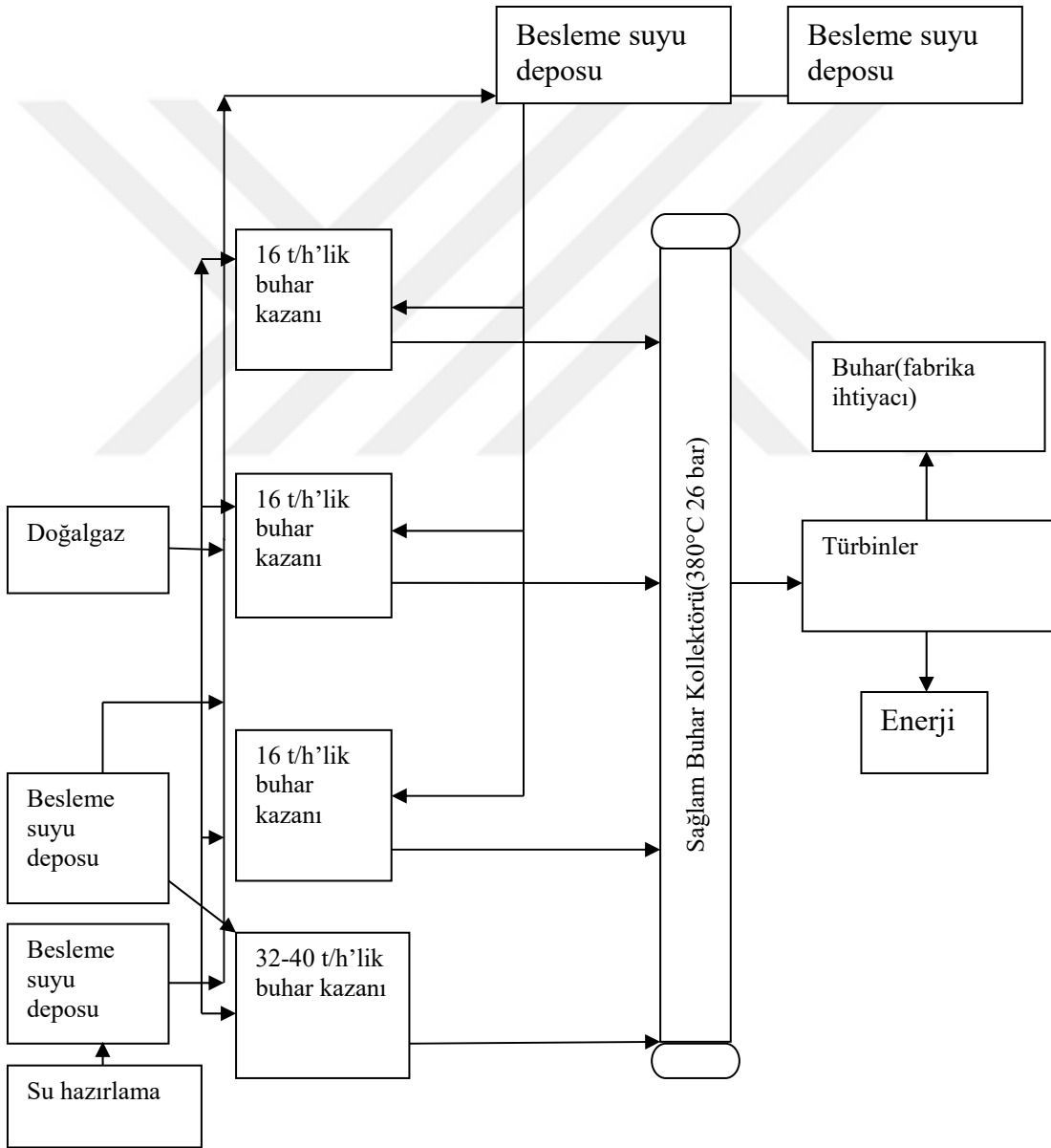
3.2.3.3 Son şeker istasyonu

Orta şeker şurubu son şeker vakumlarına alınır. Dördüncü buharlaştırıcı brüdesiyle son şeker lapası elde edilir. Son şeker lapasının safiyeti 76 brikstir, son şeker lapası son şeker refrijerantlarına alınır. Son şeker lapası 24 saat soğutucularda bekletildikten sonra son şeker sürekli santrifüjlerine alınarak santrifüjleme işlemi sonucu son şeker, yan ürün olarak melas oluşur. Son şeker şurubundan yani

melasından tamamen arınmadığı için afine şurubuyla tekrar karıştırılarak afine teknede lapa haline getirilir. Afine santrifüjlerinde işlenerek afine şeker ve afine şurup elde edilir. Afine şeker suyla eritilerek standart şurup deposuna alınır [20].

3.2.4 Kazan ünitesi

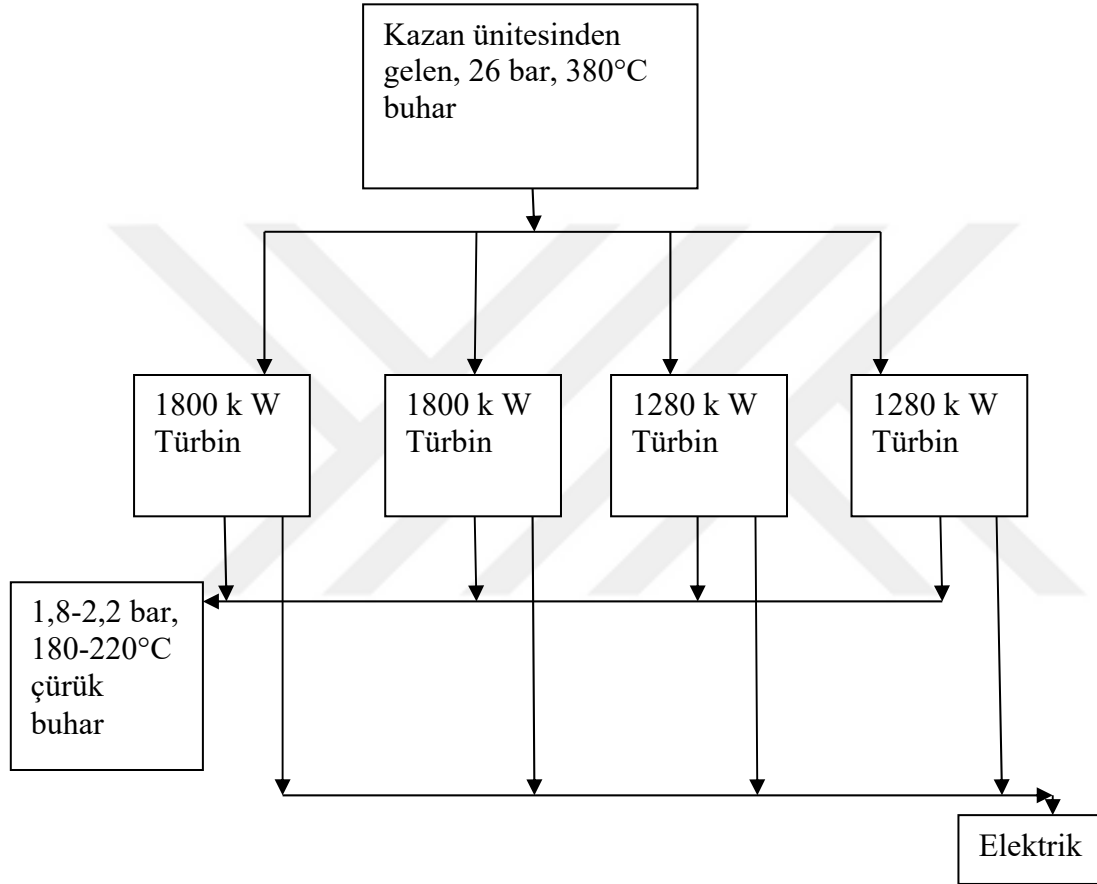
Malatya Şeker Fabrikasında 4 adet buhar kazanı mevcut olup kazanların 3'ü 16-20 t/h ve 1 adet 36- 40 t/h kapasitelidir. Kazanlar su borulu olup yakıt olarak Botaş'tan temin edilen doğalgaz kullanılmaktadır [17].



Şekil 3.2: Kazan ünitesi yerleşim planı, buhar ve enerji oluşumu [23].

3.2.5 Türbin ünitesi

Malatya Şeker Fabrikası kristal şeker üretim döneminde kojenerasyon sistemi üzerine çalışmaktadır. Isı enerjisi buhar kazanlarında elde edilmekte, elektrik enerjisi ise turbo-generatör gruplarından elde edilmektedir. Malatya şeker fabrikasında 2 adet 1800 kW gücünde, 2 adet 1280 kW gücünde karşı basınçlı buhar türbini bulunmaktadır [17].



Şekil 3.3: Türbin ünitesi şeması [17].

1800 kW'lık karşı basınçlı buhar türbinlerine bağlı generatörlerin gücü 2250 kVA, türbinlerin devri 9040 d/dk'dır. Bu devri 1500 d/dk'ya düşüren dişli kutusu türbinle generatör arasında kullanılmıştır. 1280 kW'lık karşı basınçlı buhar türbinlerine bağlı generatörlerin gücü ise 1600 kVA, türbinlerin devri 5000 d/dk'dır. Bu devri 1500 d/dk'ya düşüren dişli kutusu türbinle jeneratör arasında kullanılmıştır. Türbinlere giren buhar basıncı 26 bar, 380°C'dir. Türbinden çıkan çürük buharın basıncı 1,8-2,2 bar arasında, sıcaklığı ise 180-220°C'dir. Çürük buhar, buharlaştırıcılarda, rafinerideki pişirim amaçlı kullanılan vakum kazanlarında, ısıtıcılar da, kullanılmaktadır [17].

3.3 Endüstriyel İşletme Bilgileri

Malatya Şeker Fabrikası, Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Müdürlüğü'ne bağlı bir kamu kuruluşudur. İşletmede yaklaşık olarak yılda 2,5 ile 3 ay arasında kristal şeker üretimi gerçekleştirilmektedir. Günlük 3600 ton/gün şeker pancarı işlenmekte, ortalama 430 ton/gün kristal şeker ve yan ürün olarak 150 ton/gün melas, 1200 ton/gün yaş küspe üretimi yapılmaktadır [17].

Malatya Şeker Fabrikası bileşik ısı-güç üretim tesisi olarak kurulmuştur. Doğalgazdan hem ısı enerjisi hem de elektrik enerjisi bir arada üretilmektedir. Fabrikanın bileşik ısı-güç üretim tesisi olarak kurulmasının amacı ısı ve elektrik enerjisi talebinin tek bir merkezden karşılanması isteğidir. Fabrika elektrik enerjisi talebinin artması halinde dışarıdan elektrik enerjisi satın alabilmektedir.

Malatya Şeker Fabrikası'nda üretim döneminde 24 saat üretim yapılmakta ve üç vardiya halinde çalışılmaktadır. Üretim döneminde 32-40 t/h'lik su borulu buhar kazanından 1 adet, 16-20 t/h'lik su borulu buhar kazanından 3 adet kullanılmaktadır. Su borulu buhar kazanları çift yakıtlı brülör sistemine sahiptir, hem doğalgaz hem de fuel-oil ile çalışabilmektedir. Doğalgaz birim fiyatı daha düşük olduğu için yakıt olarak doğalgaz kullanılmaktadır. 2014 yılında 16-20 t/h'lik su borulu buhar kazanlarında saatte üretilen ortalama buhar miktarı 13,50 t/h, 32-40 t/h'lik su borulu buhar kazanlarında saatte üretilen ortalama buhar miktarı 32,56 t/h'dir. İşletmede bir diğer enerji kaynağı olarak da elektrik kullanılmaktadır. Pancar işleme kampanyasında elektrik enerjisi 2 adet 1280 kW'lık karşı basınçlı buhar türbinleri ile 2 adet 1800 kW'lık karşı basınçlı buhar türbinlerinden üretilmekte olup 1280 kW'lık karşı basınçlı buhar türbinlerinden bir tanesi yedek amaçlı kullanılmaktadır. Karşı basınçlı buhar türbinlerinde 2014 yılında üretilen elektrik enerjisi 6.951.400 kWh'dir. Buhar türbinlerinden günlük ortalama 110.000 kWh elektrik enerjisi üretilmekte, 1500 ton/gün buhar kullanılmaktadır [24].

Malatya Şeker Fabrikası üretim dönemi dışında elektrik enerjisini 2014 yılında özel bir dağıtım şirketinden tedarik etmektedir, fakat Malatya Şeker Fabrikası serbest tüketici olduğu için elektrik enerjisini 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanununa göre her yıl mal alımı ihalesi şeklinde tedarik etmek zorundadır. Bu yüzden elektrik dağıtım şirketi her yıl değişebilmektedir. 2014 yılında dağıtım şirketinden satın alınan enerji 1.348.289 kWh'dir [24].

3.3.1 Enerji tüketimleri ve maliyetleri

Fabrikanın 2012-2014 yılları arası enerji tüketimleri ve maliyetleri Çizelge 3.1, Çizelge 3.2, Çizelge 3.3’de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1: Fabrikanın 2014 yılı enerji tüketimleri ve maliyetleri [24].

Enerji Türü	Tüketim				Maliyet		Birim Maliyet
	Miktar	Birim	TEP	Toplam %	TL	Toplam %	TL / TEP
Elektrik	8.253.224	kWh	709,69	7,8	1.356.676,12	12,10	1.911,64
Doğalgaz	12.011.358	Sm ³	9.909,39	92,2	9.849.313,56	87,90	993,94
Toplam			10.021,27	100	11.205.989,68	100	1118,22

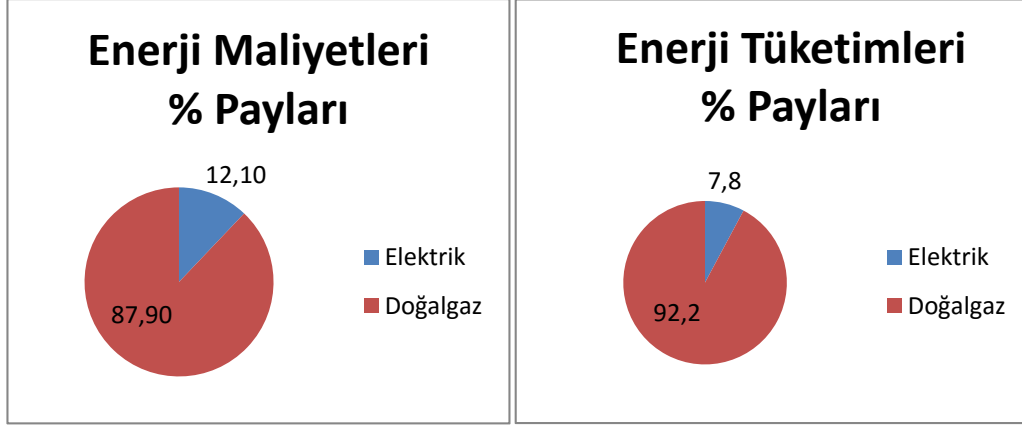
Çizelge 3.2: Fabrikanın 2013 yılı enerji tüketimleri ve maliyetleri [25].

Enerji Türü	Tüketim				Maliyet		Birim Maliyet
	Miktar	Birim	TEP	Toplam %	TL	Toplam %	TL / TEP
Elektrik	7.620.099	kWh	663,16	9,09	961.080,60	12,70	1.449,24
Doğalgaz	8.139.000	Sm ³	6.624,69	90,91	6.604.770,00	87,30	996,99
Toplam			7.287,85	100	7.565.850,60	100	1.038,15

Çizelge 3.3: Fabrikanın 2012 yılı enerji tüketimleri ve maliyetleri [26].

Enerji Türü	Tüketim				Maliyet		Birim Maliyet
	Miktar	Birim	TEP	Toplam %	TL	Toplam %	TL / TEP
Elektrik	7.118.591	kWh	612,20	7,98	881.341,20	12,63	1.439,63
Doğalgaz	8.395.000	Sm ³	7.058,71	92,02	6.091.600,00	87,37	862,99
Toplam			7.670,91	100	6.972.941,20	100	909,01

Malatya Şeker Fabrikası 2014 yılı elektrik enerjisi tüketimi 709,69 TEP, doğalgaz tüketimi 9.909,39 TEP, toplam enerji tüketimi 10.021,27 TEP’tir. Fabrikanın 2014 yılı enerji tüketimleri ve enerji maliyetleri % payları Şekil 3.4’de gösterilmiştir. Şekil 3.4 incelendiğinde, 2014 yılında doğalgaz tüketiminin fabrikanın enerji tüketiminin %92’lik kısmını, elektrik tüketimi ise fabrikanın enerji tüketiminin % 7’lik kısmını oluşturmaktadır. Fabrikanın enerji maliyetleri incelendiğinde yaklaşık %87’lik kısmı doğalgaz, %12’lik kısmı ise elektrik enerjisi maliyetinden oluşturmaktadır.



Şekil 3.4: Fabrikanın 2014 yılı enerji tüketimlerinin ve enerji maliyetlerinin pay grafikleri [24].

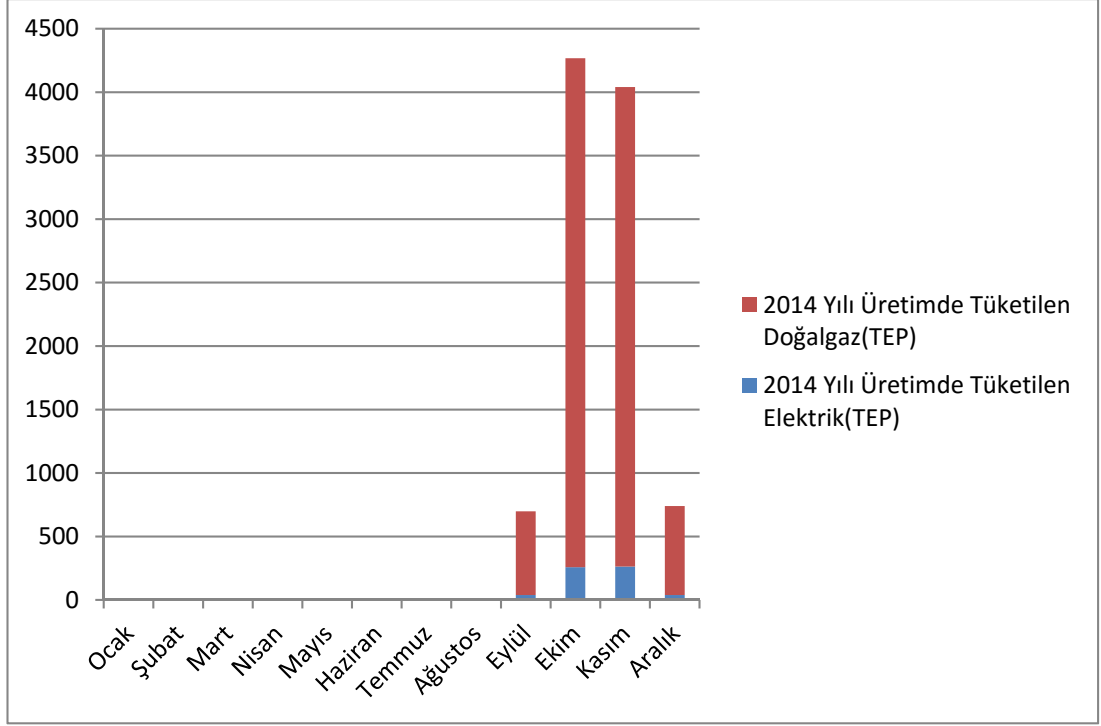
3.4 Endüstriyel İşletmenin Enerji Tüketiminin İncelenmesi

Fabrikanın 2014 yılındaki aylara göre elektrik ve doğalgaz tüketimleri Çizelge 3.4’de verilmiştir. Fabrika 2014 yılı ocak-eylül ayları arasında elektrik enerjisini tedarikçi firmadan satın almıştır, eylül-aralık ayları arasında ise elektrik enerjisini karşı basınçlı buhar türbinlerinden üretmiştir, soğk su ihtiyacı için gerekli elektrik enerjisini tedarikçi firmadan karşılamıştır. Doğalgaz ocak-mayıs ayları arasında ısınma ve sıcak su için, eylül-aralık aylarında ise ısı enerjisi ve elektrik enerjisi üretimi için kullanılmıştır. Fabrikanın 2014 yılı üretim döneminde TEP cinsinden doğalgaz ve elektrik enerjisi tüketim değerleri Şekil 3.5’de belirtilmiştir, fabrikanın 2014 yılı Eylül ve Aralık ayları arasında gerçekleşen şeker üretiminde enerji olarak doğalgaz tüketiminin TEP cinsinden elektriğe göre çok fazla olduğu Şekil 3.5’de görülmektedir. Fabrikanın 2014 yılı revizyon döneminde TEP cinsinden doğalgaz ve elektrik enerjisi tüketim değerleri Şekil 3.6’da belirtilmiştir. Fabrikanın 2014 yılı revizyon döneminde enerji olarak doğalgaz tüketiminin TEP cinsinden elektriğe göre çok fazla olduğu Şekil 3.6’da görülmektedir.

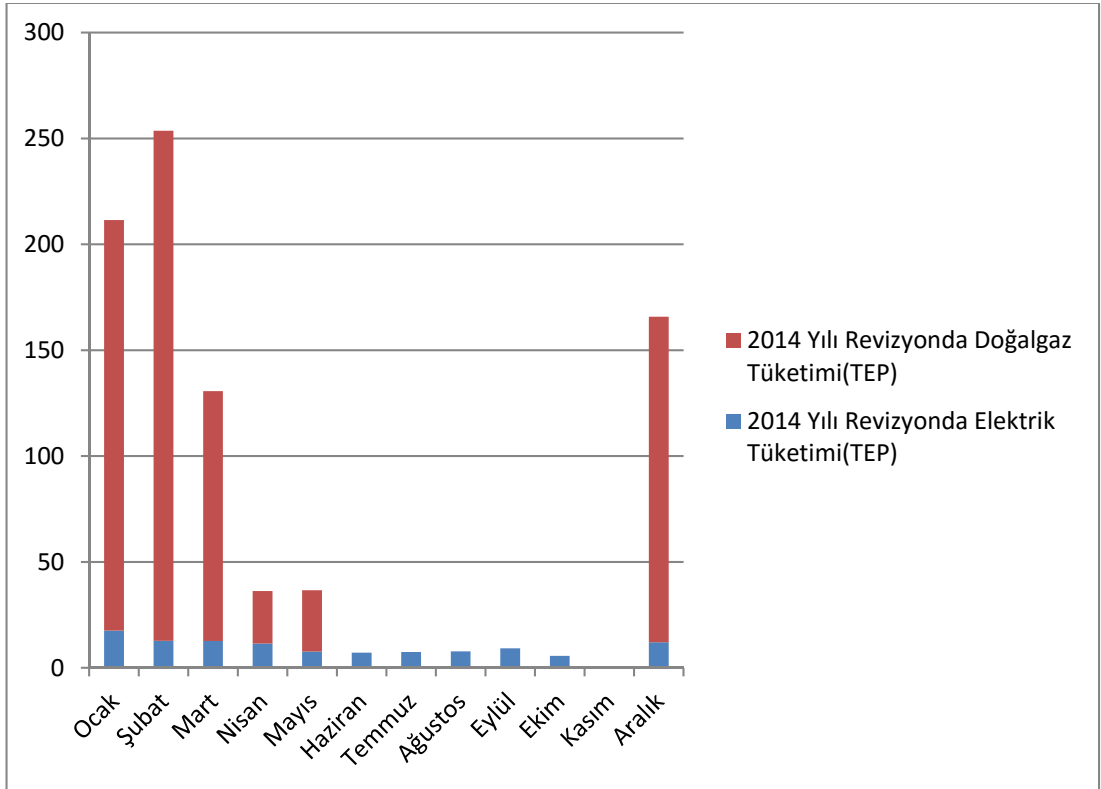
Yıllık enerji tüketimi yaklaşık 10000 TEP olan fabrikada enerji yönetim birimi olarak sadece enerji yöneticisi bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında fabrikada, ısı enerjisi ve elektrik enerjisi ile ilgili enerji tasarruf odakları olmak üzere iki ana başlık altında incelemeler yapılmıştır. İlk önce mevcut durum tespit edilmiştir. Buradan yola çıkılarak fabrikada ön etüd çalışmaları gerçekleştirilmiş, ne gibi iyileştirmeler yapılabileceği üzerinde durulmuş ve maliyet analizleri yapılmıştır.

Çizelge 3.4: Fabrikanın 2014 yılı enerji tüketiminin ve maliyetlerinin aylara göre dağılımı [24].

Aylar	Satın Alınan Elektrik Tüketimi		Satın Alınan Elektrik Maliyeti	Üretilen Elektrik Tüketimi		Üretilen Elektrik Maliyeti	Revizyonda Doğalgaz Tüketimi		Revizyonda Doğalgaz Maliyeti	Üretimde Doğalgaz Tüketimi		Üretimde Doğalgaz Maliyeti	Üretilen Elektrik İçin Tüketilen Doğalgaz		Üretilen Elektrik İçin Tüketilen Doğalgaz Maliyeti
	kWh	TEP		TL	kWh		TEP	TL		Sm ³	TEP		TL	Sm ³	
Ocak	204.246	17,57	56.707,40	0	0	0,00	235.00	193,88	192.700,00	0	0	0,00	0	0	0,00
Şubat.	148.151	12,74	41.134,70	0	0	0,00	292.00	240,90	239.440,00	0	0	0,00	0	0	0,00
Mart	148.610	12,70	41.137,30	0	0	0,00	143.00	117,98	117.260,00	0	0	0,00	0	0	0,00
Nisan	133.859	11,51	37.327,90	0	0	0,00	30.000	24,75	24.600,00	0	0	0,00	0	0	0,00
Mayıs	89.920	7,73	27.047,00	0	0	0,00	35.000	28,88	28.700,00	0	0	0,00	0	0	0,00
Haziran	83.650	7,19	23.329,10	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00
Temmuz	86.773	7,46	25.650,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00
Ağustos	90.217	7,76	25.164,10	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00
Eylül	107.073	9,21	26.164,10	445.400	38,30	61.485,00	0	0	0,00	800.000	660,00	656.000,00	74.982	61,86	61.485,00
Ekim	66.115	5,69	19.943,60	2.997.800	257,81	414.803,56	0	0	0,00	4.860.000	4.009,50	3.985.200,00	505.858	417,33	414.803,56
Kasım	2.565	0,22	859,40	3.055.500	262,77	409.818,78	0	0	0,00	4.580.000	3.778,50	3.755.600,00	499.779	412,32	409.818,78
Aralık	140.645	12,10	42.692,00	452.700	38,93	103.412,18	186.358	153,75	152.813,56	850.000	701,25	697.000,00	74.049	61,09	103.412,18
Toplam	1.301.824	111,88	367.156,60	6.951.400	597,81	989.519,52	921.358	760,14	755.513,56	11.090.000	9.149,25	9.093.800,00	1.154.668	952,60	989.519,52



Şekil 3.5: Fabrikanın TEP cinsinden üretim döneminde enerji tüketim değerleri.



Şekil 3.6: Fabrikanın TEP cinsinden revizyon döneminde enerji tüketim değerleri.



4. ISI ENERJİSİ İLE İLGİLİ ENERJİ VERİMLİLİĞİ OLANAKLARI

Çalışmada, önce fabrikada ısı enerjisinin kullanıldığı bölümlerde enerji verimliliği olanakları incelenmiş ve buhar kazanlarında yalıtım durumu ele alınmıştır.

4.1 Buhar Kazanları

Fabrikada gerekli ısı ihtiyacını karşılayan üç adet her biri 420 m² yüzey alanlı fuel-oil veya doğalgazla çalışabilen 16 t/h buhar kazanı ve bir adet 860 m² yüzey alanlı fuel-oil veya doğalgazla çalışabilen 40 t/h buhar kazanı bulunmaktadır. Buhar kazanları prizmatik bir yapıya sahiptir. Üretim esnasında bu buhar kazanlarının tamamı kullanılmaktadır [24]. Buhar kazanlarının bazı yüzeylerinde yalıtım yetersizlikleri gözlenmiştir.

4.2 Buhar Kazanlarında Yalıtım

4.2.1 Buhar kazanlarında yapılan ölçümler ve alınan değerler

Buhar kazanlarında yalıtımın yetersiz olduğu yüzeylerde yalıtımın iyileştirilmesi halinde enerji tasarrufu elde edileceği tespit edilmiştir. Bu amaçla, yalıtımsız olan buhar kazanı yüzeyleri için 50 mm kalınlığında taş yünü ile ısı yalıtımı yapılması planlanmıştır. Taş yünü, ısıya ve rutubete maruz kalması halinde dahi boyutlarında bir değişim olmayan, çürümeyen, küf tutmayan, korozyon ve pas yapmayan, böcekler ve mikroorganizmalar tarafından tahrip edilmeyen kullanım sıcaklığı -50/+600 aralığında olan bir yalıtım malzemesidir [30].

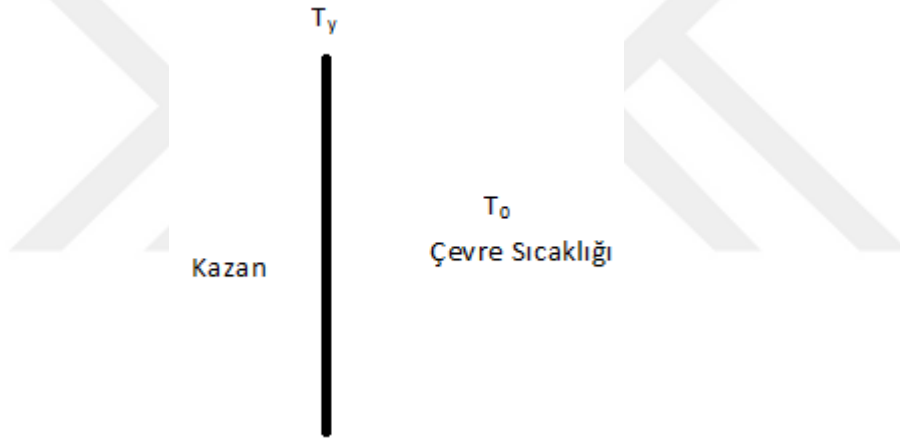
Buhar kazanlarında yalıtım yapılması ile oluşan enerji tasarruf miktarının hesaplanmasında gerekli olan ısıtma yüzeyi, yüzey sıcaklığı, ortam sıcaklığı, yıllık çalışma saati verileri her bir buhar kazanı için ayrı ayrı ölçülmüştür. Bu veriler Çizelge 4.1'de tüm buhar kazanları için sunulmuştur. Bazı bilgiler doğrudan işletmeden alınmıştır.

Çizelge 4.1: Buhar kazanları için ölçüm listesi.

No	Kazan	Isıtma Yüzeyi m ²	Yüzey Sıcaklığı T _y (°C)	Ortam Sıcaklığı T _o (°C)	Yıllık Çalışma Saati
1	40 t/h buhar kazanı	10,20	199,0	30,0	1704
2	16 t/h(I) buhar kazanı	8,40	197,0	20,0	1704
3	16 t/h(II) buhar kazanı	10,00	198,0	20,0	1704
4	16 t/h(III) buhar kazanı	12,00	198,0	20,0	1704

4.2.2 Değerlendirmeler ve hesaplamalar

Kazan yüzeyleri Şekil 4.1'deki gibi yalıtımsız halde iken, çevreye olan ısı kaybı kazan yüzeyinden ısı taşınımı ve ısı ışıınımı ile meydana gelmektedir.



Şekil 4.1: Yalıtımsız kazan yüzeyi.

Bu durumda oluşan ısı kaybı aşağıdaki denklemler yardımıyla hesaplanmıştır [31];

$$Q_{ys} = hA(T_y - T_o) + \varepsilon_y \sigma A(T_y^4 - T_o^4) \quad (4.1)$$

Denklem (4.1)'de:

Q_{yö} = Yalıtım yapılmadan önce meydana gelen ısı kayıpları (W)

T_y = Kazan yüzey sıcaklığı (K)

T_o = Ortam sıcaklığı (K)

σ = Stefan-Boltzman sabiti (5,67x10⁻⁸ W/m²K⁴)

ϵ_y = Kazan yüzeyinin yayma katsayısı (=0,90 [29])

h = Isı taşınım katsayısı (W/m²K) (= 20 W/m²K [31])

A = Kazan yüzey alanı (m²)

şeklindedir.

Şekil 4.2'deki gibi yalıtım yapıldıktan sonra, oluşan ısı kaybında da, yalıtım malzemesinin dış yüzeyinden ısı taşınımı ve ısı ışıınımı dikkate alınmıştır.



Şekil 4.2: Kazan yüzeyinin yalıtımlı hali.

Bu durumda oluşan ısı kaybı Denklem (4.1)'e benzer şekilde aşağıdaki gibi yazılır.

$$Q_{ys} = hA(T_{yal} - T_0) + \epsilon_{yal}\sigma A(T_{yal}^4 - T_0^4) \quad (4.2)$$

Denklem (4.2)'de:

Q_{ys} = Yalıtım yapıldıktan sonra meydana gelen ısı kaybı (W)

ϵ_{yal} = Yalıtım malzemesinin yüzeyinin yayma katsayısı (=0,85 [29])

T_{yal} = Yalıtım yapıldıktan sonra dış yüzey sıcaklığı (K)

şeklindedir.

Buhar kazanlarının sadece yalıtımın yetersiz olduğu yüzeyleri yalıtılmıştır ve dış yüzey alanı prizmatik yapıdan dolayı yalıtım öncesi ve sonrası aynıdır, bu nedenle Denklem (4.1) ve (4.2)'de dış yüzey alanı A olarak alınmıştır. Yalıtım öncesi ve sonrası ısı kaybı hesapları yapılırken, kazan dış yüzey sıcaklığı ve ortam sıcaklığı değerleri Çizelge 4.1'den alınmıştır.

Denklem (4.2)'de yer alan yalıtım yapıldıktan sonra dış yüzey sıcaklığı, T_{yal}

aşağıdaki ısı dengesi denkleminde yararlanılarak bulunabilir.

$$-k_{yal}A \frac{T_y - T_{yal}}{L} = hA(T_{yal} - T_0) + \epsilon_{yal}\sigma A(T_{yal}^4 - T_0^4) \quad (4.3)$$

Burada k_{yal} yalıtım malzemesinin ısı iletim katsayısını göstermektedir, taş yünü için ısı iletim katsayısı 0,04 W/mK değerindedir, L ise yalıtım malzemesinin kalınlığını göstermektedir ve 0,05 m dir.

Tez çalışmasında, Çizelge 4.1'de yer alan 40 t/h kapasiteli 1 numaralı buhar kazanı için tüm hesaplamalar yapılmış, diğer kazanlar için yapılan benzer hesaplamaların sonuçları topluca Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 kullanılarak yalıtım yapılmadan önceki ısı kaybı aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

$$Q_{y\ddot{o}} = 20 \times 10,20 \times [(199+273) - (30+273)] + [5,67 \times 10^{-8} \times 0,90 \times 10,20 \times [(199+273)^4 - (30+273)^4] \quad (4.4)$$

$$Q_{y\ddot{o}} = 55922,83 \text{ W}$$

Yalıtım sonrası ısı kaybının bulunması:

Öncelikle yalıtım sonrası dış yüzey sıcaklığı aşağıdaki gibi bulunur.

$$0,04 \times 10,20 \times [(199+273) - T_{yal}]/0,05 = 20 \times 10,20 \times [T_{yal} - (30+273)] + [5,67 \times 10^{-8} \times 0,85 \times 10,20 \times [T_{yal}^4 - (30+273)^4] \quad (4.5)$$

$$T_{yal} = 35^\circ\text{C}$$

Çizelge 4.1 kullanılarak yalıtım yapılmış duvarda ısı kaybı

$$Q_{ys} = 20 \times 10,20 \times [(35+273) - (30+273)] + [5,67 \times 10^{-8} \times 10,20 \times 0,85 \times [(35+273)^4 - (30+273)^4] \quad (4.6)$$

$$Q_{ys} = 1300,35 \text{ W}$$

olarak elde edilmiştir.

Buhar kazanı yüzeylerinde yalıtım yapılması ile yıllık enerji tasarrufu aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$\text{Yıllık Enerji Tasarrufu} = (Q_{y\ddot{o}} - Q_{ys}) \times \text{Yıllık Çalışma Saati} \quad (4.7)$$

$$\text{Yıllık Enerji Tasarrufu} = (55922,83 - 1300,35) \text{ W} \times 1704 \text{ saat} \quad (4.7a)$$

$$\text{Yıllık Enerji Tasarrufu} = 54622,48 \text{ Joule/saniye} \times 3600 \text{ saniye/saat} \times 1704 \text{ saat} \quad (4.7b)$$

$$\text{Yıllık Enerji Tasarrufu} = 335076141,31 \text{ kJ}$$

$$\text{Yıllık Yakıt Tasarrufu} = \text{Yıllık Enerji Tasarrufu} / (\text{Kazan Verimi} \times \text{Y.A.I.D}) \quad (4.8)$$

$$\text{Kullanılan yakıtın alt ısı değeri (Y.A.I.D)} = 50650,6 \text{ kJ/kg} \quad [28].$$

$$\text{Yıllık Yakıt Tasarrufu} = 333199873,73 \text{ kJ} / (0,88 \times 50650,6 \text{ kJ/kg}) \quad (4.8a)$$

$$\text{Yıllık Yakıt Tasarrufu} = 7517,55 \text{ kg}$$

$$\text{Yıllık Para Tasarrufu} = \text{Yıllık Yakıt Tasarrufu} \times \text{Yakıt Birim Fiyatı} \quad (4.9)$$

$$\text{Yıllık Para Tasarrufu} = 7517,55 \times 1,15 \quad (4.9a)$$

$$\text{Yıllık Para Tasarrufu} = 8645,18 \text{ TL}$$

Yatırım maliyeti, m² başına malzeme ve işçilik fiyatı toplam 49,5 TL alınır ve bu rakamı tüm alan ile çarparsak;

$$\text{Yatırım Maliyeti} = \text{Malzeme(m}^2\text{)} \times \text{İşçilik Maliyeti} \quad (4.10)$$

$$\text{Yatırım Maliyeti} = 10,20 \times 49,5 = 504,90 \text{ TL} \quad (4.10b)$$

$$\text{Geri Ödeme Süresi} = \text{Yatırım Maliyeti} / \text{Yıllık Para Tasarrufu} \quad (4.11)$$

$$\text{Geri Ödeme Süresi} = 504,90/8645,18 \quad (4.11a)$$

Geri Ödeme Süresi = 0,06 yıl bulunur.

4.3 Öneriler, Enerji Tasarruf İmkânları ve Miktarları, Geri Ödeme Süreleri

Yalıtımsız buhar kazanları yüzeylerinin yalıtılması halinde elde edilecek enerji tasarruf miktarı diğer kazanlar için de benzer şekilde bulunmuş Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Buhar kazanları yüzeylerinde bu uygulama gerçekleştiğinde;

$$\text{Yıllık toplam yakıt tasarrufu} = 30775,62 \text{ kg} \quad (4.12)$$

$$\text{Yıllık toplam para tasarrufu} = 35391,96 \text{ TL} \quad (4.13)$$

$$\text{Yıllık toplam yatırım maliyeti} = 2.009,70 \text{ TL} \quad (4.14)$$

$$\text{Geri ödeme süresi} = 2.009,70/ 34907,16=0,06 \text{ yıl} \quad (4.15)$$

olmaktadır.

Çizelge 4.2: Yalıtımsız buhar kazanları yüzeylerinin yalıtılması halinde elde edilecek tasarruf miktarları.

No	Kazan	Yalıtım Öncesi Isı Kaybı (W)	Yalıtım Sonrası Yüzey Sıcaklığı T (°C)	Yalıtım Sonrası Isı Kaybı (W)	Yıllık Enerji Tasarrufu (kJ)	Yıllık Yakıt Tasarrufu (kJ)	Yıllık Para Tasarrufu (TL)	Yatırım Maliyeti(TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
1	40 t/h buhar kazanı	55922,83	35	1300,35	335076141,31	7517,55	8645,18	504,90	0,06
2	16 t/h(I) buhar kazanı	47493,77	25	1048,94	284911165,15	6392,08	7350,89	415,80	0,06
3	16 t/h(II) buhar kazanı	56952,48	25	1248,73	341709084,00	7666,36	8816,31	495,00	0,06
4	16 t/h(III) buhar kazanı	68342,98	25	1498,48	410050900,80	9199,63	10579,58	594,00	0,06
	Toplam	228712,06		5096,50	1371747290,26	30775,62	35391,96	2009,7	0,06

5. ELEKTRİK SİSTEMLERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ OLANAKLARI

5.1 Elektrik Dağıtım Sistemi

Fabrikada 1000 kVA gücünde iki adet transformatör bulunmaktadır. 600 kW sözleşme gücüne göre orta gerilim aboneliği olan tesis için enerji özel bir şirket tarafından sağlanmaktadır.

Fabrikanın yıllık enerji tüketimi ortalama 1.250.000 kWh'nin üzerinde olduğu için 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanununa göre serbest tüketici kapsamına alındığından her yıl mal alımı ihalesi şeklinde elektrik enerjisini tedarik etmek zorundadır. Bu nedenle elektrik enerjisini herhangi bir dağıtım şirketinden satın alabilir.

1000 kVA gücündeki trafoya ilişkin ana dağıtım noktasında toplam 300 kVAr'lık merkezî kompanzasyon sistemi mevcuttur. Fabrikanın güç trafo değerleri Çizelge 5.1'de belirtilmiştir.

Çizelge 5.1: Fabrikanın güç trafo değerleri [17].

Yer	Gerilim Seviyesi(kV)	Kurulu Gücü(kVA)	Sayaç Noktası	Abone Tarife Sınıf ve Grubu	Besleme Noktası
Fabrika	33,5/6,3	1000	-	-	FEDAŞ
Fabrika	6,3/0,4	1000	Malatya Şeker Fabrikası Trafo Merkezi	Tek Terimli/Tek Zamanlı/KİT Sanayi	1000 kVA, 33,5/6,3 kV trafo

Fabrikanın elektrik sayaçları 1000 kVA gücünde, 6,3/0,4 kV gerilim seviyesindeki hücrelerine takılıdır. Fabrikada bir asıl(ana) bir yedek olmak üzere iki adet güç göstergeli elektronik sayaç bulunmaktadır.

Satın alınan elektrik enerjisinin izlenebilirliğini sağlamak amacıyla son 12 aya ait elektrik faturaları incelenmiş ve kullanım miktarları, maliyeti, birim fiyatı, reaktif enerji birim fiyatı ve sözleşme gücü Çizelge 5.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.2: Fabrikanın 2014 yılı elektrik faturaları.

Aylar	Sözleşme Gücü(W)	Kullanım Miktarı(kWh)	Maliyeti	Birim Fiyatı(TL)	Reaktif Enerji Birim Fiyatı(TL)
Ocak	600.000	204.246	56.707,40	0,198914	0,100494
Şubat	600.000	148.151	41.134,70	0,198914	0,100494
Mart	600.000	148.610	41.137,30	0,198914	0,100494
Nisan	600.000	133.859	37.327,90	0,197951	0,100522
Mayıs	600.000	89.920	27.047,00	0,197951	0,100522
Haziran	600.000	83.650	23.329,10	0,197951	0,100522
Temmuz	600.000	86.773	25.650,00	0,198919	0,103597
Ağustos	600.000	90.217	25.164,10	0,198919	0,103597
Eylül	600.000	107.073	26.164,10	0,198919	0,103597
Ekim	600.000	66.115	19.943,60	0,216943	0,103306
Kasım	600.000	2.565	859,40	0,216943	0,103306
Aralık	600.000	140.645	42.692,00	0,216943	0,103306
Toplam		1.301.824	367.156,60		

5.2 Yapılan Ölçümler ve Alınan Değerler

Ölçümler 1000 kVA gücündeki transformatöre ilişkin elektrik ana dağıtım panosunda gerçekleştirilmiştir. Panolara ait değerler Çizelge 5.3’de verilmiştir.

Çizelge 5.3: Elektrik ana dağıtım panoları.

Pano Adı	Pano Yeri	Kesici Tipi	Kesici Akım Değeri(A)	Kullanma Gerilimi(kV)
Ana Dağıtım Panosu	Şalt Dairesi	Tam Yağlı Kesici	630	12

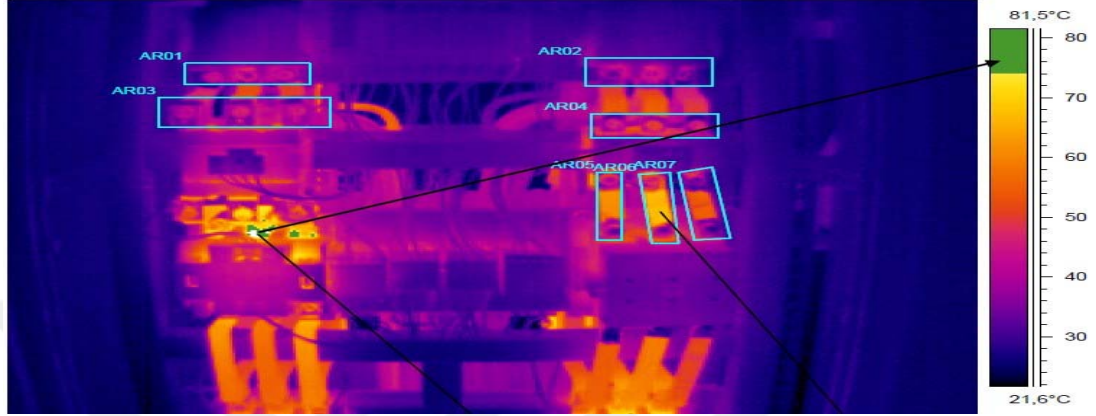
5.2.1 Isıl görüntüleme çalışmaları

1000 kVA trafo bölümü ana dağıtım panosu Şekil 5.1’de gösterilmiştir.

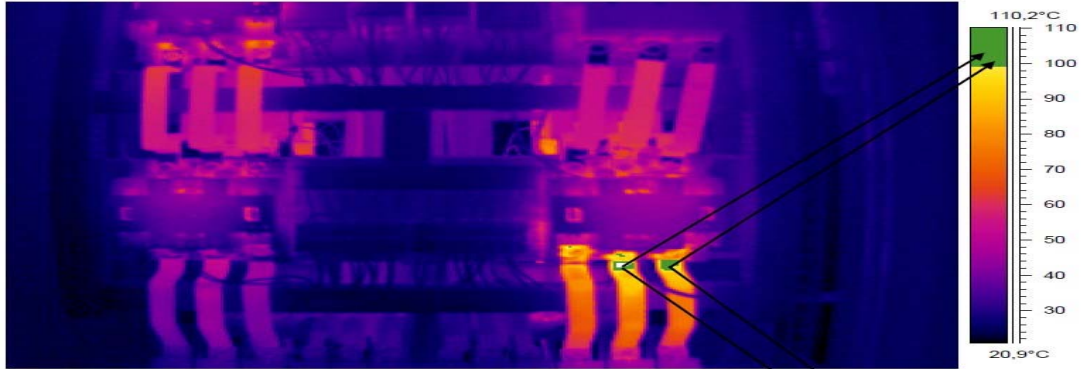


Şekil 5.1: 1000 kVA Trafo bölümü ana dağıtım panosu.

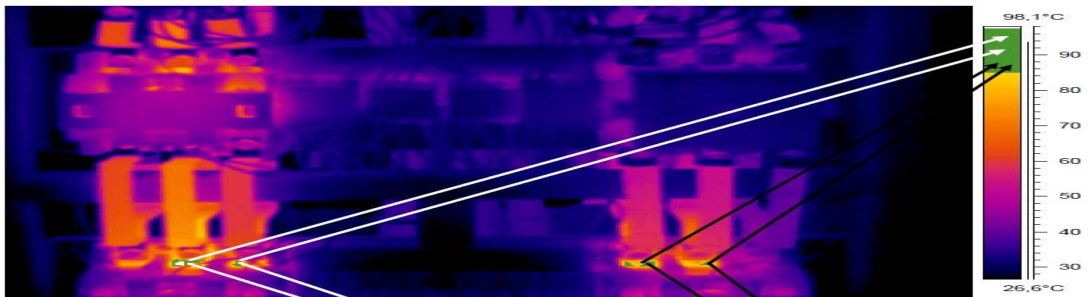
Fabrikanın bazı elektrik sistemlerine ait termografik görüntüler ısı kamera ile kaydedilmiştir. Bu görüntüler termal görüntü analizi ve raporlama programı ile detaylı olarak analiz edilmiştir. Isıl kamera ile yapılan ölçümlerin sonuçları Şekil 5.2-5.7'de gösterilmiştir, aşırı ısınma olan yerler yeşil renkle belirtilmiş, kontaktörlerden kaynaklı arızalar olduğu tespit edilmiş ve acil müdahale edilmesi gerekmektedir.



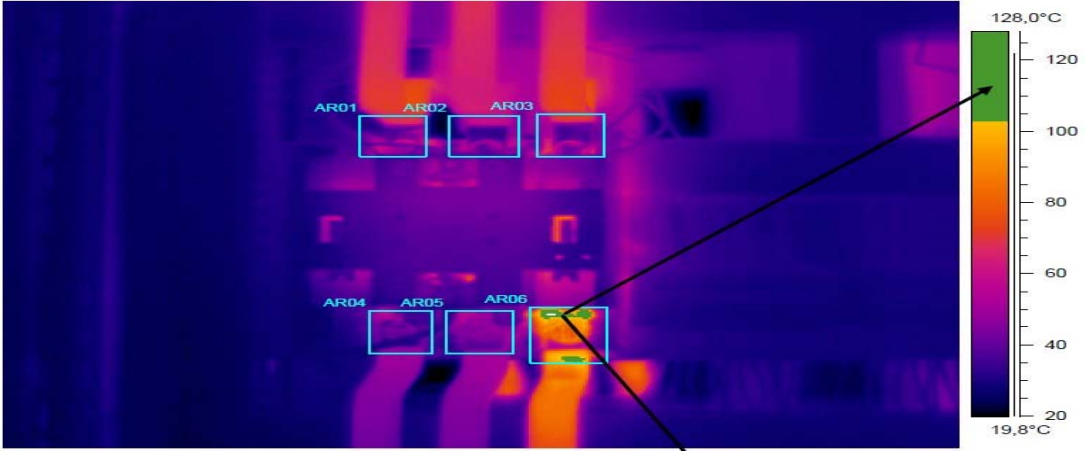
Şekil 5.2: Vakum pompaları besleme panosu [32].



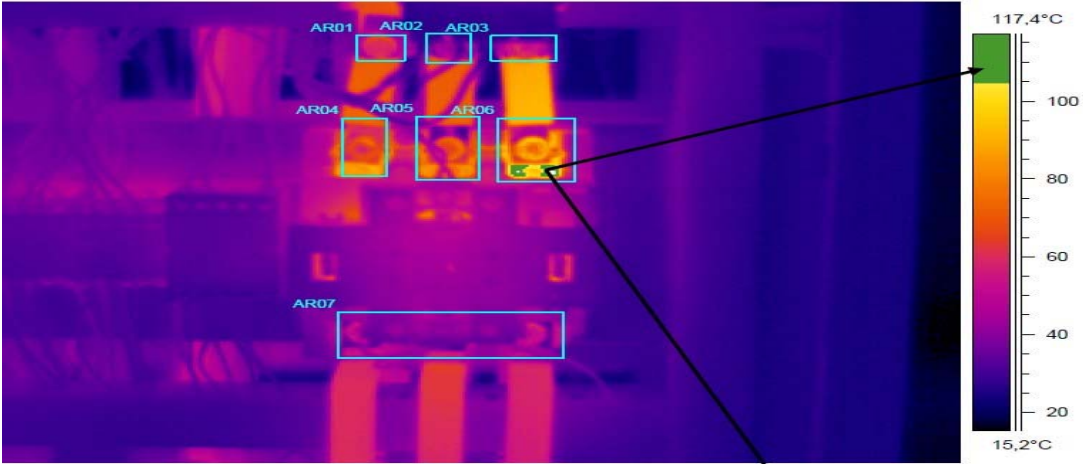
Şekil 5.3: Difüzyon ünitesi besleme panosu [32].



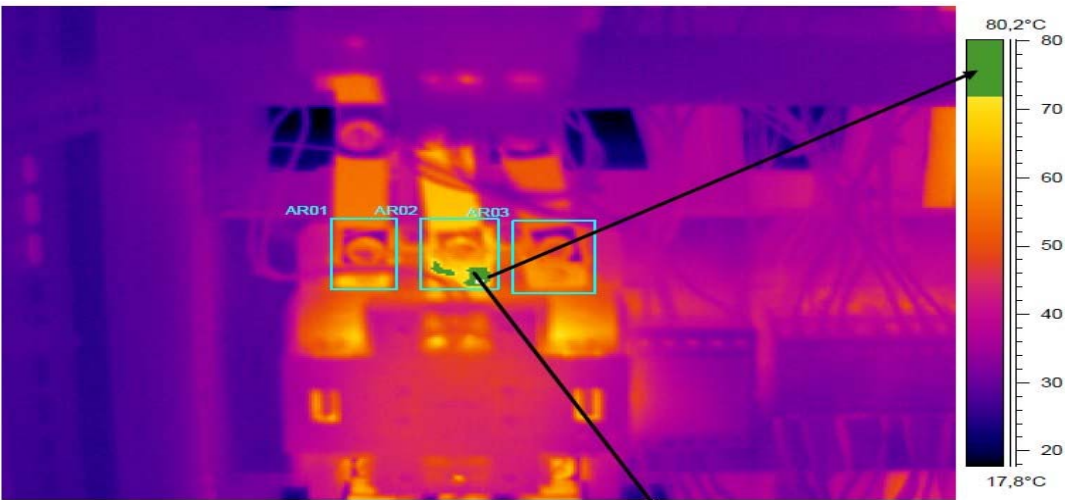
Şekil 5.4: Buharlaştırıcı istasyonu besleme panosu [32].



Şekil 5.5: Karbonatlama ünitesi besleme panosu [32].



Şekil 5.6: Kristal şeker vakumları besleme panosu [32].



Şekil 5.7: Orta şeker vakumları besleme panosu [32].

5.2.2 Kompanzasyon sisteminin incelenmesi

Yukarıda da bahsedildiği gibi, trafonun ana dağıtım noktasında merkezi kompanzasyon sistemi bulunmaktadır.

1000 kVA gücündeki trafoya ilişkin ana enerji dağıtım noktasında üç faz, 400 V, 50 Hz karakterde 300 kVAR'lık filitreli merkezi kompanzasyon sistemi mevcuttur.

Kompanzasyon panosunun 400 V şebeke gücünde verdiği etkin reaktif güç dağılımı Çizelge 5.4'te verilmiştir.

Çizelge 5.4:Kompanzasyon panosu reaktif güç dağılımı.

Kademe	Reaktif Güç
Sabit Grup	25 kVAR
1.Kademe	25 kVAR
2. Kademe	50 kVAR
3.Kademe	50 kVAR
4. Kademe	50 kVAR
5. Kademe	50 kVAR
6. Kademe	50 k VAR

Düşük ve aşırı kompanzasyonu önlemek için kondansatör grubunu otomatik olarak devreye sokan ve çıkaran reaktif güç kontrol rölesi kullanılmıştır.

Fabrikanın 600 kW sözleşme gücüne göre aboneliği olduğu için, endüktif reaktif oran sınır değeri %20'ye göre, kapasitif reaktif oran sınır değeri %15'e göre değerlendirilmektedir.

Tesisin reaktif cezaya girmemesi için, bağlı bulunulan sayaçtan aktif, endüktif reaktif ve kapasitif reaktif değerlerin takibi periyodik olarak yapılarak, reaktif oranların belirtilen sınır değerlerin altında kalıp kalmadığı kontrol edilmektedir. Abone grubu KİT sanayi olduğu için aktif, endüktif reaktif ve kapasitif reaktifte çarpan 1260'dır. Çizelge 5.5'te 2014 yılında güç göstergeli elektronik sayaçlardan alınan aktif, endüktif reaktif ve kapasitif reaktif ilk endeks ve son endeksler alınarak hesaplamalar yapılmış sınır değerlerin altında kalıp kalmadığı kontrol edilmiştir. Bu bağlamda Mayıs-2014'te kapasitif reaktif değer oranı %18,46 olup kapasitif reaktif oran sınır değeri geçtiği tesbit edilmiştir. Kasım ve Ekim aylarında sistem türbinlerden beslendiği için endeks değerleri alınmamıştır. 2014 yılının diğer aylarında endüktif reaktif oran sınır değeri ile kapasitif reaktif oran sınır değerlerinin altında kalmıştır. Tesisin reaktif açıdan uygun olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.5: 2014 Yılı Ocak-Aralık dönemi reaktif oranların incelenmesi.

Aylar	Aktif İlk Okuma	Aktif Son Okuma	Endüktif Reaktif İlk Okuma	Endüktif Reaktif Son Okuma	Endüktif Reaktif Oranı%	Kapasitif Reaktif İlk Okuma	Kapasitif Reaktif Son Okuma	Kapasitif Reaktif Oranı%
Ocak	8728,100	8566,000	1228,500	1224,800	2,28	324,300	318,300	3,70
Şubat	8845,680	8728,100	1231,450	1228,500	2,50	329,800	324,800	4,25
Mart	8895,88	8845,68	1232,33	1231,450	1,75	332,53	329,800	5,43
Mart	67,39	0	1,61	0	2,38	3,53	0	5,23
Nisan	173,625	67,388	5,006	1,607	3	7,779	3,529	4
Mayıs	244,990	173,625	6,285	5,006	1,79	20,959	7,779	18,46
Haziran	311,378	244,990	11,682	6,285	8	26,225	20,959	8
Temmuz	380,245	311,378	19,996	11,682	12	28,346	26,225	3
Ağustos	451,846	380,245	31,041	19,996	15	28,873	28,346	0,7
Eylül	536,824	451,7846	44,896	31,041	16	29,865	28,873	1
Ekim	-	-	-	-	-	-	-	-
Kasım	-	-	-	-	-	-	-	-
Aralık	652.389	540,766	56,454	46,400	9	32,172	30,808	1

5.2.3 Harmoniklerin incelenmesi

Elektrik sistemlerinde enerji üretilmesi, dağıtılması ve tüketilmesi sırasında, akım ve gerilimin 50 Hz temel frekansta ve sinüzoidal dalga şeklinde olması idealdir. Ancak işletmelerdeki bazı yükler sahip oldukları çalışma karakteristiklerinden ötürü çeşitli frekans seviyelerinde akım ve gerilimler oluştururlar.

Bu yüklere örnek olarak kesintisiz güç kaynakları, ark ocakları, AC/DC dönüştürücüler, AC sürücüler, DC motorlar, yumuşak yol vericiler, elektronik balastlı armatürler ve çeşitli ofis ekipmanları (PC'ler v.b.) verilebilir.

Öte yandan fourier analizi, doğadaki tüm dalga şekillerini, sinüzoidal dalgaların toplamı olarak görür ve böylece özellikle 150 Hz, 250 Hz, 350 Hz gibi frekanslar 50 Hz'deki sinüzoidal dalgayı bozar.

Harmonikler etkilerini aşağıda belirtilen şekillerden bir veya birkaçı ile gösterir [33],

- Rezonans oluşturarak şebekede aşırı akım ve gerilimlerin oluşması
- Enerji taşıma hatlarında dalgalanmalar meydana getirmesi
- Kondansatörlerde patlama, delinme ve güç kayıpları
- Kondansatör kademelerinin sigortalarının atması
- CAD / CAM terminallerinde hafıza silinmesi
- Elektronik kart arızaları
- Elektromekanik cihazların ısınması
- Termik-manyetik şalter ve rölelerin anormal stop etmesi

- Röle sinyallerinin bozulması ve anormal çalışması
- Makinelerde mekanik titreşimler
- Bilgisayar beslemelerindeki aşırı dalgalanmalardan dolayı oluşan kapasitelerin dengelenememesi
- Küçük devir kontrollü cihazların anormal çalışması
- Bilgisayar terminallerinde gürültü oluşması
- 50 Hz üzerinden örnekleme yapan ölçü elemanlarında hatalı ölçümler

Fabrika revizyon döneminde aktif olarak çalışmamasına rağmen oluşabilecek herhangi bir harmonik oranına karşı önlem almak amacıyla kompanzasyon sistemini seçerken kondansatör gruplarının şebekeye direkt olarak bağlı olmaları yerine, bir harmonik filitre reaktörü üzerinden bağlanan filitreli kompanzasyon sistemini tercih etmiştir.

5.2.4 Elektrik tarifesi incelemesi

Enerji ihtiyacını özel bir şirketten sağlayan fabrikanın sayaç aboneliğine uygulanan elektrik tarifesi Tek Terimli/ Tek zamanlıdır. Elektrik tarifesi için bir değişiklik önerilmemiştir.

Tek terimli tarife; tüketicinin tarifesi düzenlenirken faturalama dönemi içinde tüketmiş olduğu elektrik enerjisinin kWh değerinin o dönemdeki cari tek terimli tarife fiyatı çarpımı ile hesaplanarak bulunur.

Çift terimli tarifede ise elektrik enerjisi miktarı için cari tarifesi üzerinden bir bedel ödenir . Bir de sözleşme gücü karşılığı üzerinden her ay ayrıca güç bedeli ödenir. Çift terimli tarife çekeceği güç miktarı için tüketim yapsın veya yapmasın aylık olarak cari güç bedelini sözleşme gücü kadar ödemek zorundadır. Bu gücü aşar ise aylık aştığı her bir kW için cari aşım güç bedelini ayrıca öder. Böylece güç aşımı için cezalı tarife uygulanmaktadır. Güç aşım bedeli sözleşme gücünün %10' nuna kadar müsaade edilmektedir [34]. Fabrikanın 2014 yılına ait aylık elektrik faturaları Çizelge 5.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.2'de fabrikanın aylık enerji tüketiminin sabit olmadığı tespit edilmiştir, Ayrıca fabrika sanayi kuruluşu olduğu için elektrik birim fiyatında indirim yapılmaktadır. Çok zamanlı tarifedeki elektrik birim fiyatları mevcut minimum birim fiyatın altında olmayacağı için elektrik tarifesi için bir değişiklik önerilmemiştir.

5.2.5 Transformatör sistemi

Yukarıda da bahsedildiği gibi tesiste 1000 kVA gücünde bir adet transformatör mevcuttur. Fabrikanın revizyon dönemindeki enerji ihtiyacı söz konusu trafodan karşılanmaktadır. Pancar kampanyası döneminde ise karşı basınçlı buhar türbinlerinin herhangi birinde arıza olması durumunda meydan tesisleri, soğutma kulesi ve aydınlatma sistemlerinin enerjisi bu trafo tarafından karşılanmaktadır. Trafonun gücü hem revizyon dönemi için hem de üretim dönemi için talep edilen enerjiyi karşılamada yeterlidir.

5.3 Üretilen Elektrik Miktarı

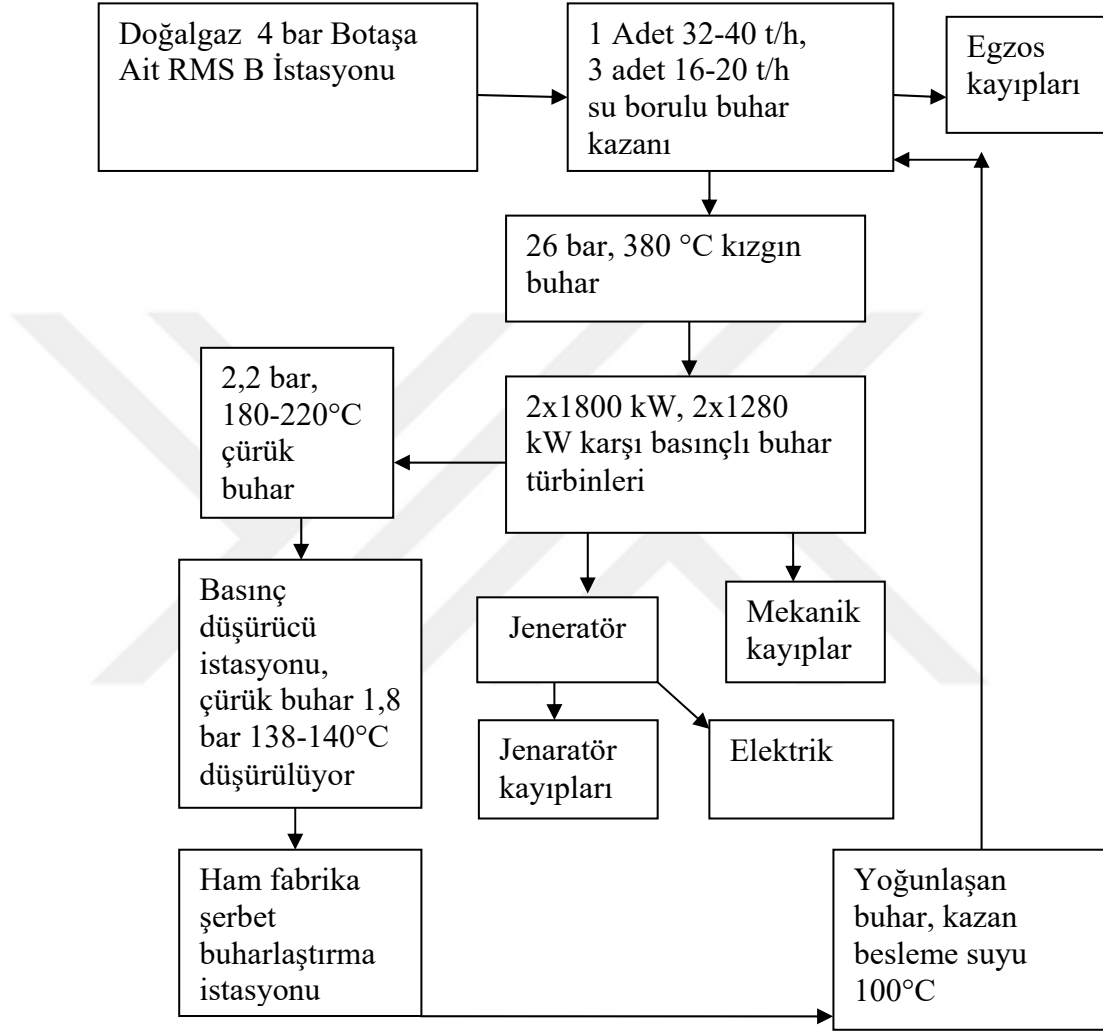
Fabrika 1956 yılında 1200 ton/gün pancar işleme kapasitesinde işletmeye girmiş olup, elektrik ihtiyacı için 2 adet 1800 kW(2250 kVA) güçlerinde turbo generatör grupları kullanılmıştır. 1975 yılında fabrika tevsi görerek pancar işleme kapasitesi 3600 ton/gün değerine yükseltilirken artan elektrik ihtiyacını karşılamak üzere 2 adet 1280 kW(1600 kVA) güçlerinde turbo generatör grubu ilave edilerek ihtiyaç giderilmiştir 400 Volt işletim gerilimine sahip mevcut turbo generatör gruplarının sadece 3 adeti (2x1800+1x1280) kW kampanya döneminde faal olarak çalışmakta olup, diğer 1280 kW gücündeki türbin ise yedek olarak beklemektedir.

Fabrika bileşik ısı-güç üretim tesisi olarak kurulmuştur. Doğalgazdan hem ısı enerjisi hem de elektrik enerjisi bir arada üretilmektedir. Fabrikanın bileşik ısı –güç üretim tesisi olarak kurulmasının amacı ısı ve elektrik enerjisi talebinin tek bir merkezden karşılanması isteğidir. Bununla birlikte fabrika elektrik enerjisi talebinin artması halinde dışarıdan elektrik enerjisi satın alabilmekte ve tesis tarafından üretilen elektriğin talepten fazla olması durumunda ise dışarıya elektrik enerjisi satabilmektedir[17].

Fabrikada 3 adet 16-20 t/h buhar kazanlarıyla, 1 adet 32-40 t/h buhar kazanından doğalgazın yanmasıyla açığa çıkan enerji suyu buharlaştırarak 26 bar, 380°C kızgın buhar elde edilebilmektedir. Elde edilen kızgın buhar ana kollektörden 2 adet 1800 kW'lık ile 1 adet 1280 kW'lık karşı basınçlı buhar türbinlerine girerek mekanik güç elektrik enerjisine çevrilir. Elektrik enerjisine çevrilmeyen 2,2 bar, 180-220°C'deki çürük buhar basınç düşürme istasyonunda 1,8 bar, 138-140°C'ye düşürülerek ham fabrika ünitesindeki şerbet buharlaştırma istasyonunda ham şerbeti sulu şerbete

dönüştürmek amacıyla kullanılır. 1.Buharlaştırıcıya giren çürük buharın ısısını vererek yoğunlaşmasıyla oluşan yaklaşık 100 °C'deki sıcak su, kazan besleme suyu olarak kazan dairesine gönderilir [17].

Fabrikada üretilen elektriğin akış şeması Şekil 5.8'de gösterilmiştir.



Şekil 5.8: Karşı basınçlı buhar türbinlerinde üretilen elektriğin akış şeması [35].

Fabrikanın 2014 yılı pancar işleme kampanyasında karşı basınçlı buhar türbinlerinde deneme, pancar kampanyası ve rafineri kampanyası dönemlerinde üretilen elektrik enerjisi ile tüketilen buhar miktarı Çizelge 5.6'de gösterilmiştir. 2014 yılında en yüksek enerji üretimi II no'lu buhar türbininden sağlanmıştır. Fabrikanın 2014 yılı bileşik ısı-elektrik santralinde tüketilen yıllık elektrik enerjisi, ısı enerjisi, yakıt bilgisi Çizelge 5.7'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.6: 2014 Yılı kampanyasında karşı basınçlı buhar türbinlerinin elektrik üretim ve buhar tüketim değerleri [24].

Türbinler	Deneme			Pancar Kampanyası			Rafineri Kampanyası			Toplam		
	kWh	Ton/h	Çalışma Saati	kWh	Ton/h	Çalışma Saati	kWh	Ton/h	Çalışma Saati	kWh	Ton/h	Çalışma Saati
I. Türbin(1800 kW)	5.300	63	7	2.528.600	30.344	1668	52.800	633	44	2.586.700	31.040	1.719
II. Türbin(1800 kW)	5.500	66	7	2.530.800	30.370	1.670	56.700	680	48	2.593.000	31.116	1.725
III. Türbin(1280 kW)	4.200	63	6	1.751.000	26.266	1.634	16.500	246	18	1.771.700	26.575	1.658
IV. Türbin(1280 kW)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	15.000	192	20	6.810.400	86.980	4.972	126.000	1.559	110	6.951.400	88.731	5.102

Çizelge 5.7: 2014 Yılı Bileşik Isı – Elektrik Santralının Yıllık Yakıt Bilgisi [24].

Yakıt Cinsi	Elektrik			Isı	Yakıt			
	Brüt Üretim (kWh)	Santral İç Tüketimi(kWh)	Net Üretim (kWh)	Net Isı Üretimi (10 ⁶ kCal)	Toplam (Isı+Elektrik)Yakılan Yakıt (1000s m ³)	Elektrik İçin Yakılan Yakıt (1000s m ³)	Isı İçin Yakılan Yakıt (1000s m ³)	Yakıtın Alt Isıl Değeri (kJ/kg)
Doğalgaz	7.159.942	208.542	6.951.400	73.980	11.090	1.155	9.935	50650,60
Toplam	7.159.942	208.542	6.951.400	73.980	11.090	1.155	9.935	50650,60

5.4 Elektrik Motorları

İşletmede üretimin çeşitli aşamalarında kullanılan düşük verimlilik sınıfından (EFF3) çok sayıda AC elektrik motoru bulunmaktadır. Fabrikadaki motorların karakteristik bilgileri çıkarılmış ve ölçümler yapılmıştır. Tesisteki motorların büyük kısmı sürekli olarak aynı yükte çalışan motorlardan oluşmaktadır, bununla birlikte üretim sırasında farklı yüklenmeler gösterebilen motorlar da bulunmaktadır.

5.4.1 Yapılan ölçümler ve alınan değerler

Alternatif akım motorlarının besleme noktalarından enerji analizörü ile ölçümler alınmıştır. Ölçüm yapılan elektrik motorlarının hangi mekanda çalıştıkları, etiket değerleri, günlük ve yıllık çalışma süreleri, ölçüm değerleri ve önerilen IE2 motor güçleri Ek'te Çizelge A.7'de tablo halinde belirtilmiştir.

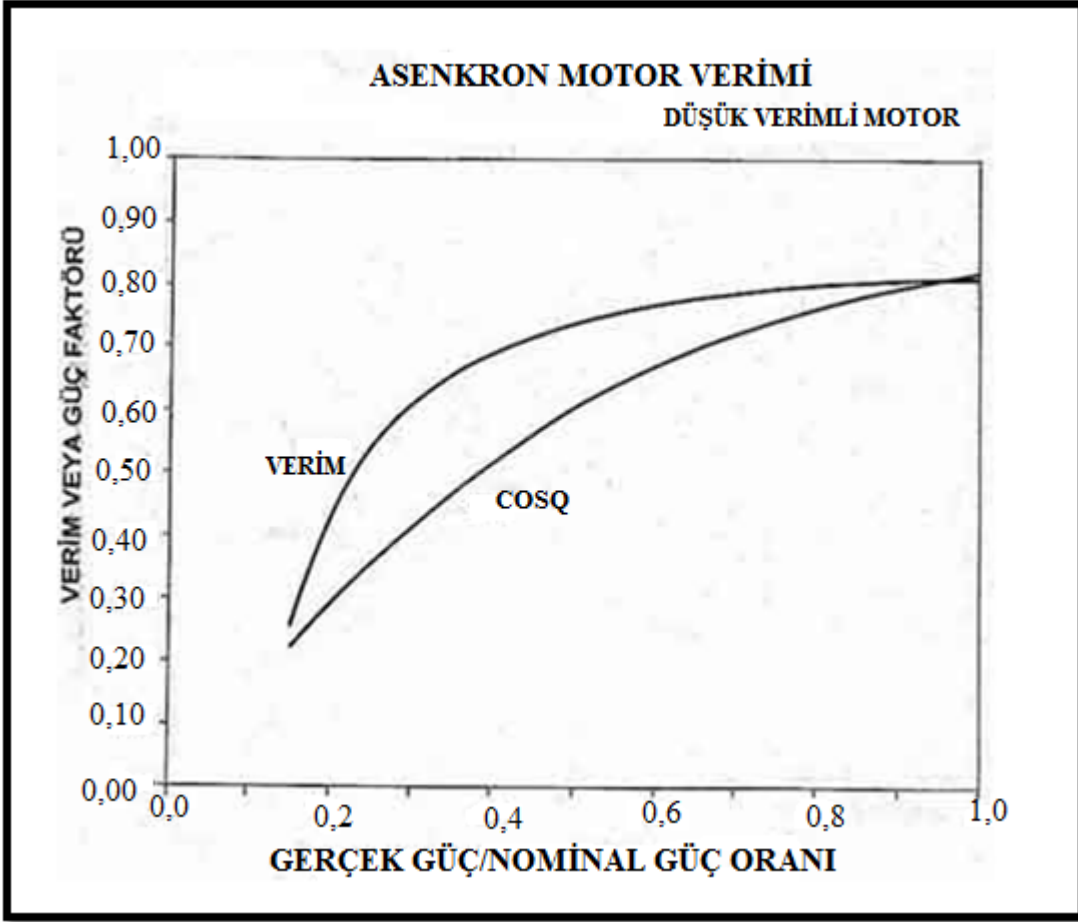
5.4.2 Değerlendirmeler ve hesaplamalar

Tesiste gerek ihtiyaçtan daha büyük seçilmiş EFF3 verimlilik sınıfından AC motorlar için, gerekse ihtiyaca uygun seçilmiş EFF3 verimlilik sınıfından AC motorlar için, bu motorlara alternatif olabilecek daha düşük güçlü yada mevcut ile aynı güçte IE2 verimlilik sınıfından motorlar önerilerek hesaplamalar yapılmıştır.

Gücü yüksek seçilmiş EFF3 tipi motorların daha düşük kapasiteli aynı işi yapabilecek yüksek verimlilik sınıfından (IE2) motorlarla değiştirilmesinde ya da EFF3 tipi motorların aynı güçte yüksek verimlilik sınıfından (IE2) motorlarla değiştirilmesi halinde elde edilebilecek enerji tasarruf miktarlarının hesaplanmasında, Şekil 5.9'da gösterilen orta verimli motorlarda verim-yükleme oranı grafiği kullanılmıştır.

Çizelge A.7'de envanteri çıkarılmış motorların, IE2 tipi yüksek verimlilik sınıfından motorlarla değiştirilmelerinden elde edilecek enerji tasarruf miktarları aşağıdaki örnekte görülen bağıntılar ile hesaplanmıştır.

Rafineri ünitesinde yer alan 75 kW gücündeki EFF3 son şeker sürekli santrifüj motoru 2'nin yapılan ölçümlerde 56,11 kW güç çektiği tespit edilmiştir. Bu motorun 55 kW gücündeki IE2 motoru ile değiştirilmesi durumunda elde edilebilecek tasarruf miktarı aşağıdaki bağıntılarla hesaplanabilmektedir. [29].



Şekil 5.9: Orta verimli motorlarda verim-yükleme oranı grafiği [27].

$$\text{Yükleme Oranı} = \frac{\text{Ölçülen Güç}}{\text{Nominal Güç(Etiket Değeri)}} \quad (5.1)$$

$$\text{Yükleme Oranı} = 56,11 / 75 = 0,74 \quad (5.1a)$$

Orta verimli motorlarda; yükleme oranı-verim grafiğinden 0,74 yükleme oranına karşılık gelen verim değeri yaklaşık 0,78'dir.

$$\text{İhtiyaç Duyulan Mekanik Güç} = \text{Ölçülen Güç} \times \text{Verim Değeri} \quad (5.2)$$

$$\text{İhtiyaç Duyulan Mekanik Güç} = 56,11 \times 0,78 = 43,76 \text{ kW} \quad (5.2a)$$

bulunur.

Değişimden sonra; 55 kW'lık bir motor yaklaşık olarak % 93,5 verime sahiptir.

$$\text{Çekilecek Güç(kW)} = \frac{\text{İhtiyaç Duyulan Mekanik Güç(kW)}}{\text{Değişimden Sonraki Motor Verimi}} \quad (5.3)$$

$$\text{Değişimden sonra çekilecek güç} = 43,76 / 0,935 = 46,80 \text{ kW} \quad (5.3a)$$

$$\text{Tasarruf Miktarı(kW)} = \text{Ölçülen Güç} - \text{Çekilecek Güç} \quad (5.4)$$

$$\text{Tasarruf miktarı} = 56,11 - 46,80 = 9,31 \text{ kW} \quad (5.4a)$$

Değiştirilmesi düşünülen motorlar yılda 1.704 saat çalışmakta ve elektrik birim fiyatı 0,138 TL dir. Bu bilgiler ışığında değiştirilecek motordan yıllık elde edilecek yaklaşık tasarruf miktarı;

$$\text{Yıllık Elektrik Tasarrufu} = \text{Tasarruf Miktarı} \times \text{Yıllık Çalışma Saati} \quad (5.5)$$

$$\text{Yıllık Elektrik Tasarrufu} = 9,31 \times 1.704 = 15.864 \text{ kWh} \quad (5.5a)$$

$$\text{Yıllık Para Tasarrufu} = \text{Yıllık Yakıt Tasarrufu} \times \text{Yakıt Birim Fiyatı} \quad (5.6)$$

$$\text{Yıllık Para Tasarrufu} = 15.864 \times 0,138 = 2.189,00 \text{ TL} \quad (5.6a)$$

55 kW motor fiyatı 3.500,00 TL alınırsa [19],

$$\text{Geri Ödeme Süresi} = \text{Yatırım Maliyeti} / \text{Yıllık Para Tasarrufu} \quad (5.7)$$

$$\text{Geri Ödeme Süresi} = 3.500,00 / 2.189,00 = 1,6 \text{ Yıl} \quad (5.7a)$$

bulunur.

5.4.3 Öneriler, enerji tasarruf imkanları ve miktarları, geri ödeme süreleri

Gücü gerektiğinden yüksek seçilmiş EFF3 tipi motorların daha düşük güçlü aynı işi yapabilecek yüksek verimlilik sınıfından (IE2) motorlarla yada EFF3 tipi motorların aynı güçte yüksek verimlilik sınıfından (IE2) motorlarla değiştirilmesi halinde Toplam Yatırım Maliyeti 366.540 TL olup elde edilecek enerji tasarruf miktarları Ek'te Çizelge A.8'de verilmiştir.

İşletmede motorların değişmesiyle elde edilecek [29];

$$\text{Yıllık toplam tasarruf miktarı} = 1.329.000 \text{ kWh} \quad (5.8)$$

$$\text{Yıllık toplam para tasarrufu} = 183.397,55 \text{ TL} \quad (5.9)$$

$$\text{Toplam geri ödeme süresi} = 2 \text{ yıl} \quad (5.10)$$

5.5 Elektrik Motorlarında Diğer Enerji Tasarruf Yöntemleri

5.5.1 Elektrik motorlarının çalıştırılması

Elektrik motorlarının etiketindeki sınırlamalara göre çalıştırılmasına dikkat edilmelidir. Elektrik motorlarının yeterli performansı, motorlar üzerindeki

etiketindeki gerilimin +/-%10 değeri ile frekansın +/-%5 değeri içinde çalıştırıldıkları zaman elde edilebilir. Yüksek gerilimler motor sıcaklığını, hızı ve titreşimi olumsuz yönde etkiler ve gerilime duyarlı motor kontrol rölelerini etkileyebilir. Düşük gerilimler ise kalkış anında motorun aşırı yüklenmesine neden olabilir ve termik aşırı yük koruma cihazlarının hatalı biçimde amasına yol açabilir. Elektrik motorları etikette yazılı olan değerlerden daha fazla olarak yüklenmemelidir [29].

5.5.2 Elektrik motorlarının bakımı

Elektrik motorlarının görevi, faydalı bir iş yapmak üzere çeşitli makinalarla (pompalar, hava kompresörleri, soğutma donanımı, vantilatörler) birlikte çalışmaktadır. Bu makinaların çalışması, elektrik motorlarının güvenli ve verimli çalışma sağlayacak biçimde çalıştırılmalarına ve bakımlarının yapılmasına bağlıdır. Uygun bakım yapılmadığında motordaki kayıplar daha yüksek değerlere çıkabilir [29].

Yatakların(rulmanların) yağlanması, fabrikada elektrik motorları imalatçısının tavsiyelerine göre yapılmalıdır. Uygun olmayan yağlama, motorlarda ve bağlı olduğu tahrik sisteminde sürtünme artışına neden olabilir, motor yataklarından sızan fazlalık yağ veya gres yağı motora girebilir, motor yalıtımını doygun hale getirebilir ve motorun erken arızalanmasına neden olabilir.

Elektrik motorlarının aşırı yüklü veya düşük yüklü olmamasını sağlamak için yük durumu her vardiyada düzenli olarak kontrol edilmelidir.

.Kirler havalandırma giriş ıkışları ve soğutma sistemlerini etkileyeceğinden, motordaki direnç kayıplarının artmasına neden olacağından tozların motor açıklıklarında toplanmasına izin verilmemelidir. Aksi taktirde tozların neden olmasıyla artan sıcaklık, sargılardaki yalıtımın ömrünü azaltmaktadır. Elektrik motorları serin durumda çalıştırılmalıdır. Böylece hem enerji tasarrufu sağlanmakta hem de motorun ömrü uzun tutulabilmektedir.

Elektrik motoru ve tahrik elemanlarının bakımı yapıldıktan sonra montajları yapılırken, eksen kaçıklığı olup olmadığı periyodik olarak kontrol edilmelidir. Aksi taktirde eksen kaçıklığı, motor ve tahrik elemanının hasarlanmasına yol açarak şaft ve yatakların çabuk aşınmasına neden olabilmektedir.

Motorun rotorunun, hareket ettirdiği techizata tam olarak bağlanıp bağlanmadığı kontrol edilmeli, boşluk bırakılmamasına dikkat edilmelidir.

Elektrik motorlarında aşırı ses, titreşimin olup olmadığı tek tek kontrol edilmelidir. Arızalı motorlar yedekleri ile değiştirilmelidir. Böylece arızalı çalışan motorun gereğinden fazla enerji sarf etmesi önlenmiş olacaktır.

Elektrik motorlarına ait ampermetreler, voltmetreler, $\cos\phi$ metreler tek tek kontrol edilmelidir.

Elektrik motorlarının aşırı ısınıp ısınmadığı kontrol edilmelidir. Aşırı ısınma tespit edilirse, motorun havalandırma sistemi kontrol edilmeli veya motorun bozuk olup olmadığı tespit edilmelidir [29].

5.5.3 Elektrik motorlarının tekrar sarımı

Mevcut tesisde üretim zamanı çeşitli güçlerdeki elektrik motorlarının sargılarında yanmalar meydana geldiği, sargısı yanan elektrik motorlarının yedekleriyle değiştirildiği ve tekrar sarım maliyeti düşük olduğundan sargısı yanan elektrik motorlarının sarımı yapılmak üzere ilgili firmalara gönderildiği tesbit edilmiştir. Bazı firmalar yalıtım malzemesinin çıkartılmasını kolaylaştırmak amacıyla elektrik motorunu 350 °C'nin üzerine kadar ısıtmakta bu da iç direncin zarar görmesine manyetik kayıpların artmasına neden olmaktadır. Tekrar sarım işlemi için küçük çapta veya düşük kalitede tel kullanıldığında ise, stator I^2R kayıplarını artırmakta, stator dönüşünü azalttığı için güç faktörünü düşürebilmektedir. Bütün bu nedenler elektrik motorlarında verimi %1-4 mertebesinde düşürebilmektedir. Bu nedenle motor sarım işleminin nasıl yapıldığı kontrol edilmelidir [29].



6. SONUÇLAR

Ülkemizde tüketilen toplam enerjinin %40'ı sanayi tesislerinde kullanılmaktadır. Bir fabrikadaki maliyetlerin toplamını hammadde, enerji ve işçilik oluşturur. Enerji maliyetlerinin düşürülmesiyle kazanç elde etme, enerjinin etkin kullanılmasıyla yani enerji kullanımında verimliliğin sağlanması ile mümkündür. Sanayi sektöründe tüketilen enerji miktarının büyük olması ve yüksek enerji tasarrufu potansiyeli içermesi nedeniyle, enerji tasarrufu çalışmalarında sanayi sektörü öncelikli olarak ele alınmalıdır. Sanayi dalları arasında yer alan gıda sanayi enerji kullanımında önemli bir yer almaktadır.

Bu çalışmada gıda sektörünün bir kolu olan kristal şeker üretiminde tüketilen enerji genel olarak etüt edilip, yapılabilecek enerji tasarruf çalışmalarından bir kaçına yer verilmiştir. Şeker sanayinde yoğun olarak kullanılan enerji türü ısı ve elektrik enerjisidir. Etüdü yapılan fabrikada tüketilen enerjinin yaklaşık %70'ini ısı enerjisi, %30'nu elektrik enerjisi oluşturmaktadır. Bu nedenle şeker sanayide tasarruf odaklarını, ısının üretim ve tüketimindeki prosesler ile elektriğin tüketimindeki prosesler olarak gruplandırılabiliriz. Şeker sanayinde buhar yoğun olarak kazan dairesinde, karşı basınçlı buhar türbinlerinde, buharlaştırıcılarda, vakumlarda ve ısıtıcılarda elektrik ise yoğun olarak elektrik motorları, komprasörler ve aydınlatmada kullanılmaktadır. İncelenen fabrikada bileşik ısı-güç üretim tesisi kurulmuştur. Doğalgazdan hem ısı enerjisi hem de elektrik enerjisi üretilmektedir. Fabrikanın bileşik ısı –güç üretim tesisi olarak kurulmasının amacı ısı ve elektrik enerjisi talebinin tek bir merkezden karşılanması isteğidir. Fabrikanın elektrik enerjisi tüketimi incelendiğinde, aylık enerji tüketiminin sabit olmadığı tespit edilmiştir, ayrıca fabrika sanayi kuruluşu olduğu için elektrik birim fiyatında indirim yapılmaktadır. Çok zamanlı tarifedeki elektrik birim fiyatları mevcut minimum birim fiyatın altında olmayacağı için, çalışmada elektrik tarifesi için bir değişiklik önerilmemiş fabrikanın elektrik tarifesinin " Tek Terimli ve Tek Zamanlı " olarak

kalması uygun bulunmuştur. Harmonik oranına karşı önlem almak amacıyla filitreli kompanzasyon sistemi tercih edilmiştir.

Bu tez çalışmasında, fabrikanın elektrik enerji tüketiminin %90'ından sorumlu elektrik motorları ve önemli ısı enerjisi tasarruf potansiyeline sahip buhar kazanlarının yalıtım durumları detaylı olarak incelenmiştir.

Enerji verimliliği analizlerinin gerçekleştirildiği Kazan Dairesinde yapılan iyileştirmeler göz önüne alındığında ısı enerjisi ile 30.775,62 kg doğalgaz tasarrufu elde edilmiştir. Bu tasarrufun yıllık para karşılığı 35.391,96 TL'dir. Isı enerjisi ile ilgili yapılacak iyileştirmelerin maliyeti 2.010 TL dir ve 0,06 yıl gibi bir sürede sistem kendini geri ödemektedir.

Elektrikle ilgili iyileştirmeler göz önüne alındığında yıllık elektrik tüketiminin 1.329.000 kWh azaltılabileceği görülmüştür. Bunun da parasal karşılığı 183.397,55 TL etmektedir. Elektrik ile ilgili yapılacak iyileştirmelerin maliyeti 366.540 TL olarak bulunmuştur ve 2 yıl gibi bir sürede sistem kendini geri ödemektedir.

Isı enerjisi ve elektrik enerjisi ile ilgili enerji verimliliği uygulamaları yerine getirildiğinde, toplamda 218.789,51 TL'lik tasarruf sağlanmakta ve fabrikanın 2014 yılında enerjiye harcadığı miktar 10.216.470,20 TL olduğu gözönüne alınarak, fabrikanın enerji tüketim maliyetlerinden % 2,14'lük bir tasarruf edileceği sonucuna varılmaktadır. Enerji tüketim miktarlarını TEP cinsinden incelediğimizde, fabrikanın yaklaşık yıllık 10000 TEP olan enerji tüketim miktarında bu iyileştirmeler sonucunda 224 TEP'lik bir tasarruf sağlanmaktadır.

Bu sonuçlara göre, diğer olası tüm enerji tüketim tasarrufları da değerlendirildiğinde ülkemizde bulunan ve kamuya ait olan 25 adet şeker fabrikasında gerçekleştirilecek enerji verimliliği çalışmaları ile elektrik ve ısı enerjisinden önemli miktarda tasarruf sağlanabilecektir.

Ülkemizde enerji ihtiyacının büyük bir kısmını ithalatla karşıladığımızı düşünürsek, bu sektörde yapılacak iyileştirmeler ülke ekonomisine önemli katkı sağlayacaktır. Enerjinin etkin kullanımı sanayici açısından olduğu kadar ülke ekonomisi ve gelecek nesiller için de son derece önemlidir. Tüm sektörlerde enerji tasarrufu potansiyelleri belirlenmeli ve bu tasarruf potansiyellerini gerçekleştirmek için kişi ve kuruluşlar teşvik edilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] **Güner, S. ve Albostan A.** (2007). Türkiye'nin Enerji Politikası, Bahçeşehir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İstanbul.
- [2] **Kanoğlu, M.** (2010). Enerji Verimliliği Örnek Projeleri, Gaziantep.
- [3] **İşler, T.** (2009). Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Verimliliği, Ege Bölgesi Enerji Forumu, 12-13 Ekim, Denizli.
- [4] **Url-1** <http://www.eie.gov.tr/duyurular/EV/EV_kanunu_Temmuz2008.pdf>, alındığı tarih: 22.02.2012.
- [5] **Onaygil, S.** (2011). Endüstride Enerji Yönetimi Genel Enerji Durumu Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [6] **Url-2** <http://www.tskb.com.tr/i/content/486_1_Turkiyede-Enerji-Verimliliği-Çalışmaları.pdf>, alındığı tarih: 06.07.2015.
- [7] **Kavak, K.**, 2005. Dünyada ve Türkiyede Enerji Verimliliği ve Türk Sanayinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi, Uzmanlık Tezi, Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- [8] **Şeker İş Sendikası** (2011). Şekerin Geleceği, Mattek Matbaacılık, Ankara.
- [9] **Kurtul, K.** (2010). Yeniden Doğu, Asya Çağında Küresel Ekonomi, İmge Yayın Evi, Ankara.
- [10] **Köse, S.** (2008). Dünya Şeker Ticareti, Avrupa Birliği Şeker Reformu ve Türkiye'de Şeker Sektörünün Durumu, AB Uzmanlık Tezi, T.C. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- [11] **Kıymaz, T.** (2002). Şeker Politikalarında Yeni Yönelimler ve Türkiye'nin Konumu, DPT Uzmanlık Tezleri, Ankara.
- [12] **Url-3** <<http://www.turkseker.gov.tr/Tarihce.aspx>>, alındığı tarih: 24.01.2015.
- [13] **Topçuoğlu, N. ve Küçükbaşakçı, İ.** (2012). T.C. Sayıştay Başkanlığı Türkiye Şeker Fabrikaları Raporu, Ankara.
- [14] **Url-4** <<http://www.turkseker.gov.tr/FaaliyetRaporlari.aspx>> alındığı tarih: 24.01.2015.
- [15] **Oruç, N.** (2008). Şeker Pancarından Alternatif Yakıt Kaynağı Olarak Biyoetanol Üretimi, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İstanbul.
- [16] **Acaroğlu, M.** (2008). Türkiye'de Biyokütle-Biyoetanol-Biyomotorin Kaynakları ve Biyoyakıt Enerjisinin Geleceği, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İstanbul.

- [17] **Demirel Ökke, M.** (2015). Kişisel Görüşme, Malatya Şeker Fabrikası Müdürlüğü Yetkilileri, Malatya.
- [18] **Toğrulca, A.** (2000). Malatya Şeker Fabrikası Genel Vaziyet Planı, Malatya.
- [19] **Akay, Y.** (1998). Meydan Tesisleri İş Başı Eğitim Notları, Türkiye Şeker Fabrikaları Anonim Şirketi, Ankara.
- [20] **Kavas, F. ve Sezer, G.** (2002). Şekerin Teknolojisi, Türkiye Şeker Fabrikaları Anonim Şirketi, Ankara.
- [21] **Kavas, F.** (2007). Kireç Ocağı Ünitesi İş Başı Eğitim Notları, Türkiye Şeker Fabrikaları Anonim Şirketi, Ankara.
- [22] **Sezer, G.** (2007). Şerbetin Buharlaştırılması İş Başı Eğitim Notları, Türkiye Şeker Fabrikaları Anonim Şirketi, Ankara.
- [23] **Toğrulca, A.** (2000). Malatya Şeker Fabrikası Kazan Ünitesi Yerleşim Planı, Malatya.
- [24] **Büyük, A.** (2015). Malatya Şeker Fabrikası 2014/2015 Kampanyası Teknik Raporu, Malatya.
- [25] **Büyük, A.** (2014). Malatya Şeker Fabrikası 2014/2015 Kampanyası Teknik Raporu, Malatya.
- [26] **Büyük, A.** (2013). Malatya Şeker Fabrikası 2014/2015 Kampanyası Teknik Raporu, Malatya.
- [27] **Korkmaz, F.** (2012). Türkiye Çay Sektörünün Mevcut Durumu ve Bir Çay Fabrikasında Enerji Verimliliği Analizi, Enerji Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [28] **Aksa Doğalgaz** (2014). Malatya Şeker Fabrikası Veri Değişim Tutanağı, Malatya.
- [29] **E.İ.E.İ. Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi** (2009). Sanayide Enerji Yönetimi Esasları, Cilt 3, Ankara.
- [30] **Çolak, Z.** (2009). Endüstriyel Isı Yalıtımı Eğitimi, Sanayide Enerji Uzmanı Semineri, Elektrik İşleri Etüd İdaresi, Ankara.
- [31] **Sadık, K.** (1998). Isı Transferine Giriş – I Isı İletimi, Tıp Teknik Yayıncılık, Ankara.
- [32] **Küçükarslan, S.** (2014). Malatya Şeker Fabrikası IR Servis Hizmeti, Sentez Termal Görüntüleme ve Ölçüm Sistemleri Mühendislik Tic.Ltd.Şti, Malatya.
- [33] **Yıldız, Ş.** (2006). Elektrik Dağıtım Sistemlerinde Elektrik Enerjisinde Kalitenin Yükseltilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı , Sivas.
- [34] **Yönetmelik,** (1999). Elektrik Tarifeleri Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Yönetmelik, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara.
- [35] **Erdem, F.** (2007). Şeker Sanayide Enerji Ekonomisi Eğitim Notları, Türkiye Şeker Fabrikaları Anonim Şirketi, Ankara.

EKLER

EK A: Çizelgeler



EK A

Çizelge A.1: Kamuya ait doğalgaz tüketen şeker fabrikalarının 2013 yılına ait enerji tüketim değerleri [14].

Fabrika	Kampanya (Gün)	İşlenen Pancar (binton)	Üretilen Kristal Şeker (ton)	Üretilen Buhar (ton)	Türbinlerin Toplam Üretimi (kWh)	Üretimde Tüketilen Elektrik (kWh)	Üretimde Tüketilen Doğalgaz (m ³)	% Pancara Yakıt	1 ton Pancar Başına Tüketilen Elektrik (kWh)	1 ton Şeker Başına Tüketilen Elektrik (kWh)	1 ton Pancar Başına Tüketilen Buhar (ton)	1 ton Şeker Başına Tüketilen Buhar (ton)
Ağrı	24	71,0	9.830	35.400	2.596.968	2.467.120	2.969.878	4,18	37,75	250,98	0,4410	3,1855
Ankara	120	473,5	64.035	233.490	14.061.040	14.931.086	16.059.878	2,71	31,53	233,17	0,3651	2,6993
Burdur	120	591,3	86.836	239.351	18.741.260	18.688.585	20.658.536	3,49	31,61	215,22	0,3615	2,4615
Çorum	83	595,0	89.000	226.500	15.785.280	15.298.280	17.115.000	2,87	25,71	171,89	0,3368	2,2515
Ereğli	135	1128,0	153.830	357.300	27.787.464	23.022.526	32.346.829	2,86	20,41	149,66	0,3111	2,2809
Erzurum	56	168,0	26.040	74.600	5.721.600	5.257.600	6.517.682	3,88	31,30	201,90	0,3859	2,4898
Eskişehir	123	897,0	127.630	349.150	28.188.288	26.349.079	28.519.024	3,18	29,37	206,45	0,3264	2,2939
Kırşehir	117	482,0	73.750	177.500	14.127.390	12.103.896	13.840.365	2,87	25,11	164,12	0,2932	1,9164
Malatya	54	192,0	25.100	93.140	6.169.700	5.984.609	6.539.878	3,40	31,17	238,43	0,3804	2,9099
Turhal	69	500,0	77.810	199.100	14.143.008	14.098.308	16.999.756	3,40	28,20	181,19	0,3366	2,1630
Toplam		5.097,8	733.861	1.985.531	147.321.998	138.201.847	161.566.826	3,17	27,11	188,32	0,3894	2,7055

Çizelge A.2 : Kamuya ait doğalgaz tüketen şeker fabrikalarının 2013 yılına ait TEP biriminden enerji tüketim değerleri [14].

Fabrika	İşlenen Pancar (binton)	Üretilen Kristal Şeker (ton)	Üretilen Buhar (ton)	Üretimde Tüketilen Elektrik (TEP)	Üretimde Tüketilen Doğalgaz (TEP)	Üretimde Tüketilen Toplam Enerji (TEP)	% Tüketilen Elektrik	% Tüketilen Doğalgaz	1 ton Şeker Başına Tüketilen Doğalgaz (TEP)	1 ton Şeker Başına Tüketilen Elektrik (TEP)	1 ton Şeker Başına Tüketilen Toplam Enerji (TEP)
Ağrı	71,0	9.830	35.400	212	2.450	2.662	8,0	92,0	0,25	0,02	0,27
Ankara	473,5	64.035	233.490	1.284	13.249	14.533	8,8	91,2	0,21	0,02	0,23
Burdur	591,3	86.836	239.351	1.607	17.043	18.650	8,6	91,4	0,20	0,02	0,22
Çorum	595,0	89.000	226.500	1.316	12.621	13.937	9,4	90,6	0,16	0,01	0,17
Ereğli	1128,0	153.830	357.300	1.979	26.686	28.665	6,9	93,1	0,17	0,01	0,18
Erzurum	168,0	26.040	74.600	452	5.377	5.829	7,7	92,3	0,21	0,02	0,23
Eskişehir	897,0	127.630	349.150	2.266	23.528	25.794	8,8	91,2	0,18	0,02	0,20
Kırşehir	482,0	73.750	177.500	1.040	11.418	12.458	8,3	91,7	0,15	0,01	0,16
Malatya	192,0	25.100	93.140	515	5.395	5.910	8,7	91,3	0,22	0,02	0,23
Turhal	500,0	77.810	199.100	1.212	14.024	15.236	7,9	92,1	0,18	0,02	0,20
Toplam	5.097,8	733.861	1.985.531	11.885	133.292	145.177	8,3	91,7	0,18	0,02	0,20

Çizelge A.3: Kamuya ait kömür tüketen şeker fabrikalarının 2013 yılına ait enerji tüketim değerleri [14].

Fabrika	Kampanya (Gün)	İşlenen Pancar (binton)	Üretilen Kristal Şeker (ton)	Üretilen Buhar (ton)	Türbinlerin Toplam Üretimi (kWh)	Üretimde Tüketilen Elektrik (kWh)	Üretimde Tüketilen Kömür (ton)	% Pancara Yakıt	1 ton Pancar Başına Tüketilen Elektrik (kWh)	1 ton Şeker Başına Tüketilen Elektrik (kWh)	1 ton Pancar Başına Tüketilen Buhar (ton)	1 ton Şeker Başına Tüketilen Buhar (ton)
Afyon	120	875,5	131.150	380.400	26.604.096	26.303.147	73.780	8,43	30,04	200,56	0,3420	2,2829
Alpullu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bor	105	398,0	57.325	194.900	12.997.368	12.652.368	40.250	10,11	31,79	220,71	0,3979	2,7628
Çarşamba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elbistan	88	337,0	47.485	130.00	12.046.372	11.698.828	27.918	8,28	34,71	246,37	0,3552	2,5216
İlgın	125	931,0	135.800	364.100	25.261.128	24.611.917	57.689	6,2	26,44	181,24	0,2719	1,8638
Kastamonu	50	187,5	27.975	85.000	5.607.408	5.323.500	15.617	8,32	28,39	190,29	0,3573	2,3950
Susurluk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Uşak	115	191,0	27.000	86.620	4.614.900	5.580.290	16.347	8,56	29,22	206,68	0,4005	2,8323
Yozgat	99	326,5	48.716	130.150	10.703.700	10.726.625	26.157	8,01	32,79	219,78	0,3563	2,3879
Toplam		3.246,5	475,451	1,371.170	97.834.972	96.896.675	257.758	7,94	29,84	203,79	0,4223	2,8839

Çizelge A.4 : Kamuya ait kömür tüketen şeker fabrikalarının 2013 yılına ait TEP biriminden enerji tüketim değerleri [14].

Fabrika	İşlenen Pancar (binton)	Üretilen Kristal Şeker (ton)	Üretilen Buhar (ton)	Üretimde Tüketilen Elektrik (TEP)	Üretimde Tüketilen Kömür (TEP)	Üretimde Tüketilen Toplam Enerji (TEP)	% Tüketilen Elektrik	% Tüketilen Kömür	1 ton Şeker Başına Tüketilen Kömür (TEP)	1 ton Şeker Başına Tüketilen Elektrik (TEP)	1 ton Şeker Başına Tüketilen Toplam Enerji (TEP)
Afyon	875,5	131.150	380.400	2.262	22.134	24.396	9,3	90,7	0,17	0,02	0,19
Alpullu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bor	398,0	57.325	194.900	1.088	12.075	13.163	8,3	91,7	0,21	0,02	0,23
Çarşamba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elbistan	337,0	47.485	130.00	1.036	8.375	9.411	11	88,9	0,18	0,02	0,20
Ilgın	931,0	135.800	364.100	2.172	17.307	19.479	11,2	88,8	0,13	0,02	0,15
Kastamonu	187,5	27.975	85.000	482	4.685	5.167	9,3	90,6	0,18	0,02	0,20
Susurluk	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Uşak	191,0	27.000	86.620	397	4.904	5.301	7,5	92,5	0,18	0,02	0,20
Yozgat	326,5	48.716	130.150	921	7.847	8.768	10,5	89,5	0,16	0,02	0,18
Toplam	3.246,5	475,451	1,371.170	8.358	77.327	85.685	9,8	90,2	0,16	0,02	0,18

Çizelge A.5: Kamuya ait fuel-oil tüketen şeker fabrikalarının 2013 yılına ait enerji tüketim değerleri [14].

Fabrika	Kampanya (Gün)	İşlenen Pancar (binton)	Üretilen Kristal Şeker (ton)	Üretilen Buhar (ton)	Türbinlerin Toplam Üretimi (kWh)	Üretimde Tüketilen Elektrik (kWh)	Üretimde Tüketilen Fuel-oil (ton)	% Pancara Yakıt	1 ton Pancar Başına Tüketilen Elektrik (kWh)	1 ton Şeker Başına Tüketilen Elektrik (kWh)	1 ton Pancar Başına Tüketilen Buhar (ton)	1 ton Şeker Başına Tüketilen Buhar (ton)
Elazığ	20	32,0	4.380	15.500	1.205.000	1.925.200	1.084	3,38	37,35	272,87	0,4180	3,0537
Erciş	73	158,0	24.400	68.800	5.494.176	5.494.176	4.321	2,73	34,77	225,17	0,3344	2,1652
Erzincan	104	167,2	24.140	99.800	6.282.300	5.867.063	5.416	3,24	35,09	243,04	0,3653	2,5302
Kars	10	13,5	2.068	7.200	631.800	600.000	552	4,08	44,44	290,14	0,4937	3,2229
Muş	51	208,0	30.300	77.700	6.074.568	5.892.331	5.073	2,43	28,33	194,47	0,3475	2,3857
Toplam		578,7	85.288	269.000	19.687.844	19.778.770	16.446	2,84	34,17	231,905	0,4648	3,1540

Çizelge A.6 : Kamuya ait fuel-oil tüketen şeker fabrikalarının 2013 yılına ait TEP biriminden enerji tüketim değerleri [14].

Fabrika	İşlenen Pancar (binton)	Üretilen Kristal Şeker (ton)	Üretilen Buhar (ton)	Üretimde Tüketilen Elektrik (TEP)	Üretimde Tüketilen Fuegoil (TEP)	Üretimde Tüketilen Toplam Enerji (TEP)	% Tüketilen Elektrik	% Tüketilen Fuel-oil	1 ton Şeker Başına Tüketilen Fuel-oil (TEP)	1 ton Şeker Başına Tüketilen Elektrik (TEP)	1 ton Şeker Başına Tüketilen Toplam Enerji (TEP)
Elazığ	32,0	4.380	15.500	166	1.040	1.206	13,8	86,2	0,24	0,02	0,26
Erciş	158,0	24.400	68.800	472	4.148	4.620	10,2	89,8	0,18	0,02	0,20
Erzincan	167,2	24.140	99.800	504	5.199	5.703	8,8	91,2	0,21	0,02	0,23
Kars	13,5	2.068	7.200	52	530	582	8,9	91,1	0,26	0,02	0,28
Muş	208,0	30.300	77.700	507	4.870	5.377	9,4	90,6	0,18	0,02	0,20
Toplam	578,7	85.288	269.000	1.701	15.788	17.489	9,7	90,3	0,18	0,02	0,20

Çizelge A.7: Ölçüm yapılan elektrik motorları ve öneriler.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Verimlilik Sınıfı	Motor Gücü (kW)	Devir Sayısı (d/d)	Günlük Çalışma Süresi (saat)	Yıllık Çalışma Süresi (Gün)	Ölçülen Max.Güç Değeri (kW)	Önerilen IE2 Motor Gücü (kW)
1	Havuz Köprü Tahrik Motoru	EFF3	1,5	940	24	71	1,01	Önerilmedi
2	Havuz Çamur Pompası	EFF3	15	1450	24	71	10,48	11
3	Havuz Sıyırıcı Ayar Motoru	EEF3	2,2	1420	24	71	1,15	1,5
4	Çamur Pompası Seviye Ayar Motoru	EEF3	1,1	935	24	71	0,53	Önerilmedi
5	Silo Suyu Pompa Motoru	EEF3	132	1465	24	71	98,56	90
6	Silo Suyu Pompa Motoru	EEF3	132	1465	24	71	97,85	90
7	Silo Suyu Pompa Motoru	EEF3	110	1465	24	71	83,97	90
8	Yıkama Suyu Pompa Motoru	EEF3	45	1470	24	71	33,86	30
9	Yıkama Suyu Pompa Motoru	EEF3	37	1470	24	71	28,14	30
10	Pancar Analiz Laboratuvarı Toprak Ayırıcı	EEF3	2,2	1000	24	71	1,52	1,5
11	Pancar Yıkama Tambur Motoru	EEF3	3	1405	24	71	2,23	2,2
12	Pancar Analiz Laboratuvarı Yıkama Bant Motoru	EEF3	0,55	890	24	71	0,35	Önerilmedi
13	Pancar Analiz Laboratuvarı Helezon Motoru	EEF3	4	1500	24	71	2,98	3
14	Pancar Analiz Laboratuvarı Yıkama Suyu Pompa Motoru	EEF3	30	2940	24	71	28,92	22

Çizelge A.7(Devam): Ölçüm yapılan elektrik motorları ve öneriler.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Verimlilik Sınıfı	Motor Gücü (kW)	Devir Sayısı (d/d)	Günlük Çalışma Süresi (saat)	Yıllık Çalışma Süresi (Gün)	Ölçülen Max.Güç Değeri (kW)	Önerilen IE2 Motor Gücü (kW)
15	Sabit Boşaltma Toprak Bantı Motoru	EEF3	5,5	1000	24	71	4,20	4
16	Sabit Boşaltma Toprak Ayırıcı Motoru1	EEF3	7,5	1430	24	71	5,31	5,5
17	Sabit Boşaltma Toprak Ayırıcı Motoru2	EEF3	7,5	1430	24	71	5,26	5,5
18	Sabit Boşaltma Toprak Ayırıcı Motoru3	EEF3	7,5	1430	24	71	5,21	5,5
19	Sabit Boşaltma Toprak Ayırıcı Motoru4	EEF3	7,5	1430	24	71	5,54	5,5
20	Sabit Boşaltma Toprak Ayırıcı Motoru5	EEF3	7,5	1430	24	71	5,31	5,5
21	Sabit Boşaltma Toprak Ayırıcı Motoru6	EEF3	7,5	1430	24	71	5,26	11
22	Sabit Boşaltma Çelik Bant Motoru	EEF3	15	910	24	71	11,52	5,5
23	Sabit Boşaltma Kirli Çukur Motoru	EEF3	7,5	1465	24	71	5,28	15
24	Sabit Boşaltma Hidrolik Pompa Motoru1	EEF3	22	1457	24	71	15,93	15
25	Sabit Boşaltma Hidrolik Pompa Motoru2	EEF3	22	1457	24	71	15,98	15
26	Sabit Boşaltma Hidrolik Pompa Motoru3	EEF3	22	1457	24	71	15,62	15
27	Sabit Boşaltma Hidrolik Pompa Motoru4	EEF3	22	1457	24	71	16,40	11
28	Pülöp Tutucu Vibratör Motoru	EEF3	15	1450	24	71	10,20	55
29	Pülöp Pompası Motoru	EEF3	75	987	24	71	57,19	55
30	Pancar Pompası Motoru1	EEF3	75	960	24	71	58,37	55
31	Pancar Pompası Motoru2	EEF3	75	960	24	71	56,11	5,5
32	Pancar Pompası Kirli Çukur Motoru	EEF3	7,5	1500	24	71	4,07	3
33	Meydan Taş Tutucu	EEF3	7,5	1450	24	71	5,29	5,5
34	Meydan Ot Tutucu1	EEF3	4	1421	24	71	2,03	3
35	Meydan Ot Tutucu2	EEF3	2,2	1420	24	71	1,59	2,2
36	Pancar Ayar Çarkı Motoru	EEF3	3	1500	24	71	2,10	2,2
37	Pancar Ayar Sürgüsü Motoru	EEF3	2,2	1500	24	71	1,58	2,2
38	Kuyruk Tutucu Motoru1	EEF3	4	1435	24	71	3,15	3
39	Kuyruk Tutucu Motoru2	EEF3	4	1425	24	71	2,63	3
40	Kuyruk Tutucu Helezon Motoru	EEF3	7,5	1440	24	71	5,31	5,5
41	Kum Sıyırıcı Motoru	EEF3	15	1460	24	71	11,15	11
42	Yoğuşturucu Pompa Motoru1	EEF3	110	1480	24	71	86,66	90

Çizelge A.7(Devam): Ölçüm yapılan elektrik motorları ve öneriler.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Verimlilik Sınıfı	Motor Gücü (kW)	Devir Sayısı (d/d)	Günlük Çalışma Süresi (saat)	Yıllık Çalışma Süresi (Gün)	Ölçülen Max.Güç Değeri (kW)	Önerilen IE2 Motor Gücü (kW)
43	Yoğuşturucu Pompa Motoru2	EEF3	110	1455	24	71	85,05	90
44	Yoğuşturucu Pompa Motoru3	EEF3	132	1465	24	71	101,18	90
45	Soğutma Kulesi Fan Motoru	EEF3	37	1478	24	71	25,92	30
46	Soğutma Kulesi Fan Motoru	EEF3	37	1478	24	71	26,50	30
47	Soğutma Kulesi Fan Motoru	EEF3	37	1466	24	71	27,45	30
48	Soğutma Kulesi Fan Motoru	EEF3	45	1476	24	71	32,86	30
49	Laver Suyu Pompa Motoru	EEF3	7,5	1430	24	71	5,26	5,5
50	Kireç Ocağı Yer Vinci Motoru	EEF3	7,5	1448	24	71	5,56	5,5
51	Kireç Ocağı Yer Vinci Motoru	EEF3	5,5	1440	24	71	4,14	5,5
52	Kireç Ocağı(75m ³) Asansör Motoru	EEF3	11	1460	24	71	8,41	7,5
53	Kireç Ocağı(90m ³) Asansör Motoru	EEF3	11	1460	24	71	7,88	7,5
54	Kumlu Kireç Sütü Pompa Motoru1	EEF3	7,5	1460	24	71	5,78	5,5
55	Kumlu Kireç Sütü Pompa Motoru2	EEF3	7,5	1460	24	71	5,31	5,5
56	Kireç Sütü Pompa Motoru1	EEF3	11	1460	24	71	7,94	11
57	Kireç Sütü Pompa Motoru2	EEF3	15	1460	24	71	11,62	11
58	Kireç Sütü Siklon Pompa Motoru1	EEF3	11	1455	24	71	7,94	7,5
59	Kireç Sütü Siklon Pompa Motoru2	EEF3	15	1465	24	71	11,62	11
60	Kireç Ocağı Kirli Çukur Motoru	EEF3	5,5	1465	24	71	3,21	3
61	Kireç Sütü Karıştırıcı Motoru1	EEF3	4	960	24	71	3,01	3
62	Kireç Sütü Karıştırıcı Motoru2	EEF3	4	960	24	71	2,63	3
63	Kireç Sütü Karıştırıcı Motoru3	EEF3	4	960	24	71	2,78	3
64	Kireç Sütü Karıştırıcı Motoru4	EEF3	4	960	24	71	3,06	3

Çizelge A.7(Devam): Ölçüm yapılan elektrik motorları ve öneriler.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Verimlilik Sınıfı	Motor Gücü (kW)	Devir Sayısı (d/d)	Günlük Çalışma Süresi (saat)	Yıllık Çalışma Süresi (Gün)	Ölçülen Max.Güç Değeri (kW)	Önerilen IE2 Motor Gücü (kW)
65	Karbon Pompası Ayak Suyu Motoru	EEF3	15	1480	24	71	11,31	11
66	Karbon Pompa Motoru1	EEF3	110	1465	24	71	79,41	90
67	Karbon Pompa Motoru2	EEF3	110	1465	24	71	78,77	90
68	Karbon Pompa Motoru3	EEF3	110	1465	24	71	78,04	90
69	Karbon Pompa Motoru4	EEF3	110	1465	24	71	77,66	90
70	Karbon Pompa Motoru5	EEF3	110	1465	24	71	79,80	90
71	Kireç Ocağı(75m ³) Sarsak Motoru	EEF3	5,5	1440	24	71	3,68	3
72	Kireç Ocağı(90m ³) Sarsak Motoru	EEF3	5,5	1440	24	71	3,16	3
73	Yıkama Teknesi Tahrik Motoru	EEF3	45	1475	24	71	32,44	37
74	Pancar Yıkama Su Ayırıcı Motoru	EEF3	7,5	1448	24	71	5,84	5,5
75	Pancar Elevatör Motoru	EEF3	45	1475	24	71	32,70	37
76	Pancar Bıçakları Motoru1	EEF3	37	1466	24	71	25,92	30
77	Pancar Bıçakları Motoru2	EEF3	37	1466	24	71	26,29	30
78	Pancar Bıçakları Motoru3	EEF3	37	1466	24	71	27,55	30
79	Pancar Bıçakları Motoru4	EEF3	37	1466	24	71	27,87	30
80	Pancar Bıçakları Motoru5	EEF3	37	1466	24	71	26,45	30
81	Pancar Bıçakları Motoru6	EEF3	37	1466	24	71	27,97	30
82	1.Küspe Transporter Motoru	EEF3	30	970	24	71	20,62	22
83	2. Küspe Transporter Motoru	EEF3	30	970	24	71	21,20	22
84	Sulu Küspe Tevzi Helezon Motoru1	EEF3	30	1470	24	71	22,72	18,5
85	Sulu Küspe Tevzi Helezon Motoru2	EEF3	30	1470	24	71	21,29	18,5
86	Sıkılmış Küspe Helezon Motoru	EEF3	15	1460	24	71	11,15	11
87	Pülpsüz Prese Suyu Pompa Motoru	EEF3	15	1460	24	71	11,62	11
88	Pülplü Prese Suyu Motoru1	EEF3	22	1467	24	71	16,90	15
89	Pülplü Prese Suyu Motoru2	EEF3	22	1467	24	71	16,93	15
90	Pülplü Prese Suyu Motoru3	EEF3	22	1467	24	71	15,77	15

Çizelge A.7(Devam): Ölçüm yapılan elektrik motorları ve öneriler.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Verimlilik Sınıfı	Motor Gücü (kW)	Devir Sayısı (d/d)	Günlük Çalışma Süresi (saat)	Yıllık Çalışma Süresi (Gün)	Ölçülen Max.Güç Değeri (kW)	Önerilen IE2 Motor Gücü (kW)
91	Prese Motoru1	EEF3	37	1466	24	71	23,38	22
92	Prese Motoru2	EEF3	30	1466	24	71	22,39	22
93	Prese Motoru3	EEF3	30	1466	24	71	21,92	22
94	Prese Motoru4	EEF3	37	1476	24	71	27,97	30
95	Prese Motoru5	EEF3	37	1476	24	71	27,45	30
96	Prese Motoru6	EEF3	37	1476	24	71	26,29	22
97	1.Difüzyon Çıkış Helezon Motoru	EEF3	7,5	1450	24	71	5,79	5,5
98	2.Difüzyon Çıkış Helezon Motoru	EEF3	7,5	1450	24	71	5,84	5,5
99	1.Difüzyon Tahrik Motoru	EEF3	75	1500	24	71	58,13	55
100	2.Difüzyon Tahrik Motoru	EEF3	75	1500	24	71	57,65	55
101	Difüzyon Tahliye Pompa Motoru	EEF3	45	1460	-	-	32,44	30
102	Difüzyon Formalin Pompa Motoru	EEF3	6	2890	-	-	4,73	4
103	Difüzyon Besleme Suyu Pompa Motoru1	EEF3	37	1460	24	71	27,55	30
104	Difüzyon Besleme Suyu Pompa Motoru2	EEF3	37	1460	24	71	28,39	30
105	Difüzyon 1. Ünite Kıyım Pompa Motoru1	EEF3	30	1500	24	71	22,35	22
106	Difüzyon 1. Ünite Kıyım Pompa Motoru2	EEF3	30	1500	24	71	21,56	22
107	Difüzyon 2. Ünite Kıyım Pompa Motoru2	EEF3	30	1500	24	71	22,89	22
108	Difüzyon 2. Ünite Kıyım Pompa Motoru2	EEF3	30	1500	24	71	22,80	22
109	Kıyım Bant Motoru1	EEF3	5,5	1440	24	71	4,20	4
110	Kıyım Bant Motoru 2	EEF3	5,5	1440	24	71	3,78	3
111	Berrak Şerbet Pompa Motoru1	EEF3	37	1466	24	71	28,76	3
112	Berrak Şerbet Pompa Motoru2	EEF3	37	1466	24	71	28,23	30
113	GP Çamur Pompa Motoru	EEF3	5,5	1440	24	71	3,68	3
114	GP Çamur Pompa Motoru	EEF3	5,5	1440	24	71	3,16	3
115	Ham Şerbet Pompa Motoru1	EEF3	30	1500	24	71	22,14	22

Çizelge A.7(Devam): Ölçüm yapılan elektrik motorları ve öneriler.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Verimlilik Sınıfı	Motor Gücü (kW)	Devir Sayısı (d/d)	Günlük Çalışma Süresi (saat)	Yıllık Çalışma Süresi (Gün)	Ölçülen Max.Güç Değeri (kW)	Önerilen IE2 Motor Gücü (kW)
116	Ham Şerbet Pompa Motoru2	EEF3	30	1500	24	71	23,29	22
117	Ham Şerbet Pompa Motoru3	EEF3	30	1500	24	71	22,34	22
118	Sirkülasyon Şerbeti Pompası1	EEF3	37	1466	24	71	29,18	30
119	Sirkülasyon Şerbeti Pompası2	EEF3	37	1460	24	71	28,70	30
120	Sirkülasyon Şerbeti Pompası3	EEF3	37	1460	24	71	27,82	30
121	1.Ünite Haşlama Teknesi Dişli Kutusu Tahrik Motoru	EEF3	30	1500	24	71	22,35	22
122	2.Ünite Haşlama Teknesi Dişli Kutusu Tahrik Motoru	EEF3	30	1500	24	71	22,74	22
123	Kireçli Ham Şerbet Pompa Motoru1	EEF3	75	1460	24	71	57,89	75
124	Kireçli Ham Şerbet Pompa Motoru2	EEF3	75	1460	24	71	58,57	55
125	1.Kireçleme Teknesi Tahrik Motoru	EEF3	15	1000	24	71	11,14	55
126	2.Kireçleme Teknesi Tahrik Motoru	EEF3	15	1000	24	71	11,62	11
127	KarbonatlamaSirkülasyon Pompa Motoru1	EEF3	11	960	24	71	8,12	11
128	KarbonatlamaSirkülasyon Pompa Motoru2	EEF3	11	960	24	71	8,07	7,5
129	Ana Su Pompa Motoru1	EEF3	55	1470	24	71	41,85	7,5
130	Ana Su Pompa Motoru2	EEF3	55	1470	24	71	40,59	45
131	Sulu Şerbet Pompa Motoru1	EEF3	75	1460	24	71	57,65	45
132	Sulu Şerbet Pompa Motoru1	EEF3	75	1460	24	71	57,31	55
133	Filtre Öncesi Şerbet Pompa Motoru1	EEF3	37	1450	24	71	28,71	55
134	Filtre Öncesi Şerbet Pompa Motoru1	EEF3	37	1450	24	71	27,55	30
135	Kizelgur Sıvama Pompa Motoru	EEF3	30	1455	24	71	19,26	30
136	Kizelgur Sıvama Pompa Motoru	EEF3	30	1455	24	71	21,73	18,5
137	Çamur Tahliye Pompa Motoru	EEF3	11	1455	24	71	7,94	7,5

Çizelge A.7(Devam): Ölçüm yapılan elektrik motorları ve öneriler.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Verimlilik Sınıfı	Motor Gücü (kW)	Devir Sayısı (d/d)	Günlük Çalışma Süresi (saat)	Yıllık Çalışma Süresi (Gün)	Ölçülen Max.Güç Değeri (kW)	Önerilen IE2 Motor Gücü (kW)
138	Fabrika Sıcak Su Pompa Motoru1	EEF3	30	1450	24	71	22,92	22
139	Fabrika Sıcak Su Pompa Motoru2	EEF3	30	1450	24	71	22,30	22
140	BuharlaştırıcıTazik Pompa Motoru	EEF3	11	1464	24	71	22,41	22
141	Kazan Besleme Suyu Pompa Motoru1	EEF3	37	1464	24	71	27,92	30
142	Kazan Besleme Suyu Pompa Motoru2	EEF3	37	1464	24	71	26,97	30
143	Kazan Besleme Suyu Pompa Motoru3	EEF3	37	1464	24	71	27,80	30
144	Orta Şeker Sürekli Santrifüj Motoru1	EEF3	75	1500	24	71	58,11	55
145	Orta Şeker Sürekli Santrifüj Motoru2	EEF3	75	1500	24	71	56,37	55
146	Orta Şeker Sürekli Santrifüj Motoru3	EEF3	75	1500	24	71	55,86	55
147	Afine Şeker Sürekli Santrifüj Motoru	EEF3	75	1500	24	71	57,48	55
148	Son Şeker Sürekli Santrifüj Motoru	EEF3	75	1500	24	71	57,85	55
149	Son Şeker Sürekli Santrifüj Motoru	EEF3	75	1500	24	71	56,11	55
150	Son Şeker Sürekli Santrifüj Motoru	EEF3	75	1500	24	71	55,74	55
151	Orta Şeker Tevzi Teknesi Motoru	EEF3	7,5	1500	24	71	4,73	4
152	Kristal Şeker Tevzi Teknesi Motoru	EEF3	7,5	1500	24	71	5,31	5,5
153	Son Şeker Tevzi Teknesi Motoru	EEF3	7,5	1500	24	71	5,25	5,5
154	Son Şeker Refrijerant Motoru1	EEF3	5	1500	24	71	3,73	4
155	Son Şeker Refrijerant Motoru2	EEF3	5,5	1500	24	71	3,62	3
156	Son Şeker Refrijerant Motoru3	EEF3	4	1500	24	71	3,15	3
157	Son Şeker Refrijerant Motoru4	EEF3	4	1500	24	71	3,15	3
158	Son Şeker Refrijerant Motoru5	EEF3	4	1500	24	71	2,98	3
159	Son Şeker Refrijerant Motoru6	EEF3	3	1500	24	71	2,10	2,2

Çizelge A.7(Devam): Ölçüm yapılan elektrik motorları ve öneriler.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Verimlilik Sınıfı	Motor Gücü (kW)	Devir Sayısı (d/d)	Günlük Çalışma Süresi (saat)	Yıllık Çalışma Süresi (Gün)	Ölçülen Max.Güç Değeri (kW)	Önerilen IE2 Motor Gücü (kW)
160	Son Şeker Refrijerant Motoru7	EEF3	4	1500	24	71	2,86	2,2
161	Son Şeker Refrijerant Motoru8	EEF3	11	1500	24	71	8,46	7,5
162	Orta Şeker Refrijerant Motoru1	EEF3	5,5	1500	24	71	3,73	3
163	Orta Şeker Refrijerant Motoru2	EEF3	2,2	1500	24	71	1,59	1,5
164	Orta Şeker Refrijerant Motoru3	EEF3	11	1450	24	71	7,94	7,5
165	Orta Şeker Refrijerant Motoru4	EEF3	5,5	1440	24	71	4,21	4
166	Orta Şeker Refrijerant Motoru5	EEF3	4	1500	24	71	3,15	3
167	Kristal Şeker Refrijerant Motoru1	EEF3	5,5	1440	24	71	4,20	4
168	Kristal Şeker Refrijerant Motoru2	EEF3	5,5	1440	24	71	4,15	4
169	Kristal Şeker Refrijerant Motoru3	EEF3	4	1435	24	71	2,62	2,2
170	Kristal Şeker Refrijerant Motoru4	EEF3	4	1435	24	71	2,78	3
171	Son Şeker Lapa Pompa Motoru1	EEF3	5,5	1500	24	71	3,74	3
172	Son Şeker Lapa Pompa Motoru2	EEF3	11	1500	24	71	7,94	7,5
173	Son Şeker Lapa Pompa Motoru3	EEF3	7,5	1500	24	71	4,78	4
174	Orta Şeker Lapa Pompa Motoru1	EEF3	11	1500	24	71	8,41	7,5
175	Orta Şeker Lapa Pompa Motoru2	EEF3	11	1500	24	71	7,88	7,5
176	Orta Şeker Lapa Pompa Motoru3	EEF3	11	1500	24	71	6,31	7,5
177	Kristal Şeker Lapa Pompa Motoru1	EEF3	11	1500	24	71	8,46	7,5
178	Kristal Şeker Lapa Pompa Motoru2	EEF3	7,5	1500	24	71	5,83	5,5
179	Kristal Şeker Lapa Pompa Motoru3	EEF3	15	1500	24	71	10,53	11
180	Melas Pompa Motoru1	EEF3	7,5	1500	24	71	5,78	5,5
181	Melas Pompa Motoru2	EEF3	7,5	1500	24	71	5,30	5,5
182	Afine Lapa Pompa Motoru1	EEF3	7,5	1500	24	71	4,73	5,5

Çizelge A.7(Devam): Ölçüm yapılan elektrik motorları ve öneriler.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Verimlilik Sınıfı	Motor Gücü (kW)	Devir Sayısı (d/d)	Günlük Çalışma Süresi (saat)	Yıllık Çalışma Süresi (Gün)	Ölçülen Max.Güç Değeri (kW)	Önerilen IE2 Motor Gücü (kW)
183	Afine Lapa Pompa Motoru2	EEF3	7,5	1500	24	71	5,85	5,5
184	Afine Teknesi Karıştırıcı Motoru	EEF3	11	1450	24	71	7,96	7,5
185	Rafineri Kirli Çukur Pompa Motoru	EEF3	7,5	1450	24	71	5,85	5,5
186	Santrifüj Sıcak Su Pompa Motoru1	EEF3	11	3000	24	71	8,41	7,5
187	Santrifüj Sıcak Su Pompa Motoru2	EEF3	11	3000	24	71	7,88	7,5
188	Kristal Yeşil Şurup Pompa Motoru	EEF3	37	1500	24	71	28,75	30
189	Kristal Beyaz Şurup Pompa Motoru	EEF3	30	1455	24	71	21,30	18,5
190	Eritme Şurup Pompa Motoru1	EEF3	30	1455	24	71	21,40	18,5
191	Eritme Şurup Pompa Motoru2	EEF3	30	1455	24	71	22,24	18,5
192	Orta Şeker Şurup Pompa Motoru1	EEF3	30	1455	24	71	21,72	18,5
193	Orta Şeker Şurup Pompa Motoru2	EEF3	30	1455	24	71	22,19	18,5
194	Şeker Sarsak Motoru1	EEF3	7,5	1500	24	71	5,26	5,5
195	Şeker Sarsak Motoru2	EEF3	7,5	1500	24	71	4,73	5,5
196	Kristal Yaş Şeker Helezon Motoru	EEF3	15	1500	24	71	10,57	11
197	Orta Şeker Helezon Motoru1	EEF3	5,5	1500	24	71	3,68	4
198	Orta Şeker Helezon Motoru2	EEF3	7,5	1500	24	71	5,24	4
199	Kirli Şeker Eritme Motoru	EEF3	5,5	1500	24	71	3,73	4
200	Kirli Şeker Helezon Motoru	EEF3	7,5	1500	24	71	5,31	5,5
201	Şeker Eritme Motoru1	EEF3	7,5	1500	24	71	5,83	5,5
202	Şeker Eritme Motoru2	EEF3	7,5	1500	24	71	5,27	5,5
203	Şeker Eritme Motoru3	EEF3	7,5	1500	24	71	4,73	5,5
204	Şeker Eritme Motoru4	EEF3	7,5	1500	24	71	5,30	5,5
205	Şeker Tromel Motoru	EEF3	15	1500	24	71	10,57	11
206	Tromel Kurutma Aspiratör Motoru	EEF3	37	1475	24	71	28,55	30
207	Şeker Elek Motoru	EEF3	5,5	1430	24	71	4,21	4
208	Şeker Elek Motoru	EEF3	5,5	1430	24	71	4,23	4

Çizelge A.7(Devam): Ölçüm yapılan elektrik motorları ve öneriler.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Verimlilik Sınıfı	Motor Gücü (kW)	Devir Sayısı (d/d)	Günlük Çalışma Süresi (saat)	Yıllık Çalışma Süresi (Gün)	Ölçülen Max.Güç Değeri (kW)	Önerilen IE2 Motor Gücü (kW)
209	Vakum Pompa Motoru1	EEF3	110	1465	24	71	85,60	90
210	Vakum Pompa Motoru2	EEF3	110	1465	24	71	84,90	90
211	Vakum Pompa Motoru3	EEF3	110	1465	24	71	83,12	90
212	40 t/h Kazan Taze Hava Vantilatörü1	EEF3	37	2956	24	71	28,45	37
213	40 t/h Kazan Taze Hava Vantilatörü1	EEF3	37	2956	24	71	28,78	37
214	40 t/h Kazan Baca Aspiratörü Motoru	EEF3	132	1483	24	71	100,57	110
215	40 t/h Kazan Besleme Suyu Pompa Motoru 1	EEF3	90	1483	24	71	70,76	75
216	40 t/h Kazan Besleme Suyu Pompa Motoru 2	EEF3	55	1483	24	71	42,78	55
217	16 t/h Baca Gazı Aspiratör Motoru1	EEF3	30	977	24	71	21,89	18,5
218	16 t/h Baca Gazı Aspiratör Motoru2	EEF3	30	977	24	71	22,78	22
219	16 t/h Baca Gazı Aspiratör Motoru3	EEF3	30	977	24	71	22,65	22
220	16 t/h Kazan Taze Hava Vantilatörü1	EEF3	15	1450	24	71	12,48	11
221	16 t/h Kazan Taze Hava Vantilatörü2	EEF3	15	1450	24	71	12,51	11
222	16 t/h Kazan Taze Hava Vantilatörü3	EEF3	15	1450	24	71	12,23	11
223	16 t/h Kazan Besleme Suyu Pompa Motoru 1	EEF3	55	2970	24	71	38,75	45
224	16 t/h Kazan Besleme Suyu Pompa Motoru2	EEF3	110	3000	24	71	84,81	90
225	10 t/h Kazan Vantilatör Motoru	EEF3	30	2950	24	71	22,94	22
226	10 t/h Kazan Besleme Suyu Pompa Motoru 1	EEF3	15	3000	24	71	11,45	15
227	10 t/h Kazan Besleme Suyu Pompa Motoru2	EEF3	15	3000	24	71	11,74	15
228	40 t/h Kazan Su Hazırlama Pompa Motoru 1	EEF3	11	3000	24	71	8,38	11
229	40 t/h Kazan Su Hazırlama Pompa Motoru2	EEF3	11	3000	24	71	8,58	7,5
230	16t/h Kazan Sıcak Su Pompa Motoru	EEF3	15	3000	24	71	10,61	11

Çizelge A.8: EFF3 motor değişimlerinden elde edilecek enerji tasarruf miktarları.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Ölçülen Güç (kW)	Etiket Değeri (kW)	Yükleme Oranı (%)	Mevcut Motor Verimi	Yeni Motor Gücü (kW)	Yeni Motor Verimi	Gerekli Mekanik Güç (kW)	Değişimden Sonra Çekilecek Güç (kW)	Tasarruf Miktarı (kW)	Yıllık Çalışma Günü	Yıllık Elektrik Tasarrufu (kWh/Yıl)	Yıllık Para Tasarrufu (TL/Yıl)	Yatırım Maliyeti (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
1	HavuzÇamur Pompası	10,48	15	0,69	0,75	11	0,898	7,86	8,75	1,73	71	2.947	406,68	912,00	2,24
2	HavuzSıyırıcı Ayar Motoru	1,15	2,2	0,52	0,72	1,5	0,828	0,82	0,99	0,16	71	272	37,53	190,00	5,06
3	Silo Suyu Pompa Motoru	98,56	132	0,74	0,78	90	0,942	76,87	81,60	16,96	71	28.865	3983,37	5.711,00	1,43
4	Silo Suyu Pompa Motoru	97,85	132	0,74	0,78	90	0,942	76,32	81,01	16,84	71	28.695	3.959,91	5.711,00	1,44
5	Silo Suyu Pompa Motoru	83,97	110	0,76	0,79	90	0,942	66,34	70,42	13,55	71	23.089	3.186,28	5.711,00	1,79
6	Yıkama Suyu Pompa Motoru	33,86	45	0,75	0,78	30	0,923	26,41	28,61	5,25	71	8.946	1.234,54	1.978,00	1,60
7	Yıkama Suyu Pompa Motoru	28,14	37	0,76	0,79	30	0,923	22,23	24,08	4,06	71	6.918	954,68	1.978,00	2,07

Çizelge A.8(Devam): EFF3 motor değişimlerinden elde edilecek enerji tasarruf miktarları.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Ölçülen Güç (kW)	Etiket Değeri (kW)	Yükleme Oranı (%)	Mevcut Motor Verimi	Yeni Motor Gücü (kW)	Yeni Motor Verimi	Gerekli Mekanik Güç (kW)	Değişimden Sonra Çekilecek Güç (kW)	Tasarruf Miktarı (kW)	Yıllık Çalışma Günü	Yıllık Elektrik Tasarrufu (kWh/Yıl)	Yıllık Para Tasarrufu (TL/Yıl)	Yatırım Maliyeti (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
8	Pancar Analiz Laboratuvarı Toprak Ayırıcı	1,52	2,2	0,69	0,75	1,5	0,818	1,14	1,39	0,13	71	221	30,49	255,00	8,36
9	Pancar Yıkama Tambur Motoru	2,23	3	0,74	0,78	2,2	0,843	1,74	2,06	0,17	71	289	39,88	231,00	5,79
10	Pancar Analiz Laboratuvarı Helezon Motoru	2,98	4	0,74	0,78	3	0,833	2,32	2,79	0,19	71	323	44,58	270,00	6,05
11	Pancar Analiz Laboratuvarı Yıkama Suyu Pompa Motoru	22,80	30	0,76	0,79	22	0,913	18,01	19,72	3,08	71	5.248	724,22	1.468,00	2,02
12	Sabit Boşaltma Toprak Bantı Motoru	4,20	5,5	0,76	0,79	4	0,846	3,32	3,92	0,28	71	477	65,82	500,00	7,59
13	Sabit Boşaltma Toprak Ayırıcı Motoru1	5,31	7,5	0,70	0,76	5,5	0,877	4,04	4,60	0,71	71	1.209	166,84	1.500,00	8,99
14	Sabit Boşaltma Toprak Ayırıcı Motoru2	5,26	7,5	0,70	0,76	5,5	0,877	3,99	4,55	0,71	71	1.209	166,84	1.500,00	8,99
15	Sabit Boşaltma Toprak Ayırıcı Motoru3	5,21	7,5	0,69	0,75	5,5	0,877	3,90	4,45	0,76	71	1.295	178,71	1.500,00	8,39
16	Sabit Boşaltma Toprak Ayırıcı Motoru4	5,54	7,5	0,73	0,77	5,5	0,877	4,27	4,86	0,68	71	1.158	159,80	1.500,00	9,38
17	Sabit Boşaltma Toprak Ayırıcı Motoru5	5,31	7,5	0,70	0,76	5,5	0,877	4,04	4,60	0,71	71	1.209	166,84	1.500,00	8,99

Çizelge A.8(Devam): EFF3 motor değişimlerinden elde edilecek enerji tasarruf miktarları.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Ölçülen Güç (kW)	Etiket Değeri (kW)	Yükleme Oranı (%)	Mevcut Motor Verimi	Yeni Motor Gücü (kW)	Yeni Motor Verimi	Gerekli Mekanik Güç (kW)	Değişimden Sonra Çekilecek Güç (kW)	Tasarruf Miktarı (kW)	Yıllık Çalışma Günü	Yıllık Elektrik Tasarrufu (kWh/Yıl)	Yıllık Para Tasarrufu (TL/Yıl)	Yatırım Maliyeti (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
18	Sabit Boşaltma Toprak Ayırıcı Motoru6	5,26	7,5	0,70	0,76	5,5	0,877	3,99	4,55	0,71	71	1.209	166,84	1.500,00	8,99
19	Sabit Boşaltma Çelik Bant Motoru	11,52	15	0,76	0,79	11	0,887	9,10	10,26	1,26	71	2.147	296,28	596,00	2,01
20	Sabit Boşaltma Kirli Çukur Motoru	5,28	7,5	0,70	0,76	5,5	0,877	4,01	4,57	0,71	71	1.209	166,84	1.117,00	6,69
21	Sabit Boşaltma Hidrolik Pompa Motoru1	15,93	22	0,72	0,77	15	0,906	12,26	13,53	2,40	71	4.089	564,28	1.117,00	1,97
22	Sabit Boşaltma Hidrolik Pompa Motoru2	15,98	22	0,72	0,77	15	0,906	12,30	13,58	2,40	71	4.089	564,28	1.117,00	1,97
23	Sabit Boşaltma Hidrolik Pompa Motoru3	15,62	22	0,71	0,76	15	0,906	11,87	13,10	2,52	71	4.294	592,57	1.117,00	1,88
24	Sabit Boşaltma Hidrolik Pompa Motoru4	16,40	22	0,74	0,78	15	0,906	12,79	14,11	2,29	71	3.902	538,47	912,00	1,69
25	Pülöp Tutucu Vibratör Motoru	10,20	15	0,68	0,75	11	0,898	7,65	8,51	1,69	71	2.879	397,30	3.500,00	8,80
26	Pülöp Pompası Motoru	57,19	75	0,76	0,79	55	0,931	45,18	48,52	8,67	71	14.773	2.038,67	5.817,00	2,85
27	Pancar Pom.Motoru1	58,37	75	0,77	0,79	55	0,931	46,11	49,52	8,85	71	15.080	2.081,04	5.817,00	2,79
28	Pancar Pom.Motoru2	56,11	75	0,74	0,78	55	0,931	43,76	47,00	9,11	71	15.523	2.142,17	5.817,00	2,71

Çizelge A.8(Devam): EFF3 motor değişimlerinden elde edilecek enerji tasarruf miktarları.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Ölçülen Güç (kW)	Etiket Değeri (kW)	Yükleme Oranı (%)	Mevcut Motor Verimi	Yeni Motor Gücü (kW)	Yeni Motor Verimi	Gerekli Mekanik Güç (kW)	Değişimden Sonra Çekilecek Güç (kW)	Tasarruf Miktarı (kW)	Yıllık Çalışma Günü	Yıllık Elektrik Tasarrufu (kWh/Yıl)	Yıllık Para Tasarrufu (TL/Yıl)	Yatırım Maliyeti (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
29	Pancar Pompası Kirli	4,07	7,5	0,54	0,72	3	0,885	2,93	3,31	0,76	71	1.295	178,71	270,00	1,51
30	Çukur Motoru														
31	Meydan Taş Tutucu	5,29	7,5	0,70	0,76	5,5	0,877	4,02	4,58	0,71	71	1.209	166,84	443,00	2,65
32	Meydan Ot Tutucu1	2,03	4	0,50	0,70	3	0,885	1,42	1,60	0,43	71	732	101,01	270,00	2,67
33	Meydan Ot Tutucu2	1,59	2,2	0,72	0,76	2,2	0,885	1,20	1,36	0,23	71	391	53,95	231,00	4,28
34	Pancar Ayar Çarkı Motoru	2,10	3	0,70	0,76	2,2	0,843	1,59	1,89	0,21	71	357	49,26	231,00	4,68
35	Pancar Ayar Sürgüsü Motoru	1,58	2,2	0,71	0,76	2,2	0,843	1,20	1,42	0,16	71	272	37,53	231,00	6,15
36	Kuyruk Tutucu Motoru1	3,15	4	0,78	0,79	3	0,885	2,48	2,80	0,35	71	596	82,24	270,00	3,28
37	Kuyruk Tutucu Motoru2	2,63	4	0,65	0,74	3	0,885	1,94	2,19	0,44	71	749	103,36	270,00	2,61
38	Kuyruk Tutucu Helezon Motoru	5,31	7,5	0,70	0,76	5,5	0,877	4,03	4,60	0,71	71	1.209	166,84	443,00	2,65
39	Kum Sıyırıcı Motoru	11,15	15	0,74	0,78	11	0,898	8,69	9,68	1,47	71	2.504	345,55	912,00	2,64
40	Yoğuşturucu Pompa Motoru1	86,66	110	0,78	0,79	90	0,942	68,46	72,67	13,99	71	23.838	3.289,64	5.711,00	1,73
41	Yoğuşturucu Pompa Motoru2	85,05	110	0,77	0,79	90	0,942	67,18	71,32	13,73	71	23.395	3.228,51	5.711,00	1,76
42	Yoğuşturucu Pompa Motoru3	101,18	132	0,76	0,79	90	0,942	79,93	84,85	16,33	71	27.826	3.839,98	5.711,00	1,48

Çizelge A.8(Devam): EFF3 motor değişimlerinden elde edilecek enerji tasarruf miktarları.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Ölçülen Güç (kW)	Etiket Değeri (kW)	Yükleme Oranı (%)	Mevcut Motor Verimi	Yeni Motor Gücü (kW)	Yeni Motor Verimi	Gerekli Mekanik Güç (kW)	Değişimden Sonra Çekilecek Güç (kW)	Tasarruf Miktarı (kW)	Yıllık Çalışma Günü	Yıllık Elektrik Tasarrufu (kWh/Yıl)	Yıllık Para Tasarrufu (TL/Yıl)	Yatırım Maliyeti (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
43	Soğutma Kulesi Fan Motoru 1	25,92	37	0,70	0,76	30	0,923	19,69	21,34	4,58	71	7.804	1.076,95	1.978,00	1,83
44	Soğutma Kulesi Fan Motoru 2	26,50	37	0,71	0,76	30	0,923	20,14	21,82	4,68	71	7.974	1.100,41	1.978,00	1,79
45	Soğutma Kulesi Fan Motoru 3	27,45	37	0,74	0,78	30	0,923	21,41	23,19	4,26	71	7.259	1001,74	1.978,00	1,97
46	Soğutma Kulesi Fan Motoru4	32,86	45	0,73	0,77	30	0,923	25,30	27,41	5,45	71	9.286	1.281,46	1.978,00	1,54
47	Laver Suyu Pompa Motoru	5,26	7,5	0,70	0,76	5,5	0,877	3,99	4,55	0,71	71	1.209	166,84	443,00	2,65
48	Kireç Ocağı Yer Vinci Motoru	5,56	7,5	0,74	0,78	5,5	0,877	4,33	4,94	0,62	71	1.056	145,72	443,00	3,04
49	Kireç Ocağı Yer Vinci Motoru	4,14	5,5	0,75	0,78	5,5	0,877	3,22	3,67	0,47	71	800	110,40	443,00	4,01
50	Kireç Ocağı(75m ³) Asansör Motoru7	8,41	11	0,76	0,79	7,5	0,887	6,64	7,49	0,92	71	1.567	216,24	530,00	2,45
51	Kireç Ocağı(90m ³) Asansör Motoru	7,88	11	0,71	0,76	7,5	0,887	5,98	6,74	1,14	71	1.942	267,99	530,00	1,97
52	Kumlu Kireç Sütü Pompa Motoru1	5,78	7,5	0,77	0,79	5,5	0,877	4,56	5,20	0,58	71	988	136,34	443,00	3,24
53	Kumlu Kireç Sütü Pompa Motoru2	5,31	7,5	0,70	0,76	5,5	0,877	4,04	4,60	0,71	71	1.209	166,84	443,00	2,65
54	Kireç Sütü Pompa Motoru1	7,94	11	0,72	0,77	11	0,898	6,11	6,80	1,14	71	1.942	267,99	912,00	3,40
55	Kireç Sütü Pompa Motoru2	11,62	15	0,77	0,79	11	0,898	9,18	10,22	1,40	71	2.385	329,13	912,00	2,77

Çizelge A.8(Devam): EFF3 motor değişimlerinden elde edilecek enerji tasarruf miktarları.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Ölçülen Güç (kW)	Etiket Değeri (kW)	Yükleme Oranı (%)	Mevcut Motor Verimi	Yeni Motor Gücü (kW)	Yeni Motor Verimi	Gerekli Mekanik Güç (kW)	Değişimden Sonra Çekilecek Güç (kW)	Tasarruf Miktarı (kW)	Yıllık Çalışma Günü	Yıllık Elektrik Tasarrufu (kWh/Yıl)	Yıllık Para Tasarrufu (TL/Yıl)	Yatırım Maliyeti (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
56	Kireç Sütü Siklon Pompa Motoru1	7,94	11	0,72	0,76	7,5	0,887	6,03	6,79	1,15	71	1.959	270,34	530,00	1,96
57	Kireç Sütü Siklon Pompa Motoru2	11,62	15	0,77	0,79	11	0,898	9,17	10,21	1,41	71	2.402	331,47	912,00	2,75
58	Kireç Ocağı Kirli Çukur Motoru	3,21	5,5	0,58	0,74	3	0,885	2,67	3,01	0,20	71	340	46,92	270,00	5,75
59	Kireç Sütü Karıştırıcı Motoru1	3,01	4	0,75	0,78	3	0,833	2,34	2,80	0,21	71	357	49,26	425,00	8,62
60	Kireç Sütü Karıştırıcı Motoru2	2,63	4	0,65	0,74	3	0,833	1,94	2,32	0,31	71	528	72,86	425,00	5,83
61	Kireç Sütü Karıştırıcı Motoru3	2,78	4	0,69	0,75	3	0,833	2,08	2,49	0,29	71	494	68,17	425,00	6,23
62	Kireç Sütü Karıştırıcı Motoru4	3,06	4	0,76	0,79	3	0,833	2,42	2,90	0,16	71	272	37,53	425,00	11,32
63	Karbon Pompası Ayak Suyu Motoru	11,31	15	0,75	0,78	11	0,898	8,82	9,82	1,49	71	2.538	350,24	912,00	2,60
64	Karbon Pompa Motoru1	79,41	110	0,72	0,76	90	0,942	60,35	64,06	15,35	71	26.156	3.609,52	5.711,00	1,58
65	Karbon Pompa Motoru2	78,77	110	0,71	0,76	90	0,942	59,86	63,54	15,23	71	25.951	3.581,23	5.711,00	1,59
66	Karbon Pompa Motoru3	78,04	110	0,70	0,76	90	0,942	59,31	62,96	15,08	71	25.696	3.546,04	5.711,00	1,61
67	Karbon Pompa Motoru4	77,66	110	0,70	0,76	90	0,942	59,02	62,65	15,01	71	25.577	3.529,62	5.711,00	1,62
68	Karbon Pompa Motoru5	79,80	110	0,72	0,77	90	0,942	61,44	65,22	14,58	71	24.844	3.428,47	5.711,00	1,66

Çizelge A.8(Devam): EFF3 motor değişimlerinden elde edilecek enerji tasarruf miktarları.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Ölçülen Güç (kW)	Etiket Değeri (kW)	Yükleme Oranı (%)	Mevcut Motor Verimi	Yeni Motor Gücü (kW)	Yeni Motor Verimi	Gerekli Mekanik Güç (kW)	Değişimden Sonra Çekilecek Güç (kW)	Tasarruf Miktarı (kW)	Yıllık Çalışma Günü	Yıllık Elektrik Tasarrufu (kWh/Yıl)	Yıllık Para Tasarrufu (TL/Yıl)	Yatırım Maliyeti (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
69	Kireç Ocağı(75m ³) Sarsak Motoru	3,68	5,5	0,66	0,75	3	0,885	2,76	3,11	0,57	71	971	133,99	270,00	2,01
70	Kireç Ocağı(90m ³) Sarsak Motoru	3,16	5,5	0,57	0,74	3	0,885	2,33	2,63	0,53	71	903	124,61	270,00	2,16
71	Yıkama Teknesi Tahrik Motoru	32,44	45	0,72	0,76	37	0,927	24,65	26,59	5,85	71	9.968	1.375,58	2.282,00	1,65
72	Pancar Yıkama Su Ayırıcı Motoru	5,84	7,5	0,77	0,79	5,5	0,877	4,61	5,26	0,58	71	988	136,34	443,00	3,25
73	Pancar Elevatör Motoru	32,70	45	0,72	0,77	37	0,927	25,17	27,15	5,55	71	9.457	1.305,06	2.282,00	1,75
74	Pancar Bıçakları Motoru1	25,92	37	0,70	0,76	30	0,923	19,69	21,33	4,59	71	7.821	1.079,29	1.978,00	1,83
75	Pancar Bıçakları Motoru2	26,29	37	0,71	0,76	30	0,923	19,98	21,64	4,65	71	7.923	1.093,37	1.978,00	1,81
76	Pancar Bıçakları Motoru3	27,55	37	0,74	0,78	30	0,923	21,49	23,28	4,27	71	7.276	1.004,08	1.978,00	1,97
77	Pancar Bıçakları Motoru4	27,87	37	0,75	0,78	30	0,923	21,73	23,54	4,33	71	7.378	1.018,16	1.978,00	1,94
78	Pancar Bıçakları Motoru5	26,45	37	0,71	0,76	30	0,923	20,10	21,77	4,68	71	7.974	1.100,41	1.978,00	1,79
79	Pancar Bıçakları Motoru6	27,97	37	0,75	0,78	30	0,923	21,81	23,63	4,34	71	7.395	1.020,51	1.978,00	1,94
80	1.Küspe Transporter Motoru	20,62	30	0,68	0,75	22	0,909	15,46	17,01	3,61	71	6.151	848,83	2.127,00	2,50
81	2. Kuspe Transporter Motoru	21,20	30	0,70	0,76	22	0,909	16,11	17,72	3,48	71	5.929	818,20	2.127,00	2,60

Çizelge A.8(Devam): EFF3 motor değişimlerinden elde edilecek enerji tasarruf miktarları.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Ölçülen Güç (kW)	Etiket Değeri (kW)	Yükleme Oranı (%)	Mevcut Motor Verimi	Yeni Motor Gücü (kW)	Yeni Motor Verimi	Gerekli Mekanik Güç (kW)	Değişimden Sonra Çekilecek Güç (kW)	Tasarruf Miktarı (kW)	Yıllık Çalışma Günü	Yıllık Elektrik Tasarrufu (kWh/Yıl)	Yıllık Para Tasarrufu (TL/Yıl)	Yatırım Maliyeti (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
82	Sulu Küşpe Tevzi Helezon Motoru1	22,72	30	0,75	0,78	18,5	0,912	17,72	19,43	3,29	71	5.606	773,62	1.330,00	1,71
83	Sulu Küşpe Tevzi Helezon Motoru2	21,29	30	0,70	0,76	18,5	0,912	16,18	17,74	3,55	71	6.049	834,76	1.330,00	1,59
84	Sıkılmış Küşpe Helezon Motoru	11,15	15	0,74	0,78	11	0,898	8,69	9,68	1,47	71	2.504	344,55	912,00	2,64
85	Pülsüz Prese Suyu Pompa Motoru	11,62	15	0,77	0,79	11	0,898	9,17	10,21	1,41	71	2.402	331,47	912,00	2,75
86	Püplü Prese Suyu Motoru1	16,90	22	0,76	0,79	15	0,906	13,35	14,73	2,17	71	3.697	510,18	1.117,00	2,19
87	Püplü Prese Suyu Motoru2	16,93	22	0,76	0,79	15	0,906	13,37	14,76	2,17	71	3.697	510,18	1.117,00	2,19
88	Püplü Prese Suyu Motoru3	15,77	22	0,71	0,76	15	0,906	11,98	13,22	2,55	71	4.345	599,61	1.117,00	1,86
89	Prese Motoru1	23,38	30	0,77	0,79	22	0,916	18,47	20,16	3,22	71	5.486	757,06	1.500,00	1,98
90	Prese Motoru2	22,39	30	0,74	0,78	22	0,916	17,46	19,06	3,33	71	5.674	783,012	1.500,00	1,91
91	Prese Motoru3	21,92	30	0,73	0,77	22	0,916	16,87	18,42	3,50	71	5.964	823,03	1.500,00	1,82
92	Prese Motoru4	27,97	37	0,75	0,78	30	0,923	21,81	23,63	4,34	71	7.395	1.020,51	1.978,00	1,94
93	Prese Motoru5	27,45	37	0,74	0,78	30	0,923	21,41	23,19	4,26	71	7.259	1.001,74	1.978,00	1,97
94	Prese Motoru6	26,29	37	0,71	0,76	22	0,916	19,98	21,81	4,48	71	7.633	1.053,35	1.500,00	1,42
95	1.Difüzyon Çıkış Helezon Motoru	5,79	7,5	0,77	0,79	5,5	0,877	4,57	5,21	0,58	71	988	136,34	443,00	3,24
96	2.Difüzyon Çıkış Helezon Motoru	5,84	7,5	0,77	0,79	5,5	0,877	4,61	5,26	0,58	71	988	136,34	443,00	3,24

Çizelge A.8(Devam): EFF3 motor değişimlerinden elde edilecek enerji tasarruf miktarları.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Ölçülen Güç (kW)	Etiket Değeri (kW)	Yükleme Oranı (%)	Mevcut Motor Verimi	Yeni Motor Gücü (kW)	Yeni Motor Verimi	Gerekli Mekanik Güç (kW)	Değişimden Sonra Çekilecek Güç (kW)	Tasarruf Miktarı (kW)	Yıllık Çalışma Günü	Yıllık Elektrik Tasarrufu (kWh/Yıl)	Yıllık Para Tasarrufu (TL/Yıl)	Yatırım Maliyeti (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
97	1.Difüzyon Tahrik Motoru	58,13	75	0,77	0,79	55	0,935	45,92	49,11	9,02	71	15.370	2.121,06	3.500,00	1,65
98	2.Difüzyon Tahrik Motoru	57,65	75	0,76	0,79	55	0,935	45,54	48,70	8,95	71	15.250	2.104,50	3.500,00	1,66
99	Difüzyon Tahliye Pompa Motoru	32,44	45	0,72	0,77	30	0,927	24,97	26,94	5,50	71	9.372	1.293,33	1.978,00	1,53
100	Difüzyon Formalin Pompa Motoru	4,73	6	0,78	0,79	4	0,866	3,73	4,31	0,42	71	715	98,67	316,00	3,20
101	Difüzyon Besleme Suyu Pompa Motoru1	27,55	37	0,74	0,78	30	0,923	21,48	23,27	4,28	71	7.293	1.006,43	1.978,00	1,97
102	Difüzyon Besleme Suyu Pompa Motoru2	28,39	37	0,76	0,79	30	0,923	22,42	24,29	4,10	71	6.986	964,06	1.978,00	2,05
103	Difüzyon 1. Ünite Kıyım Pompa Motoru1	22,35	30	0,74	0,78	22	0,916	17,43	19,03	3,32	71	5.657	780,66	1.500,00	1,92
104	Difüzyon 1. Ünite Kıyım Pompa Motoru2	21,56	30	0,71	0,76	22	0,916	16,39	17,89	3,67	71	6.253	862,91	1.500,00	1,73
105	Difüzyon 2. Ünite Kıyım Pompa Motoru2	22,89	30	0,76	0,79	22	0,916	18,08	19,74	3,15	71	5.367	740,64	1.500,00	2,02
106	Difüzyon 2. Ünite Kıyım Pompa Motoru2	22,80	30	0,76	0,79	22	0,916	18,01	19,66	3,14	71	5.350	738,30	1.500,00	2,03
107	Kıyım Bant Motoru1	4,20	5,5	0,76	0,79	4	0,866	3,32	3,83	0,37	71	630	86,94	330,00	3,80

Çizelge A.8(Devam): EFF3 motor değişimlerinden elde edilecek enerji tasarruf miktarları.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Ölçülen Güç (kW)	Etiket Değeri (kW)	Yükleme Oranı (%)	Mevcut Motor Verimi	Yeni Motor Gücü (kW)	Yeni Motor Verimi	Gerekli Mekanik Güç (kW)	Değişimden Sonra Çekilecek Güç (kW)	Tasarruf Miktarı (kW)	Yıllık Çalışma Günü	Yıllık Elektrik Tasarrufu (kWh/Yıl)	Yıllık Para Tasarrufu (TL/Yıl)	Yatırım Maliyeti (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
108	Kıyım Bant Motoru 2	3,78	5,5	0,67	0,75	3	0,885	2,83	3,19	0,59	71	1.005	138,69	270,00	1,94
109	Berrak Şerbet Pompa Motoru1	28,76	37	0,77	0,79	3	0,885	22,72	25,67	3,09	71	5.265	726,57	270,00	0,37
110	Berrak Şerbet Pompa Motoru2	28,23	37	0,76	0,79	30	0,923	22,30	24,16	4,07	71	6.935	957,03	1.978,00	2,06
111	Çamur Pompa Motoru	3,68	5,5	0,66	0,75	3	0,885	2,76	3,11	0,57	71	971	133,99	270,00	2,01
112	Çamur Pompa Motoru	3,16	5,5	0,57	0,74	3	0,885	2,33	2,63	0,53	71	903	124,61	270,00	2,16
113	Ham Şerbet Pompa Motoru	22,14	30	0,73	0,77	22	0,916	17,04	18,60	3,54	71	6.032	832,41	1.500,00	1,80
114	Ham Şerbet Pompa Motoru2	23,29	30	0,77	0,79	22	0,916	18,39	20,08	3,21	71	5.469	754,72	1.500,00	1,99
115	Ham Şerbet Pompa Motoru3	22,34	30	0,74	0,78	22	0,916	17,42	19,02	3,32	71	5.657	780,66	1.500,00	1,92
116	Sirkülasyon Şerbeti Pompası1	29,18	37	0,78	0,79	30	0,923	23,05	24,97	4,21	71	7.173	989,87	1.978,00	2,00
117	Sirkülasyon Şerbeti Pompası2	28,70	37	0,77	0,79	30	0,923	22,67	24,56	4,14	71	7.054	973,45	1.978,00	2,03
118	Sirkülasyon Şerbeti Pompası3	27,82	37	0,75	0,78	30	0,923	21,69	23,50	4,32	71	7.361	1.015,81	1.978,00	1,95
119	1.Ünite Haşlama Teknesi Dişli Kutusu Tahrik Motoru	22,35	30	0,74	0,78	22	0,916	17,43	19,03	3,32	71	5657	780,66	1.500,00	1,92
120	2.Ünite Haşlama Teknesi Dişli Kutusu Tahrik Motoru	22,74	30	0,75	0,78	22	0,916	17,73	19,36	3,38	71	5.759	794,74	1.500,00	1,88

Çizelge A.8(Devam): EFF3 motor değişimlerinden elde edilecek enerji tasarruf miktarları.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Ölçülen Güç (kW)	Etiket Değeri (kW)	Yükleme Oranı (%)	Mevcut Motor Verimi	Yeni Motor Gücü (kW)	Yeni Motor Verimi	Gerekli Mekanik Güç (kW)	Değişimden Sonra Çekilecek Güç (kW)	Tasarruf Miktarı (kW)	Yıllık Çalışma Günü	Yıllık Elektrik Tasarrufu (kWh/Yıl)	Yıllık Para Tasarrufu (TL/Yıl)	Yatırım Maliyeti (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
121	Kireçli Ham Şerbet Pompa Motoru1	57,89	75	0,77	0,79	55	0,935	45,73	48,91	8,98	71	15.301	2.111,53	5.085,00	0,33
122	Kireçli Ham Şerbet Pompa Motoru2	58,57	75	0,78	0,79	55	0,935	46,27	49,48	9,09	71	15.489	2.137,48	3.500,00	1,63
123	1.Kireçleme Teknesi Tahrik Motoru	11,14	15	0,74	0,78	11	0,887	8,68	9,79	1,35	71	2.300	317,40	3.500,00	11,02
124	2.Kireçleme Teknesi Tahrik Motoru	11,62	15	0,77	0,79	11	0,887	9,17	10,34	1,28	71	2.181	300,97	1.178,00	3,91
125	KarbonatlamaSirkülasyon Pompa Motoru1	8,12	11	0,73	0,77	7,5	0,872	6,25	7,17	0,95	71	1.618	223,28	1.178,00	5,27
126	KarbonatlamaSirkülasyon Pompa Motoru2	8,07	11	0,73	0,77	7,5	0,872	6,21	7,12	0,95	71	1.618	223,28	963,00	4,31
127	Ana Su Pompa Motoru1	41,85	55	0,76	0,79	45	0,931	33,06	35,51	6,34	71	10.803	1.490,81	530,00	0,35
128	Ana Su Pompa Motoru2	40,59	55	0,73	0,77	45	0,931	31,25	33,57	7,02	71	11.962	1.650,75	2.706,00	1,69
129	Sulu Şerbet Pompa Motoru1	57,65	75	0,76	0,79	55	0,935	45,54	48,70	8,95	71	15.250	2.104,50	2.706,00	1,28
130	Sulu Şerbet Pompa Motoru1	57,31	75	0,76	0,79	55	0,935	45,27	48,42	8,89	71	15.148	2.090,42	3.500,00	1,67
131	Filtre Öncesi Şerbet Pompa Motoru1	28,71	37	0,77	0,79	30	0,923	22,68	24,57	4,14	71	7.054	973,45	3.500,00	3,59
132	Filtre Öncesi Şerbet Pompa Motoru1	27,55	37	0,74	0,77	30	0,923	21,21	22,98	4,57	71	7.787	1.074,60	1.978,00	1,84
133	Kizelgur Sıvama Pompa Motoru1	19,26	30	0,64	0,74	18,5	0,912	14,25	15,62	3,64	71	6.202	855,87	1.978,00	2,31

Çizelge A.8(Devam): EFF3 motor değişimlerinden elde edilecek enerji tasarruf miktarları.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Ölçülen Güç (kW)	Etiket Değeri (kW)	Yükleme Oranı (%)	Mevcut Motor Verimi	Yeni Motor Gücü (kW)	Yeni Motor Verimi	Gerekli Mekanik Güç (kW)	Değişimden Sonra Çekilecek Güç (kW)	Tasarruf Miktarı (kW)	Yıllık Çalışma Günü	Yıllık Elektrik Tasarrufu (kWh/Yıl)	Yıllık Para Tasarrufu (TL/Yıl)	Yatırım Maliyeti (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
134	Kizelgur Sıvama Pompa Motoru2	21,73	30	0,72	0,77	18,5	0,912	16,73	18,34	3,39	71	5.776	797,08	1.330,00	1,67
135	Çamur Tahliye Pompa Motoru	7,94	11	0,72	0,77	7,5	0,887	6,11	6,89	1,05	71	1.789	246,88	530,00	2,15
136	Fabrika Sıcak Su Pompa Motoru1	22,92	30	0,76	0,79	22	0,916	18,10	19,76	3,16	71	5.384	742,99	1.500,00	2,02
137	Fabrika Sıcak Su Pompa Motoru2	22,30	30	0,74	0,78	22	0,916	17,39	18,98	3,32	71	5.657	780,66	1.500,00	1,92
138	BuharlaştırıcıTazik Pompa Motoru	22,41	30	0,74	0,78	22	0,916	17,47	19,07	3,34	71	5.669	782,32	1.500,00	1,91
139	Kazan Besleme Suyu Pompa Motoru1	27,92	37	0,75	0,78	30	0,923	21,77	23,59	4,33	71	7.378	1.018,16	1.978,00	1,94
140	Kazan Besleme Suyu Pompa Motoru2	26,97	37	0,72	0,77	30	0,923	20,76	22,49	4,48	71	7.633	1.053,35	1.978,00	1,88
141	Kazan Besleme Suyu Pompa Motoru3	27,80	37	0,75	0,78	30	0,923	21,68	23,49	4,31	71	7.344	1.013,47	1.978,00	1,95
142	Orta Şeker Sürekli Santrifüj Motoru1	58,11	75	0,77	0,79	55	0,935	45,90	49,09	9,02	71	15.370	2.121,06	3.500,00	1,65
143	Orta Şeker Sürekli Santrifüj Motoru2	56,37	75	0,75	0,78	55	0,935	43,96	47,02	9,35	71	15.932	2.198,61	3.500,00	1,59
144	Orta Şeker Sürekli Santrifüj Motoru3	55,86	75	0,74	0,78	55	0,935	43,57	46,59	9,27	71	15.796	2.179,84	3.500,00	1,60
145	Afine Şeker Sürekli Santrifüj Motoru	57,48	75	0,76	0,79	55	0,935	45,40	48,56	8,92	71	15.199	2.097,46	3.500,00	1,66
146	Son Şeker Sürekli Santrifüj Motoru1	57,85	75	0,77	0,79	55	0,935	45,70	48,87	8,98	71	15.301	2.111,53	3.500,00	1,65

Çizelge A.8(Devam): EFF3 motor değişimlerinden elde edilecek enerji tasarruf miktarları.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Ölçülen Güç (kW)	Etiket Değeri (kW)	Yükleme Oranı (%)	Mevcut Motor Verimi	Yeni Motor Gücü (kW)	Yeni Motor Verimi	Gerekli Mekanik Güç (kW)	Değişimden Sonra Çekilecek Güç (kW)	Tasarruf Miktarı (kW)	Yıllık Çalışma Günü	Yıllık Elektrik Tasarrufu (kWh/Yıl)	Yıllık Para Tasarrufu (TL/Yıl)	Yatırım Maliyeti (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
147	Son Şeker Sürekli Santrifüj Motoru2	56,11	75	0,74	0,78	55	0,935	43,76	46,80	9,30	71	15.847	2.187,30	3.500,00	1,60
148	Son Şeker Sürekli Santrifüj Motoru3	55,74	75	0,74	0,78	55	0,935	43,47	46,49	9,25	71	15.762	2.175,15	3.500,00	1,61
149	Orta Şeker Tevzi Teknesi Motoru	4,73	7,5	0,63	0,74	4	0,866	3,50	4,04	0,69	71	1.175	162,15	330,00	2,03
150	Kristal Şeker Tevzi Teknesi Motoru	5,31	7,5	0,70	0,76	5,5	0,877	4,03	4,60	0,71	71	1.209	166,84	443,00	2,65
151	Son Şeker Tevzi Teknesi Motoru	5,25	7,5	0,70	0,76	5,5	0,877	3,99	4,54	0,71	71	1.209	166,84	443,00	2,65
152	Son Şeker Refrijerant Motoru1	3,73	5	0,74	0,78	4	0,866	2,90	3,35	0,38	71	647	89,28	330,00	3,69
153	Son Şeker Refrijerant Motoru2	3,62	5,5	0,65	0,74	3	0,858	2,67	3,11	0,51	71	869	119,92	270,00	2,25
154	Son Şeker Refrijerant Motoru3	3,15	4	0,78	0,79	3	0,858	2,48	2,89	0,26	71	443	61,13	270,00	4,41
155	Son Şeker Refrijerant Motoru4	3,15	4	0,78	0,79	3	0,858	2,48	2,89	0,26	71	443	61,13	270,00	4,41
156	Son Şeker Refrijerant Motoru5	2,98	4	0,74	0,78	3	0,858	2,32	2,70	0,28	71	477	65,82	270,00	4,10
157	Son Şeker Refrijerant Motoru6	2,10	3	0,70	0,76	2,2	0,843	1,59	1,89	0,21	71	357	49,26	231,00	4,68
158	Son Şeker Refrijerant Motoru7	2,86	4	0,71	0,76	2,2	0,843	2,17	2,57	0,29	71	494	68,17	231,00	3,38
159	Son Şeker Refrijerant Motoru8	8,46	11	0,76	0,79	7,5	0,887	6,68	7,53	0,93	71	1.584	218,59	530,00	2,42

Çizelge A.8(Devam): EFF3 motor değişimlerinden elde edilecek enerji tasarruf miktarları.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Ölçülen Güç (kW)	Etiket Değeri (kW)	Yükleme Oranı (%)	Mevcut Motor Verimi	Yeni Motor Gücü (kW)	Yeni Motor Verimi	Gerekli Mekanik Güç (kW)	Değişimden Sonra Çekilecek Güç (kW)	Tasarruf Miktarı (kW)	Yıllık Çalışma Günü	Yıllık Elektrik Tasarrufu (kWh/Yıl)	Yıllık Para Tasarrufu (TL/Yıl)	Yatırım Maliyeti (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
160	Orta Şeker Refrijerant Motoru1	3,73	5,5	0,67	0,75	3	0,858	2,79	3,25	0,48	71	817	112,74	270,00	2,39
161	Orta Şeker Refrijerant Motoru2	1,59	2,2	0,72	0,76	1,5	0,828	1,20	1,45	0,14	71	238	32,84	190,00	5,78
162	Orta Şeker Refrijerant Motoru3	7,94	11	0,72	0,76	7,5	0,887	6,03	6,80	1,14	71	1.942	267,99	530,00	1,98
163	Orta Şeker Refrijerant Motoru4	4,21	5,5	0,76	0,79	4	0,866	3,32	3,83	0,38	71	647	89,28	330,00	3,69
164	Orta Şeker Refrijerant Motoru5	3,15	4	0,78	0,79	3	0,858	2,48	2,89	0,26	71	443	61,13	270,00	4,41
165	Kristal Şeker Refrijerant Motoru1	4,20	5,5	0,76	0,79	4	0,866	3,31	3,82	0,38	71	647	89,28	330,00	3,69
166	Kristal Şeker Refrijerant Motoru2	4,15	5,5	0,75	0,78	4	0,866	3,23	3,73	0,42	71	715	98,67	330,00	3,34
167	Kristal Şeker Refrijerant Motoru3	2,62	4	0,65	0,74	2,2	0,843	1,93	2,29	0,33	71	562	77,55	231,00	2,97
168	Kristal Şeker Refrijerant Motoru4	2,78	4	0,69	0,75	3	0,885	2,08	2,35	0,43	71	732	101,01	270,00	2,67
169	Son Şeker Lapa Pompa Motoru1	3,74	5,5	0,68	0,75	3	0,885	2,80	3,16	0,58	71	988	136,34	270,00	1,98
170	Son Şeker Lapa Pompa Motoru2	7,94	11	0,72	0,77	7,5	0,887	6,11	6,89	1,05	71	1.789	246,88	530,00	2,14
171	Son Şeker Lapa Pompa Motoru3	4,78	7,5	0,63	0,74	4	0,866	3,53	4,08	0,70	71	1.192	164,49	330,00	2,00
172	Orta Şeker Lapa Pompa Motoru1	8,41	11	0,76	0,79	7,5	0,887	6,64	7,49	0,92	71	1.567	216,24	530,00	2,45

Çizelge A.8(Devam): EFF3 Motor değişimlerinden elde edilecek enerji tasarruf miktarları.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Ölçülen Güç (kW)	Etiket Değeri (kW)	Yükleme Oranı (%)	Mevcut Motor Verimi	Yeni Motor Gücü (kW)	Yeni Motor Verimi	Gerekli Mekanik Güç (kW)	Değişimden Sonra Çekilecek Güç (kW)	Tasarruf Miktarı (kW)	Yıllık Çalışma Günü	Yıllık Elektrik Tasarrufu (kWh/Yıl)	Yıllık Para Tasarrufu (TL/Yıl)	Yatırım Maliyeti (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
173	Orta Şeker Lapa Pompa Motoru2	7,88	11	0,71	0,76	7,5	0,887	5,98	6,74	1,14	71	1.942	267,99	530,00	1,97
174	Orta Şeker Lapa Pompa Motoru3	6,31	11	0,66	0,75	7,5	0,887	4,73	5,33	0,98	71	1.669	230,32	530,00	2,30
175	Kristal Şeker Lapa Pompa Motoru1	8,46	11	0,76	0,79	7,5	0,887	6,68	7,53	0,93	71	1.584	218,59	530,00	2,42
176	Kristal Şeker Lapa Pompa Motoru2	5,83	7,5	0,77	0,79	5,5	0,877	4,60	5,25	0,58	71	988	136,34	443,00	3,24
177	Kristal Şeker Lapa Pompa Motoru3	10,53	15	0,70	0,76	11	0,898	8,00	8,91	1,62	71	2.760	380,88	912,00	2,39
178	Melas Pompa Motoru1	5,78	7,5	0,77	0,79	5,5	0,877	4,56	5,20	0,58	71	988	136,34	443,00	3,25
179	Melas Pompa Motoru2	5,30	7,5	0,70	0,76	5,5	0,877	4,02	4,58	0,72	71	1.226	169,18	443,00	2,62
180	Afine Lapa Pompa Motoru1	4,73	7,5	0,63	0,74	5,5	0,877	3,50	3,99	0,74	71	1.260	173,88	443,00	2,54
181	Afine Lapa Pompa Motoru2	5,85	7,5	0,78	0,79	5,5	0,877	4,62	5,26	0,59	71	1.005	138,69	443,00	3,19
182	Afine Teknesi Karıştırıcı Motoru	7,96	11	0,72	0,77	7,5	0,887	6,12	6,89	1,07	71	1.823	251,57	530,00	2,10
183	Rafineri Kirli Çukur Pompa Motoru	5,85	7,5	0,78	0,79	5,5	0,877	4,62	5,26	0,59	71	1.005	138,69	443,00	3,19
184	Santrifüj Sıcak Su Pompa Motoru1	8,41	11	0,76	0,79	7,5	0,881	6,64	7,54	0,87	71	1.482	204,51	489,00	2,39
185	Santrifüj Sıcak Su Pompa Motoru2	7,88	11	0,71	0,76	7,5	0,881	5,98	6,79	1,09	71	1.857	256,26	489,00	1,90

Çizelge A.8(Devam): EFF3 Motor değişimlerinden elde edilecek enerji tasarruf miktarları.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Ölçülen Güç (kW)	Etiket Değeri (kW)	Yükleme Oranı (%)	Mevcut Motor Verimi	Yeni Motor Gücü (kW)	Yeni Motor Verimi	Gerekli Mekanik Güç (kW)	Değişimden Sonra Çekilecek Güç (kW)	Tasarruf Miktarı (kW)	Yıllık Çalışma Günü	Yıllık Elektrik Tasarrufu (kWh/Yıl)	Yıllık Para Tasarrufu (TL/Yıl)	Yatırım Maliyeti (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
186	Kristal Yeşil Şurup Pompa Motoru	28,75	37	0,77	0,79	30	0,923	22,71	24,60	4,15	71	7.071	975,79	1.978,00	2,03
187	Kristal Beyaz Şurup Pompa Motoru	21,30	30	0,71	0,76	18,5	0,912	16,18	17,74	3,56	71	6.066	837,10	1.330,00	1,59
188	Eritme Şurup Pompa Motoru1	21,40	30	0,71	0,76	18,5	0,912	16,26	17,83	3,57	71	6.083	839,45	1.330,00	1,58
189	Eritme Şurup Pompa Motoru2	22,24	30	0,74	0,78	18,5	0,912	17,34	19,01	3,23	71	5.503	756,41	1.330,00	1,75
190	Orta Şeker Şurup Pompa Motoru1	21,72	30	0,72	0,77	18,5	0,912	16,72	18,33	3,39	71	5.776	797,08	1.330,00	1,67
191	Orta Şeker Şurup Pompa Motoru2	22,19	30	0,73	0,77	18,5	0,912	17,08	18,73	3,46	71	5.895	813,51	1.330,00	1,63
192	Şeker Sarsak Motoru1	5,26	7,5	0,70	0,76	5,5	0,877	3,99	4,55	0,71	71	1.209	166,84	443,00	2,65
193	Şeker Sarsak Motoru2	4,73	7,5	0,63	0,74	5,5	0,877	3,50	3,99	0,74	71	1.260	173,88	443,00	2,54
194	Kristal Yaş Şeker Helezon Motoru	10,57	15	0,70	0,76	11	0,898	8,03	8,94	1,63	71	2.777	383,22	912,00	2,38
195	Orta Şeker Helezon Motoru1	3,68	5	0,73	0,77	4	0,866	2,83	3,27	0,41	71	698	96,32	330,00	3,43
196	Orta Şeker Helezon Motoru2	5,24	7,5	0,69	0,75	4	0,866	3,93	4,53	0,71	71	1.209	166,84	330,00	1,98
197	Kirli Şeker Eritme Motoru	3,73	5,5	0,67	0,75	4	0,866	2,79	3,22	0,51	71	869	119,92	330,00	2,75
198	Kirli Şeker Helezon Motoru	5,31	7,5	0,71	0,76	5,5	0,877	4,03	4,60	0,71	71	1.209	166,84	443,00	2,65

Çizelge A.8(Devam): EFF3 Motor değişimlerinden elde edilecek enerji tasarruf miktarları.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Ölçülen Güç (kW)	Etiket Değeri (kW)	Yükleme Oranı (%)	Mevcut Motor Verimi	Yeni Motor Gücü (kW)	Yeni Motor Verimi	Gerekli Mekanik Güç (kW)	Değişimden Sonra Çekilecek Güç (kW)	Tasarruf Miktarı (kW)	Yıllık Çalışma Günü	Yıllık Elektrik Tasarrufu (kWh/Yıl)	Yıllık Para Tasarrufu (TL/Yıl)	Yatırım Maliyeti (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
199	Şeker Eritme Motoru1	5,83	7,5	0,77	0,79	5,5	0,877	4,60	5,25	0,58	71	988	136,34	443,00	3,25
200	Şeker Eritme Motoru2	5,27	7,5	0,70	0,76	5,5	0,877	4,00	4,56	0,71	71	1.209	166,84	443,00	2,65
201	Şeker Eritme Motoru3	4,73	7,5	0,63	0,74	5,5	0,877	3,50	3,99	0,74	71	1.260	173,88	443,00	2,54
202	Şeker Eritme Motoru4	5,30	7,5	0,70	0,76	5,5	0,877	4,02	4,58	0,72	71	1.226	169,18	443,00	2,61
203	Şeker Tromel Motoru	10,57	15	0,70	0,76	11	0,898	8,03	8,94	1,63	71	2.777	383,22	912,00	2,38
204	Tromel Kurutma Aspiratör Motoru	28,55	37	0,77	0,79	30	0,923	22,55	24,43	4,12	71	7.020	968,76	1.978,00	2,04
205	Şeker Elek Motoru	4,21	5,5	0,76	0,79	4	0,866	3,32	3,83	0,38	71	647	89,28	330,00	3,69
206	Şeker Elek Motoru	4,23	5,5	0,76	0,79	4	0,866	3,34	3,85	0,38	71	647	89,28	330,00	3,69
207	Vakum Pompa Motoru1	85,60	110	0,77	0,79	90	0,942	67,62	71,78	13,82	71	23.549	3.249,76	5.711,00	1,75
208	Vakum Pompa Motoru2	84,90	110	0,77	0,79	90	0,942	67,07	71,20	13,70	71	23.344	3.221,47	5.711,00	1,77
209	Vakum Pompa Motoru3	83,12	110	0,75	0,78	90	0,942	64,83	68,82	14,30	71	24.367	3.362,64	5.711,00	1,69
210	40 t/h Kazan Taze Hava Vantilatörü1	28,45	37	0,76	0,79	37	0,922	22,47	24,37	4,08	71	6.952	959,37	2.163,00	2,25
211	40 t/h Kazan Taze Hava Vantilatörü2	28,78	37	0,77	0,79	37	0,922	22,73	24,65	4,13	71	7.037	971,10	2.163,00	2,23
212	40 t/h Kazan Baca Aspiratörü Motoru	100,57	132	0,76	0,79	110	0,945	79,45	84,07	16,50	71	28.116	3.880,00	8.190,00	2,11
213	40 t/h Kazan Besleme Suyu Pompa Motoru 1	70,76	90	0,78	0,79	75	0,940	55,90	59,46	11,30	71	19.255	2.657,19	5.085,00	1,91
214	40 t/h Kazan Besleme Suyu Pompa Motoru2	42,78	55	0,77	0,79	55	0,940	33,79	35,94	6,84	71	11.655	1.608,39	3.500,00	2,18

Çizelge A.8(Devam): EFF3 Motor değişimlerinden elde edilecek enerji tasarruf miktarları.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Ölçülen Güç (kW)	Etiket Değeri (kW)	Yükleme Oranı (%)	Mevcut Motor Verimi	Yeni Motor Gücü (kW)	Yeni Motor Verimi	Gerekli Mekanik Güç (kW)	Değişimden Sonra Çekilecek Güç (kW)	Tasarruf Miktarı (kW)	Yıllık Çalışma Günü	Yıllık Elektrik Tasarrufu (kWh/Yıl)	Yıllık Para Tasarrufu (TL/Yıl)	Yatırım Maliyeti (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
215	16 t/h Baca Gazı Aspiratör Motoru1	21,89	30	0,72	0,76	18,5	0,904	16,63	18,40	3,49	71	5.946	820,54	1.925,00	2,34
216	16 t/h Baca Gazı Aspiratör Motoru2	22,78	30	0,75	0,78	22	0,909	17,76	19,54	3,24	71	5.520	761,76	2.127,00	2,79
217	16 t/h Baca Gazı Aspiratör Motoru3	22,65	30	0,75	0,78	22	0,909	17,66	19,43	3,22	71	5.486	757,06	2.127,00	2,81
218	16 t/h Kazan Taze Hava Vantilatörü1	12,48	17	0,73	0,77	11	0,898	9,60	10,69	1,79	71	3.050	420,90	912,00	2,17
219	16 t/h Kazan Taze Hava Vantilatörü2	12,51	17	0,73	0,77	11	0,898	9,63	10,72	1,79	71	3.050	420,90	912,00	2,17
220	16 t/h Kazan Taze Hava Vantilatörü3	12,23	17	0,71	0,76	11	0,898	9,29	10,35	1,88	71	3.203	442,01	912,00	2,06
221	16 t/h Kazan Besleme Suyu Pompa Motoru1	38,75	55	0,70	0,76	45	0,929	29,45	31,70	7,05	71	12.013	1.657,79	2.812,00	1,69
222	16 t/h Kazan Besleme Suyu Pompa Motoru2	84,81	110	0,77	0,79	90	0,941	66,99	74,37	10,44	71	17.789	2454,88	6.088,00	2,48
223	10 t/h Kazan Vantilatör Motoru	22,94	30	0,76	0,79	22	0,913	18,12	19,84	3,10	71	5.282	728,91	1.468,00	2,01
224	10 t/h Kazan Besleme Suyu Pompa Motoru1	11,45	15	0,76	0,79	15	0,903	9,04	10,01	1,44	71	2.453	338,51	988,00	2,91
225	10 t/h Kazan Besleme Suyu Pompa Motoru2	11,74	15	0,78	0,79	15	0,903	9,27	10,27	1,47	71	2.504	345,55	988,00	2,85
226	40 t/h Kazan Su Hazırlama Pompa Motoru1	8,38	11	0,76	0,79	11	0,894	6,62	7,40	0,98	71	1.669	230,32	865,00	3,75

Çizelge A.8(Devam): EFF3 Motor değişimlerinden elde edilecek enerji tasarruf miktarları.

No	Ölçüm Yapılan Motor	Ölçülen Güç (kW)	Etiket Değeri (kW)	Yükleme Oranı (%)	Mevcut Motor Verimi	Yeni Motor Gücü (kW)	Yeni Motor Verimi	Gerekli Mekanik Güç (kW)	Değişimden Sonra Çekilecek Güç (kW)	Tasarruf Miktarı (kW)	Yıllık Çalışma Günü	Yıllık Elektrik Tasarrufu (kWh/Yıl)	Yıllık Para Tasarrufu (TL/Yıl)	Yatırım Maliyeti (TL)	Geri Ödeme Süresi (Yıl)
227	40 t/h Kazan Su Hazırlama Pompa Motoru2	8,58	11	0,78	0,79	7,5	0,881	6,77	7,68	0,90	71	1.533	211,55	489,00	2,31
228	16t/h Kazan Sıcak Su Pompa Motoru	10,61	15	0,70	0,76	11	0,894	8,06	9,01	1,60	71	2.726	376,18	865,00	2,30

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Memnune DEMİREL ÖKKE
Doğum Tarihi ve Yeri : 05.10.1980 - Almanya
E-posta : memnune_demirel@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2005, Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2005-2006 yılları arasında İBB Şehir Aydınlatma ve Enerji Müdürlüğü'nde Kontrol Mühendisi olarak çalıştı.
- 2006 yılından itibaren T.Ş.F.A.Ş Malatya Şeker Fabrikası'nda Elektrik Mühendisi olarak çalışmaktadır.