

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ KAYNAKLI KARBON AYAK İZİ AZALTIMI
VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Merve BALTA

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mahnaz GÜMRÜKÇÜOĞLU YİĞİT

Ocak 2020

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

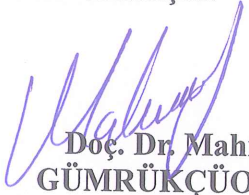
ENDÜSTRİ KAYNAKLI KARBON AYAK İZİ, AZALTIMI
VE ENERJİ VERİMLİLİĞİ


YÜKSEK LİSANS TEZİ

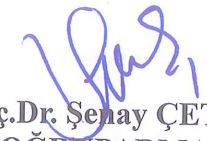
Merve BALTA

Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 23.01.2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.


Doç. Dr. Mahnaz
GÜMRÜKÇÜOĞLU
YİĞİT
Jüri Başkanı


Doç. Dr. Hülya
KARABAŞ
Üye


Doç. Dr. Şenay ÇETİN
DOĞRUPARMAK
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Merve BALTA

18.12.2019

Özlemim Babama...

TEŞEKKÜR

Hayatımın her evresinde olduğu gibi yüksek lisans eğitimim boyunca beni hep destekleyen ve teŐvik eden annem Hatice BALTA ve kardeŐim Melike BALTA'ya her daim yanımda oldukları için teŐekkürlerimi sunarım.

Uzaklarda bile hep yanımda olduğunu hissettiren birlikte son hayalimizin bitiminde canımdan çok sevdiğim mentorüm babam Kasım BALTA'ya minnetimi ve özlemimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, yardımlarını esirgemeyen, teŐvik eden, aynı titizlik ve samimiyetle beni yönlendiren değerli danıŐman hocam Doç. Dr. Mahnaz GÜMRÜKÇÜOĞLU YİĞİT'e teŐekkürlerimi sunarım.

Tez aşamasında devam etmem için beni sürekli teŐvik eden arkadaŐım Yük. Mimar Hatice Merve YANARDAĞ'a her daim tecrübesi ve sabrı ile bilgisini paylaşmaktan çekinmeyen çalıŐmam süresince desteğini esirgemeyen arkadaŐım Makine Yük. Mühendisi Mehmet KAYA'ya her zaman yanımda olan arkadaŐım BüŐra KABOĞLU ÇAMURCU, Dr. Çevre Mühendisi Yasemin ÇALIŐKAN, kuzenim Edanur ÖZCAN'a ve STANDART POMPA ailesine vermiŐ oldukları destek için teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
GRAFİKLER LİSTESİ.....	vii
TABLolar LİSTESİ	viii
ÖZET.....	x
SUMMARY	xi

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1
1.1. Küresel Isınma ve Dünya'ya Bakış	2
1.2. Küresel Isınmayı Önlemek İçin Çözüm Yolları ve Yapılan Görüşmeler... 4	
1.3. Türkiye'de Küresel Isınma Önleme Çalışmaları.....	6
1.4. Sera Gazı ve Karbon Ayak İzi	7
1.4.1. Sera gazları	7
1.4.2. Karbon ayak izi, küresel ısınmaya etki potansiyeli (kıp) ve karbon eşdeğeri (CO ₂ e) nedir?.....	9
1.5. Sera Gazı ve Karbon Ayak İzi Hesaplama Yöntemleri	10
1.5.1. Ürünler için karbon ayak izi standartları.....	10
1.5.2. Kurumlar için karbon ayak izi standartları.....	12

BÖLÜM 2.

ISO 14064 STANDARDA GÖRE SERA GAZI

ENVANTERİNİN OLUŞTURULMASI	14
2.1. Envanterin Hazırlanması	14
2.1.1. Pompa imalat süreçleri	14
2.1.2. Envanterin tasarımı ve geliştirilmesi.....	17
2.1.3. Kuruluş sınırlarının belirlenmesi	18

2.1.4. Faaliyet sınırlarının belirlenmesi.....	18
BÖLÜM 3.	
POMPA SEKTÖRÜ HAKKINDA.....	22
3.1. Türkiye’de Pompa Sektörü.....	23
3.2. Pompaların Enerji Tüketimleri.....	25
3.3. Pompa Verimliliği Üzerine Çalışma Yapan Kuruluşlar.....	27
3.3.1. Europump	27
3.3.2. Pomsad	27
3.4. Enerji Verimliliği Çalışmaları	28
3.4.1. Elektrik motorları için enerji verimliliği çalışmaları.....	29
3.4.2. Pompa için enerji verimliliği çalışmaları (Eko tasarım)	30
3.4.3. Eu 547/2012 regülasyonu öncesi durum ve verimlilik oranları	34
BÖLÜM 4.	
MATERYAL METOD.....	36
4.1. Kuruluşun Faaliyet Verilerinin ve Kapsamların Belirlenmesi	36
4.2. Eko Tasarım Pompalarda Enerji Verimliliği.....	38
BÖLÜM 5.	
BULGULAR ve DEĞERLENDİRME	43
5.1. Sera Gazı Emisyon Miktarı Hesaplanması	43
5.2. Eko Tasarım Pompalarda Verim Artış Oranları.....	46
BÖLÜM 6.	
SONUÇ VE YORUMLAR	57
KAYNAKÇA	60
ÖZGEÇMİŞ	65

SİMGELER VE KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
BMİDCS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Programı
BSI	: British Standard Institute
CEIR	: Avrupa Musluk ve Vana Endüstrisi Birliği
CO ₂	: Karbondioksit
CO _{2e}	: Karbondioksit Eşderi
SO _x	: Kükürt Oksit
NO _x	: Azot Oksit
O ₂	: Oksijen
PM	: Partikül Madde
kWh	: Kilowatt Saat
GWh	: Gigawatt Saat
MWh	: Megawatt Saat
TJ	: Tera Joule
DEFRA	: İngiltere Çevre Gıda ve Köyişleri Dairesi
EEl	: Extended Efficiency Indeks
EF	: Emisyon Faktörü
EPA	: Çevre Koruma Ajansı
EPA	: Extended Product Approach
EUROPUMP	: Avrupa Pompa Üreticileri Birliği
FV	: Faaliyet Verisi
İDHYKK	: İklim Değişimi Ve Hava Yönetimi Koordinasyon Kurulu
IE	: International Efficiency
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
IEC	: Uluslararası Elektromekanik Komitesi
IPCC	: Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli
İSO	: International Organization for Standardization

KIP	: Küresel Isınma Etki Potansiyeli
MEI	: Minimum Efficiency Indeks
NKD	: Net Kalorifik Değer
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
POMSAD	: Türk Pompa ve Vana Sanayicileri Birliği
UNEP	: Birleşmiş Milletler Çevre Programı
WMO	: Dünya Meteoroloji Örgütü

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Sera Etkisi Oluşumu	4
Şekil 1.2. Azot Döngüsü	9
Şekil 2.1. Kuruluşun Sınırları	18
Şekil 2.2. İş Akış Şeması	19
Şekil 2.3. İş Akış Şeması	20
Şekil 3.1. Yatay Milli Tek Kademeli Pompa Örneği	23

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1.1. Karbondioksit Emisyonu Artışı 1980-2016 Yılları Aralığı	8
Grafik 5.1. Toplam Sera Gazında Kaynaklarının Oranları.....	44
Grafik 5.2. Toplam Sera Gazı Miktarında Kapsamların Oranları	44

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. 2018 TÜİK Verilerine Göre Pompa İhracaat Tutarları	24
Tablo 3.2. 2018 TÜİK Verilerine Göre Pompa İthalat Tutarları	24
Tablo 3.3. Elektrik Motorlarının Sektörlere Göre Elektrik Tüketim Miktarları ve Oranları	25
Tablo 3.4. Elektrik Motorlarının Tahrik Ettikleri Ekipmana Göre Elektrik Enerjisi Kullanım Oranları	25
Tablo 3.5. Türkiye’de Net Elektrik Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı	26
Tablo 3.6. Türkiye’de Enerji Kaynaklarına Göre Elektrik Enerjisi Üretimi ve Payları	27
Tablo 3.7. 2015 -2030 Yılları Arası Sera Gazı Emisyonlarının Mevcut Durum Ve Senaryolara Göre Miktarları Ve Azaltım Miktarı Tahminleri (44).....	33
Tablo 3.8. Yıllara Göre Elektrik Üretiminin Küresel Isınma Potansiyeli (kg CO ₂ e./ kWh).....	33
Tablo 3.9. 2015-2030 Yılları Arası Senaryolara göre Elektrik Enerjisi Azaltım Miktarları (TWh/a).....	34
Tablo 3.10. EU 547/2012 EPA /(Extended Product Approach)	35
Tablo 4.1. Tesise ait Kapsamlara Göre Emisyon Kaynakları, Faaliyet Aktivitesi ve Emisyon Faktörleri.....	36
Tablo 4.2. Uçtan Emişli Kaplin Bağlantılı Pompalarda Eu 547 Öncesi ve Sonrası Verim Miktarları.....	38
Tablo 4.3. Uçtan Emişli Monoblok Bağlantılı Pompalarda Eu 547 Öncesi ve Sonrası Verim Miktarları.....	39
Tablo 4.4. Dikey Milli Monoblok İn-Line Pompalarda Eu 547 Öncesi ve Sonrası Verim Miktarları.....	41
Tablo 5.1. Tesise Ait Hesaplanan Sera Gazı Emisyonları	43
Tablo 5.2. Uçtan Emişli Kaplin Bağlantılı Pompalarda Eu 547 Sonrası Verim Artışı Oranları	47

Tablo 5.3. Uçtan Emişli Monoblok Bağlantılı Pompalarda Eu 547 Sonrası Verim Artışı Oranları	48
Tablo 5.4. Dikey Milli Monoblok İn-Line Pompalarda Eu 547 Sonrası Verim Artışı Oranları	49
Tablo 5.5. EU 547/2012 Motor Güçlerine Göre Pompa Yıllık Çalışma Saatleri	50
Tablo 5.6. 2018 Yılı Eski Tasarıma Göre Satılan Pompalar İçin Eski Tasarımına Göre Harcanan Elektrik Enerjisi Miktarı ile Eko Tasarım Elektrik Enerjisi Miktarı, Karbon Emisyonu ve Finansal Açısından Tasarruf Karşılaştırmaları.....	50
Tablo 5.7. 2018 Yılı Eko Tasarım Pompa Satışı Kaynaklı Elektrik Enerjisi, Karbon Emisyonu ve Finansal Tasarruf Miktarları.....	51
Tablo 5.8. EU 547/2012' ye göre toplam verimlilik miktarları.....	52
Tablo 5.9. 2019 Yılı Eko Tasarım Pompa Satışı Kaynaklı tasarruf Oranları	54
Tablo 5.10. 2018 ve 2019 Yılları Eko Tasarım Pompa Satışı Kaynaklı Tasarruf Miktarları.....	54
Tablo 5.11. 2018 Yılı Türkiye Pompa Kullanımı Kaynaklı Tüketilen Elektrik Enerjisi, Salınan Emisyon Miktarı ve EU 542/2012 Tasarımı Tasarruf Miktarları	55
Tablo 5.12. 2018 Ve 2019 Yılı Eko Tasarım Pompalar İçin EPA Regülasyonu Uygulanması Halinde Elde Edilecek Tasarruf Beklentileri	56

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Sera Gazı, Emisyon, Karbon Ayak İzi, Eko Tasarım, Enerji Verimliliği, Santrifuj Pompa

İnsan nüfusunun artışı sebebi ile kaynak tüketimi, enerji ihtiyacı ve fosil kaynaklara bağımlılık artmış, bunun neticesinde ekolojik dengenin bozulması ve sera gazları artışı ile küresel ısınma ortaya çıkmıştır. Bu ısınmanın etkilerini analiz edebilmek, değerlendirebilmek ve durdurabilmek için dünya ülkeleri birleşerek yöntemler oluşturma çabasıdır. Bu çaba doğrultusunda, enerji tüketen ve karbon salınımı gerçekleştiren faaliyetler ve ürünler için mevcut faaliyet kaynaklı karbon miktarının belirlenmesi ve enerji verimliliği sağlanarak salınan karbon miktarının azaltılması için sürekli iyileştirme çalışmaları yapılmaktadır.

Bu iyileştirme çalışmalarının bir ayağı olan ve yapılan araştırmalar sonucu Dünya'daki elektrik enerjisininin % 10' unu tükettiği tespit edilen pompalar içinde bu çalışmalar yapılmakta olup enerji verimliliğinin arttırılması amaçlanmıştır. Bu tez çalışmasında, pompa üretiminden kaynaklanan karbon emisyonlarının özellikle kullanılan enerji kaynağı bağlantılı olduğu, yeniden tasarlanan pompaların enerji verimlilikleri ve bu pompaların üretimini gerçekleştiren tesis faaliyetinin toplam karbon salınımı değerlendirilmiş ve gerçekleşen verimlilik çalışmalarının sonuçları yanında enerjiyi verimli kullanarak oluşturulan yeni azaltım yöntemleri sunulmuştur.

INDUSTRIES INDUCED CARBON FOOTPRINT REDUCTION AND ENERGY EFFICIENCY

SUMMARY

Keywords: Greenhouse Gas, Emission, Carbon Footprint, Eco Design, Energy Efficiency, Centrifugal Pump

Higher consumption of resources due to increased population and the increased use of greenhouse gases, an element that imbalances nature as a result of the dependence upon energy resources in a modernizing world, and the consequent greenhouse effect and global climate change have recently increased their effect on our world. Countries across the world have come together with an aim to create a single methodology for analyzing, evaluating, and putting a stop to this effect. They have been doing continuous improvement studies in line with this effort in order to define the current activity-related quantity of carbon for the activities and products that consume energy and emit carbon and to minimize the amount of carbon emission with the help of energy efficiency.

As part of these improvement efforts, such work has been done for purposes of energy efficiency also for the pumps, which account for 10% of the electricity consumption across the world according to the research results. As a result of the work performed, the energy efficiency of the redesigned pumps and the total carbon emission from the activities of the plant that produce these pumps have been evaluated, and the results of the efficiency studies have been published.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Hava kirliliği, Sanayi Devrimi ile insanoğlunun hayatına girmiş ve kendini 1952 yılında İngiltere'nin başkenti Londra'da 4000 kişinin ölümü ile tanıtmıştır. Sanayi Devrimi ile birlikte kontrolsüz olarak doğal kaynak tüketimi sürekli artış göstermiş ve enerji elde etmek için yanma sonucu açığa çıkan gazlar sebebi ile havanın dengesi bozulmaya başlamıştır [1]. Bu aşırı kaynak tüketimi ve enerjiye olan bağımlılık sebebi ile bozulan dengenin iklim üzerinde kalıcı değişikliklere neden olduğu gözlenmeye başlanmış, bu etkinin insan kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Bu sebeple havanın dengesinin korunması ve daha fazla değişikliğe uğramaması için çalışmalar başlatılmıştır. Enerji verimliliği ve emisyon salınımı azaltımı hususunda öncelikle mevcut durumun analizi ve analiz sonucu iyileştirmeler elde etmek için tek bir kavram oluşturması açısından tüm faaliyet ve hizmetlerin ömürleri boyunca yaptıkları emisyon salınım miktarlarının tespiti amacı ile karbon ayak izi kavramı kullanılmaya başlanmıştır.

İklim değişiminin etkilerini azaltmak ve durdurabilmek için daha az enerji tüketimi ve emisyon salınımı amaçlanmakta olup, bu alanda çalışmalar yapılmaktadır. Daha az enerji tüketen faaliyetler için öncelikle mevcut durumun analizi yapılarak iyileştirme uygulamaları için metodlar bulmaya çalışmalı ve yapılan iyileştirmelerin sonuçları gözlemlenmelidir. Bu tez çalışmasında; endüstri kaynaklı emisyonların yarattığı karbon emisyonunun belirlenmesi ve azaltımı için enerji verimliliği çözümlerinin üretilmesi konusunda çalışma yapılmıştır. Özellikle seçilmiş olan sektör pompa üretim sektörüdür. Öncelikle pompaların üretim faaliyetini gerçekleştiren kuruluşun ve ürünün karbon ayak izi hesaplanması yapılarak mevcut durum belirlenmiştir. Pompa üretim aşamasında enerji verimliliği için ürünlerin tasarımlarında gerçekleştirilen iyileştirmelerin emisyon azaltımı ve enerji verimliliğine sağladıkları faydalar ile, yapılan verimlilik çalışmalarının ve azaltım yollarının emisyon salınımı ve enerji tüketiminde sağladıkları faydanın iklim değişikliğini önlemede ne gibi bir faydası

olduğu hesaplamalar ile belirlenmiş, karbon emisyonu azaltımında bir sonraki adımlar için öneriler sunulmuştur.

1.1. Küresel Isınma ve Dünya'ya Bakış

Hava, insanların yaşamlarını sürdürdükleri ve yaşamın devamlılığı için gerekli, dünyayı çevreleyen atmosferi meydana getiren gazların karışımı olarak tanımlanabilmektedir. Hava içerisinde %78,08 N₂, %20,94 O₂, %0,98 oranında ise diğer gazlar ve su buharı bulunmaktadır [2].

Hava canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için mutlak gerekli bir koşuldur. Canlılar hava olmadan birkaç dakika içinde yaşamlarını kaybedebilirler. Ancak havanın olması tek başına yeterli değildir, temiz havanın var olması hem şimdi hem de yaşamın sürdürülebilir olması için gerekli ve zorunludur.

Günümüzde modern yaşam ve gelişmiş teknolojinin etkisi ile daha çok enerji ihtiyaı ve doğal kaynak tüketimi artışı sebebi ile hava yoğun gaz ve toz kalıntıları ile doldurulmaktadır. Bu olayların sonucu olarak da hava kirliliği meydana gelmektedir.

Hava kirliliği; ekolojik dengeyi bozan, insan sağlığını ve canlı hayatını olumsuz bir şekilde etkileyen insanların çeşitli tüketim aktiviteleri ve ekonomik faaliyetler sonucu, yapay yollarla havanın bileşimindeki maddelerin normalin üzerinde yoğunluğa ve miktara ulaşması ile havanın doğal bileşiminin bozulmasıdır [3]. Hava kirliliğine atmosfere yabancı maddelerin ya da bulunan maddelerin normalin dışında oranlarda girişi sebep olması ile birlikte sıcaklık, basınç, yağış, rzgr, nem ve radyasyon gibi meteorolojik faktörlerle birlikte konum ve topografik yapıda etki etmektedir [4]. Havayı kirleten en önemli etken yanma reaksiyonudur. Fosil yakıt olarak isimlendirdiğimiz C (karbon) ve H (hidrojen) türevli gaz, petrol ve doğalgazın yakılması ile CO₂ gazı ve H'nin oksitlenmesi ile su buharı ortaya çıkar ancak yanma reaksiyonunda yakıt hava karışımının ideal olarak ayarlanamamasından dolayı eksik yanma ya da fazla yanma meydana gelebilir. Bu da yakıtın bileşimine göre hava kirliliğine sebep olan SO_x (kkrtoksitler), NO_x (azotoksitler), CO (karbonmonoksit) C_xH_x (hidrokarbonlar) gibi

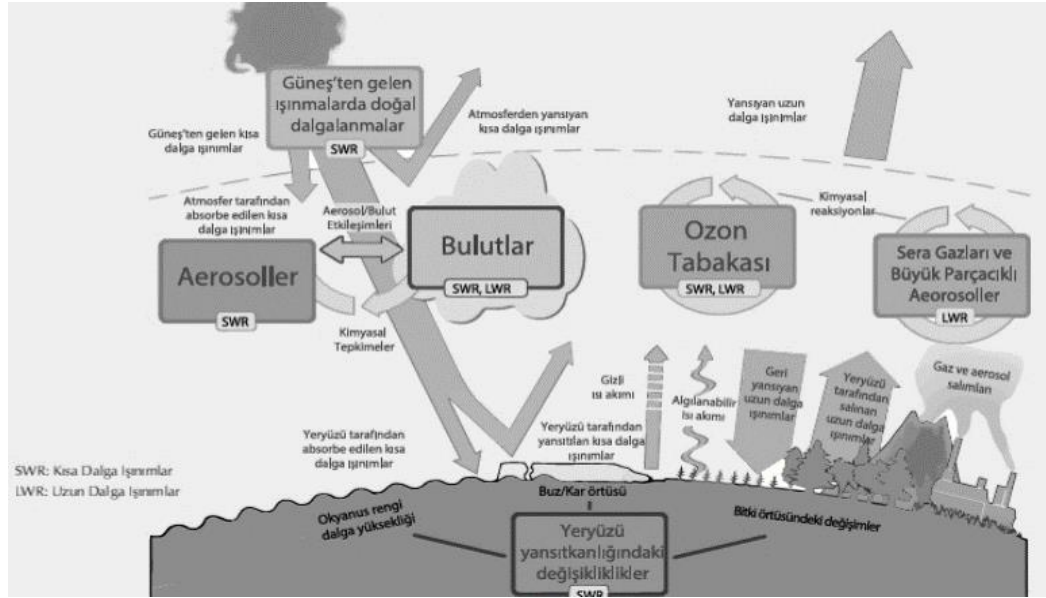
gazların, ağır metallerin ve PM (partikül maddelerin) atmosfere bırakılmasına sebep olur [5]. Hava kirliliğine havada aşırı miktarda bulunan CO₂ ve su buharı da sebep olabilir. Atmosfere doğrudan salınan kirleticiler ‘‘birincil kirletici’’ olarak adlandırılmakta olup, atmosferdeki kimyasal tepkimeler sonucu oluşan kirleticilere ise ‘‘ikincil kirletici’’ denilmektedir [6].

Fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan kükürt ve azot bileşenlerinin bulutlarda bulunan su buharı ile hidrometeorlar şeklinde birikmesinden nitrik ve sülfirik asitler meydana gelir. Daha sonra oluşan bu asitler atmosferde meydana gelen yağışlar ile yeryüzüne ulaşarak asit yağmurlarını meydana getirir. Oluşan bu ph değeri düşük yağmur suyu insan sağlığına ve toprak kirliliğine uygunsuz yaşam koşullarının oluşmasını sağlamaktadır. Asit yağmurları atmosferik hava hareketleri sonucu oluştuıkları bölgeden çok uzaklara yağış olarak düşebilirler [2].

Bu durumda kilometrelerce uzakta meydana gelen bir çevre sorunu sadece o bölgede yaşayan insanları değil dünya üzerinde yaşayan tüm canlıları etkilemektedir. Bu sebeptendir ki özellikle hava kirliliği sorunları kaynağı neresi ya da ne olursa olsun tüm dünya üzerinde etkisini göstermektedir.

Havanın içinde bulunan gazlar insanın soluma aktivitesine yardımcı olmanın dışında dünyaya güneşden gelen uzun dalga boylu az enerjili (yerden yansıyan) ışın enerjisinin bir kısmını tutarak dünyanın aşırı soğumasını da engellemektedirler. Bu sebeple bu gazlara sera gazı denilmektedir. Sera gazı olayı gerçekleşmeseydi güneşden gelen ısı dalgaları gece azalacağından dünya geceleri aşırı soğuk olacak ve gece ile gündüz arasında sıcaklık farkları meydana gelecekti.

Bu olaya sebep olan ve enerjiyi soğuran başlıca gazlar şunlardır; CO_x, CH₄, NO_x, HFC, partikül madde ve su buharıdır [7]. Bu gazların hava içindeki bileşen oranları arttıkça atmosferin ısı tutma kapasitesindeki artış dünyanın yüzey sıcaklığının artmasını sağlamakta olup bu aşırı durumda artık dünyanın sorunları arasında yer alan KÜRESEL ISINMA'nın meydana gelmesine neden olmaktadır.



Şekil 1.1.. Sera Etkisi Oluşumu

1.2. Küresel Isınmayı Önlemek İçin Çözüm Yolları ve Yapılan Görüşmeler

Küresel ısınmanın sonuçlarından biri olarak gösterilen iklim değişikliği ile mücadele için 1988 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü'nün (WMO) ve BM Çevre Programı (UNEP) birlikte düzenledikleri Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından "iklim sistemi üzerindeki insan kaynaklı tehlikeli etki" olarak BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinde (BMİDÇS)'de bilimsel gerçekler ile ortaya konulmuştur. Bu durumun bilimsel olarak kesinleştirilmesinden sonra bu sorunla mücadele etmek için IPCC tarafından 2020 yılına kadar 6 rapor yayınlanmış ve bu alanda yayınlanmış en detaylı metodoloji ve bilimsel çalışmaların yapıldığı raporlar olarak kabul edilmiştir.

Bu raporlar dışında 1.5°C Küresel Isınma (SR 15), Okyanus ve Kriyosferde İklim Değişikliği (SROCC), İklim Değişikliği ve Arazi (SRCCL) gibi özel raporlarda yayınlanmıştır.

İklim değişikliği ile mücadele kapsamında Birleşmiş Milletler üye ülkelerinin katılım gösterdiği taraflar toplantıları düzenlenmektedir.

Bunlardan başlıcaları;

– Rio De Janeiro

1992 yılı Haziran ayında Brezilya'nın Rio kentinde toplanmış ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) oluşturulmuştur. Bu sözleşme kapsamında Dünya sera gazı seviyeleri 2000 yılına kadar 1990 yılları düzeylerine çekilmesi amaçlanmıştır. Burada üye ülkeler sınıflara ayrılmış ve "farklı oranlarda sera gazı azaltımı" görüşü benimsenmiştir. EK-1 ülkeleri tarihsel sorumlu ülkeler EK-2 ülkeleri ise maddi sorumlu ülkeler olarak sınıflandırılabilir. EK-2 ülkeleri EK-1'in alt kümesini oluşturmaktadır. EK-1 dışı ülkeler sanayileşmelerini henüz tamamlamamış gelişmekte olan ülkelere oluşturmaktadır. Bu sözleşme üye devletler tarafından 21 Mart 1994 yılında imzalanarak kabul edilmiştir [8,9,10].

– Kyoto Protokolü

3. Taraflar Toplantısı olarak Kyoto şehrinde 11 Aralık 1997 yılında BM üye ülkeleri tarafından toplanılmıştır. Bu toplantı sonunda BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) 1. Dönem (2008-2012) sonuna kadar "farklı oranlarda sera gazı azaltımı" görüşü ile sera gazları salınımlarını 1990 yılı düzeylerinden % 5 azaltmak üzerine karar almıştır. II. dönem olan 2012-2020 yılları arasında ise sera gazı salınımlarının 1990 yılına göre en az %18 azaltılması kararlaştırılmıştır. Bu sözleşme 2005 yılında imzalanmış ve yürürlüğe girmiştir. Kyoto Protokolü olarak isimlendirilmektedir [8,9,10].

– Paris Antlaşması

2015 yılında Paris'de gerçekleştirilen BMİDÇS 21. Taraflar Konferansıdır. Bu konferansın farklılığı diğer konferanslara göre benimsediği görüşteki değişikliklerdir. Paris'de farklı oranlarda sorumluluk görüşünün yerini "ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluk ve göreceli kabiliyet" görüşü almıştır. Bu durumda tüm üye ülkelerin dünya ortalama sıcaklığının Sanayi Devrimi öncesi 2°C'nin altında olması hedefi

doğrultusunda sera gazlarını azaltması gerekmektedir. Bu anlaşma 1 yıl sonra 197 üye ülkeden 187'sinin imzası ile yürürlüğe girmiştir [8,9,10].

1.3. Türkiye’de Küresel Isınma Önleme Çalışmaları

Türkiye 1992 yılında Rio’da kabul edilen BMİDMÇS kapsamında Ek-1 ve Ek-2 listesinde yer almakta olup, hem azaltım hedeflerini uygulamak hemde gelişmemiş ülkelere teknoloji transferi ve mali konularda yardımcı olmakla yükümlü tutulmuştur. Ancak ülkemizin 2001 yılında Marakeş’te gerçekleştirilen toplantıda BMİDÇS Ek-II listesinden çıkarılması istenmiş ve kabul edilmiştir. Ayrıca, Ek-I’de kalması durumunda ülkemize finans ve teknoloji desteği sağlanması amacı ile özel şartlarının uygulanması kabul edilmiştir. Türkiye bu konuma sahip tek ülkedir. Türkiye’nin bu özel durumu dolayısı ile Kyoto protokolü kapsamında sera gazı azaltım hedefi bulunmamaktadır. Ancak Paris anlaşmasında bu özel durum çerçeve dışı kalmış bulunmaktadır. Bu özel durumun sürdürülmesi için İklim Değişikliği ve Hava Yönetimi Koordinasyon Kurulu (İDHYKK) Ankara’da toplanmış ve bu sorumlulukların tamamen durdurulması için Ek-1 listesinden çıkmak gerekliliği kararı alınmıştır. Bu amaçla çalışmalar devam etmektedir [8,9].

Türkiye sera gazlarının azaltılması ve temiz teknolojilere geçmek için çalışmalarına devam etmektedir. Bu kapsamda Türkiye’nin sera gazı envanterinin hazırlanması için 2012 yılında Resmi Gazete’de ‘‘Sera Gazı Emisyonlarının Takibi’’ hakkında yönetmelik yayınlanmış 2014 yılında bu yönetmelik güncellenmiş ve bu yönetmelik kapsamında ‘‘Sera Gazı İzleme Ve Raporlama’’ tebliği yürürlüğe girmiştir. Bu tebliğ kapsamında tebliğ Ek-1’inde yer alan tesisler faaliyetlerinden kaynaklı sera gazı emisyonlarının izlenmesi, raporlanması ve doğrulanması amacı ile envanterlerini oluşturup Çevre ve Şehircilik Bakanlığına bildirmekle yükümlü olmaktadır [11].

2017 yılı içerisinde Türkiye’nin Ekonomik İşbirliği Ve Kalkınma Örgütü (OECD) ülkeleri içerisinde sera gazı üretim oranı % 3,4 tür [11].

1.4. Sera Gazı ve Karbon Ayak İzi

1.4.1. Sera gazları

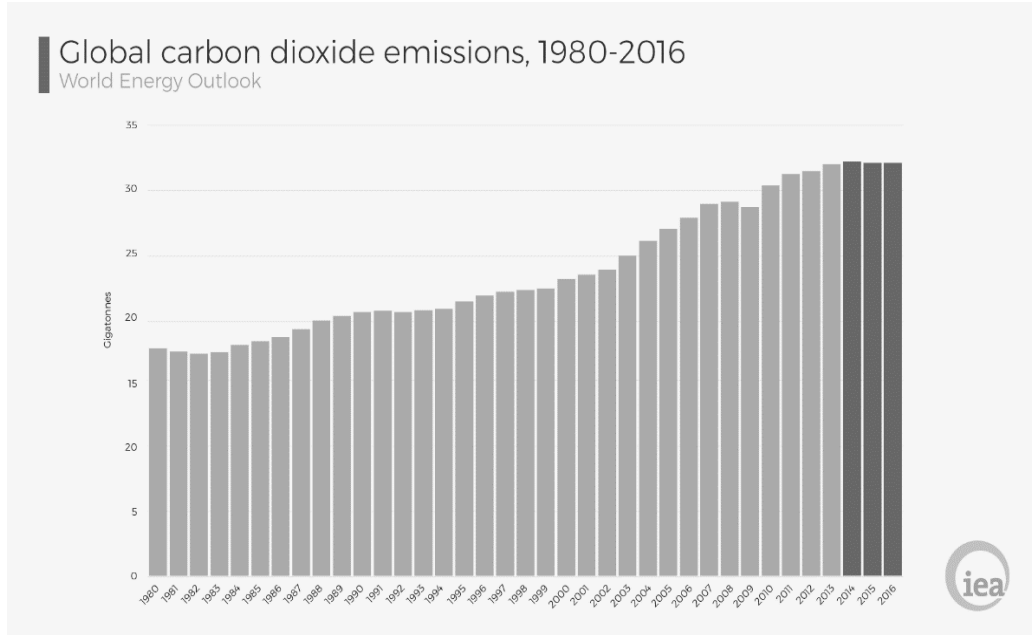
1992 yılında IPCC raporlarına göre başlıca sera gazları CO₂, CH₄, CFC, N₂O ve su buharı (H₂O)dir. Sera gazı kaynağı olarak antropojenik aktiviteler IPCC tarafından 6. İklim Konferansı sonrası kesin olarak kabul edilmiştir [13].

IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) iklim değişikliğinin teknik, bilimsel ve sosyoekonomik yönleri, dünya üzerindeki etkileri ve bu etkileri azaltma seçenekleri hakkında var olan araştırma sonuçlarının ve bilgilerin belirli aralıklarla değerlendirilmesi ile Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne (BMİDÇS), iklim değişikliği ve politikalarıyla ilgili konularda amaçlarına uygun bilgi vermekle sorumludur. 1988 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ortaklığında kurulmuş olup 5 yıllık zaman aralıklarında bu çalışmalarını rapor olarak sunmaktadır. Sera gazları ve karbon ayak izi hakkında yapılmış detaylı çalışmaları mevcut olup günümüzde bu konuda otorite olarak kabul görmüş bir kuruluştur.[14] Sera gazı emisyonlarındaki artış, özellikle Sanayi Devrimi sonrası yani 1750'li yıllardan bu yana gözlemlenmektedir. En etkili sera gazı olan CO₂'nin atmosferdeki birikimi sanayi öncesi dönemde yaklaşık 280 ppm iken 2014 yılında 398 ppm'e yükselmiştir. CH₄ birikimi Sanayi Devrimi öncesi yaklaşık 715 ppb iken 2005 yılında 1774 ppb'e çıkmıştır. Küresel atmosferik N₂O birikimi ise %18 oranında artış göstermiş ve Sanayi Devrimi öncesi yaklaşık 270 ppb'den 2005 yılında 319 ppb'ye çıkmıştır [15].

- Karbondioksit (CO₂)

Dünya'yı meydana getiren maddenin yapı taşlarından karbonun (C) oksijen atomu ile kovalent bağ yaparak oluşturduğu bir gaz olup insanın yaşamını sürdürdüğü atmosferin %0,034'ünü oluşturmaktadır. Karbondioksit oranı solunum ve fotosentez gibi doğal döngüler ile atmosferde dönüşüm halinde değişir. Ancak son yıllarda bu doğal döngü fosil yakıtların aşırı tüketilmesi, tarım arazilerinin uygunsuz kullanımı,

ormanların yok edilmesi, ulaşım için araç kullanımı, toprağın karbon tutma kapasitesinin azaltılması ve endüstrileşme gibi insan kaynaklı faaliyetler sebebi ile bozulmuş olup havanın içinde karbondioksit oranı normalin dışında artmış gözükmektedir. [16] Karbondioksit saydam yapısı sayesinde yeryüzüne ulaşan güneş ışınlarının geçişine izin vermekte ancak yeryüzünden yansıyan kızılötesi ışınlarının ısı enerjisini bünyesinde soğurarak ısı enerjisi ile dolmaktadır. Böylelikle dünya da ikinci bir enerji kaynağı işlevi görmektedir. Ancak artan konsantrasyonu sebebi ile bu durumdaki artış dünyanın ortalama sıcaklığını arttırmakta ve küresel ısınmanın kaynaklarından birini oluşturmaktadır [13].



Grafik 1.1. Karbondioksit Emisyonu Artışı 1980-2016 Yılları Aralığı (17)

- Metan (CH₄)

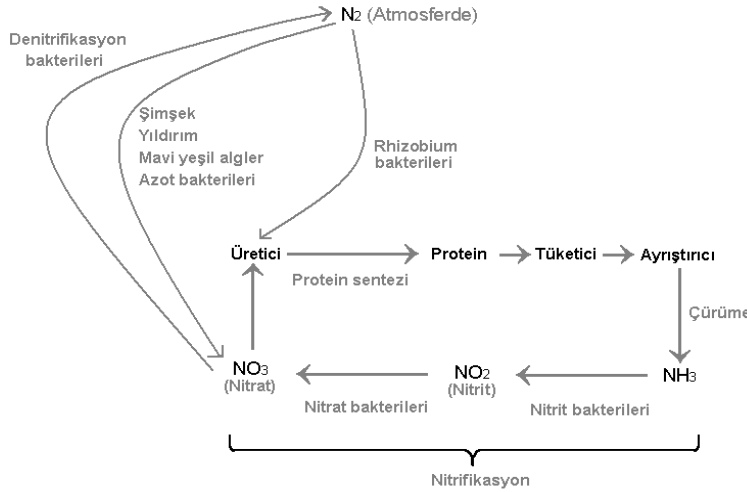
Metan organik maddenin anaerobik (oksijensiz) olarak bozunması ve fosil yakıtların eksik yanması ile ortaya çıkan bir gaz türüdür. Havanın genel yapısında bulunmaz. Genel olarak oluşum kaynakları doğal gaz sızıntıları ve yanması, hayvancılık aktiviteleri, atmosferde ki kimyasal reaksiyonlardır. [16] CO₂'den sonra küresel ısınmaya katkıda 2.Sırada yer almakta olup küresel ısınmaya katkısı CO₂'nin 21 katı olarak belirlenmiştir. [18] Atmosferde bulunma süresi 12 yıldır [19].

- Diazot Monoksit (N_2O)

N_2O antropojenik kaynaklı faaliyetler, fosil yakıtların yakılması, tarım alanlarının yanlış kullanımı, sentetik kaynaklı gübre ve gübrenin yanlış kullanımı, nitrik asit üretimi, atıksu arıtımı ve atık yakımı gibi faaliyetler sonucu oluşur. [20] Karbondioksit göre küresel ısınmaya katkısı 310 kat daha büyüktür. Atmosferde ortalama 114 yıl mevcudiyetini korur [16].

- Azot Oksit (NO_x)

Havanın % 78,08'lik bileşimini N_2 (azot) oluşturur. Azot yaşam için temel bir maddedir. N_2 toksik bir gaz değildir. Azot denitrifikasyon ve oksidasyon işlemleri ile bileşenlerine ($NO-NO_2-NO_3$) dönüşmektedir [2]. Yüksek sıcaklıklardaki yanma prosesinde eksik yanma sonucu azotun oksijen ile birleşmesi sonucu oluşmaktadır. NO_x kaynaklı tüm gazlar benzeşim formülü sayesinde N_2O olarak değerlendirilir.



Şekil 1.2. Azot Döngüsü [21].

1.4.2. Karbon ayak izi, küresel ısınmaya etki potansiyeli (kıp) ve karbon eşdeğeri (CO_2e) nedir?

Karbon ayak izi, bir canlının yaşamı boyunca ihtiyaçlarını karşılamak üzere tükettiği ya da satın aldığı; bir ürünün ise üretiminden, kullanımına ve bertarafına kadar

tükettiği enerjinin üretimi ve kullanımı sırasında meydana gelen emisyonların atmosfere yayılması sonucu ortaya çıkan karbon ve karbon eşdeğeri cinsinden miktarlarına denir.

Küresel ısınmaya etki faktörü EPA tanımlamalarına göre gazların atmosferde ısı tutma kapasitesi ve atmosferde bulunma sürelerinin CO₂ ile kıyaslanarak etkilerinin belirlenmesi katsayısıdır. Her bir gaz CO₂'nin ısı tutma etkisi ve atmosferde bulunması süresi oranına göre değerlendirilir. CO₂'nin KIP değeri 1 olarak kabul edilir. Örneğin CH₄ 'ün atmosferde bulunma süresi 10 yıl kadar olup CO₂'den düşüktür. Ancak ısı tutma kapasitesi çok daha yüksek miktarda olduğu için KIP değeri CO₂'nin 21 katıdır. Bu şekilde gazların atmosferde kalma süreleri ve ısı tutma kapasitelerine göre CO₂ gazı baz alınarak hesaplama yapıldığı için tüm gazların atmosfere etkisi CO₂ gazı üzerinden değerlendirilmiş olup sembolü de CO_{2e} (karbondioksit eşdeğeri) olmuştur [22].

1.5. Sera Gazı ve Karbon Ayak İzi Hesaplama Yöntemleri

Küresel ısınmayı önlemek amacı ile uluslararası görüşmelerin yapılmaya başlanması ve ülkelerarası çeşitli kararların alınmasından sonra sera gazlarının hesaplanması ve izlenebilirliği amacı ile ortak bir metodolijinin oluşturulması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu sebeple bazı öncü kuruluşlar standartlar hazırlamışlar ve bunları sürekli olarak güncelleyerek hata paylarını indirmeyi ve kapsamı genişletmeye çalışmışlardır. Bu standartlar genel olarak iki gruba ayrılmaktadır:

- Ürünler için karbon ayak izi hesaplama standartları
- Kurumlar için karbon ayak izi hesaplama standartları

1.5.1. Ürünler için karbon ayak izi standartları

Ürünlerin tüm ömürleri boyunca üretimlerinden bertarafına kadar doğrudan ve dolaylı tükettikleri enerji kaynaklı atmosfere verilen sera gazı emisyon miktarı ile azaltım miktarının hesaplanması için ortaya çıkan beşikten mezara ilkesi ile

oluşturulmuş karbon miktarının güvenilir olarak hesaplanması için tasarlanmış standartlar olup başlıcaları yer almaktadır.

– Pas 2050

Ekim 2008 yılında mal ve hizmetlerin sera gazı değerlendirmesi için el kitabı amacıyla BSI (British Standard İnstitü) ve İngiltere Çevre Gıda ve Köy İşleri Dairesi Başkanlığı (DEFRA) (Department for Environment Food & Rural Affairs) tarafından oluşturulmuş ilk standarttır. Amacı kuruluşların faaliyetlerinden doğan ve ürünlerinin yaşam döngüsü süresinde meydana çıkan sera gazı emisyonlarının çevre üzerinde etkilerini ölçmelerini sağlamaktadır. 2011 yılında güncellenmiştir [23].

– Pas 2060

Bu standart ile sera gazı hesaplanan ürün ve hizmetlerin karbon nötrlemesi yapmak ve kanıtlamak için gerekliliklerini belirtir. Karbon ayak izini doğruluk ve şeffaflıkla geliştirmenize izin verir. Bu standart kapsamında karbon ayak izi doğrulaması ile güvenilirlik artar.

– Iso 14067

Iso (International Organization for Standardization) uluslararası standartlar teşkilatı tarafından 2013 yılında yayınlanmış. 2018 yılında ise revize edilmiştir. Bir ürünün karbon ayak izinin miktarının ölçülmesi ve raporlanması için prensipleri, gereklilikleri ve yönergeleri, yaşam döngüsü içinde değerlendirme imkânı sunar [24].

1.5.2. Kurumlar için karbon ayak izi standartları

Kurumlar için karbon ayak izi hesaplaması amacı faaliyet kaynaklı doğrudan ya da dolaylı olarak aktivite sonucu ortaya çıkan karbon miktarının güvenilir şekilde belirlenmesi amacı ile hesaplama ilkeleri ve şartlarını belirlemektir. Bu standartlar kapsamında kurumların karbon ayakizlerini doğrulatıp üretim süreçlerini daha etkin kaynak yönetimi konusunda iyileştirmelerine olanak sağlar.

- Iso 14064 Sera Gazları

Iso 14064 Uluslararası Standartlar Teşkilatı tarafından 2007 yılında yayınlanmış 3 aşamalı bir standarttır.

- ISO 14064-1 Sera Gazları – Bölüm 1: Sera Gazı Emisyonlarının ve Uzaklaştırmalarının Kuruluş Seviyesinde Hesaplanmasına Ve Rapor Edilmesine Dair Kılavuz Ve Özellikler

Standartın bu ilk aşamasında kuruluşların sera gazı yönetimini iyileştirmek amacıyla sera gazı emisyon sınırlarının belirlenmesi, uzaklaştırılmalarının hesaplanması ve kuruluşun özel tedbirlerinin veya faaliyetlerinin tanımlanması için gerekleri belirtmek için yayınlanmıştır [18].

- ISO 14064-2 Sera Gazları - Bölüm 2: Sera Gazı Emisyon Azaltmalarının veya Uzaklaştırma İyileştirmelerinin Proje Seviyesinde Hesaplanmasına, İzlenmesine ve Rapor Edilmesine Dair Kılavuz ve Özellikler

Sera gazının uzaklaştırma ve iyileştirme amacı ile uygulanacak projenin temel senaryolarını belirlemek ve bu temel senaryolara göre performansı değerlendirmek ve rapor etmek için ilkeleri ve şartları içermektedir [25].

- ISO 14064-3 Sera Gazları – Bölüm 3: Sera Gazı Beyanlarının Doğrulanmasına ve Onaylanmasına Dair Kılavuz ve Özellikler

Sera gazına ilişkin geçerli kılma veya doğrulama sürecini tarif eder, planlama, değerlendirme işlemleri ve kuruluşun veya projenin sera gazı beyanlarının değerlendirmesi konusunda kılavuzluk eder [26].

BÖLÜM 2. ISO 14064 STANDARDINA GÖRE SERA GAZI ENVANTERİNİN OLUŞTURULMASI

2.1. Envanterin Hazırlanması

Iso 14064 standardının en önemli tasarım aşamalarından biri de envanterin kapsam ve sınırlarının iyi belirlenmesidir. Bu sebeple sera gazı hesaplaması yapılacak olan prosesin detaylarının bilinmesi gereklidir. Bu çalışmada pompa imalatçısı bir kuruluşun sera gazı hesaplaması yapılacağından dolayı pompa imalat süreçleri kısaca tanıtılacaktır.

2.1.1. Pompa imalat süreçleri

- Satış ve Pazarlama Süreci

Bayi ve müşterileri tarafından gelen talepler Fabrika Satış ve Pazarlama Bölümü'ne bağlı satış mühendisleri tarafından ön değerlendirme yapılarak onaylanır. Onaylanan siparişler, günlük imalat sürecine girebilmesi için üretim programına alınır ve her bir ürün için iş emri oluşturulur.

- Satın Alma Süreci:

Onaylanan ve iş emri oluşturulan ürünlere ait genel malzeme ve parça stokları üretim müdürlüğü tarafından kontrol edilir ve görülen eksiklikler satın alma sürecine dahil edilir.

Tedarik edilen pompa elemanları ve ham mamüller şu şekildedir:

- Pompa tahrik elemanları: Elektrik ve dizel motorlar,

- Pompa parçaları: pompa salyangoz gövdeleri, salmastra kutuları, pompa çarkları, yataklama ünitesi, pompa tahrik mili, kaplinler, pompa şasileri ve bağlantı elemanları.

Pompa bileşenleri çoğunlukla döküm malzemeden yapıldığı için bu malzemeler tedarikçi firmalarda dökürülerek tedarik edilir. Pompa mili ve şasi demirleri ilgili malzeme tedarikçilerinden sağlanır. Bu yarı mamüller satış oranlarına göre stoklanır.

- Üretim Süreci:

Tedarik edilen yarı mamüller giriş kontrollerinin ardından acil ihtiyaç yok ise depoya alınır. Üretimin acil ihtiyacı var ise derhal iş emri oluşturularak imalata alınırlar.

- Talaşlı İmalat: Döküm Pompa parçalarına ilk şekil döküm yöntemiyle verildiğinden talaşlı imal edilecek bölgeler en aza indirilerek metal atığının en aza indirilmesi sağlanır. Böylece imalat enerji tasarrufu sağlanır. Talaşlı imalatta parçalar (yarı mamüller), tornalama, frezeleme, delik delme ve dış açma, balans dengeleme, mil işleme, kama kanalı açma, taşlama ve kumlama faaliyetleri uygulanır.
- Tornalama: İş parçasının talaş kaldırılarak silindirik olarak şekillendirildiği imalat yöntemidir. Tesiste universal ve CNC kontrollü yatay ve dik tornalar mevcuttur. Salyangoz gövdeler, rulman yatakları, pompa çarkları, pompa milleri ve bazı parçalar tornalama yöntemleri ile işlenmektedir.
- Frezeleme: Bu yöntem bir talaş kaldırma yöntemi olup, iş parçalarının xyz koordinatlarında düzlem yüzeylerinde işlenmesini sağlar. Aynı zamanda delik delme, kılavuz çekme işlemleri de yapılabilmektedir. Tesiste mevcut olan freze tezgâhları universal ve CNC kontrollüdür.
- Delik Delme ve Kılavuz Açma: Sütunlu matkap tezgâhlarında delikler açılır, kılavuz tezgâhlarında da pompa saplama deliklerine dış çekilmesi sağlanır. Tesiste universal tekli ve çoklu matkap tezgâhları ayrıca radyal matkap tezgâhları, sütunlu ve hidrolik akrobat kılavuz tezgâhları mevcuttur.

- Balans Dengeleme: Döküm olan Pompanın hareketli elemanlarının, pompa çalışması sırasında atalet oluşturması için balans dengesine bakılır. Gerekli fazlalıklar freze tezgâhında boşaltılarak dengeli hale getirilmesi sağlanır. Pompa çarkları ve dalgiç pompa rotorları bu faaliyet içerisinde dirler.
- Mil Ve Çark Kama Kanallarının Açılması: Broş tezgâhında deliklere kama kanalı talaş kaldırılarak açılır. CNC freze tezgâhında da mil üzerine kama kanalı açılır.
- Taşlama: Pompa millerinin hassas ölçülere getirilmesi faaliyettir.
- Kumlama: Kumlama döküm yüzeylerindeki çapaklarından arındırılması işlemidir.
- Montaj: Yukarıdaki aşamalardan geçerek pompa için uygun ölçülere getirilen bileşenler çeşitli bağlantı elemanları ve kaynak işlemlerinden geçerek birbirlerine bağlantıları sağlanır ve bütün halini alır. Her bir pompa için farklı ölçü ve teknik çizimler bu işlemden yol göstericidir. Monoblok (motor ve pompanın tek bir mil üzerinde yer aldığı) pompalar bu aşamadan sonra teste giderken motora bir kaplin vasıtasıyla bağlı olan pompalar akuplaj işlemi takip eder.
- Akuplaj: Montaj aşamasında bütün halini alan pompa ve pompayı tahrik eden elektrik motorunun bir şase üzerinde sabitlendiği ve kaplin vasıtasıyla millerinden birleştirilme işlemlerinin yapıldığı bölümdür. Her bir pompa ve akuplaj edilecek motora ait boyutlarda özel olarak konstrüksiyon demiri kullanılarak kaynaklı birleştirme ile pompa şasesi meydana getirilir. Meydana gelen bu şasesinin üzerine pompa ve motor sabitlenerek kaplin vasıtası ile her iki ekipmanında millerinde gerekli ayarlar yapılarak bütünlük sağlanır. Artık gerekli güç ihtiyacını elektrik motorundan alabilecek ve sabit bir zeminde duran motor gerekli testlerin yapılması için test bölümüne iletilir.
- Pompa Test Süreci:

Test bölümüne gelen kaplinli pompalar ve monoblok pompalar öncelikle sızdırmazlık testine tabii tutulurlar. Burada amaç pompanın gövdesinden ve bağlantı yerlerinden sıvı kaçırmayı kaçırmadığını gözlemlenmektir. Aynı zamanda pompalara ilgili

standartların belirtmiş olduğu basınçlar uygulanarak dayanımları kontrol edilir. Bu testten sorunsuz olarak ayrılan pompa performans testine tabii tutulur. İlgili pompanın etiketinde sipariş aşamasında belirtilmiş olan debi (m³/h- vs...) ve basma yükseklikleri (mSS -bar –kpa- vs...) değerleri kontrol edilir aynı zamanda pompanın verimi de bu aşamada pompa çalıştırılarak kontrol edilir. Bu bölümde de gerekli uygunluğu sağlayamayan pompa, sorunun teşhisi ve giderimi amacıyla montaj bölümüne yeniden yollanarak rapor edilir. Montaj faaliyeti başından başlatılır. Ancak testte uygunluğu onaylanan ürün boyanmak üzere boyahane bölümüne sevk edilir.

– Boyaya Hazırlık ve Boyama Süreci:

Test aşamasında sızdırmazlık ve performans aşamasından geçen ürün, boyanmak üzere boyahaneye alınır. Öncelikle ürünün boyanmaması gereken bölümleri kaplanır daha sonrasında yüzeyi temizlenerek pürüzlülük giderilmeye çalışılır. Gerekli işlemler yapılan ürün, boya kabinlerinde yüksek basınçlı pistoleler yardımıyla boyanırlar. Burada kullanılan boya hava kurutmalı yaş boya olan RAPID boyadır. Boya emisyonlarının tutumu mevcut su perdeleriyle gerçekleştirilir. Başarılı şekilde boyanan ürün kuruması için bekletilir. Boyası kurumuş olan ürün sevkiyat için hazırlanır.

– Sevk Süreci:

Boyanan ürüne ait etikette ürünün; seri numarası, modeli, üretim yılı, motor gücü, motor devri, motor koruma sınıfı, max sıcaklık değeri, debi, basma yüksekliği ve çark çapı bilgileri işlenir. Bu etiket pompada rulman yatağının üzerinde bulunan etiket bölümüne vidalanır. Ürünün son göz kontrolleri ve yapılı ve ambalajlanır. Bu süreçten sonra ürün müşteri için hazır olup sevkiyat işlemi müşteri tarafından gerçekleştirilir.

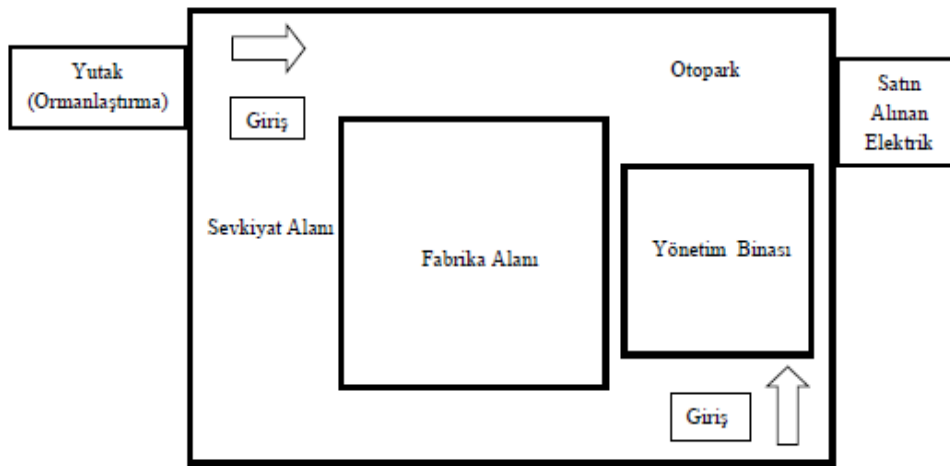
2.1.2. Envanterin tasarımı ve geliştirilmesi

Iso 14064-1 Standardına göre sera gazı envanterinin oluşturulmasında

- Kuruluş sınırlarının,
- Faaliyet sınırlarının belirlenmesi gerekmektedir.

2.1.3. Kuruluş sınırlarının belirlenmesi

Kuruluş sınırları; yönetim binası ve fabrika alanı toplamı 25000m² kapalı alan 60 beyaz yakalı 200 mavi yakalı toplamda 260 personel, 2011 yılında ormanlaştırılma amaçlı dikilmiş 714 ağaç olarak belirlenmiştir. Kuruluşun başka bir yerde üretim alanı bulunmamakta olup, hammadde üretici firmalardan tedarik edilmektedir.

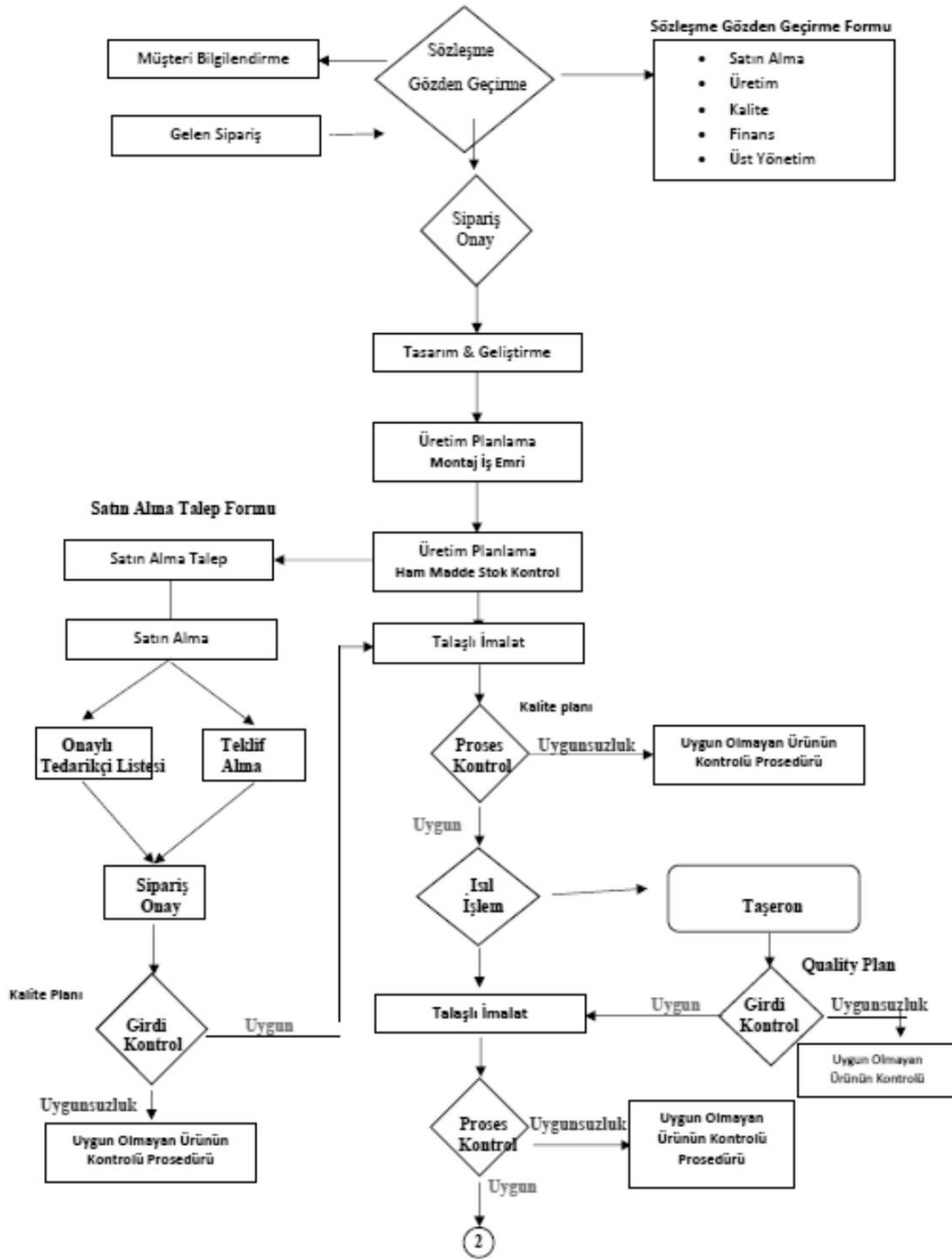


Şekil 2.1. Kuruluşun Sınırları

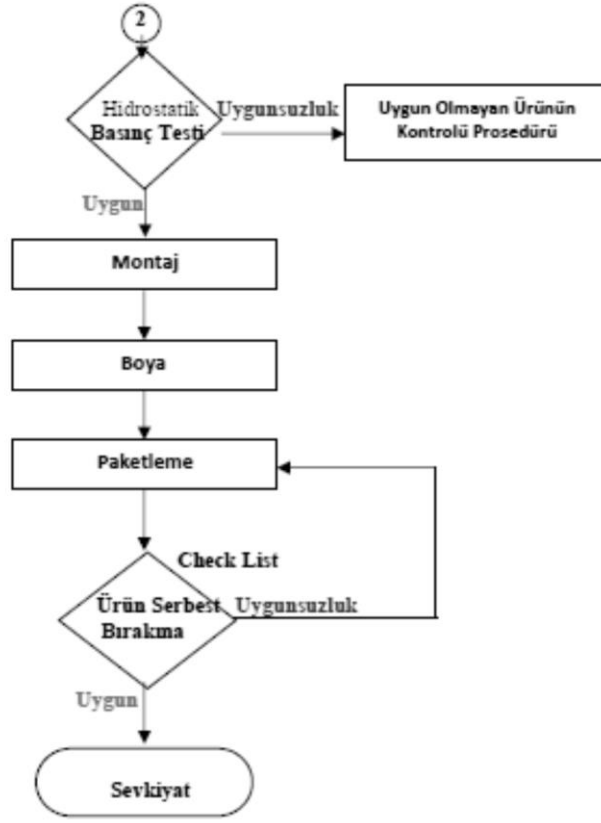
2.1.4. Faaliyet sınırlarının belirlenmesi

Faaliyet sınırlarının belirlenmesi amacı ile üretim prosesine ait akış şeması şekil 2.2. ve şekil 2.3. 'de şematize edilerek gösterilmiştir. Bu akışa göre ISO 14064-1 kapsamında faaliyet sınırlarının belirlenmesi için iş akış şeması incelenmelidir. İş akış şemasına göre üretim süreci siparişin alınması işlemi ile başlamaktadır. Daha sonra üretim planlama ve satın alma süreçleri işler. En önemli hammadde olan dökümün tedariki döküm firmalarından satın alma yapılarak tedarik edildiğinden faaliyet sınırları dışında yer almaktadır. Üretim süreci sonrasında sevkiyata hazır olan ürün

müşteri tarafından fabrika alanından teslim alındığından ürün sevkiyat girdisinde faaliyet alanları dışında yer almaktadır.



Şekil 2.2. İş Akış Şeması



Şekil 2.3. İş Akış Şeması

– Sera Gazı Emisyon Kaynaklarının Belirlenmesi

Sera gazı emisyon hesaplamalarının ISO 14064-1'e göre kaynaklarının aşağıdaki 3 gruba göre belirlenmesi gerekmektedir.

– Doğrudan Sera Gazı Emisyon Kaynakları (Kapsam 1)

Tesisin sınırları içinde yer alan doğrudan emisyon kaynakları belirlenerek sera gazı miktarları hesaplanmalıdır. Örneğin; ısınma kaynaklı doğalgaz bu kapsamda değerlendirilir.

İncelemiş olduğumuz tesis için bu kapsamda ısınma kaynaklı doğalgaz yer almaktadır.

– Enerji Dolaylı Sera Gazı Emisyon Kaynakları (Kapsam 2)

Bu kapsamda tesisin dışarıdan satın aldığı elektrik, ısı ve buhar enerjisi kaynaklı sera gazı emisyonları yer almaktadır.

İncelemiş olduğumuz tesis için bu kapsamda elektrik üretimi kaynaklı sera gazı emisyonları yer almaktadır.

– Diğer Dolaylı Sera Gazı Emisyon Kaynakları (Kapsam 3)

Bu kapsamda tesisin dışarıdan satın aldığı elektrik, ısı ve buhar enerjisi üretimi kaynaklı emisyonların dışında tesis üretim faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan emisyon kaynakları yer almaktadır. Ancak bu kapsamda hesaplanacak olan sera gazı emisyon kaynakları daha çok gönüllülük esasına dayanmakta olup, birçok sera gazı emisyon kaynağı kapsam dışında değerlendirilebilir.

Örneğin; kiralık araçlar, başka bir kuruluş tarafından bertarafı gerçekleştirilen atıklar, başka bir kuruluş tarafından sevkiyatı gerçekleştirilen atıklar, çalışanların işe geliş-gidiş sırasında ortaya çıkan emisyonlar, hammadde ya da birincil malzemelerin başka bir kuruluş tarafından üretimi sırasında ortaya çıkan emisyon kaynakları, taşeron üreticilerin üretiminden çıkan emisyon kaynakları, iş seyahatleri kaynaklı emisyonlar bu kapsamda değerlendirilir.

İncelemiş olduğumuz tesis için bu kapsamda değerlendirilecek emisyon kaynakları; kiralık araçlar, çalışan araçları ve çalışan servisleri, sevkiyat sırasında kullanılan araçlar, bertarafı yapılan atıklar, üretilen atıksu kaynakları olarak değerlendirilecektir. Tedarikçi kaynaklı emisyon kaynakları ve sözleşme kapsamlı diğer işler kapsam dışında bırakılmıştır.

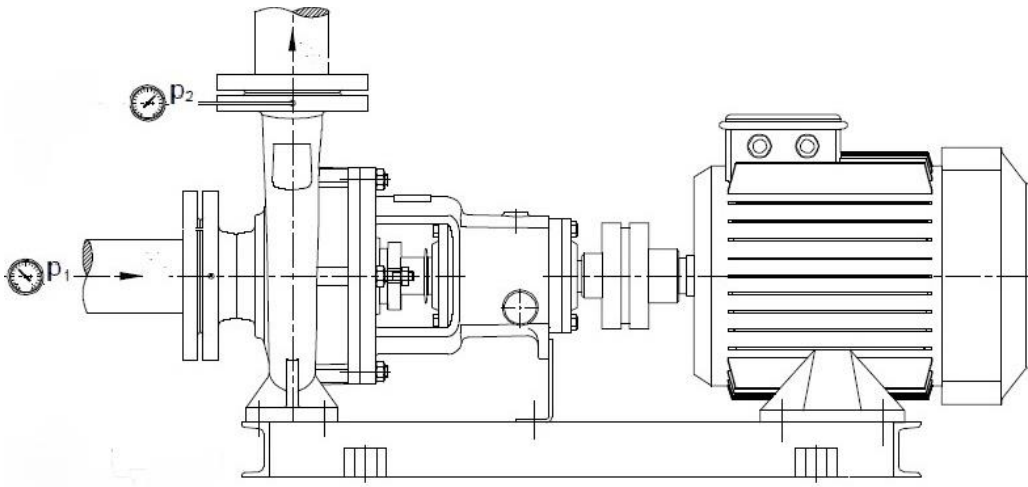
BÖLÜM 3. POMPA SEKTÖRÜ HAKKINDA

İnsanlık yaşamın devamlılığı için sürekli suya yakın bölgelerde yerleşim alanları kurmuş ve suyu taşıma ihtiyacı hissetmiştir. Çünkü ilk çağlarda su, güç demektir. Topraklar sulanarak besin elde edilmesi, kalelerin içlerinde ve yerleşim alanlarında yaşamsal ihtiyaçlar için su depolanması gibi işlevler için suyun taşınması ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu ihtiyaçtan doğarak ilk olarak M.Ö. 287-212 yılları arasında ünlü fizikçi ARŞİMET tarafından en ilkel pompa türü olan Arşimet vidası bulunmuştur. Silindir bir borunun içine sıkıştırılmış sonsuz dişli dönerken su yukarı çıkarılarak suyun taşınması işlemi gerçekleştirilmektedir [27]. Bu çalışma prensibi günümüzün pompalarına benzerlik göstermektedir. Daha sonraları bu alanda gelişmeler gösterilmiş olup İran'da ve Roma'da değirmenler, Mısır'da kaldıraçlar kullanılmakta olup. El Cezeri'nin krank milini bulması ile makinalaşmaya başlanmıştır. 1851 yılında John Gwynne'in santrifüj pompaların patentini alması ile günümüzdeki halini almıştır. Günümüzde pompalar bina sektöründe, endüstride, şehirlerin şebeke sistemlerinde, atıksuların uzaklaştırılması gibi birçok hayati konumda görev yapmaktadırlar. Rotodinamik ve pozitif deplasmanlı pompalar olmak üzere 2 çeşit olarak ayrılırlar. Pompa kullanımında amaç akışkanı basınçlandırarak transferini sağlamaktır. Rotodinamik pompalar akışkanı basınçlandırmayı içindeki çarkın dinamik hareketi vasıtası ile sağlamaktadır.

Pompa tiplerinden en çok kullanılanlardan biri olan santrifüj pompalar rotodinamik pompa grubunda yer almaktadır. Santrifüj pompalar elektrik enerjisinin motor vasıtası ile mili döndürmesi sonucu oluşan mekanik enerjiyi hidrolik enerjiye dönüştürmektedirler. Pompa milleri genellikle elektrik motorları ile tahrik edilmektedir [11].

Santrifüj pompalarda çeşitlere ayrılmakta olup başlıca çeşitleri aşağıdaki gibidir.

- Yatay milli tek kademeli uçtan emişli pompalar,
- Yatay/Dikey milli tek kademeli uçtan emişli monoblok pompalar,
- Yatay/ Dikey milli çift emişli ayrılabilir gövdeli pompalar,
- Yatay / Dikey milli çok kademeli pompalar,
- Dikey milli in-line pompalar,
- Dikey milli kolonlu pompalar,
- Dalgıç pompalar,
- Sirkülatörler.



Şekil 3.1. Yatay Milli Tek Kademeli Pompa Örneği

3.1. Türkiye’de Pompa Sektörü

Pompa sektörü Türk imalat sanayinde önemli yer tutmaktadır. Pomsad’a kayıtlı pompa üreticisi sayısı 2019 yılına göre 27’dir. Gtip koduna göre 11 ana tip pompa için Pomsad verilerine göre Türkiye’nin Tablo 3.1.’e göre 2018 toplam pompa ihracat tutarı 542.931.791 Amerikan Dolarıdır. 73.541.055 Amerikan Doları tutarı ile santrifüj pompalar 2. sırada yer almaktadır. (Aksam-Parça satışları dikkate alınmamıştır.)

Tablo 3.1. 2018 TÜİK Verilerine Göre Pompa İhracat Tutarları [29].

Pompa Tipi	İhracat Tutarı (USD)
Servis /Garaj Yağ/Yakıt Pompaları	12.916.086
Ölçü Tertibatlı Diğer Sıvı Pompaları	2.772.842
El Pompaları	3.629.111
Pistonlu Motorlar Yakıt/Yağ/Soğutma Pompaları	38.706.523
Beton Pompaları	24.994.903
Doğrusal Deplasmanlı Pompalar	97.750.489
Döner Deplasmanlı Pompalar	47.931.200
Santrifüjlü Pompalar	73.541.055
Diğer Pompalar	57.215.125
Sıvı Elevatörler	1.406.113
Pompaların Aksam-Parçaları	181.334.675
Sıvı Elevatörlerine Ait Aksam-Parçaları	733.669

Tablo 3.2.'ye göre Türkiye'nin pompa ithalat toplamı ise 907.003.654 Amerikan Doları tutarındadır.

Tablo 3.2. 2018 TÜİK Verilerine Göre Pompa İthalat Tutarları [29].

Pompa Tipi	İthalat Tutarı (USD)
Servis /Garaj Yağ/Yakıt Pompaları	5.370.009
Ölçü Tertibatlı Diğer Sıvı Pompaları	3.175.671
El Pompaları	15.563.745
Pistonlu Motorlar Yakıt/Yağ/Soğutma Pompaları	250.527.457
Beton Pompaları	19.606.866
Doğrusal Deplasmanlı Pompalar	95.284.405
Döner Deplasmanlı Pompalar	97.738.636
Santrifüjlü Pompalar	254.177.853
Diğer Pompalar	46.949.677
Sıvı Elevatörler	272.598
Pompaların Aksam-Parçaları	117.587.408
Sıvı Elevatörlerine Ait Aksam-Parçaları	549.329

2018 yılında 24'ü Avrupa ülkesi olmak üzere 146 ülkeye ihracat gerçekleştirilmiştir. Bu ihracatlarda Avrupa Birliği üye ülkelerinin toplam oranı % 52'dir. Avrupa Birliği üye ülkelerinden yapılan ithalat oranı ise % 51'dir [29].

Bu açıdan bakıldığında pompa ihracat ve ithalatında Avrupa Birliği üye ülkeleri ile ilişkilerin yoğun olduğu gözükmektedir. Bu sebeple Avrupa pompa imalatı konusunda geliştirilen pompa imalatı standartları ve bu standartlarda yapılan değişikliklere uyum önem kazanmaktadır.

3.2. Pompaların Enerji Tüketimleri

2011 yılında uluslararası enerji ajansı tarafından Türkiye'nin de içinde bulunduğu 29 ülkede yapılan araştırma sonuçlarına göre elektrik motorları sanayide kullanılan elektrik enerjisinin Tablo 3.3.'e göre endüstri de % 69'unu, konutta %13'ünü, ticari'de,%20 'sini, ulaşıma ve tarımda % 3'ünü tüketmektedir.

Tablo 3.3. Elektrik Motorlarının Sektörlere Göre Elektrik Tüketim Miktarları ve Oranları [30].

Sektör	Elektrik Tüketimi	Toplamda Globalde Tüketilen Elektrik Enerjisi %'si	Sektör İçerisinde Elektrik Motorlarının Elektrik Tüketim %'si
Endüstri	4488 TWh/yıl	% 64	% 69
Ticari	1412 TWh/yıl	% 20	% 38
Konut	948 TWh/yıl	% 13	% 22
Ulaştırma ve Tarım	260 TWh/yıl	% 3	% 39

Elektrik motorlarının tükettikleri enerjinin kullanıldıkları ekipmana göre dağılımı ise Tablo 3.4.'e göre olmaktadır:

Tablo 3.4. Elektrik Motorlarının Tahrik Ettikleri Ekipmana Göre Elektrik Enerjisi Kullanım Oranları [31].

Ekipman	Elektrik Tüketimi %'si
Pompalar	% 19
Vantilatörler	% 19
Kompresörleri	% 32
Diğerleri	% 30

Bu durumda global olarak endüstri, ticari, konut, ulaştırma ve tarım alanlarında tüketilen elektrik enerjisine baktığımızda elektrik motorlarının toplam elektrik enerjisi tüketimi uluslararası enerji ajansının yapmış olduğu çalışmalardan oluşan Tablo 3.3.

verilerinden yapılan hesaplama göre % 55 olmaktadır. Bu verilerden yola çıkarak global olarak sadece pompaların tükettiği elektrik enerjisi uluslararası enerji ajansı verilerine göre elektrik motorlarında tüketilen elektriğin % 19'u ise bu sonuçlara göre yapılan hesaplar sonucunda globalde tüketilen elektrik enerjisinin %10,4'ü sadece pompaların tükettiği elektrik enerjisi olmaktadır. Bu çok çarpıcı bir tüketim olmakla birlikte uluslararası enerji ajansının 2011 verilerine göre elektrik motorlarının tükettikleri elektrik kaynaklı karbon emisyonlarının 6040 Mt olduğu bilindiğine göre bu oranın % 19'u bulunan sonuca göre 1147,6MtCO_{2e} pompa kullanımı kaynaklı emisyon olmaktadır. Bu durumu araştırmalar sonucu fark eden otoriteler pompalarda enerji verimliliği amacı ile elektrik enerjisi tasarrufu çalışmalarını başlatmışlardır [31].

Yukarıdaki verilere dayanarak Türkiye'deki durumu değerlendirecek olursak Türkiye'nin 2018 yılında tüketilen elektrik miktarının da %10,4' ünün sadece pompalar tarafından tüketildiği kabul edilebilir. Buradan da 2017 yılında Türkiye'de TÜİK verilerine göre tüketilen toplam elektrik miktarının 249,023 GWh olduğu verisi ile Türkiye'de pompaların tükettiği elektrik enerjisinin hesaplamalar sonucu 34,86 GWh olduğu söylenebilir. Türkiye'de elektrik enerjisi kullanımını sektörlere göre incelediğimizde aşağıdaki Tablo 3.5.'e göre pompaların tükettiği % 10,4'lük elektriğin meskende tüketilen % 21,8'lik toplam elektriğin yarısı olduğu söylenebilir.

Tablo 3.5. Türkiye'de Net Elektrik Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı [32].

Yıl	Toplam (GWh)	Mesken	Ticaret	Resmi daire	Sanayi	Aydınlatma	Diğer
2017	249.023	% 21,8	%19,8	%4,1	%46,8	% 1,8	%5,7

Türkiye'de üretilen elektriğin enerji kaynaklarını dikkate aldığımızda ise Türkiye'de pompaların tükettiği %10,4'lük elektrik enerjisinin Tablo 3.6.'ya göre yenilenebilir kaynaklarda üretilen %12,73'lük elektriğin hemen hemen tamamının karşılığı olduğu ifade edilebilir..

Tablo 3.6. Türkiye’de Enerji Kaynaklarına Göre Elektrik Enerjisi Üretimi ve Payları [33].

Yıl	Toplam (GWh)	Kömür	Sıvı yakıtlar	Doğal gaz	Hidrolik (Yenilenebilir)	Yenilenebilir Enerji ve Atıklar
2017	304.801,9	%37,16	%0,11	%30,34	%19,66	%12,73

3.3. Pompa Verimliliği Üzerine Çalışma Yapan Kuruluşlar

3.3.1. Europump

1960 yılında kurulan Avrupa pompa üreticileri birliğidir. 14 Avrupa ülkesi üretici birliği ile aralarında Türkiye, Rusya ve İsviçre pompa üretici birliklerinin de yer aldığı 17 üye ülke üretici birliklerinden oluşmaktadır ve 10 milyar Eurodan daha fazla kolektif üretimi olan 450 imalatçı firmayı ve 100.000 çalışanı temsil etmektedir. Tüm dünya pompa ihracatının yarısına ve pompa üretim patentlerinin % 40’ına sahiptir. Bünyesinde mekanik, elektrik, elektronik ve metal işleme endüstricilerini barındıran Avrupa Mühendislik Endüstrileri Konfederasyonu (ORGALIME) ortak üyesidir. Orgalim, sektörün bakış açısını pozisyon belgeleriyle ifade eder. Europump’ın amacı endüstrinin önemi konusunda farkındalık yaratmak, üretici firmaların diyaloglarını güçlendirmek, Avrupa pompa üreticileri için neyin önemli olduğunu oluşturmak ve tanımlamak, AB ve Uluslararası düzeydeki standartlar ve yönetmeliklerde iyi bir düzeyde tüm üreticileri temsil etmeye çalışmayı amaçlamaktadır [34].

3.3.2. Pomsad

Türk pompa ve vana sanayicileri birliğidir. 1970 yılında pompa üretiminin ülkemizde başlaması ile birlikte ihraat ve gelişmenin gerekliliği ortaya çıkmış ve üreticilerin birlikteliğini gerekli kılmıştır. 1996 yılından ‘2. Pompa Kongresi’ sonrasında bir araya gelen çeşitli kuruluşların ortak iradeleri ile bir dernek çatısı altında güç birliği yapılması için somut adımlar atılmıştır. Günümüzde 12 kurucu üye olmakla birlikte bünyesinde 44 üye üretici firma bulunmaktadır.

Amacı; Türkiye’de pompa sanayini temsil kabiliyetine sahip bir yapılanma altında sektöre emek verenleri bir araya getirmek, bilgi ve fikir alışverişi yapacakları ortamlar hazırlamak, eğitim ve kaliteyi artırıcı faaliyetler yürütmek, müşterek projeler için imkân yaratmak, müşterek problemleri çeşitli platformlarda dile getirmek ve çözümü için çaba sarf etmek, sektörün tanıtılması, rekabet kabiliyetinin artırılması ve uluslararası organizasyonlarda söz sahibi olunması için gerekli girişimlerde bulunmak olarak belirlenmiştir.

Europump (Avrupa Pompa Üreticileri Birliği) ve CEİR (Avrupa Musluk ve Vana Endüstrisi Birliği) üyesidir. Europump içinde oluşturulacak olan standardizasyonlarda Türk pompa üreticileri adına görüş sunmaktadır. Şu ana kadar sektör adına 9 adet kongre ve fuar düzenlemiş ve teknik bildiri, bülten ve yayın gerçekleştirilmiştir. [35]

3.4. Enerji Verimliliği Çalışmaları

Pompanın çalışabilmesi ve enerjiyi kullanabilmesi için milin hareket tahriği motorlar tarafından sağlanmaktadır. Motorlar iki çeşit olup, dizel yakıtlı ve elektrikli olarak ayrılmaktadırlar. Genellikle pompa tahriğinde elektrik motorları kullanılmaktadır. Bu sebeple Avrupa Birliği tarafından çevre kirliliğinin önlenmesi ve kaynak tüketiminin azaltılması amacı ile çeşitli regülasyonlar yayınlanarak enerji verimliliği elde edilmesi üzerine pompalar ve elektrik motorları için çalışmalar yapılmaktadır. Bunlarda biri de 2009 yılında Avrupa Parlamentosu tarafından yayınlanan AB konseyi tarafından onaylanan “2009/125 / EC” sayılı Ecodesign - ErP Direktifidir. [36] Adından da anlaşılacağı gibi bu direktif ile çevre üzerinde olumsuz etkisi olan ürünlerin yaşam döngüsü (life-cycle) baştan sona adım adım incelendiğinde, ürünün hammadde halinden üretime, paketlenme, taşıma, kullanım sonrası imha etme ve geri dönüşüm basamakları dâhil ortaya çıkan çevresel olumsuz etkinin % 80’i, ilgili ürünün tasarım aşamasında belirlenmektedir. Bu sebeple ürünün tasarım aşamasında ürüne olumlu yöndeki müdahale ile çevreye olan olumsuz etkinin azalmasına büyük oranda katkı sağlanması amaçlanmaktadır [37]. Direktifte ürün tasarımında uyulması planlanan iki ana durum bulunmaktadır. Bunlar;

- Ürün verimliliğini arttırmak
- Ürün kullanımını kaynaklı çevreye verilen olumsuz etkileri azaltmaktır.

Bu direktif kapsamında pompa ve elektrik motoru tasarımı içinde regülasyonlar yayımlanarak çevreye karşı olumsuz olan bu etkinin % 20 oranında azaltılması amaçlanmaktadır. Regülasyonları oluştururken pompalar ve elektrik motorları için Avrupa Birliği teknik olarak EUROPUMP (Avrupa Pompa Üreticileri Birliği) ve CEMEP (Avrupa Elektrik Makinaları Ve Güç Elektroniği İmalatçıları Komitesi) ve IEC (Uluslararası Elektroteknik komitesi) görüşlerini dikkate almaktadır.

3.4.1. Elektrik motorları için enerji verimliliği çalışmaları

Elektrik motorları verimlilik ölçümleri Avrupa Birliği tarafından IEC'nin IEC 60034-2:1996 standartına göre yapılmaktaydı ancak burada motor içindeki yüke bağlı kontrolsüz kayıplar kabul yöntemi ile değerlendirilmekteydi.

IEC 60034-2-1:2007 standardında ise her bir motorun yüke bağlı kayıpları ölçümlenmiş ve gerçek değerleri kabul görmüştür. Bunun sonucunda aynı motorda yapılan yeni yöntemle dayalı ölçümlerde gerçek verimin bir önceki hesaplama yöntemine göre daha düşük olduğu ortaya çıkmış, yeni ölçümlere dayalı verimler IE (International Efficiency) normlarını oluşturmuş ve motorları verimlilik sınıflarına göre ayırmıştır.

- IE1 (Standart verim)
- IE2 (Yüksek verim)
- IE3 (Premium/Süper yüksek verim)

Kasım 2008 yılında ise Avrupa Birliği tüm dünya ülkelerinde tek bir standarda gidilmesi amacı ile IEC 60034-30:2008' i kabul etmiştir. Bu kabul ile Avrupa Birliği yayınladığı EC 640/2009 regülasyonu ile Temmuz 2009'da IEC'nin 60034-30 standardını temel alarak IE Standartlarını yayınlamış ve 16.16.2011 tarihinden itibaren uygulanması zorunlu kılınmıştır. Bu standart ile 0,75Kw - 375Kw güç aralığında 2,4

ve 6 kutuplu indüksiyon motorlarında 1000V'a kadar IE verimlilik sınıfları uygulanmaya başlanmış olup IE1 verimlilik sınıfına ait motorların kullanımı ve üretimi yasaklanmıştır. Minimum IE2 verimlilik sınıfında motorların kullanımı zorunlu kılınmıştır. 2015 yılından itibaren 7,5Kw ile 375Kw motorlar arasında minimum IE3 verimlilik sınıfı motor kullanımı ya da IE2 verimlilik sınıfı motor ile birlikte frekans kontrol panosu kullanımı zorunlu kılınmıştır. Bu regülasyonlar ülkemizde 2012 yılında yayınlanan 'Elektrik Motorları ile İlgili Çevreye Duyarlı Tasarım Gereklere Dair Tebliğ' kapsamında denetlenmektedir. 2015 yılında bu tebliğde değişiklik yapılarak Avrupa standartları yakalanmaya çalışılmıştır. [38,39]

3.4.2. Pompa için enerji verimliliği çalışmaları (Eko tasarım)

Günümüzde ortaya çıkan kaynakların etkin ve verimli kullanımı için 2009 yılında Avrupa Parlamentosu tarafından yayınlanan AB konseyi tarafından onaylanan "2009/125 / EC" sayılı Ecodesign - ErP Direktifi kapsamında pompalarında tasarım aşamasında ve kullanımı süresince verimi arttırmak ve çevreye verdiği olumsuz etkiyi azaltmak amacıyla Europomp destekli regülasyonlar yayınlanarak ürün iyileştirmeleri ve kullanım süresince kaynak tüketiminde azaltmaya gidecek eko tasarım pompaların kullanılması amaçlanmıştır. Bu sebeple Avrupa Komisyonu tarafından aşağıdaki regülasyonlar yayınlanmıştır.

- Sirkülasyon pompaları (Ürüne entegre ve bağımsız ıslak rotorlu) için EU 622/2012
- Su pompaları için EU 547 /2012
- EU 547/2012 Regülasyonu

Regülasyon kapsamında su pompası; temiz bir suyu mekanik ya da fiziksel olarak harekete geçiren hidrolik kısmını ve aşağıdaki tasarımları kapsamaktadır.

- Uçtan emişli monoblok santrifüj pompalar (ESOB) 1,
- Uçtan emişli kaplin bağlantılı santrifüj pompalar (ESCC) 2,

- Dikey milli monoblok in-line santrifüj pompalar (ESCCi) 3,
- Dikey milli çok kademeli santrifüj pompalar (25 bar) (MS-V) 4,
- Çok kademeli temiz su dalgıç pompaları (MSS) 5.

Bu regülasyonda MEI yani minimum efficiency indeks (minimum verimlilik indeksi) değeri üzerinden pompalar verimlilik sınıflarına göre değerlendirilir. MEI değeri her pompa tipine göre özgül hıza bağlı bir verimlilik indeks katsayısıdır. MEI değeri büyüdükçe pompa verimliliği artış gösterir. 1 Ocak 2013 tarihinden itibaren $MEI \geq 0,1$ değerinden büyük pompalar 1 Ocak 2015 tarihinden itibaren ise $MEI \geq 0,4$ değerinden büyük pompaların kullanımı regülasyon kapsamında zorunlu hale getirilmiştir. Bu yöntemle elektrik motorlarında olduğu gibi verimsiz pompaların satışları yasaklanmış ve üreticilerin yeni tasarımlara geçilmesi zorunlu kılınmıştır. Pompa üreticisi maximum çark çapı için MEI bilgisini pompa etiketinde göstermek zorundadır. 31 Aralık 2015 tarihinde ülkemizde yayınlanan ‘Su Pompaları ile ilgili Çevreye Duyarlı Tasarım Gereklere Dair Tebliğ (Sgm-2015/44)’ ile bu regülasyon ülkemizde yürürlüğe konulmuştur. Ancak Avrupa Komisyonu tarafından pompalarda enerji verimliliği artışı için yapılan çalışmalar devam etmektedir.

- EU 547/2012 EPA (Genişletilmiş Ürün Bakışı) Regülasyon Tasarısı

Pompa sistem verimliliğini arttırmak amacı ile EU 547 /2012 regülasyonu revizyona alınmış ve genişletilmiş kapsam üzerinde çalışmalara başlanmıştır. Bu durumda daha önceki gibi sadece pompa verimliliği değerlendirme dışı kalıp tüm ekipmanların toplam verimliliklerinin değerlendirilmesi anlayışı ortaya çıkmıştır. Bu anlayışa EPA (Extended Product Approach) yani genişletilmiş ürün bakışı denilmektedir. Burada verimlilik sınıflandırılması EEI değeri yani genişletilmiş verimlilik indeksi şeklinde yapılmaktadır. Bu revizyonla regülasyonda kapsam genişleterek su basınçlandırma hidroforları ve dikey milli kademeli pompalar 40 bar çalışma değeri içinde kapsama dahil edilmiştir. Regülasyon daha öncesinde pompanın maximum çark çapı için uygulanırken revizyon ile sabit akışlı ve değişken akışlı olarak iki durum içinde gerçek ölçüm değerleri ile değerlendirilmektedir [40,41,37,42].

Bu regülasyonlarla pompa, kaplin, elektrik motoru ve kontrol panosu ekipmanlarının toplam sistem verimliliklerine bakılarak iç kayıplardan kaynaklı verim düşüşleri değerlendirmeye alınmıştır. Bu regülasyonun yürürlüğe girmesi ile su pompası ünitelerinin enerji tüketimi piyasadan alınan sürekli ve değişken akış uygulamaları için sanayiden sağlanan verilere dayanarak, çalışmanın son revizyon kapsamındaki tüm pompaların yıllık toplam enerji tüketimi 2015 yılında 225 TWh / yıl'dır. Bu miktarın 166 TWh / yıl genişletilmiş bakış açısı öncesi mevcut yönetmelik kapsamındaki pompalardandır. 59 TWh / yıl miktarı ise yönetmelik kapsamına yeni alınan yani genişletilmiş bakış açısı ile uygulanacak yönetmelik kapsamındaki pompalardandır. Bu da enerji tüketiminin çoğunluğunun (%73,8) hâlihazırda düzenleme kapsamındaki pompalardan geldiği anlamına gelir [43].

Herhangi bir yönetmelik revizyonu yapılmadan mevcut düzenlemenin devam ettiği düşünülürse öngörülen toplam yıllık enerji tüketimi 2025'te 253 TWh/yıl, 2030'da 261 TWh/yıl olacaktır. Bu da hesaplamalara göre 2015 yılından 2030 yılına kadar % 9'luk bir artış demektir. 2015 yılında pompaların tükettiği enerji kaynaklı CO₂ miktarı ise 111,6 Mt CO_{2e} olur [43].

EU 547/2012 genişletilmiş regülasyon tasarımında 3 senaryo ortaya konulmuştur. Önceki regülasyonda verimlilik sadece pompa verimliliği (MEI) üzerinden değerlendirilirken genişletilmiş regülasyonda pompa + elektrik motoru + pompa kontrol panosu sistemi üzerinden değerlendirilerek EEI verimlilik tolerans değerlerine göre senaryolar modellenmiştir. Bu senaryolarda seçilen verim tolerans sınır değerlerine göre değişmektedir.

- Eco 1: 2020'ye kadar daha çok toleranslı uygulama
- Eco 2: Eco 1+ daha az toleranslı uygulama
- Eco 3: Daha az toleranslı uygulamanın tanıtılması

Bu senaryolara göre yapılan modelleme çalışmalarında 2030 yılı ile mevcut durumu karşılaştıran sera gazı miktarları Tablo 3.7.'deki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 3.7. 2015 -2030 Yılları Arası Sera Gazı Emisyonlarının Mevcut Durum Ve Senaryolara Göre Miktarları Ve Azaltım Miktarı Tahminleri [44]

Emisyon Kaynağı	Birim	2015	2020	2025	2030
Mevcut Durum	MtCO_{2e}/a	89	91	91	89
ECO1	MtCO _{2e} /a	89	89	81	74
ECO2	MtCO _{2e} /a	89	89	80	73
ECO3	MtCO _{2e} /a	89	89	80	72
Azaltım Miktarı					
ECO1	MtCO _{2e} /a	0.0	2.2	9.8	14.6
ECO2	MtCO _{2e} /a	0.0	2.3	10.5	16.1
ECO3	MtCO _{2e} /a	0.0	2.5	11.0	16.3

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi yeni senaryolar ile ciddi sera gazı azaltımları elde etmek mümkün olmaktadır. Ancak bu modellemede göze çarpan başka bir durum ise değişiklik yapılmaması halinde 2015 - 2030 yılları arasında sera gazı miktarının 90 MtCO_{2e} değerinde sabit kalmasıdır bunun sebebi zamanla elektrik üretiminde kaynaklı küresel ısınma potansiyel değerinin elektrik kullanımında gerçekleştirilen verimlilik çalışmaları sebebi ile kullanılan elektrik miktarının sabitlenmesi ya da azalması, kayıp kaçakların kontrolü ve temiz enerji kaynaklarına geçilerek değerinin düşecek olmasıdır.

Yıllara göre küresel ısınma potansiyelinin Tablo 3.8.'deki şekilde olması beklenmektedir.

Tablo 3.8. Yıllara Göre Elektrik Üretimine Küresel Isınma Potansiyeli (kg CO_{2e}/ kWh[44].

1990	2000	2010	2015	2020	2025	2030
0.500	0.430	0.410	0.395	0.380	0.360	0.340

Aynı şekilde yine yapılan modelleme çalışmalarına göre 2015-2030 yıllarında regülasyonda değişiklik yapılırsa elektrik tüketiminde elde edilecek verim miktarları da hesaplanmış olup aşağıdaki Tablo 3.9. da yer almaktadır.

Tablo 3.9. 2015-2030 Yılları Arası Senaryolara göre Elektrik Enerjisi Azaltım Miktarları (TWh/a)

Yıllar	2020			2025			2030		
Senaryolar	ECO1	ECO2	ECO3	ECO1	ECO2	ECO3	ECO1	ECO2	ECO3
Toplam (TWh/a)	5.84	5.94	6.47	27.32	29.27	30.59	42.81	47.27	48.05

3.4.3. Eu 547/2012 regülasyonu öncesi durum ve verimlilik oranları

Eu 547/2012 regülasyonu lot 11’de elektrik motorları, sirkülatörler, fanlar ve su pompaları verimlilikleri ile ilgili çalışmalar yer almaktadır. Su pompaları ile ilgili regülasyon 01.01.2013 tarihinde kabul edilmiştir [45]. Bu regülasyona göre yapılan çalışmada Avrupa Birliği’nde 17 milyon pompa olduğu tahmin edilmiş olup yıllara göre pompaların eko tasarım tasarımına uygun pompalar ile değiştirildiğinde gerçekleşecek tasarruf hesaplanmıştır. Bu çalışmaya göre uzun vadede ortalama olarak pompa enerji kullanımında %5’lik bir azalma meydana gelecek ve 2020’de 8,3 TWh/yıl enerji tasarrufu ön görülmüştür. 2010 yılından başlayıp verimleri en kötü pompaların %70’inin her yıl % 10’u eko tasarım ile değiştirildiği durumda ise 2020 yılına kadar 6.5 TWh/yıl tasarruf yapılacağı öngörülmüştür [46].

Bu çalışmalar kapsamında her pompa tipi için kazanılacak ortalama enerji verim oranları pompa eğrisinde çalışma yüzdesine bağlı olarak değişmekle birlikte pompa performans eğrisinin %40 ve % 80 yük oranı için sırasıyla ortalama %3,93 ile % 6,36 oranında verim kazanımı değişimi belirtilmiştir [47].

EU 547/2012 EPA içinde Birleşmiş Milletler’in yapmış olduğu çalışmalara göre tahmini verim değerleri Tablo 3.10.’da belirtilmiştir [48]. Bu verim değerleri pompa verimliliğinden ziyade sistem verimliliğine göre tasarlanmışlardır. Yani pompa, elektrik motoru ve frekans kontrol panosu olmak üzere tüm sistem üzerinden değerlendirme yapılmaktadır. Burada EU 547/2012 ‘den en büyük fark frekans kontrol panosu ile pompanın çalışma eğrisini oluşturan boru hattı sistem eğrisindeki hidrolik hesap yanlışlıklarını sönmüleyerek pompayı en verimli noktada çalışmasının sağlanmasıdır.

Tablo 3.10. EU 547/2012 EPA /(Extended Product Approach) [48].

	EU 547-2012 EPA Ön Çalışma Tahmini Verim Oranları
Uçtan Emişli Kaplin Bağlantılı Santrifüj Pompalar	%24-26
Uçtan Emişli Monoblok Bağlantılı Santrifüj Pompalar	%25-28
Dikey Milli Monoblok İn-Line Pompalarda	%12-13

BÖLÜM 4. MATERYAL METOD

4.1. Kuruluşun Faaliyet Verilerinin ve Kapsamların Belirlenmesi

Bu çalışma kapsamında tesisin 2018 yılı sera gazı emisyonları hesaplanacak olup, pompa test aşamasında kullanılan elektrik enerjisinin ve yutakların emisyon miktarlarının üretimdeki oranı ve oluşan sera gazının ürün başına miktarı değerlendirilecektir. Bu değerlendirmeler için kuruluşun emisyon kaynaklarına göre, faaliyet verileri ve emisyon faktörlerine ait bilgiler Tablo 4.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Tesise ait Kapsamlara Göre Emisyon Kaynakları, Faaliyet Aktivitesi ve Emisyon Faktörleri

Kapsam	Emisyon Kaynakları	Faaliyet Verisi	Birim	Emisyon Faktörü (CO ₂ / CH ₄ / N ₂ O)	Emisyon Faktörü Birim	Net Kalorifik Değer (NKD) (TJ/Gg)	
	Çalışan Sayısı	260	kişi				
	Yıllık Üretilen Pompa Sayısı	27026	Adet				
	Kapalı Alan	25000	m ²				
	Yıllık Çalışma Günü	260	Gün				
	Ağaç Sayısı	714	Adet	11	KGCO ₂ /Yıl		[49]
Kapsam 1	Yıllık Tüketilen Doğal Gaz Miktarı	66045	m ³	56,1/1/0,1	tCO _{2e} /TJ	48	[50]
Kapsam 2	Yıllık Tüketilen Elektrik Miktarı	1933332,39	kWh	- /1,81/1,23			[51]
Kapsam 3	Personel Aracı Sayısı	30	Adet				
Kapsam 3	Şirket Aracı Sayısı	30	Adet				
Kapsam 3	Servis Aracı Sayısı	8	Adet				

Kapsam	Emisyon Kaynakları	Faaliyet Verisi	Birim	Emisyon Faktörü (CO ₂ / CH ₄ / N ₂ O)	Emisyon Faktörü Birim	Net Kalorifik Değer (NKD) (TJ/Gg)	
Kapsam 3	Yıllık Tüketilen Motorin Miktarı (Ulaşım)	56517,2	L	74,1/3,9/3,9	tCO _{2e} /TJ	43	[11] [51]
Kapsam 3	Yıllık Tüketilen Su Miktarı	6271	m ³	0,3	kgCH ₄ /kg BOD		[52]
Kapsam 3	Atık Yağlar	11670	Kg	21,354/-/-	gCO _{2e} /ton atık		[53]
Kapsam 3	Tehlikeli Atıklar	33309	Kg	21,354/-/-	gCO _{2e} /ton atık		[53]
Kapsam 3	Tehlikesiz Atıklar	213948	Kg	21,354/-/-	gCO _{2e} /ton atık		[53]

Tesis sera gazı emisyonları Tier 1 yöntemine göre hesaplanmış olup, Tier 2 yöntemine göre ülkemize ait hazırlanmış emisyon faktörleri veri tabanı oluşturulmadığından veri elde etmek mümkün olmadığı için Tier 1 yöntemi tercih edilmiştir.

Sera gazı emisyon hesaplamasında Tier 1 metodojisinde yer alan en temel denklem aşağıdaki gibidir:

Proses emisyonları için: Emisyon = FV × EF [54].

Yanma emisyonları için: Emisyon = FV × EF × NKD [55].

Emisyon (t CO_{2e})

FV: Faaliyet Verisi (T_j, t, Nm)

EF: Emisyon Faktörü (t CO₂/T_j, t CO₂/t, t CO₂/Nm)

NKD: Net Kalorifik Değer (TJ/Gg)

CO₂ gazı dışındaki gazların emisyonları tier 1 yöntemine göre hesaplandıktan sonra CO_{2e}'e dönüştürülmek üzere küresel ısınmaya etki potansiyeli (KIP) değeri ile çarpılarak CO_{2e} değeri bulunur. Bu değerler ISO 14064-1 standartının Ek C'sinde bulunmakta olup CH₄ için 28 N₂O için 310 olarak standarta uygun olarak alınmıştır.

4.2. Eko Tasarım Pompalarda Enerji Verimliliği

Eu 547/2012 Eko Tasarım regülasyonu kapsamında kuruluşun üretiminde bulunan uçtan emişli kaplin bağlantılı, uçtan emişli monoblok, dikey milli monoblok in-line pompa tipleri için eko tasarım süreci tamamlanmış olup, 2018 yılı itibari ile kısmen satışa sunulmuştur. Ancak 2018 yılından başlayarak yeni tasarıma geçiş müşteri talebi ve stoklara bağımlı olarak kademeli olarak gerçekleştirilmiştir. Bu sebeple 2018 yılı içinde eski seri ve eko seri pompalar aynı anda satışa sunulmuştur. 2019 yılı Kasım ayına kadar geçen sürede de eko tasarım pompaların satışları devam etmektedir.

Pompalar basma çapları boyutuna ve anma çark çapı boyutuna göre isimlendirilmekte olup tasarımı yenilenen pompa tipleri için maximum çark çapı verimlerine göre eko tasarım ve eski tasarım pompaların verim miktarları Tablo 4.2., Tablo 4.3. ve Tablo 4.4.'teki gibi olmuştur.

Tablo 4.2. Uçtan Emişli Kaplin Bağlantılı Pompalarda Eu 547 Öncesi ve Sonrası Verim Miktarları

Uçtan Emişli Kaplin Bağlantılı Santrifüj Pompalar	Motor Devir(RPM)	EU 547 Öncesi Verim (%)	EU 547 Sonrası Verim (%)
32-125	3000	53,40	64,50
32-125	1500	52,90	61,70
32-160	3000	58,30	59,10
32-160	1500	60,80	60,80
32-200	3000	60,50	62,50
32-200	1500	56,60	61,00
32-250	3000	43,00	54,90
32-250	1500	53,40	53,10
40-125	3000	65,80	69,70
40-125	1500	65,50	66,70
40-160	3000	64,10	71,80
40-160	1500	65,00	68,80
40-200	3000	60,80	66,00
40-200	1500	61,20	64,80
40-250	3000	51,40	63,60
40-250	1500	52,10	63,60
40-315	1500	42,30	50,10
50-125	3000	66,20	75,00
50-125	1500	65,40	75,10
50-160	3000	65,60	74,10
50-160	1500	64,00	72,00
50-200	3000	69,90	74,20
50-200	1500	69,40	73,20
50-250	3000	62,40	68,90
50-250	1500	61,90	67,20
65-125	3000	71,40	78,40
65-160	3000	72,50	81,40
65-160	1500	69,00	80,30
65-200	1500	72,40	78,50
65-250	3000	69,50	72,40

Uçtan Emişli Kaplin Bağlantılı Santrifüj Pompalar	Motor Devir(RPM)	EU 547 Öncesi Verim (%)	EU 547 Sonrası Verim (%)
65-315	1500	66,20	70,00
65-400	1500	57,10	59,60
80-160	3000	75,40	82,00
80-160	1500	76,40	80,40
80-200	3000	77,50	82,40
80-200	1500	73,80	81,30
80-250	3000	74,10	78,00
80-250	1500	70,90	76,10
80-315	1500	70,20	74,30
80-400	1500	73,60	70,50
100-160	3000	76,00	91,30
100-160	1500	76,50	81,00
100-200	3000	80,10	84,80
100-200	1500	79,90	85,20
100-250	3000	75,50	83,80
100-250	1500	77,20	79,40
100-315	1500	79,60	82,00
125-200	3000	76,40	85,10
125-250	1500	84,40	86,00
125-315	1500	81,60	82,30
125-400	1500	79,40	79,50
150-200	1500	80,40	82,90
150-250	1500	83,60	84,60
150-315	1500	80,90	84,80
150-400	1500	82,00	83,00
Ortalama		68,3	73,52

Tablo 4.3. Uçtan Emişli Monoblok Bağlantılı Pompalarda Eu 547 Öncesi ve Sonrası Verim Miktarları

Uçtan Emişli Monoblok Bağlantılı Santrifüj Pompalar	Motor Devir(RPM)	EU 547 Öncesi Verim (%)	EU 547 Sonrası Verim (%)
40-125	3000	54,9	63
40-125	1500	54,70	58,40
40-160	3000	51,90	56,50
40-160	1500	52,20	52,70
40-200	3000	60,10	60,10
40-200	1500	60,10	60,10
50-125	3000	63,50	67,90
50-125	1500	60,60	66,30
50-160	3000	62,50	65,50
50-160	1500	61,10	65,40
50-200	3000	61,40	62,80
50-200	1500	60,30	60,80
50-250	3000	54,70	58,80
50-250	1500	55,30	57,60
65-125	3000	69,10	72,00
65-125	1500	69,10	72,80
65-160	3000	70,80	70,80
65-160	1500	69,70	69,70
65-200	3000	71,40	74,00
65-200	1500	69,40	72,00
65-250	3000	63,30	66,20
65-250	1500	64,40	68,40
65-315	1500	53,40	56,60
80-125	3000	69,80	74,80

Uçtan Emişli Monoblok Bağlantılı Santrifüj Pompalar	Motor Devir(RPM)	EU 547 Öncesi Verim (%)	EU 547 Sonrası Verim (%)
80-125	1500	67,50	72,80
80-160	3000	70,10	77,50
80-160	1500	68,80	75,10
80-200	3000	73,70	74,40
80-200	1500	72,90	74,30
80-250	3000	68,30	68,50
80-250	1500	68,10	73,30
80-315	1500	66,50	68,90
100-160	3000	69,10	78,30
100-160	1500	68,00	76,90
100-200	3000	73,80	76,70
100-200	1500	77,30	77,30
100-250	3000	74,20	77,30
100-250	1500	73,80	75,50
100-315	1500	72,40	72,50
125-200	1500	72,40	80,10
125-250	1500	72,40	78,90
125-315	1500	74,00	78,20
150-250	1500	80,00	80,00
	Ortalama	66,21	69,53

Tablo 4.4. Dikey Milli Monoblok İn-Line Pompalarda Eu 547 Öncesi ve Sonrası Verim Miktarları

Dikey Milli Monoblok İn-Line Pompalarda	Motor Devir(RPM)	EU 547 Öncesi Verim (%)	EU 547 Sonrası Verim (%)
32-125	3000	53,40	64,50
32-125	1500	52,90	61,70
32-160	3000	58,30	59,10
32-160	1500	60,80	60,80
32-200	3000	60,50	60,50
32-200	1500	56,60	61,00
32-250	3000	43,00	54,90
32-250	1500	54,20	53,10
40-125	3000	65,80	69,70
40-125	1500	65,50	66,70
40-160	3000	64,10	71,80
40-160	1500	65,00	68,80
40-200	3000	60,80	66,00
40-200	1500	61,20	64,80
40-250	3000	51,40	63,60
40-250	1500	52,10	63,60
40-315	1500	42,30	50,10
50-125	3000	66,20	76,00
50-125	1500	65,40	75,10
50-160	3000	65,60	74,10
50-160	1500	64,00	72,00
50-200	3000	69,90	74,20
50-200	1500	69,40	73,20
50-250	3000	62,40	68,90
50-250	1500	61,90	67,20
50-315	1500	60,20	57,20
65-125	3000	71,40	78,40
65-125	1500	70,80	76,80
65-160	3000	72,40	81,40
65-160	1500	69,00	80,30
65-200	3000	74,40	79,70
65-200	1500	72,40	78,50
65-250	3000	69,50	72,40
65-250	1500	68,60	73,60
65-315	1500	66,20	70,00
65-400	1500	57,10	59,60
80-160	3000	75,40	82,00
80-160	1500	76,40	80,40
80-200	3000	77,50	82,40
80-200	1500	73,80	81,30
80-250	3000	73,50	78,00
80-250	1500	70,90	76,10
80-315	1500	70,20	74,30
80-400	1500	74,00	70,50
100-160	3000	76,00	81,30
100-160	1500	76,50	81,00
100-200	3000	80,10	84,80
100-200	1500	79,90	85,20
100-250	3000	74,00	83,80
100-250	1500	77,20	79,40
100-315	1500	73,00	82,00
100-400	1500	72,50	75,80
125-200	1500	78,70	84,50
125-250	1500	84,40	86,00
125-315	1500	81,60	82,30
125-400	1500	81,30	79,50
150-200	1500	80,40	82,90
150-250	1500	83,60	84,60
150-315	1500	80,90	84,80
150-400	1500	82,40	83,00
Ortalama		68,32	73,25

Tablo 4.2., Tablo 4.3. ve Tablo 4.4.'de eko tasarım pompaların verim miktarları ile eski tasarım pompaların verim miktarları gözükmekte olup toplam elektrik enerjisi miktarı üzerinden aradaki verim farklılıkları bilgisi ile elektrik enerjisi tasarruf miktarları hesaplanabilir.

Eu 547/2012 EPA regülasyonu henüz tasarım aşamasında olduğundan pompalar EU 547/2012 üzerinden değerlendirilmektedir. EU 547/2012 EPA regülasyonu onaylandığında sistem verimi anlayışı gelecek ancak sistem içinde kalan pompa için pompa verimlerinde EU 547/2012 dikkate alınacak olup pompa verimi yerine sistem verimi anlayışı geldiği için sistemin pompa, motor ve pano kaynaklı toplam verimlilik bilgileri dikkate alınacaktır.

BÖLÜM 5. BULGULAR ve DEĞERLENDİRME

5.1. Sera Gazı Emisyon Miktarı Hesaplanması

Tesis sera gazı emisyonları Tier 1 yöntemine göre aşağıdaki şekilde kapsamlarına ve kaynaklarına göre Tablo 4.1. verileri dikkate alınarak hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 5.1' de verilmiştir.

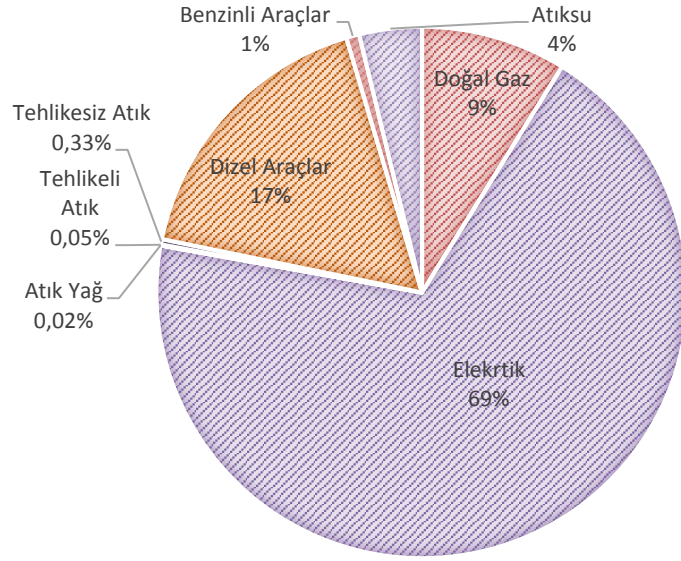
CO₂ gazı dışındaki gazların emisyonları hesaplandıktan sonra CO_{2e}'e dönüştürülmek üzere küresel ısınmaya etki potansiyeli (KIP) değeri ile çarpılarak CO_{2e} değeri bulunmuştur. Bu değerler ISO 14064-1 standardının Ek C'sinde bulunmaktadır.

Tablo 5.1. Tesise Ait Hesaplanan Sera Gazı Emisyonları

Kapsam	Faaliyet Tanımı	tCO _{2e}	Toplam tCO _{2e}
Kapsam 1	Doğal Gaz Kullanımı	123	123
Kapsam 2	Elektrik Kullanımı	960	960
	Atık Yağ	0,249	
	Tehlikeli Atık	0,711	
Kapsam 3	Tehlikesiz Atık	4,57	308,53
	Dizel Araçlar	239	
	Benzinli Araçlar	11	
	Atıksu	53	
Toplam			1391,53

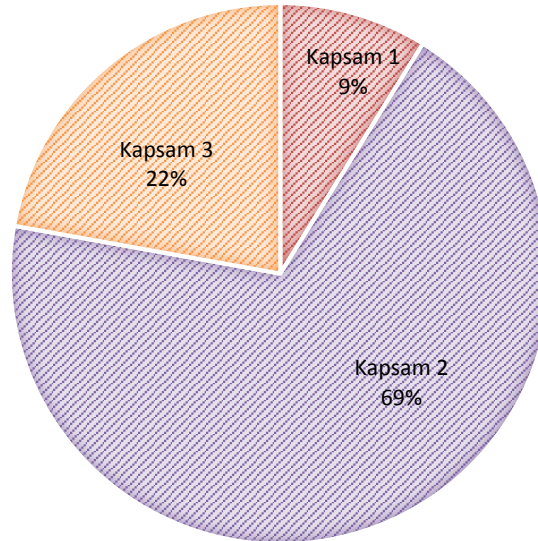
Tesisin 2018 yılı boyunca üretimden kaynaklı karbon ayak izi 1391.53 t CO_{2e} 'dir.

Tesisin seragazı emisyon kaynaklarını oranlarına göre incelediğimizde Grafik 5.1. elde edilmektedir. Grafik 5.1.'e baktığımızda en çok karbon emisyonuna sebep % 69 oranı ile elektrik kullanımının sahip olduğu gözükmektedir.



Grafik 5.1. Toplam Sera Gazında Kaynaklarının Oranları

Bu toplamda kapsamların oranlarına baktığımızda Grafik: 5.2.'e göre kapsam 2 elektrik enerjisinin % 69 oranıyla yine en yüksek karbon emisyon oranına sahip olduğu görülmektedir.



Grafik 5.2. Toplam Sera Gazı Miktarında Kapsamların Oranları

Pompalar hidrolik performans testleri kapsamında test ünitesinde çalıştırılmakta olup elektrik enerjisi harcamaktadırlar. Pompaların test aşamasında ne kadar süre

çalıştırılacağına dair veriye standartlarda ve şartnamelerde rastlanılmadığı için mevcut kuruluş uygulamasına dayanılarak minimum 30 dk çalıştırıldığı varsayılmış ve 2018 yılında üretilen pompaların 30 dk süresince çalıştırıldığını varsaydığımızda harcanan elektrik miktarının pompa test sistemindeki verilerden hesaplamalar sonucu 29311,21 kWh saat olduğu hesaplanmıştır. Bu elektrik enerjisi kaynaklı karbon ayak izi ise yapılan hesaba göre 15 tCO₂ olmaktadır. 15 tCO_{2e} değerinin 1391,53 tCO_{2e} kuruluşun toplam tesis karbon ayak izi ile oranladığımızda toplam karbon ayak izinin %1,1'ine tekâmül ettiği bulunmuştur. Grafik 2'ye baktığımızda bu orana en yakın sera gazı kaynağının % 1 ile benzinli araçlar olduğu görülmektedir. Pompaların test süreleri 30dk'dan 20 dk'ya indirildiği varsayılsa test kaynaklı elektrik enerjisi ve emisyon miktarı 1/3 oranında daha az kaynak tüketimi gerçekleştirecektir. Bu durumda hesaplamalar sonucunda test kaynaklı tüketilen elektrik enerjisi ve emisyon miktarları sırası ile 9770 kWh ve 5 tCO_{2e} miktarınca azalacağı hesaplanmıştır.

Firmanın arazisinde mevcut ve 2011 yılında yapmış olduğu ormanlaştırma projesi kapsamında 714 ağaçlık bir CO₂ yutağı bulunmakta olup bir ağaç için 1 yılda 11kg CO₂ yuttuğu kabul edilirse yıllık yutakta tutulan CO_{2e} emisyonu hesaplamalara göre 7,9 tCO_{2e} olmaktadır [49]. Yutakta tutulan CO_{2e} miktarı ise toplam karbon ayak izi 1391,53 tCO_{2e}'nin % 0,06' sını olarak hesaplanmıştır. Bu çok küçük bir orandır. Bu tesisin karbon nötr bir tesis olabilmesi için 1391.53 tCO_{2e}'i karbon yutağı oluşturmak için gerekli olan ağaç miktarı yapılan hesaplara göre 125827 adet olarak bulunmuştur. Hesaplanan bu sonuca göre de yıllık satılan pompa miktarı dikkate alındığında bir pompanın üretiminden kaynaklanan karbon emisyonunu yutmak için 5 adet ağaç dikilmesi gerektiği hesaplanmıştır. Bunlar karbon nötr bir tesis olmak için seçenekler dahilinde olmakla beraber asıl yapılması gereken % 69 oranında en yüksek orana sahip elektrik enerjisi kaynaklı sera gazı emisyonlarının azaltılması amacı ile elektrik enerjisi kullanımına ilişkin verimlilik iyileştirme çalışmalarının yapılması gerekliliğidir. Bu durumda yapılacak olan iyileştirmelerden biri elektrik enerjisi tedarigi için ekoenergy kullanımı olabilir.

Ekoenergy, yenilenebilir elektrik ve yenilenebilir gaz için uluslararası bir eko-etiket sistemidir. Bu sisteme kayıt olan uluslararası yenilenebilir elektrik sertifikaları (I-

REC) gibi sertifikalara sahip olan üreticiler ürettikleri elektrik enerjisini elektrik satış sistemi liberalleşen ülkelerde dünyanın her yerinde 0 karbon emisyonu salınımı isteyen müşterilerine satabilirler. Eko energy kapsam 2 içinde değerlendirilmekte olup kuruluşun dışarıdan aldığı elektrik enerjisi üretimi kaynaklı karbon ayak izi miktarını belirtmektedir. Bu elektriğin üretimi sırasında 0 karbon üretildiği kabul edilir. Ekoenergy olarak elektrik kullanımı gerçekleşirse kuruluşun elektrik emisyonu kaynaklı karbon ayak izi 960 tCO_{2e}' i kadar yutulacak olup % 69 oranında karbon salınımı sıfırlanacaktır. Bu elektrik tedarigi için ücretlendirme normal elektrik ücreti dışında 1 MW elektrik enerjisi için 1 Euro'dur. Kuruluş normal elektrik enerjisi faturasına ilaveten her 1 MW enerji için ayrıca 1 Euro ödeyecektir. Kuruluşun 1 yılda tükettiği elektrik enerjisi 1933Mw olduğuna göre eko enerji kullanmanın maliyeti kuruluşa 1933 Euro olacaktır.

Bu maliyet ile kuruluşun elektrik enerjisi kaynaklı (kapsam 2) 960 tCO_{2e} karbon ayak izi sıfırlanacak ve toplam karbon ayak izi miktarı 431,53 tCO_{2e}'i olacaktır. Bu da yaklaşık bir insanın 1 yılda saldıdığı karbon emisyonu miktarı 19,9 tCO_{2e}'ise hesaplamalara göre 22 insanın karbon ayak izine denk gelecektir [55].

5.2. Eko Tasarım Pompalarda Verim Artış Oranları

Eko tasarım kapsamında verimlilikleri arttırılan pompaların verim oranlarındaki iyileştirme oranları Tablo 5.2., Tablo 5.3. ve Tablo 5.4.'de verilmiştir. Bu oranlara göre 2018 yılında bir miktar pompa eski tasarıma göre bir miktar pompa ise eko tasarıma göre üretilmiş ve satılmıştır.

Tablo 5.2. Uçtan Emişli Kaplin Bağlantılı Pompalarda Eu 547 Sonrası Verim Artışı Oranları

Uçtan Emişli Kaplin Bağlantılı Santrifüj Pompalar	Motor Devir(RPM)	Verim Artış (%)
32-125	3000	11,10
32-125	1500	8,80
32-160	3000	0,80
32-160	1500	0,00
32-200	3000	2,00
32-200	1500	4,40
32-250	3000	11,90
32-250	1500	-0,30
40-125	3000	3,90
40-125	1500	1,20
40-160	3000	7,70
40-160	1500	3,80
40-200	3000	5,20
40-200	1500	3,60
40-250	3000	12,20
40-250	1500	11,50
40-315	1500	7,80
50-125	3000	8,80
50-125	1500	9,70
50-160	3000	8,50
50-160	1500	8,00
50-200	3000	4,30
50-200	1500	3,80
50-250	3000	6,50
50-250	1500	5,30
65-125	3000	7,00
65-160	3000	8,90
65-160	1500	11,30
65-200	1500	6,10
65-250	3000	2,90
65-315	1500	3,80
65-400	1500	2,50
80-160	3000	6,60
80-160	1500	4,00
80-200	3000	4,90
80-200	1500	7,50
80-250	3000	3,90
80-250	1500	5,20
80-315	1500	4,10
80-400	1500	-3,10
100-160	3000	15,30
100-160	1500	4,50
100-200	3000	4,70
100-200	1500	5,30
100-250	3000	8,30
100-250	1500	2,20
100-315	1500	2,40
125-200	3000	8,70
125-250	1500	1,60
125-315	1500	0,70
125-400	1500	0,10
150-200	1500	2,50
150-250	1500	1,00
150-315	1500	3,90
150-400	1500	1,00
	Ortalama	5,24

Tablo 5.3. Uçtan Emişli Monoblok Bağlantılı Pompalarda Eu 547 Sonrası Verim Artışı Oranları

Uçtan Emişli Monoblok Bağlantılı Santrifüj Pompalar	Motor Devir(RPM)	Verim Artış (%)
40-125	3000	8,10
40-125	1500	3,70
40-160	3000	4,60
40-160	1500	0,50
40-200	3000	0,00
40-200	1500	0,00
50-125	3000	4,40
50-125	1500	5,70
50-160	3000	3,00
50-160	1500	4,30
50-200	3000	1,40
50-200	1500	0,50
50-250	3000	4,10
50-250	1500	2,30
65-125	3000	2,90
65-125	1500	3,70
65-160	3000	0,00
65-160	1500	0,00
65-200	3000	2,60
65-200	1500	2,60
65-250	3000	2,90
65-250	1500	4,00
65-315	1500	3,20
80-125	3000	5,00
80-125	1500	5,30
80-160	3000	7,40
80-160	1500	6,30
80-200	3000	0,70
80-200	1500	1,40
80-250	3000	0,20
80-250	1500	5,20
80-315	1500	2,40
100-160	3000	9,20
100-160	1500	8,90
100-200	3000	2,90
100-200	1500	0,00
100-250	3000	3,10
100-250	1500	1,70
100-315	1500	0,10
125-200	1500	7,70
125-250	1500	6,50
125-315	1500	4,20
150-250	1500	0,00
	Ortalama	3,32

Tablo 5.4. Dikey Milli Monoblok İn-Line Pompalarda Eu 547 Sonrası Verim Artışı Oranları

Dikey Milli Monoblok İn-Line Pompalar	Motor Devir(RPM)	Verim Artış (%)
32-125	3000	11,10
32-125	1500	8,80
32-160	3000	0,80
32-160	1500	0,00
32-200	3000	0,00
32-200	1500	4,40
32-250	3000	11,90
32-250	1500	-1,10
40-125	3000	3,90
40-125	1500	1,20
40-160	3000	7,70
40-160	1500	3,80
40-200	3000	5,20
40-200	1500	3,60
40-250	3000	12,20
40-250	1500	11,50
40-315	1500	7,80
50-125	3000	9,80
50-125	1500	9,70
50-160	3000	8,50
50-160	1500	8,00
50-200	3000	4,30
50-200	1500	3,80
50-250	3000	6,50
50-250	1500	5,30
50-315	1500	-3,00
65-125	3000	7,00
65-125	1500	6,00
65-160	3000	9,00
65-160	1500	11,30
65-200	3000	5,30
65-200	1500	6,10
65-250	3000	2,90
65-250	1500	5,00
65-315	1500	3,80
65-400	1500	2,50
80-160	3000	6,60
80-160	1500	4,00
80-200	3000	4,90
80-200	1500	7,50
80-250	3000	4,50
80-250	1500	5,20
80-315	1500	4,10
80-400	1500	-3,50
100-160	3000	5,30
100-160	1500	4,50
100-200	3000	4,70
100-200	1500	5,30
100-250	3000	9,80
100-250	1500	2,20
100-315	1500	9,00
100-400	1500	3,30
125-200	1500	5,80
125-250	1500	1,60
125-315	1500	0,70
125-400	1500	-1,80
150-200	1500	2,50
150-250	1500	1,00
150-315	1500	3,90
150-400	1500	0,60
Ortalama		4,94

Kurumun 2018 yılı ve 2019 Kasım ayına kadar olan satış rakamları dikkate alınarak eko tasarım satışları ve eski tasarım pompa satışları olmak üzere her tip pompaya göre pompa toplam saatlik motor güçleri hesaplanmış ve 2018 yılı boyunca eko tasarım olarak satılarak tasarruf edilen elektrik enerjisi miktarı ve eski tasarım pompaların yerine eko tasarım pompaların satılması ile oluşacak elektrik enerjisi tasarruf miktarlarını aşağıdaki verilere göre hesaplanmıştır.

Bu hesaplama için EU 547-2012 'ye göre Tablo 5.5.'te yer aldığı şekilde motor güçlerine göre pompaların yıllık olarak çalışma saatleri kabulü yapılarak toplam yıllık tükettikleri elektrik enerjisi miktarı hesaplanmıştır. Hesaplanan elektrik enerjisi miktarına göre pompa tiplerinin Tablo 5.2., Tablo 5.3. ve Tablo 5.4.'e göre eko tasarım için ortalama verim değerleri dikkate alınarak Tablo 5.6.'daki tasarruf miktarları hesaplanmıştır.

Tablo 5.5. EU 547/2012 Motor Güçlerine Göre Pompa Yıllık Çalışma Saatleri [56]

Motor Gücü Aralıkları	Yıllık Çalışma Saatleri
0.75 - 4 kW	2,800
4 – 10 kW	2700
10 – 30 kW	2800
30 – 70 kW	4700
70 – 130 kW	6200

Tablo 5.6. 2018 Yılı Eski Tasarıma Göre Satılan Pompalar İçin Eski Tasarımına Göre Harcanan Elektrik Enerjisi Miktarı ile Eko Tasarım Elektrik Enerjisi Miktarı, Karbon Emisyonu ve Finansal Açısından Tasarruf Karşılaştırmaları

	Eski Tasarım Harcanan Elektrik Enerjisi (GWh)	Eko Tasarım Harcanacak Elektrik Enerjisi (GWh)	Beklenen Elektrik Enerjisi Tasarrufu (GWh)	Beklenen Finansal Tasarruf (₺) (1kWh=0,34 ₺)	Beklenen Karbon Emisyon Tasarrufu (tCO _{2e})
Uçtan Emişli Kaplin Bağlantılı Santrifüj Pompalar	319,14	302,4	16,73	5.687.741,98	8304,51
Uçtan Emişli Monoblok Bağlantılı Santrifüj Pompalar	80,62	76,64	3,98	1.353.604,23	1975,61

	Eski Tasarım Harcanan Elektrik Enerjisi (GWh)	Eko Tasarım Harcanacak Elektrik Enerjisi (GWh)	Beklenen Elektrik Enerjisi Tasarrufu (GWh)	Beklenen Finansal Tasarruf (₺) (1kWh=0,34 ₺)	Beklenen Karbon Emisyon Tasarrufu (tCO _{2e})
Dikey Milli Monoblok İn- Line Pompalarda	89,44	86,47	2,97	1.009.916,40	1474,26
Toplam	489,20	465,52	23,68	8.051.262,62	11754,38

Tablo 5.6.'ya göre 2018 yılında tamamen eko tasarım pompa satışı gerçekleştirileseydi sadece kullanım kaynaklı olarak uçtan emişli kaplin bağlantılı pompalarda %5,24 uçtan emişli monoblok pompalarda %3,32 monoblok in-line pompalarda ise %4,94'lük verim ile tasarruf edilebilecek elektrik enerjisi toplamı 23,68 GWh ve ödenecek elektrik enerjisi ücretinden TEİAŞ 2018 yılı elektrik enerjisi ortalama birim ücreti olan 0,34 TL/kWh'e göre 8.051.262,62 TL tasarruf yapılacağı hesaplanmıştır.

2018 yılında satışların %10 'u eko tasarım pompa olarak satılmış olup bu pompaların kullanımından kaynaklı gerçekleşen elektrik enerjisi ve ücret tasarrufu pompa verim artış oranları olan Tablo 5.2., Tablo 5.3.ve Tablo 5.4. verilerine göre eko tasarım pompalar içinde hesaplanmış ve Tablo 5.7.'de eko tasarım pompa kullanımı kaynaklı elektrik enerjisi, karbon emisyonu ve finansal tasarruf gösterilmiştir.

Tablo 5.7. 2018 Yılı Eko Tasarım Pompa Satışı Kaynaklı Elektrik Enerjisi, Karbon Emisyonu ve Finansal Tasarruf Miktarları

	Eski Tasarım Harcanan Elektrik Enerjisi (GWh)	Eko Tasarım Harcanmış Elektrik Enerjisi (GWh)	Yapılan Elektrik Enerjisi Tasarrufu (GWh)	Yapılan Finansal Tasarruf (₺) (1kWh=0,34 ₺)	Yapılan Karbon Emisyon Tasarrufu (tCO _{2e})
Uçtan Emişli Kaplin Bağlantılı Santrifüj Pompalar	34,32	32,52	1,80	611.618,43	893,49

	Eski Tasarım Harcanan Elektrik Enerjisi (GWh)	Eko Tasarım Harcanmış Elektrik Enerjisi (GWh)	Yapılan Elektrik Enerjisi Tasarrufu (GWh)	Yapılan Finansal Tasarruf (₺) (1kWh=0,34 ₺)	Yapılan Karbon Emisyon Tasarrufu (tCO _{2e})
Uçtan Emişli Monoblok Bağlantılı Santrifüj Pompalar	14,96	14,22	0,74	251.115,42	367,32
Dikey Milli Monoblok İn-Line Pompalarda	24,92	24,09	0,83	281.387,47	412,00
Toplam	74,19	70,83	3,37	1.144.121,32	1672,815

Bu hesaplamalara göre 2018 yılında sadece EU 547/2012 regülasyonuna eko tasarım olan pompaların kullanımı kaynaklı olarak 3,37 GWh elektrik enerjisi ve 1.144.121,32 TL'lik finansal tasarruf gerçekleştirilmiştir.

Bu elde edilen verilere göre adet bazında eko tasarım ve eski tasarım pompaların 2018 yılı tüm satışlarına oranları hesaplanmıştır. %42 oranında eski tasarım pompalar % 10 oranında eko tasarım pompalar satılmış olup geriye kalan % 48 için henüz EU 542/2012 regülasyonu gereğince tasarım iyileştirilmesi yapılmamıştır. Tablo 5.8.'de 2018 yılı satışlarının % 52' i toplam satış oranına göre satılan eski tasarım pompaların yerine, eko tasarım pompaların satılması halinde elde edilebilecek elektrik enerjisi ve karbon emisyonu tasarruf miktarları hesaplanmış ve 2018 yılında eko tasarım satılan pompalar ve eski tasarım satılan pompalar için hesaplamalar Tablo 5.6., ve Tablo 5.7. verilerine göre Tablo 5.8.'de gösterilmiştir.

Tablo 5.8. EU 547/2012' ye göre toplam verimlilik miktarları

	2018 Toplam Satış Oranı	Elektrik Enerjisi (GWh)	Finansal Tasarruf (₺) (1kWh=0,34 ₺)	Karbon Emisyonu (tCO _{2e})	Karbon Emisyon Tasarrufu %
EU 547/2012 Öncesi	%52	563,39	191.554.070,16	279247,5	
EU 547/2012 Sonrası	%52	536,35	182.358.686,22	265844,9	4,8

	2018 Toplam Satışa Oranı	Elektrik Enerjisi (GWh)	Finansal Tasarruf (₺) (1kWh=0,34 ₺)	Karbon Emisyonu (tCO _{2e})	Karbon Emisyon Tasarrufu %
Gerçekleşen Tasarruf	%10	3,37	1.144.121,32	1672,8	0,59
Eko Tasarım Pompaların Satılması ile Gerçekleşecek Tasarruf	%42	23,68	8.051.262,62	11754,47	4,2

Tablo 5.8.'de 2018 yılında %52'lik pompa satışı kaynaklı toplam elektrik enerjisi kullanımını EU 542/2012 tasarımı öncesine göre değerlendirilerek 563,39 GWh ve toplam karbon emisyonu 279247,5 tCO_{2e} ve toplam elektrik için ödenecek tutar 191.554.070,16 TL hesaplanırken EU 547/2012 sonrası pompaların toplam elektrik enerjisi 536,35 GWh, toplam karbon emisyonu 265844,9 tCO_{2e} ve elektrik enerjisi için ödenecek tutar 182.358.686,22 TL olmaktadır. Eğer bu şekilde % 52'lik pompa satışının tamamı eko tasarım olarak satılsaydı toplam tasarruf miktarları elektrik enerjisi için 27,05 GWh olacak olup bunun 3,37 GWh 'i 2018 yılında satılan eko tasarım pompalardan sağlanmış olacaktır. 23,68 GWh elektrik enerjisi ise 2018 yılında eski tasarım olarak satılan pompaların eko tasarım olarak satılması halinde elde edilecek elektrik enerjisi tasarruf miktarı olarak hesaplanmıştır. Bu durumda 2018 yılında eko tasarım satılan pompalardan 1.144.121,32 TL elektrik enerjisi ödemesi ve 1672,8 tCO_{2e} karbon emisyonu tasarrufu hesaplanmış olup bu tasarrufa göre toplam karbon emisyonuna göre %0,59'luk tasarruf oranı hesaplanmıştır. Eski tasarım pompaların satışı ise eko tasarım olarak gerçekleşseydi 8.051.262,62 TL elektrik enerjisi ödemesi tasarrufu ve 11754,47 tCO_{2e} karbon emisyonu gerçekleştirileceği hesaplanmıştır. Bu durumda yapılacak olan karbon emisyonunda % 4,2 'lik bir azalım olacağı hesaplanmıştır. 2018 yılı % 52'lik satışların tamamı eko tasarım olarak gerçekleştirilseydi toplam karbon emisyonu tasarruf oranı % 4,8 olarak hesaplanmış olacaktı.

2019 yılı Kasım ayına kadar geçen sürede satışı yapılan eko tasarım pompalar içinde bu hesaplamalar yapılmış ve 2019 yılı enerji verimlilik tasarruf oranları bulunmuş olup Tablo 5.9.'da gösterilmektedir.

Tablo 5.9. 2019 Yılı Eko Tasarım Pompa Satışı Kaynaklı tasarruf Oranları

2019 Yılı Satışları	Eski Tasarım'a Göre Harcanması Gereken	Eko Tasarım'a Göre Harcanmış Olan	Tasarruf Miktarı	Tasarruf Oranı
2019 Satış Oranı (%)		%22		
Elektrik Enerjisi (GWh)	229,68	218,81	10,87	%4,7
Gerçekleşen Finansal Tasarruf (₺) (1kWh=0,34 ₺)	78.090.438,40	74.394.697,94	3.695.740,46	
Karbon Emisyonu (tCO _{2e})	114008,42	108.612,81	5.395,61	%4,7

2019 yılında eko tasarım pompa kullanımından dolayı eski tasarım pompalara göre 10,87 GWh daha az elektrik enerjisi tüketildiği ve bu enerjinin az kullanımı kaynaklı 5395,61 tCO_{2e}'i karbon emisyonu salınımı azalttığı hesaplanmıştır.

2018 ve 2019 yılı Kasım ayına kadar geçen süredeki tasarruf miktarları karşılaştırıldığında 2019 yılında eko tasarım pompa satışı kaynaklı ciddi tasarrufların söz konusu olduğu Tablo 5.10.'da gösterilmiştir.

Tablo 5.10. 2018 ve 2019 Yılları Eko Tasarım Pompa Satışı Kaynaklı Tasarruf Miktarları

Eko Tasarım ile Yıllara Göre Tasarruf Miktarları Karşılaştırması	Satış Oranı (%)	Elektrik Enerjisi Gerçekleşen Tasarruf (GWh)	Gerçekleşen Finansal Tasarruf (₺) (1kWh=0,34 ₺)	Gerçekleşen Karbon Emisyonu Tasarrufu (tCO ₂)
2018	10	3,37	1.144.121,32	1670,36
2019	22	10,87	3.695.740,46	5.395,61
Toplam	32	14,24	4.839.861,78	7065,97

Buna göre 2019 yılında satış oranlarına bakıldığında % 22 olan eko tasarım pompaların satış oranının yükselmesi kaynaklı ciddi tasarruf miktarı artışı gözlenmektedir.

Bu tasarımların yapılması için yapılan yatırım maliyetleri ise firmadan alınan bilgiye göre yaklaşık olarak 3.150.000,00 TL'dir. Burada yatırım tutarında pompa parçalarının tipler içinde birbirleri ile modüler olması ve yeni tasarımda genellikle stok maliyetlerini düşürmek için aynı parçalarla birden çok pompa modelinde kullanılabilmesi etkin olmuştur. Bu aynı zamanda firmada stok maliyetlerini ve kusurlu ürün sayısının da azaltılmasında fayda göstermiştir. Ancak bu çalışmada stok

durumu kaynaklı verilere ait kayıt olmadığından dolayı veri elde edilemediği için bu veriler ihmal edilmiştir.

Bu çalışma sonucunda 3.150.000,00 TL'lik yatırımla 2018 yılında 1.144.121,32 TL'lik 2019 yılında ise 3.695.740,46 TL'lik tasarruf gerçekleştirildiği hesaplanmıştır. 2018 yılında ürünlerin tamamı eko tasarım olarak satışa sunulsaydı 8.051.262,62 TL'lik daha tasarruf elde edileceği hesaplanmıştır. Toplamda gerçekleşen satışlardan 4.839.861,78 TL tasarruf gerçekleştirilmiş olup 8.051.262,62 TL'lik tasarruf yapılması potansiyeli doğmuştur. Basitçe bakıldığında bu yatırımın geri dönüş süresi yapılan tasarruflar dikkate alındığında 8 ay kadar kısa bir süredir.

Kuruluş sadece bir seri ürünüde EU 547/2012 regülasyonu kapsamında gerçekleştirdiği tasarım iyileştirmesi ile yaklaşık % 4,8 oranında enerji verimliliği sağlamış bulunmaktadır. Bu iyileştirme global anlamda elektrik enerjisi tüketimi % 10 gibi ciddi bir rakam olan pompalar için oldukça büyük kazanımlar demektir.

Bu verilerden yola çıkarak 2018 yılı Türkiye'si için pompa elektrik tüketimlerini değerlendirecek olursak hesaplamalar sonucu Tablo 5.11.'deki sonuçlar karşımıza çıkacaktır. Bu sonuçlara göre pompalarda global elektriğin %10,3'ü tüketildiğine göre yapılan % 4,8 verimlilik oranı ortalama olarak kabul edilirse Türkiye'de 1272.28 GWh elektrik tasarrufu sağlanacak ve tasarruf sayesinde 0,63 MtCO_{2e} karbon salınımı önleneceği hesaplanmıştır.

Tablo 5.11. 2018 Yılı Türkiye Pompa Kullanımı Kaynaklı Tüketilen Elektrik Enerjisi, Salınan Emisyon Miktarı ve EU 542/2012 Tasarımı Tasarruf Miktarları

2018 Türkiye Analizi	Toplam Türkiye	Pompaların Harcadığı (%10,4)	Pompalardan Sağlanacak Verim (%4,8)
Tüketim Elektrik Enerjisi (GWh) [57]	254862,968	26505,74867	1272,28
Karbon Emisyonu (MtCO _{2e})	126,5	13,15	0,63

Bu veriler ışığında 2018 ve 2019 yılları için EU 547/2012 EPA regülasyonun uygulanması başlasa idi oluşacak durum EPA ön çalışmasında Tablo 3.10.'da yer alan

tahmin edilen verim değerleri için hesaplanacak olursa 2018 ve 2019 yılı için verimlilik miktarları Tablo 5.12.'deki gibi olacaktır.

Tablo 5.12. 2018 Ve 2019 Yılı Eko Tasarım Pompalar İçin EPA Regülasyonu Uygulanması Halinde Elde Edilecek Tasarruf Beklentileri

Yıllara Göre EU 547/2012 EPA Beklenen Tasarruf Miktarları	Elektrik Enerjisi Beklenen Tasarruf (GWh)	Beklenen Karbon Emisyonu Tasarrufu (tCO ₂)
2018	58,9	29230,00
2019	135,0	67001,99

EPA regülasyonuna geçilmesi halinde ciddi elektrik enerjisi ve karbon salınımı tasarrufu gerçekleştirileceği gözükmektedir. Bu regülasyon kapsamında pompa tasarımında bir yeniliğe gidilmesine ihtiyaç yoktur. EPA bir sistem verimlilik artırıcı regülasyon olarak tasarlanmaktadır. Bu regülasyon sonrası yasal olarak tüm pompa kullanıcıları pompa yerine sistem satın almak zorunda kalacağından müşterilerin yatırım maliyetlerinde artışa sebep olacaktır. Pompa üreticisi için EU 547/2012 regülasyonu kapsamında yer alan pompalar için ek bir yatırım maliyeti söz konusu değildir.

EU 547/2012 ve EU 547/2012 EPA regülasyonlarına uyum ile Türkiye'nin pompa üreticileri Avrupa Birliği ülkelerine ihracata devam edecek. Bu regülasyonlara uyum sürecinin tamamlayamayan ülkelere açılan pazar alanının değerlendirerek % 52 oranında olan ihracat tutarının artırma fırsatı yakalayabilirler.

BÖLÜM 6. SONUÇ VE YORUMLAR

Sanayi Devrimi ile birlikte hayatımıza giren çevre sorunlarından biri olan sera etkisi ve bunun bir neticesi olan iklim değişimi ile Dünya'nın büyük bir değişime uğrayacağı denizlerde su seviyesinin yükselmesi, kuraklık, çölleşme, buzulların erimesi, temiz su kaynaklarının azalması, gıda üretiminin azalması ve kitlesel göçlerin meydana geleceği senaryoları araştırmacılar tarafından ön görülmektedir.

Bu sebeple gelecek kuşaklara yaşamlarını sürdürebilecekleri bir dünya bırakmak için şimdiden aksiyonlar almak ve uygulamak zorundayız. Bu amaçla bu değişime neden olduğu tespit edilen fosil yakıt kullanımı, doğal kaynakların bilinçsiz tüketimi, bertarafı çevreye zarar veren ürünlerin kullanımı kontrol altına alınmalıdır. Atmosfere salınan zararlı gazlar bu etkinliklerin bir sonucu olmakla birlikte çeşitli araştırma grupları tarafından etkileri ölçümlenmiş ve en kısa sürede müdahale edilmesi gerekliliği açıkça belirtilmiştir.

Bu müdahale için öncelikle genel durum değerlendirilmesi yapılmış ve tüm emisyonları aynı birimde değerlendirmek için karbon eşedeğeri kavramı ve bu kavramın ifadesi olan karbon ayak izi terimi hayatımıza girmiştir. Karbon ayak izi hemen hemen hayatımızda var olan tüm etkinlik ve materyaller için uygulanabilir ve ölçümlenir olduğu için ürünlerin ve hizmetlerin iklim değişikliği üzerindeki etkilerini ölçmek mümkün olmuştur.

Bu çalışmamızda üretim tesisi bir kuruluşun ve bu kuruluşun ürünü olan global anlamda elektrik enerjisininin % 10'unu kullandığı tespit edilen santrifüj pompaların sera gazı emisyonları hesaplanmış olup enerji verimliliği için yapılan yeni ürün tasarımlarının sağladığı iyileştirmeler analiz edilmiştir.

Bu sonuçlara göre üretiminde bulunan pompaların bir kısmı değerlendirilen kuruluşun yanma kaynaklı bir prosesi olmadığı için karbon ayak izi miktarı ürünlerinin kullanımı sonucu salınan muhtemel karbon ayak izi miktarından oldukça azdır. Kuruluş faaliyetleri sırasında en çok karbon emisyonu salınımını % 69 oranında elektrik enerjisi kaynaklı olarak gerçekleştirilmektedir. Bu emisyon salınımı azaltabilmek için Ekoenergy etiketli kaynağı tamamen yenilenebilir enerji olan, 0 emisyon salımlı ve I-REC sertifikalı elektrik enerjisi kullanılabilir ve kapsam 2’de değerlendirilen satın alınan elektrik enerjisi kaynaklı karbon ayak izinin % 69’u oranında karbon ayak izi için yutak oluşturabilir. Bu şekilde 1933 Euro bedelle oluşturduğu karbon azaltımı için gönüllü piyasada yer alan ülkemizde gönüllü olarak oluşturduğu karbon sertifikasını ortalama ton başına 10 Euro gibi bir ücret ile diğer ülkelere satarak azalttığı 960 tCO_{2e} emisyon için 9600 Euro gelir elde edebilir. Ayrıca ürettikleri ürünlere eko etiket alarak pazarda temiz üretim kaynaklı olarak müşteri ilgisini üzerinde tutarak, pazarda öne geçecek bir avantaj yakalanabilir.

Diğer bileşenler içinde verimlilik iyileştirmesi yapılarak karbon emisyonlarının azaltılması sağlanabilir. Pompa testlerinde test süreleri kısaltılarak boşa harcanan elektrik enerjisi azaltılabilir, test tesisatında uygun olan boru hattına kendi ürünü olan hydropower ünitesi uygulanarak hidrolik enerji elektrik enerjisine çevrilerek enerjinin dönüşümü ve kullanılabilirliği sağlanabilir.

Bu çalışmada ayrıca kuruluşun ürettiği ürün kullanımı için Avrupa Birliği regülasyonları kapsamında yapılan ürün iyileştirmeleri kaynaklı karbon azaltım miktarları incelenmiş ve ürünün verimlilik artırıcı çalışmalar neticesinde kuruluşun faaliyeti sırasında ürettiği toplam karbon salınım miktarı olan 1391,53tCO₂’den fazla miktarda 2018 ve 2019 yıllarında eko tasarım olarak satışı yapılan pompa kullanımı kaynaklı elektrik enerjisi ve 7065,97 tCO_{2e}’i karbon emisyonu tasarrufu sağlandığı hesaplanmıştır.

Bunun başlıca sebebi ürünün sürekli enerji tüketen bir ürün olmasıdır. Bu sebeple hükümetlerin karbon ayak izi hakkında projeksiyon yapmadan önce sorunun kaynağını iyi belirlemeleri ve yapılacak olan küçük yatırımlarla büyük tasarruflar sağlanabilecek

iyileştirme alanları bulmak için iyi tahliller yapmaları gerektiği ortaya çıkmıştır. Hükümetlerin bu tahliller sonucunda ülkemize katma değer katacak sürekli enerji tüketen ekipmanların verimlilik iyileştirmeleri için araştırma merkezleri kurup kobilerin verimlilik için yapacakları adımlarda destekçi olmaları gerekli olup verimlilik arttırıcı projeler için vergi teşvikleri gibi maddi destekler ile kobilerin verimlilik arttırıcı projeler için özendirilmesi gereklidir.

Bu iyileştirmelerle ülkemizde elektrik enerjisi kullanımı azaltılıp, fosil yakıt kaynaklı santrallerden üretilen elektrik enerjisi miktarı da azaltılarak enerjide dışa bağımlılık bir nebze önlenecek ülkemizin hem ekonomisine katkı sağlanırken hem de çevre kirliliği önlenmiş olacaktır.

Ayrıca bu verimlilik arttırıcı projeler ve Avrupa Birliği regülasyonlarına uyum sağlanarak katma değeri yüksek ürünler üretilip ülkemizin ihracat oranları yükseltilebilir.

KAYNAKÇA

- [1] Öztürk, S. Çevre İnsan ve Tarih. 1. İstanbul : İSTAÇ, 2007. s. 176. Cilt 1.
- [2] Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı Çevre Sağlığı Araştırma Müdürlüğü. Hava Kirliliğine Genel Bakış. ANKARA. 2001.
- [3] Merve Çolak, Merve Balta, Hülya Semercioğlu, Eyüp Fatih Ay. Hava Kirliliği Ve Modellemesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi. Sakarya. 2010.
- [4] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı,. Hava Kalite İndeksi. www.havaizleme.gov.tr. t.y. <http://www.havaizleme.gov.tr/hava.html>. Erişim Tarihi: 10.11.2019.
- [5] Çengel, Yunus A. ve Boles, Michael A. Chemical Reactions. THERMODYNAMICS, Mc Graw Hill, 1989, 14, s. 701-711.
- [6] İlhan, A. ve diğerleri. Asit Yağmurları ve Hava Kirliliği Değerlendirme Raporu. Ankara : Çevre ve Orman Bakanlığı Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2006.
- [7] (IPCC), The Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change: The IPCC 1990 and 1992 Assessments. Overview . 1992. s. 52.
- [8] TC Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. <https://enerji.gov.tr>. [Çevrimiçi] 2019. <https://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Iklim-Degisikligi-ve-Uluslararası-Muzakereler>.
- [9] TC Dış İşleri Bakanlığı. <http://www.mfa.gov.tr>. 2019. <http://www.mfa.gov.tr/bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi.tr.mfa>. Erişim Tarihi: 12.12.2019
- [10] The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). <https://www.ipcc.ch>.] 2019. <https://www.ipcc.ch/about/history/>.
- [11] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi ve Raporlanması Hakkında Tebliği. Ankara. 2014. Ek-5.

- [12] OECD, The Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://stats.oecd.org>. 2019. <https://stats.oecd.org/#>. Erişim Tarihi: 16.11.2019
- [13] Küresel Isınma. Kadioğlu, M. İstanbul: Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 2004.
- [14] Şen, Ömer L., ve diğerleri. İklim Değişikliğinde Son Gelişmeler IPCC 2013 Raporu. İstanbul : İstanbul Politikalar Merkezi Sabancı Üniversitesi, 2013.
- [15] Meteoroloji Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimotoloji Şube Müdürlüğü. Yeni Senaryolar ile Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği TR2015-CC. ANKARA. 2015. s. 19.
- [16] EPA (a); United States Environmental Protection Agency. United States Environmental Protection Agency. EPA.. <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases#CO2-references>. Erişim Tarihi:10 11 2019
- [17] International Energy Agency (İEA). <https://www.iea.org/statistics/CO2emissions>. Erişim Tarihi:10 11 2019
- [18] TSE Türk Standartları Enstitüsü. TS ISO 14064-1 Sera Gazı Emisyonlarının ve Uzaklaştırmalarının Kuruluş seviyesinde Hesaplanmasına ve Rapor Edilmesine dair Kılavuz ve Özellikleri. EK-C. ANKARA. Haziran 2007.
- [19] EPA (b); United States Environmental Protection Agency. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases#CO2lifetime>. Erişim Tarihi:10 11 2019
- [20] EPA(d); United States Environmental Protection Agency. Inventory of U.S. Greenhouses Gas Emissions and Sinks 1990-2017. 2017. s. 1-10.
- [21] İşler, Prof. Dr. Necmi. Azot Döngüsü ve Azot Fiksasyonu. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. s. 20.
- [22] EPA (c); United States Environmental Protection Agency. Understanding Global Warming Potentials. <https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials>. Erişim Tarihi:30 11 2019.
- [23] BSI, British Standard Institute. Guide to Pas 2050. London. 2008.

- [24] ISO, (International Organization for Standardization). 14067-2018 Greenhouse Gases Carbon Footprint of Products Requirements And Guidelines For Quantification. ISO, 2018.
- [25] TSE, Türk Standartları Enstitüsü. ISO 14064-2 Sera Gazları Bölüm 2: Sera Gazı Emisyon Azaltmalarının veya Uzaklaştırma İyileştirmelerinin Proje Seviyesinde Hesaplanmasına, İzlenmesine ve Rapor Edilmesine Dair Kılavuz Ve Özellikler. Ankara, 2007.
- [26] TSE; Türk Standartları Enstitüsü. ISO 14064-3 Sera Gazları Bölüm 3: Sera Gazı Beyanlarının Doğrulanmasına ve Onaylanmasına Dair Kılavuz Ve Özellikler. Ankara. 2007.
- [27] Arşimet Burgu Türbini ile Çalışan Hidroelektrik Santralin Nümerik Analizleri ile Deneysel Verilerinin Karşılaştırılması. ÜSTÜN, E. 2018, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, s. 38-46.
- [28] World Pumps. <https://www.worldpumps.com/general-processing/features/a-brief-history-of-pumps-37296/>. Erişim Tarihi: 30. 11. 2019.
- [29] Pomsad, (Türk Pompa ve Vana Sanayicileri Derneği. Pompa Vana İthalat İhracat Envanteri 2018. Ankara: POMSAD (Türk Pompa ve Vana Sanayicileri Derneği), 2019.
- [30] Og Motorlarında Enerji Tasarrufu Amaçlı Frekans Konvertörü Kullanımı Ve Uygulamaları. Yapar, Atilla. İzmir: Elektrik Mühendisleri Odası, 2013.
- [31] Waide, P. ve Brunner, C. Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems. Paris: Uluslararası Enerji Ajansı, 2011. s. 11.
- [32] TEDAŞ, Türkiye Elektrik Dağıtım ve Tüketim İstatistikleri. 2018.
- [33] TEİAŞ, Türkiye Elektrik Üretim - İletim İstatistikleri. 2018.
- [34] Europump. www.europump.net. <https://europump.net/menu-top/about-us/sub>. Erişim Tarihi:23 11 2019
- [35] Pomsad. www.pomsad.org.tr. Erişim Tarihi: 23.11.2019.
- [36] AB-Türkiye Enerji Diyalogu'nda Atılan Adımlar. Uçkun, Ayşegül. İstanbul: ICCI 2015, 2015.

- [37] Ecodesign ErP Directive 2009/125/EC Direktifinin Pompa Sektörüne Yansımaları. Kızıllhan, H. Temmuz 2016, Termodinamik.
- [38] Elektrik Motorlarının Verimlilik Standartları. Ercan, A. 1, 2014, Journal of ETA Maritime Science, Cilt 2, s. 31-40.
- [39] Resmî Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/>. 7 Şubat 2012. 28197. Erişim Tarihi:23 11 2019.
- [40] Su Pompalarında Ekotasarım Gerekliliklerinin Bugünü ve Geleceği. Kaya, Mehmet. İstanbul: Sodex, 2019.
- [41] Resmi Gazete. Su Pompaları İle İlgili Çevreye Duyarlı Tasarım. 2015.
- [42] Pompa Eko Dizayn Geliştirmeleri için EPA (Extended Product Approach/ Genişletilmiş Ürün Yaklaşımı) ve HOE (House of Efficiency / Verimli Bölge) Yaklaşımı. Bulca, C. Mayıs 2013, Tesisat Dergisi.
- [43] European Commission. Ecodesign Pump Review Extended report (final version). Bruksel : European Commission, 2018 (a). s. 5.
- [44] Ecodesign Pump Review Extended report (final version). Brüksel : European Commission, 2018(b). s. 237-430.
- [45] Institut für Ökologie und Politik GmbH. Institut für Ökologie und Politik GmbH. <https://www.eup-network.de/product-groups/overview-ecodesign/>. Erişim Tarihi:07 12 2019
- [46] European Commission. Lot 11 Water Pumps (in commercial buildings, drinking water pumping, food industry, agriculture). AEA Energy & Environment, 2008 (b). s. 161-164.
- [47] Lot 11 Water Pumps (in commercial buildings, drinking water pumping, food industry, agriculture). AEA Energy & Environment, 2008 (c). s. 226.
- [48] European Commission. Ecodesign Pump Review Extended report (final version). Brüksel . 2018 (c). s. 5.
- [49] www.communitycarbontrees.org. <http://www.communitycarbontrees.org/carbon-calculator>. Erişim Tarihi: 04 11 2019.

- [50] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi ve Raporlanması Tebliği Madde 35. Ankara. 2014.
- [51] UNFCCC, (United Nations Climate Change). GHG Inventories. 2016.
- [52] Michiel R. J. Doorn, Sirintornthep Towprayoon, Sonia Maria Manso Vieira ve William Irving, Craig Palmer, Riitta Pipatti, and Can Wang. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Wastewater Treatment and Discharge Chapter 6. IPCC, 2006. s. 12.14.
- [53] UK Government Department for Business, Energy & Industrial Strategy. Greenhouse gas reporting: conversion factors 2018. 2018.
- [54] World Resources Institute. https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards_supporting/Chapter1.pdf. 6. 2004.
- [55] Center for Sustainable Systems, University of Michigan. U.S. Environmental Footprint Factsheet. http://css.umich.edu/sites/default/files/US%20Environmental%20Footprint_CSS08-08_e2019.pdf. Erişim Tarihi: 15.12.2019.
- [56] European Commission. Lot 11 Water Pumps (in commercial buildings, drinking water pumping, food industry, agriculture). AEA Energy & Environment, 2008 (a). s. 50.
- [57] TEİAŞ, Türkiye Elektrik İletim AŞ. 2018 Yılı Elektrik Tüketimi. 2018.

ÖZGEÇMİŞ

Merve BALTA, 30.03.1986' da İstanbul Beykoz' da doğdu. İlk ve orta eğitimini Beykoz'da tamamladı. 2004 yılında Mustafa Saffet Anadolu Lisesinden mezun oldu. 2005 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümünü 2009 yılında bitirdi. Aynı yıl Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Çevre Mühendisliği bölümünde yükseköğrenime başladı. 2011 yılında Satış Mühendisi olarak başladığı Standart Pompa ve Makina San A.Ş.'deki görevine Satış Yönetici olarak devam etmektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Sertifikalı Enerji Yöneticisidir.