

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ ENERJİ ENSTİTÜSÜ

**BİR OTOMOBİL FABRİKASINDA KARBON ENVANTERİNİN
OLUŞTURULMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Selim ERBİL

Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı

Enerji Bilim ve Teknoloji Programı

MAYIS 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ ENERJİ ENSTİTÜSÜ

**BİR OTOMOBİL FABRİKASINDA KARBON ENVANTERİNİN
OLUŞTURULMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Selim ERBİL

(301101035)

Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı

Enerji Bilim ve Teknoloji Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nilgün KARATEPE YAVUZ

MAYIS 2015

İTÜ, Enerji Enstitüsü'nün 301101035 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Selim ERBİL, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**BİR OTOMOBİL FABRİKASINDA KARBON ENVANTERİNİN OLUŞTURULMASI**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Nilgün KARATEPE YAVUZ**

İstanbul Teknik Üniversitesi

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

İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Burçak KAYNAK TEZEL

İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **20.05.2015**

Savunma Tarihi : **27.05.2015**

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında ve tamamlanmasında bilgi ve tecrübesi ile beni yönlendiren, teşvik ve desteğini bir an olsun eksik etmeyen tez danışmanım Prof. Dr. Nilgün KARATEPE YAVUZ'a, bu süreçte bana yardımcı olan Uzm. Mühendis Ebru ACUNER'e, mesai arkadaşlarım Ahmet ÖRS ve Burak YONTAR'a, hayatım boyunca başarılı olabilmem için hiç bir zaman desteklerini esirgemeyen, sonsuz güvenlerini hep hissettiğim annem Birsen ERBİL ve babam Taner ERBİL'e ve son olarak özellikle teslim süresi yaklaştıkça benden anlayışını ve desteğini hiç eksik etmeyen eşim Öznur GÜNEY ERBİL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2015

Selim ERBİL
(Makina Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR.....	ix
SEMBOLLER.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY.....	xix
1. GİRİŞ	1
2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ POLİTİKALARI	5
2.1 Ek 1 Ülkeleri.....	7
2.2 Ek 2 Ülkeleri.....	7
2.3 Ek 1 Dışı Ülkeler.....	7
2.4 Ortak yürütme mekanizması (Joint Implementation).....	8
2.5 Temiz kalkınma mekanizması (Clean Development Mechanism)	9
2.6 Salım ticareti mekanizması (Emission Trading Mechanism)	9
2.7 ISO 14064 Standardı	10
3. AB ETS VE TÜRKİYE’DEKİ DURUM.....	13
3.1 Yenilenen AB ETS Direktifi.....	14
3.2 Türkiye’de Sera Gazı Salımlarının Takibi.....	17
3.3 Literatür Çalışması	18
4. YÖNTEM – KARBON ENVANTERİNİN ÇIKARILMASI	21
4.1 Kapsam 1	22
4.2 Kapsam 2	22
4.3 Kapsam 3	22
4.4 Kademe 1	25
4.5 Kademe 2.....	25
4.5.1 Kademe 2a	25
4.5.2 Kademe 2b	25
4.6 Kademe 3.....	25
4.7 Süreç Adımları	26
5. ÖRNEK UYGULAMA	27
5.1 Fabrika Sınır Koşulları	29
5.2 Sera Gazı Kaynakları ve Yutakları	29
5.3 Hesaplamalar	30
5.3.1 Sabit yakma kaynaklı salımlar (doğalgaz, LPG, motorin, methanol, propan).....	31
5.3.2 Hareketli yanma kaynaklı salımlar	39
5.3.3 Elektrik tüketimi.....	45

5.3.4 Üretilen araçlara dolum yapılan soğutucu gazlar (R134a).....	47
5.3.5 Soğutucu gazlar (R22 , R134a, R135a, R410a,).....	47
5.3.6 Kaynak gazları (Argoshield5/Corgon 5S2 , Argoshield 12/Corgon 12S2, Argoshield 20/Corgon 20S2).....	50
5.3.7 CO ₂ salımı.....	52
5.3.8 Yağ buharı	52
5.3.9 İnsineratörde yakılan solventler	52
5.3.10 Belirsizlik hesabı.....	56
6. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖNERİLER.....	61
6.1 IPCC Metodunun Diğer Metotlarla Karşılaştırılması	61
6.2 Enerji Üretiminden Kaynaklanan Dolaylı Sera Gazları.....	62
6.2.1 Boyahane	62
6.2.2 Bakım Müdürlüğü	63
6.2.3 Kaynak Atölyesi.....	64
6.2.4 Pres Atölyesi.....	64
6.2.5 Montaj	65
6.3 Sabit Yakma Kaynaklı Sera Gazları	65
6.3.1 Boyahane	66
6.3.2 Yeniköy Fabrika.....	66
6.3.3 Bakım Müdürlüğü	67
6.4 Genel Sonuçlar	67
KAYNAKLAR.....	71
EKLER	75
ÖZGEÇMİŞ.....	91

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
AB ETS	: AB Emisyon Ticareti Sistemi
BMİDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
CDM	: Clean Development Mechanism
EF	: Emisyon Faktörü
GHG	: Green House Gas(es)
GWP	: Global Warming Potential
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change
JI	: Joint Implementation
MGBF	: Malzeme Güvenlik Bilgi Formu
NKD	: Net Kalorifik Değer
OECD	: The Organisation for Economic Co-operation and Development
UN	: United Nations
UNFCCC	: United Nations Framework Convention on Climate Change
WMO	: World Meteorological Organization

SEMBOLLER

CFC	: Kloroflorokarbon
CH₄	: Metan
CO₂	: Karbondioksit
Gg	: Gigagram
HCFC	: Hidrokloroflorokarbon
HFC	: Hidroflorokarbon
kg	: Kilogram
kWh	: Kilovatsaat
lt	: Litre
m³	: Metreküp
MW	: Megavat
NO₂	: Diazotmonoksit
PFC	: Perflorokarbon
SF₆	: Sülfürheksaflorid
TJ	: Terajoule

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Sera gazları küresel ısınma potansiyelleri	11
Çizelge 5.1 : Alt ısııl değerler, yoğunluk çevrim tablosu.	34
Çizelge 5.2 : Doğrudan sera gazı salımları - Sabit yakma kaynaklı sera gazı salımları. (CO ₂).....	35
Çizelge 5.3 : Doğrudan sera gazı salımları - Sabit yakma kaynaklı sera gazı salımları (CH ₄).	36
Çizelge 5.4 : Doğrudan sera gazı salımları - Sabit yakma kaynaklı sera gazı salımları (N ₂ O)	37
Çizelge 5.5 : Doğrudan sera gazı salımları - Sabit yakma kaynaklı sera gazı salımları (Toplam)	38
Çizelge 5.6 : Doğrudan sera gazı salımları - Hareketli yakma kaynaklı sera gazı salımları. (CO ₂).....	41
Çizelge 5.7 : Doğrudan sera gazı salımları - Hareketli yakma kaynaklı sera gazı salımları. (CH ₄).....	42
Çizelge 5.8 : Doğrudan sera gazı salımları - Hareketli yakma kaynaklı sera gazı salımları. (N ₂ O).....	43
Çizelge 5.9 : Doğrudan sera gazı salımları - Hareketli yakma kaynaklı sera gazı salımları. (Toplam).....	44
Çizelge 5.10 : Enerji dolaylı sera gazı salımları	46
Çizelge 5.11 : Kaçak sera gazı salımları - Araç klima gazı dolun kaçakları	48
Çizelge 5.12 : Kaçak sera gazı salımları - Sabit soğutucu ve klima gazı kaçakları ...	49
Çizelge 5.13 : Kaçak sera gazı salımları - Kaynak ve yangın söndürme tüpleri sera gazı kaçakları	51
Çizelge 5.14 : Proses yağları sera gazı salımları - Punta kaynaklı yağ buharı salımı	54
Çizelge 5.15 : 2013 yılı sera gazı emisyonu özet tablosu.	55
Çizelge 5.16 : Belirsizlik hesap tablosu.....	58
Çizelge 6.1 : Metodların karşılaştırılması.....	61
Çizelge A.1 : Faaliyet Sınırları Belirleme ve Sera Gazı Değerlendirme Tablosu. ...	76
Çizelge A.2 : Faaliyet Verileri Toplama ve Takip Tablosu.....	85

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Sera gazı etkisi.....	1
Şekil 2.1 : Küresel sıcaklık değişimi.	2
Şekil 5.1 : Fabrikanın genel görünüşü.	27
Şekil 5.2 : Enerji tüketimleri yıllara göre dağılımları.	28
Şekil 5.3 : 2013 senesi enerji tüketimi dağılımı.	28
Şekil 5.4 : Üretilen araç başına karşılık gelen enerji tüketim değerleri.	29
Şekil 6.1 : Kuruluş elektrik tüketim dağılımı.....	62
Şekil 6.2 : Boyahane elektrik tüketim dağılımı.....	63
Şekil 6.3 : Bakım müdürlüğü elektrik tüketim dağılımı	63
Şekil 6.4 : Kaynak atölyesi elektrik tüketim dağılımı	64
Şekil 6.5 : Pres atölyesi elektrik tüketim dağılımı.	64
Şekil 6.6 : Montaj atölyesi elektrik tüketim dağılımı.	65
Şekil 6.7 : Doğal gaz tüketiminin bölümlere göre dağılımı.	66
Şekil 6.8 : Doğal gaz tüketiminin boyahanedeki dağılımı	66
Şekil 6.9 : Bakım müdürlüğü doğalgaz tüketim dağılımı.	67

BİR OTOMOBİL FABRİKASINDA KARBON ENVANTERİNİN OLUŞTURULMASI

ÖZET

Tez çalışmasında, son yıllarda dünyanın en büyük ortak sorunlarından küresel ısınma, iklim değişikliği, sera etkisi gibi konulardan yola çıkılarak sera gazı envanteri oluşturulması konusuna değinilmiştir.

Küresel ısınma dünyadaki tüm canlıların yaşamını tehdit etmektedir. Bunun nedeni sera etkisi yaratan fosil yakıtların tüketiminin özellikle sanayi devriminden sonra hızla artmasıdır. Bütün ülkeler bu gidişatın farkındadır ve bu durumun önüne geçmek için çeşitli önlemler almaktadır. Bu önlemler Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü etrafında toplanmaktadır. Tezin ilk bölümünde bu önlemlerden bahsedilmiş, dünyadaki ve Türkiye'deki çeşitli enerji yönetimi politikaları incelenmiştir. 2005 yılında Kyoto Protokolü'nün yürürlüğe girmesiyle birlikte başlayan süreçte, çeşitli salım azaltıcı mekanizmalar devreye girmiştir. Kyoto Protokolü'nün getirdiği bu azaltıcı mekanizmalar incelenmiştir. Bu salım azaltıcı mekanizmaların ilk adımı ve destekleyicisi olan karbon envanterinin oluşturulmasına değinilmiştir. Envanter çıkarılması konusunda en yaygın standart olan ISO 14064 standartlar serisi incelenmiş ve diğer envanter oluşturma yöntemleriyle kıyaslanmıştır. Bu standart dünya çapında kabul görmüş bir envanter standardıdır ve Kyoto Protokolü'nün esneklik mekanizmalarına ön şart oluşturmaktadır. Ayrıca tüm karbon ticareti mekanizmaları da bu metotla oluşturulan envanteri baz almaktadır.

Tezin sonraki bölümünde AB karbon ticareti mekanizması incelenmiştir. AB karbon ticareti mekanizması, Avrupa Parlamentosu tarafından onaylanan çok ülkeli ve çok sektörlü ilk uluslararası sera gazı salım ticaret sistemidir. Bu sistem ile AB'de karbon salımı azaltılması amaçlanmaktadır. Sistem, salım limitini aşmayan tesise o limitin kalanını satma hakkı tanımaktadır. Sisteme katılan ülkelerin bakanlıklarının yayınladıkları kılavuzlar incelendiğinde, kılavuzlara temel oluşturan envanter standardı ISO 14064'tür. Ayrıca ülkemizdeki sera gazı salımını azaltıcı yönetmelikler de AB ile uyumludur.

Karbon envanteri çalışmaları incelendiğinde,, tez çalışmasının literatüre önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Halihazırda envanter oluşturulmasına yönelik çalışmalar çok eskiye dayanmamaktadır. Literatür incelemesinde yapılan envanter çalışmalarında salım azaltıcı öneriler getirilmemektedir.

Literatür çalışmasından sonra ISO 14064 standartlar serisi derinlemesine incelenerek envanter oluşturma yöntemi anlatılmıştır. Envanter oluşturulması sırasında hangi aşamalardan geçilmesi gerektiği ayrıntılı bir şekilde belirtilmiştir.

Tez çalışmasının uygulama bölümünde ise bir otomobil montaj fabrikası için karbon envanteri oluşturulmuştur. Fabrikadaki tüm sera gazı kaynakları belirlenerek tek tek

ne kadar sera gazı salımı yaptığı hesaplanmıştır. Hesaplamaların nasıl yapıldığı detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Hesaplamalar ile envanter tabloları oluşturulmuş ve fabrikadaki hangi faaliyetin ne kadar salım yaptığı ortaya çıkarılarak her bölümün salım kaynakları detaylandırılmıştır.

Envanter çalışmasının, bağımsız kuruluşlara doğrultularak geleceğe yönelik mevzuatlara hazırlık yapılabileceği vurgulanmıştır. Ayrıca rekabetçilik, liderlik, çevresel ve sosyal sorumluluk bilincinin gelişmesi ile ülke çapında prestij kazanılabileceği belirtilmiştir.

CARBON INVENTORY STUDY OF AN AUTOMOBILE MANUFACTURING PLANT

SUMMARY

The aim of this thesis is to prepare a carbon inventory of an automobile manufacturing plant. The most popular subjects of recent years are GHG (green house gas) emissions, climate change and global warming which are the reasons of create a carbon inventory.

Global warming is a threat against to the all living creatures. The reason of this threat is fossile fuels. And the usage of this fossile fuels has been increased especially after industrial revolution. The fossile fuel usage is the not only reason of global warmig and climate change, but also consuming of natural resources, population increase, unplanned urbanisation, deforestation. Those activities are increasing the GHGs volume in the atmosphere which are CO₂-CH₄-N₂O-O₃-CFCs-H₂O. Climate change is the result of gobal warming.

Every each country has been aware of this threat since in the begining of 20th century and they would like to make set against to this increment. They have some precaution against the raising of this GHGs. But in the end of 20th century was those precautions have been increased extraordinarily. The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) and Kyoto Protocol are in the center of those precautions.

GHG prevention actions have been mentioned in this thesis's first section which are created by Kyoto Protocol and UNFCCC. Some actions and politics have been analyzed in the World and in Turkey. Energy management methods have been reviewed. In 2005 Kyoto Protocol has become valid and a lot of GHG prevention actions have been launched. Kyoto brings not only some legislative regulations, but also some emission trading mechanisms, technology sharing systems and capital movements. After Turkey has sign Kyoto protocol we have some responsibilities against this protocol. Kyoto Protocol has some flexibility mechanisms which are Joint Implementation, Clean Development Mechanism, Emission Trading Systems. Those mechanisms have been mentioned in the study.

ISO 14064 series has been analyzed which is an important part of the GHG prevention actions. ISO 14064 series have been created to make a carbon inventory and control this inventory study. Carbon inventory is very critical to sustain the Kyoto Procole GHG prevention actions. ISO 14064 also has been compared with other inventory methodologies. ISO 14064 standartd is recognized all over the world which is precondition of all Kyoto Procole flexibility mechanisms. Also all emission trading mechanisms use this ISO 14064 standard.

In the next section of the thesis EU ETS (European Emission Treading System) has been reviewed. EU ETS is the first intergovernmental and intersectoral emission

trading system which is approved by European Commission. The aim of this ETS is decrease the GHG emissions in EU. This system provides selling emission rights, which has not been used, to another organisation in the EU ETS. Guidelines and user manuals of some EU countries have been reviewed which are published for EU ETS. All of the guides and manuals are based on ISO 14064. Each and every government or establishment have to create their inventory and this inventory needs to be controlled and approved by independent auditor. After this audit those emissions can be sold. EU aims to decrease the GHG emissions by 21% until 2020. GHG reduction regulations in Turkey are also based on this ISO 14064 standard and aligned with EU ETS. Latest legislation in Turkey is about GHG emission tracking system of establishments. This legislation brings an obligation to the establishments to create their carbon inventory and share this carbon inventories with the government.

It is thought that this thesis will make a good contribution, after the technical literature review. There are not so many studies on this inventory subject and the studies are new. There are no emission reduction suggestions after the inventory study in the technical literature.

After the literature review, ISO 14064 standard has been analyzed detaily. And the method of carbon inventory has been reviewed. The sections of the carbon inventory have been studied.

The application section of the thesis has been dealt with the carbon inventory of an automobile manufacturing plant. Before to start the inventory study energy profile of the plant defined. And energy consumption according to the years have been mentioned. First of all boundary conditions of the establishment has been defined. All the GHG sources have been identified in the plant. Then this GHGs have been classified in different categories. After this identification and classification all GHG emission have been calculated. Calculation methods have been told in this section of the thesis. Inventory tables have been created after those calculations. Tables provide and show all the GHG amounts of all activities in the plant and those activities have been identified detaily. Also breakdown of those activities according to the location of the plant have shown. The aim of this to point out the critical location and activity in the plant in terms of carbon emissions and suggest emission reduction actions.

Regulations, opportunities have been discussed in the study as well. Establishment has some obligations against to the government, and those obligations have been analysed.

This study will be very helpfull to the establishment to fulfill the regulations. There is a new regulation which will be valid after 2016 in Turkey. Government is releasing new regulations in order to prevent green house gas increase in the atmosphere. And our establishment will enter into obligation due to its high energy capacity.

Also emission trade systems use the same inventory format in order to provide standardisation. The establishment also will be capable to enter those emission trading systems. EU ETS one of those emission trading systems.

This theses will stay in very good position, when we reviewed the literature. Inventory studies are very old in the literature and non of them propose emission reduction methods.

Inventory study provides us, which section of the establishment produces highest emissions. Thus, inventory can point out which department needs to decrease its emissions and which department needs to apply some energy efficiency applications.

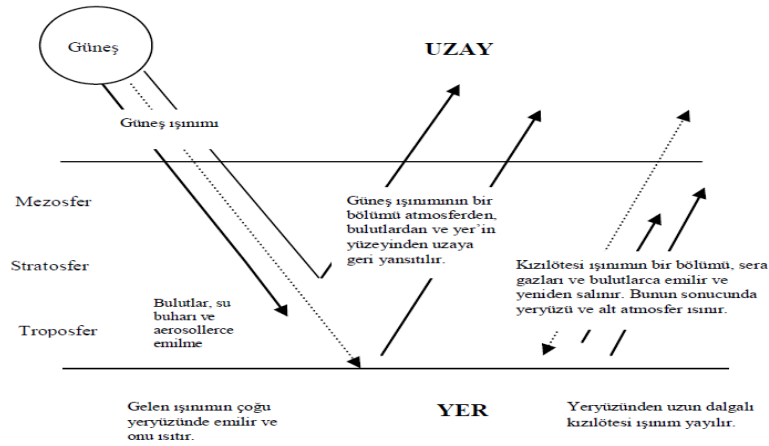
This kind of inventory studies need to be verified by certification organisations. After verification process company will be ready of international or national regulations related with GHG reduction. Also this inventory studies are provide company a good impression in the international trade and investment area.

1. GİRİŞ

1860'lı yıllarda sanayi devrimiyle birlikte insanların hızla üretmeye başlaması ve çevrelerini hızla değiştirme süreci, nüfus artışı, doğal kaynakların bilinçsizce tüketilmesi, çarpık kentleşme, doğanın bilinçsizce tahrip edilmesi doğanın dengesini bozarak geri getirilmesi güç değişikliklere sebep olmuştur. Bu değişikliklerden en önemlileri, küresel ısınma ve iklim değişikliğidir [1].

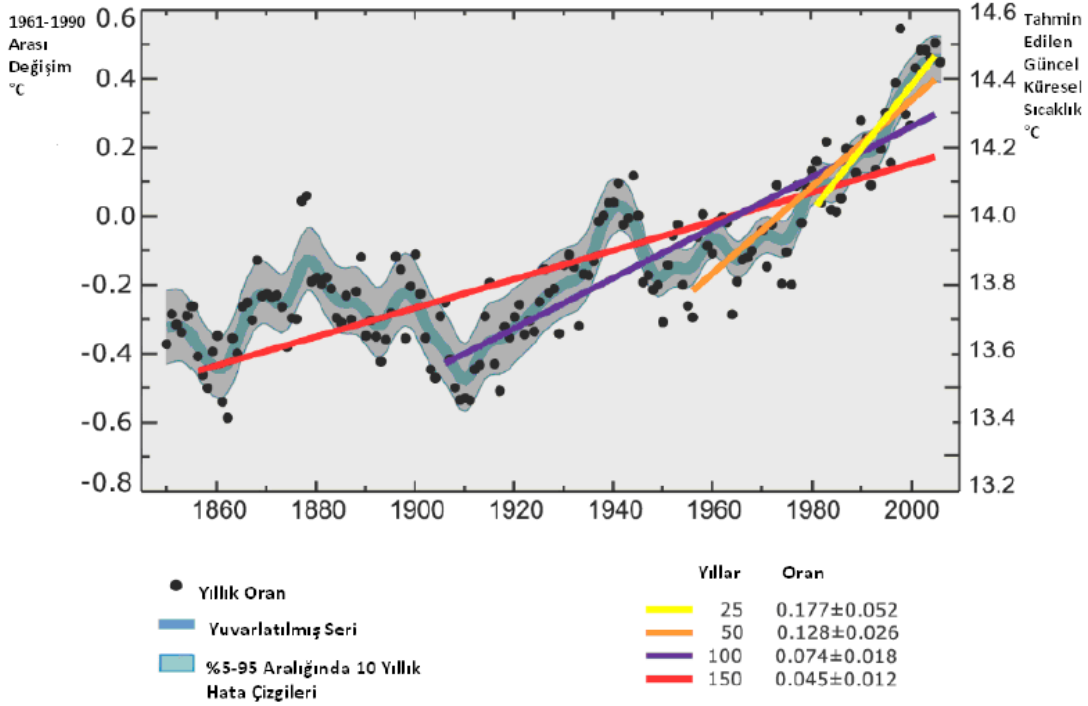
Küresel ısınma, insanların çeşitli faaliyetleri sonucunda meydana gelen ve sera gazları olarak adlandırılan çeşitli gazların (CO_2 - CH_4 - N_2O - O_3 -CFCs- H_2O) atmosferde yoğun bir şekilde artması sonucunda yeryüzüne yakın atmosfer tabakaları ile yeryüzü sıcaklığının yapay olarak artması sürecidir. Başka bir deyişle küresel ısınma, bütün dünyada sıcaklığın sistematik bir şekilde artması sürecidir. Küresel iklim değişikliği ise, küresel ısınmaya bağlı olarak diğer iklim öğelerinin de (yağış, nem, hava hareketleri, kuraklık vb.) değişmesi olayı olarak tanımlanmaktadır [2].

Atmosferdeki gazların gelen güneş ışınlarına karşı geçirgen, buna karşılık geri salınan uzun dalgalı yer ışınımına karşı çok daha az geçirgen olması nedeniyle, yer kürenin beklenenden daha çok ısınmasını sağlayan bu doğal sürece "sera etkisi" (green house effect) denmektedir [3]. Şekil 1.1 sera etkisini temsili olarak göstermektedir.



Şekil 1.1: Sera gazı etkisi [3].

Eğer sera etkisi olmasaydı, yeryüzü üzerindeki sıcaklık ortalama -18°C olacaktı. Ancak, günümüzde ortalama sıcaklık 15°C 'dır ve dolayısıyla, sera etkisi sonucu hava sıcaklığı 33°C artmıştır. IPCC (UN Intergovernmental Panel on Climate Change)'ye göre, 19. yüzyılın sonundan günümüze kadar dünya yüzeyinin ortalama ısısı $0.3 - 0.6^{\circ}\text{C}$ arasında artmıştır ve bu artışın 21. yüzyıl sonunda $1-3.5^{\circ}\text{C}$ arasında olacağı tahmin edilmektedir [4]. Şekil 1.2'de yeryüzünün sıcaklık artışı gösterilmiştir.



Şekil 1.2: Küresel sıcaklık değişimi [5].

Dünya insanlar tarafından üretilen sera gazları neticesinde giderek ısınmaktadır. IPCC'ye göre küresel ısınmadaki insan faktörü %90 olarak açıklanmıştır [6]. Küresel ısınmanın oluşumunda % 49 fosil yakıt kullanımı, % 24 sanayileşme, % 14 ormansızlaştırma ve % 13 tarımsal faaliyetler etkili olmaktadır [7].

Küresel iklim değişikliği sonucu meydana gelen kuraklıklar, buzul erimeleri, deniz seviyelerindeki artış, sel felaketleri, kasırgalar, birtakım hayvan türlerinin soylarının tükenmesi tehlikesi gibi doğal felaketler, küresel düzeyde tarım, sanayi, turizm sektörleri başta olmak üzere ekonomik ve sosyal bağlamda çok ciddi tehlikeler yaratmaktadır. Bu nedenle sera gazı emisyonlarının azaltılması için enerji politikaları ve çevre ilişkisi büyük önem taşımaktadır. Önlem alınmadığı takdirde iklim

değişikliği tehlikeli boyutlara ulaşacaktır. Bu sebeple tüm ülkeler iklim değişikliğini önleyici ve zararlarını telafi edici bir çaba içerisinde girmelidir.

Bu tez çalışmasının amacı, küresel ısınma ve iklim değişikliğine neden olan sera gazları için bir otomobil fabrikasında karbon envanterinin oluşturulması ve sera gazı salım azaltıcı yöntemlerin değerlendirilmesidir.

2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ POLİTİKALARI

1930'lu yıllarda ABD'de, iklimdeki ısınmanın sera gazlarının artışıyla ilgili olduğu belirlenmiş ve bu durum Arrhenius'un raporuyla da desteklenerek belgelenmiştir. 1950'li yıllarda ABD yönetimi konunun ayrıntılı araştırılmasını parasal olarak desteklemiş ve 1961 yılında ABD ve Kanada, atmosferde yaptıkları ölçümlerle sera gazlarının her yıl arttığını gözlemişler ve 1967 yılında, 21. yüzyıldaki sıcaklık artışlarının hızlanabileceği öngörüsünü yapmışlardır [8].

Ekonomik ve doğal çevrenin karşılıklı bağımlılığının, kalkınma politikalarında göz önüne alınması gerekliliği konusunda ilk kapsamlı uyarı, Roma Kulübü tarafından 1972 yılında hazırlanan "Büyümenin Sınırları" Raporunda yapılmıştır [9]. Aynı yıl içinde yapılan Birleşmiş Milletler Çevre Konferansında ise, ekoloji ve kalkınma arasındaki dengeyi öne çıkaran "Eko-Kalkınma" politikası çerçevesinde sürdürülebilir kalkınmanın iki temel ögesi olan "insan merkezilik" ve "gelecek nesillerin kaynaklarının korunması" konuları gündeme getirilmiştir [10].

1979 yılında WMO (Dünya Meteoroloji Örgütü) öncülüğünde 1. Dünya İklim Konferansı düzenlenmiştir. Bu konferansta iklim değişikliği konusuna vurgu yapılarak tüm dünyanın dikkati çekilmeye çalışılmıştır. Fosil yakıt kullanımının ve ormansızlaştırmanın sürmesi durumunda, atmosferdeki sera gazı miktarının kontrolsüz olarak artabileceği, bunun neticesinde iklim değişikliklerinin oluşacağı ve bu değişikliklerin sonuçlarının da uzun vadeli etkiler yaratacağı ifade edilmiştir [11].

1985 ile 1987'de Villach Avusturya'da ve 1988'de Toronto-Kanada'da yapılan toplantılarda, ülkelerin bu konuda geliştirebilecekleri siyasi, politik adımlar konusunda öneriler getirilmiştir. 1985 Villach toplantılarında sera gazlarının iklim değişikliği üzerine etkileri konusunda öneriler getirilmiştir. 1988 Toronto'da düzenlenen "Değişen Atmosfer" konferansında da, CO₂ miktarının büyük oranda artabileceği, buna bağlı olarak iklim değişikliklerinin oluşacağı ve bu değişikliklerin sonuçlarının da uzun süreli etkiler yaratacağı ifade edilmiştir. CO₂ salımlarının,

dünya genelinde, 2005 yılına kadar % 20 azaltılması ve “İklim Sözleşmesi” çerçevesinin hazırlanması önerilmiştir [11].

1988 yılı Aralık ayında Malta'nın girişimiyle, BM genel kurulu “İnsanoğlunun Bugünkü ve Gelecek Kuşakları İçin Küresel İklimin Korunması” konulu kararı yürürlüğe koymuştur. Buna göre küresel ısınma ve iklim değişikliğinin tün insanlığın ortak sorunu ve mirası olduğu söylenmiştir. Kasım 1989'da, Hollanda'nın Nordwijk kentinde “Atmosferik ve İklimsel Değişiklik” konulu Bakanlar Konferansı düzenlenmiştir. Toplantıya katılan ülkelerin büyük bir çoğunluğu CO₂ salımlarının % 20 oranında azaltılmasını desteklemişlerdir. Fakat azaltmaya ilişkin özel bir hedef ya da takvim belirlenememiştir. Ayrıca Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Japonya ve eski Sovyetler Birliği konferansa katılmasına rağmen bu azaltıma herhangi bir destekte bulunmamışlardır [11].

WMO tarafından 1990 yılında İsviçre'nin Cenevre kentinde yapılan ve iklim değişikliği ve sera gazlarını konu alan 2. Dünya İklim Konferansı düzenlenmiştir. Konferansta katılan 137 ülke tarafında sera gazlarının azaltımına yönelik bir adım olan İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin ivedilikle hazırlanması ve sera gazı salımlarının belirli bir seviyede tutulması yönünde anlaşmaya varılması kararlaştırılmıştır [11].

1992 yılında ise, Brezilya'nın Rio de Janerio şehrinde BM Çevre ve Kalkınma Konferansı düzenlenmiştir. Konferansta atmosferde biriken sera gazlarının iklim sistemi üzerindeki tehlike yaratan insan kaynaklı etkilerini durdurmak ve gelişmiş ülkelerin insan kaynaklı salımlarını ise, gelecek için hedef bir yıl belirleyerek istenilen düzeye indirmeye yönelik İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) imzaya açılmıştır. 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe giren Sözleşme'ye halen, aralarında ülkemizin de bulunduğu 195 ülkenin yanı sıra, Avrupa Birliği (AB) de taraftır. Ülkemiz Sözleşme'ye 24 Mayıs 2004 tarihinde katılmıştır [12].

1997 yılında BMİDÇS 3. Taraflar Konferansı Japonya'nın Kyoto şehrinde yapılmıştır. Konferansta, sera gazı salımlarını 1990 düzeyinin altına indirmeyi amaçlayan bir protokol imzaya açılmıştır. Kyoto Protokolünün yürürlüğe girebilmesi için, protokole imza atan ülkelerin 1990 yılında atmosfere vermiş oldukları karbon salımlarının, tüm dünyadaki toplam karbon salım miktarının % 55'ine ulaşması gerekmektedir. Protokol, Çin ve ABD imzalamadıkları için 2005 yılına kadar

uygulanamamıştır. Ancak, Rusya'nın imzalamasıyla, protokol 16 Şubat 2005'de yürürlüğe girmiştir. Protokol'e halen 192 ülke ve AB taraftır [12,13].

Kyoto Protokolü, sera gazı salımlarını sınırlandırma ve azaltmaya yönelik yasal düzenlemelere ek olarak; uluslararası salım ticareti, teknoloji ve sermaye hareketleri konularında da çeşitli düzenlemeler ileri sürmüştür. Sözleşme'de taraf ülkeler, üç grupta sınıflandırılmışlardır [14].

2.1 Ek 1 Ülkeleri

OECD (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü) ülkeleri ile Orta ve Doğu Avrupa'da bulunan Eski Doğu Bloğu ülkelerinden oluşan 40 ülkeyi kapsamaktadır. Bu ülkeler, sera gazı salımlarının azaltılmasında alınacak önlemler ve uygulanacak politikalarda öncü olacaklardır. Ek 1 ülkeleri salım düzeylerini aşağı çekmek zorundadırlar. Çekmedikleri takdirde salım kredileri vb. yollarla salım düzeylerini düşürmeleri gereklidir.

2.2 Ek 2 Ülkeleri

1992 yılında OECD'ye üye 24 ülke ile AB'den oluşmaktadır. Bunlar sözleşme sonucu oluşacak yeni yükümlülüklerin parasal maliyetlerini karşılamakla yükümlüdürler.

2.3 Ek 1 Dışı Ülkeler

Ek 1 kapsamı dışında kalan ve sözleşmeye taraf olmayan 5 ülke dışındaki bütün BM üyesi 147 ülkeyi kapsamaktadır. Bu ülkeler de, iklim değişikliği konusunda gelişmiş ülkelerle işbirliği yapmakla sorumlu tutulmuşlardır.

Türkiye OECD üyesi olduğundan dolayı, hem sera gazı salımlarını azaltmada birinci derecede sorumlu olacak Ek 1 ülkeleri grubuna, hem de az gelişmiş ülkelerin salımlarının azaltılması için finansal ve teknik destek sağlayacak Ek 2 ülkeleri grubuna dâhil edilmiştir. Bunun üzerine Türkiye, bu koşullar altında sorumluluklarını yerine getiremeyeceği gerekçesiyle, BMİDÇS'yi 1992 Rio Konferansı'nda imzalamamış ve taraf olmamıştır. Üçüncü Taraflar Konferansı olan Kyoto'ya kadar, Türkiye'nin hedefi; her iki ekten de çıkartılması ve/veya ülkenin özel şartlarını

dikkate alınarak, kolaylıklar sağlanırsa BMİDÇS'ye taraf olunması yönünde olmuştur. Bu açıdan, Kasım 2000'deki Lahey Konferansı'nda, Türkiye, Ek 2'den çıkarılması kaydı ve eski sosyalist ülkelere sağlanan kolaylıklardan faydalandırılması durumunda, Ek 1 ülkesi olarak BMİDÇS'ye taraf olabileceğini belirtmiştir. Lahey Konferansı'nda alınan karara bağlı olarak, 7. Taraflar Konferansı olan Marakeş Konferansı'nda Türkiye'nin Ek 2'den çıkartılması kabul edilmiştir. Daha sonra Türkiye gereken prosedürleri tamamlayarak, 26 Ağustos 2009'da Kyoto Protokolü'ne resmen taraf olmuştur [12].

Kyoto Protokolüne dâhil olan Türkiye'nin yerine getirmek zorunda olduğu bazı yükümlülükler bulunmaktadır. Örneğin, fosil yakıt yakarak atmosfere sera gazı salan termik santraller, çimento fabrikaları, rafineriler gibi sektörleri teşvik, sübvansiyon, vergi muafiyeti gibi araçlarla desteklememesi gerekmektedir. 2004 yılından beri Rio Sözleşmesine taraf olan Türkiye, fosil yakıtı dayalı kalkınma politikasından, yenilenebilir enerji ile kalkınma politikasına geçme yükümlülüğü altına girmiştir [6].

Kyoto protokolüne taraf olan ülkeler, ortak fakat farklılaşmış sorumlulukları ile ulusal ve bölgesel kalkınma önceliklerini, amaçlarını ve koşullarını dikkate alarak sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirebilmek için gereken yükümlülüklerini yerine getireceklerdir.

Kyoto Protokolü, taraf ülkelerin hedeflere ulaşabilmeleri için bazı esneklik mekanizmaları oluşturmuştur [6,13].

2.4 Ortak yürütme mekanizması (Joint Implementation)

Kyoto Protokolü'nün 6. Maddesi ortak yürütme mekanizmasını düzenlemeye yöneliktir. Bu madde gelişmiş ülkelerin salım azaltıcı uygulamalarını kredilendirmeye dayanır. Ülkeler salım azaltmaya yönelik projeleri destekleyerek yerine getirmek zorunda oldukları salım indirim oranlarının bir kısmını karşılayabilmektedirler. Bu uygulama sayesinde yenilenebilir enerjiye ve enerji verimliliğine yatırım yapan gelişmiş ülkeler, kendi ülkelerinde karbon vergisi ya da elektrik/gaz fiyat düzenlemeleri gibi önlemlerle indirim yükümlülüklerini yerine getirmeleri daha zor ve masraflı olması nedeniyle, bu uygulamayla kazanç elde edebileceklerdir. Buna karşın enerji üretimleri konvansiyonel sistemlere bağlı ve

enerjiyi verimli kullanmayan daha az gelişmiş ülkeler yani Ek-1 ülkeleri, bu sistem sayesinde para harcayarak teknolojileri gelişmiş ülkelere alabileceklerdir.

2.5 Temiz kalkınma mekanizması (Clean Development Mechanism)

Kyoto protokolü 12. Maddesi Temiz kalkınma mekanizmasını düzenlemektedir. Bu mekanizma sayesinde bir ülke salım hedefini belirledikten sonra hedefini henüz belirlememiş başka bir ülke ile o ülkenin salımlarını azaltıcı projeler geliştirmesi halinde Sertifikalandırılmış Salım Azaltma Kredisi elde ederek, bunu toplam hedefinden düşebilmektedir.

2.6 Salım ticareti mekanizması (Emission Trading Mechanism)

Bir diğer esneklik mekanizması olan salım ticareti ise protokolün 17. Maddesiyle düzenlenmektedir. Ek-1 ülkeleri kendileri için belirlenen salım oranının belirli bir kısmını ticaret amaçlı kullanabileceklerdir. Sera gazı salımı kendisi için belirlenen miktardan az ise izinlerinin kullanmadığı bölümünü başka tarafa satma imkanı olmaktadır.

Türkiye'nin Kyoto Protokolünü kabul etmesinin bir gereği olarak, yenilenebilir enerji kaynaklarını etkin olarak kullanması, mevcut CO₂ salımının azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Kyoto Protokolü dâhilinde yenilenebilir enerji ile üretilen her bir kWh enerji için yaklaşık 700-800 g CO₂ salımının engellemesi sağlanacak, yenilenebilir enerji ile üretilmiş olan toplam enerji miktarı için bir karbon sertifikasına sahip olunacaktır. 2020 yılından sonra yürürlüğe girecek bu uygulama ile belirlenen değerin üzerinde CO₂ salımına neden olan ülkeler, ellerinde yeterli karbon sertifikası yok ise, maddi tazminat ödemek zorunda kalacaklardır [15].

Kyoto Protokolü'nü ve BMİDÇS'yi imzalayan ülkeler, insan kaynaklı sera gazı salımlarının ve yutaklarının envanterini çıkarıp kayıt altına alarak her yıl bildirmek zorundadırlar. Ayrıca yukarıda bahsedilen Kyoto Protokolü esneklik mekanizmalarından faydalanacak olan ülkeler referans salım değerlerine göre envanter hazırlamakla yükümlüdür. Salım azaltım hedefi olan şirketlerin de sera gazı envanterine gereksinimleri vardır.

Küresel ölçekte ülkeler, ulusal, sektörel ve/veya kurumsal ölçekte ise şirketler sera gazı salımlarının yönetiminde ölçtükleri her birim bağımsız bir kuruluş tarafından kontrol edildiği zaman anlam kazanır. Bu sistemin doğru işleyebilmesi için ilk ve en önemli adım mevcut salımların doğru, eksiksiz ve güvenilir şekilde ortaya konduğu bir envanter çalışmasıdır. Salım miktarlarının azaltılması için alınacak eylem planları, öncelikle mevcut durumun doğru ve güvenilir şekilde belirlenmesini gerektirir. Ancak bu belirlemenin yapılmasıyla alınacak önlemlerin içeriği, zamanlaması ve önceliklendirilmesini belirleyen bir strateji ve eylem planı oluşturulabilir. Bir ülkenin, şirketin veya kuruluşun sera gazı envanterini kullanılabilir hale getirebilmesi, bu envanterin bağımsız denetleyici bir kuruluş tarafından doğrulanması ve belgelendirilmesine bağlıdır [16].

Kyoto Protokolünün 2012 yılında birinci yükümlülük dönemi son bulmuştur. Fakat AB bu tarihten önce çeşitli karbon politiklerini içeren mevzuatlarını yürürlüğe koymuştur. Bu mevzuatlarda temel amaç salım ticaretidir. Salım ticaretinin yapılabilmesi için üye devletler sera gazı salımlarını yıllık olarak bildirmekle yükümlüdürler. Bu durumda üye ülkelerle iş birliği içinde olan diğer devletlerin şirketleri de (henüz bir yükümlülük altında olmasa da) bu mevzuatlardan dolayı olarak etkilenir hale gelmişlerdir.

2.7 ISO 14064 Standardı

Bir kuruluşun; sera gazı salımlarının ve uzaklaştırmalarının istikrarlı raporlanması, envanterlerinin çıkartılması, sera gazı salım azaltımı veya uzaklaştırılması iyileştirme projeleri ve sera gazı bildirimlerinin doğrulanması ve geçerli kılınması için bir rehber olarak kullanılan bir standartlar serisidir. Bir denkleştirme protokolüdür. 2006 yılında Uluslararası Standartlar Organizasyonu tarafından çıkarılmıştır, gönüllü olarak sera gazı azaltımları amaçlamaktadır ve tarafsız duran bir politikası vardır.

ISO 14064-1, sera gazı envanterlerinin kuruluş veya şirket seviyesinde tasarlanması, geliştirilmesi, yönetilmesi ve raporlanması için gereken ilkeler ve şartlar hakkında ayrıntılı bilgi verir. Bu standart, sera gazı yönetimini iyileştirmek amacıyla sera gazı salım sınırlarının belirlenmesi, bir kuruluşun sera gazı salımlarının ve uzaklaştırmalarının hesaplanması ve şirketin özel tedbirlerinin veya faaliyetlerinin tanımlanması için gerekleri içerir. Bu standart ayrıca, doğrulama faaliyetleri için

envanter kalite yönetimi, raporlama, iç tetkik ve kuruluşun sorumluluklarına ilişkin şartları ve kılavuzu içerir.

ISO 14064-2, sera gazı salımlarını azaltmak veya sera gazı uzaklaştırmalarını artırmak için özel olarak tasarlanmış sera gazı projelerine veya projeye dayalı faaliyetlere odaklanmaktadır. Bu standart, projenin temel senaryolarını belirlemek ve bu temel senaryolara göre projenin performansını izlemek, değerlendirmek, rapor etmek için ilkeleri, şartları içermekte, geçerli kılınacak ve doğrulanacak sera gazı projeleri için bir temel oluşturmaktadır.

ISO 14064-3, sera gazı envanterlerini doğrulama, sera gazı projelerini geçerli kılma veya doğrulama için ilkelere ve gereklere dair ayrıntılı bilgi verir. ISO 14064'ün, sera gazı envanterlerinin veya projelerinin değerlendirilmesi, izlenmesi, raporlanması ve geçerli kılınması veya doğrulanması için açıklık ve tutarlılık sağlayarak, kuruluşların, ülkelerin, proje ortaklarının ve paydaşların dünya çapında fayda sağlaması beklenir. Sera gazı envanteri bir şirket veya kuruluş bünyesinde doğrudan ve dolaylı oluşan tüm salımların saptanması esasına dayanır. Salım envanteri, salım kaynaklarından salınan sera gazı miktarları ile birlikte sera gazı yutaklarını da içerir. Sera gazı envanteri 'küresel ısınma potansiyeli' kullanılmak sureti ile farklı sera gazlarını karbondioksit eşdeğeri olarak hesaplar. Sera gazlarının küresel ısınma potansiyelleri çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Sera gazları küresel ısınma potansiyelleri [17].

Sera gazları		Küresel Isınma Potansiyeli
CO ₂	Karbondioksit	1
CH ₄	Metan	21
N ₂ O	Nitrözoksit	310
HFC'ler	Hidroflorokarbonlar	1100-1900
PFC'ler	Perflorokarbonlar	560-11700
SF ₆	Kükürtheksaflorür	23900
CFC'ler	Kloroflorokarbonlar	6500-8700

Önceki bölümde de bahsedildiği gibi hesaplanan sera gazı envanterinin bağımsız bir kuruluş tarafından doğrulanması gerekir. Doğrulanmadığı takdirde bu envanterlerin karbon piyasasında herhangi bir geçerliliği yoktur.

3. AB ETS VE TÜRKİYE'DEKİ DURUM

Avrupa Birliği Salım Ticaret Sistemi (EU ETS), AB'nin Kyoto Protokolü hedeflerine ulaşmasında yardımcı etken ve iklim değişikliği ile mücadelede temel strateji planlarından birisi olarak üye ülkeler ve Avrupa Parlamentosu tarafından onaylanan ilk uluslararası salım ticaret sistemidir. Sistem, 25 Ekim 2003'de yayımlanan 2003/87/EC no'lu AB Direktifi esas alınarak kurulmuştur. 2005 yılında uygulanmaya başlayan sistemde her salımcıya atanan AB salım tahsislerinin (EUA) miktarı üye ülkeler tarafından hazırlanan ve Avrupa Birliği Komisyonu tarafından onaylanan "Ulusal Tahsis Planları"nda belirlenmiştir. AB Sera gazı Salım Ticaret Sistemi (EU ETS), dünyanın en büyük çok ülkeli ve çok sektörlü sera gazı salım ticaret sistemidir. EU ETS, üç faz halinde işlemektedir: 2005-2007 (Birinci faz), 2008-2012 (İkinci faz), 2013-2020 (Üçüncü faz) [18].

- 2005-2007: 'Öğrenme dönemi', etkin sonuç alınmamıştır.
- 2008-2012: Kyoto Protokolü'nün ilk evresi kapsamında daha sıkı önlemler ve sınırlamalar getirilmiştir.
- 2013-2020: Revizyon çalışmaları başlamıştır.

Sistem dört ana prensip esasında çalışmaktadır:

1. 'Sınırla ve pazarla' sistemi (*cap-and-trade*),
2. İlgili sektörlerden katılımın zorunluluğu,
3. Güçlü uyum çerçevesi,
4. Kyoto Protokolü kapsamında tarafların salım sınırlama veya azaltım yükümlülüklerini kolaylaştırmaları amacıyla ulusal düzenlemeleri destekleyici mekanizmalar
 - 4a. Salım Ticareti (Emission Trade - ET),
 - 4b. Temiz Kalkınma Mekanizması (Clean Development Mechanism - CDM)
 - 4c. Ortak Yürütme (Joint Implementation - JI).

ETS içinde, Yönerge tarafından belirlenen tesisler (genelde enerji santralleri, büyük yakma tesisleri, petrol rafinerileri, kok fırınları, demir-çelik fabrikaları, çimento fabrikaları gibi yüksek karbondioksit yayan tesisler) için azami salım izinleri verilir. Üye ülkeler için belirlenmiş izinler yıllık olarak Avrupa Komisyonu tarafından belirlenir. Üye ülkeler de ülke içindeki tesislere ücretsiz salım hakkı vermektedir. Sistemin özünü oluşturan kısımda ise, yılsonunda bu izinleri aşmayan tesisler, sınırları aşan tesislere artakalan miktarları satabilmektedir. Fiyatlandırma, o yıldaki arz ve talebe göre değişmektedir [19].

AB Salım Ticareti Sistemi (EU ETS), kayıt düzenlemesi 2216/2004/EC kapsamında her üye ülke “Topluluk Bağımsız İşlem Kayıtları” (CITL) ve diğer ulusal sistemler ile bağlantılı ulusal bir kayıt sistemi oluşturur. Her ulusal kayıt sistemi Avrupa’daki tüm sistemlerin tek bir şemsiye altında güvenli, uyumlu ve düzgün entegrasyonunu sağlayan bu omurgaya bağlanır. Tüm kayıt sistemlerinin CITL ile birlikte toplamı “Kayıtlar Sistemi” olarak işlemektedir. Etkilenen her kuruluşun salım tahsisleri kayıt sistemindeki hesaplarına aktarılır.

Ocak 2008’de Avrupa Komisyonu, EU ETS’in gözden geçirilmesine dair taslak öneriler yayınlamıştır. Bu gözden geçirmenin amacı 2012 sonrası için EU ETS’i geliştirmek ve şimdiye kadar kazanılan tecrübelerden faydalanmaktır. Üye ülkelerin ve Avrupa Parlamentosunun uzlaşmasını takiben, EU ETS Direktifi Aralık 2008’de yayınlanan AB’nin 2020 İklim ve Enerji Paketinin bir parçası olarak önemli ölçüde yenilenmiştir. Değişiklikler III. Faz’dan (1 Ocak 2013’ten 31 Aralık 2020’ye kadar sürecek) itibaren uygulanmaya başlanmıştır.

3.1 Yenilenen AB ETS Direktifi

Yenilenen AB ETS Direktifi’nin 2013’den itibaren beraberinde getirecekleri aşağıda verilmiştir:

Merkezileşmiş, AB çapında geçerli olacak yıllık %1.74 azaltım sağlayacak şekilde bir salım sınırlaması bulunmaktadır. Bu sınırlama 2020 itibariyle 2005’te doğrulanmış salımlara göre toplamda %21’lik bir azaltım sağlayacaktır. Komisyon 2013’te geçerli olmak üzere Topluluk çapında geçerli olacak kesin sınırlama seviyesini 30 Haziran 2010’da açıklamıştır.

Açık arttırmayla dağıtılacak salım tahsislerinde bir artış olacaktır – II. Faz'da %3 olan oranın aksine 2013'den itibaren salım tahsislerinin en az %50'si açık arttırma yoluyla dağıtılacaktır. Bu değişiklik, EU ETS'nin hem çevresel etkinliğini hem de ekonomik verimliliğini arttıracaktır. İngiltere'de enerji sektöründeki salım tahsislerinin dağıtımında %100 açık arttırma olacaktır. Bu durum AB'nin çoğunda da aynı şekilde olacaktır.

AB dışından Kyoto Protokolü altında edinilen proje sertifikalarına erişim EU ETS'de gerekli olan azaltımın %50'sinden fazlası olmayacak şekilde kısıtlanacaktır. Bu durum II. Faz'daki %226 oranında azaltımdır ve AB içerisinde daha fazla salım azaltımının gerçekleşeceği anlamına gelmektedir.

Açık arttırma yoluyla dağıtılan toplam tahsislerinin %12'si düşük GSMH'li Üye Ülkelere dayanışma aracılığıyla yeniden dağıtılacaktır. Bunlar çoğunlukla yeni üye olmuş Doğu Avrupa ülkeleridir.

AB üye ülkelerinin aldığı yasal bağlayıcılığı olmayan taahhüt uyarınca açık arttırmadan kazanılan gelirin en azından yarısı AB içerisinde ve gelişmekte olan ülkelerde iklim değişikliğiyle mücadele için harcanacaktır.

Sanayi sektörlerine ürün bazında seviyeler temelinde ücretsiz salım izinleri dağıtılacaktır. Bu ürün bazındaki seviyeler AB'de sera gazı salımı en verimli tesislerin ilk %10'luk diliminin ortalamasına göre belirlenecektir.

Karbon fiyatı sebebiyle (Ör. Karbon kaçağı) üretimin AB dışına kayması riski bulunan sektörler ürün bazında belirlenen seviyedeki salım izinlerinin %100'ünü ücretsiz olarak alacaklardır.

Ciddi bir karbon kaçağı riski altında bulunmayan sektörler 2013'te belirlenen izinlerinin %80'ini bedava alacak, daha sonra 2020'de bu seviye %30'a düşecek ve 2027'de sıfırlanacaktır.

AB Salım Ticaret Sistemine yeni girenlerin rezervlerinden 300 milyona kadar salım tahsisi karbon tutma ve saklama (CCS) ve yenilikçi yenilenebilir enerji teknolojilerine destek olarak kullanılacaktır.

Üye ülkelerin salımı az olan küçük tesis ve hastaneleri düzenlemenin yükünü azaltmak için sistemin dışında tutma hakkı vardır [20].

Türkiye’de Salım Ticaret Sistemi’ne yönelik yapılan çalışmalar kapsamında ilk olarak “Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi” hazırlanmıştır. Bu Strateji Belgesi’nin uygulamaya geçebilmesi için İklim Değişikliği Eylem Planı (İDEP) tamamlanmıştır.

Türkiye özel konumu nedeniyle Kyoto Protokolü’nün salım ticareti mekanizmalarından yararlanamamaktadır. Gönüllü Karbon Piyasası’nda 170’in üzerinde proje geliştirilmiştir. Bunların çoğu hidroelektrik, rüzgar ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji alanlarındadır.

2012 sonrası dönem için Türkiye dâhil 25 devlet Dünya Bankası aracılığıyla bir araya gelmiştir. “Karbon Piyasasına Hazırlık Ortaklığı-PMR” adı altında karbon piyasası oluşturulmuştur. Bu ortaklık sayesinde ülkeler ihtiyaç duydukları kapasite geliştirme faaliyetleri için hibe kaynaklara erişim imkanı bulmuştur. Ülkelerin karbon varlıklarının azami değerinden işlem görmesi için gerekli uluslararası işbirliği fırsatları yakalanmıştır.

Bu kapsamda yapılacak çalışmalar şunlardır [19]:

1. İzleme, raporlama ve doğrulama (MRV) sisteminin uygulanması, doğrulama kapasitesi ve kamu kurumları için ihtiyaç analizi yapılacak,
2. MRV sisteminin işletilmesine yönelik kapasitenin geliştirilmesi için önerilen ayrıntılı eylemler hazırlanacak,
3. Örnek MRV raporları ve şablonları geliştirilecek,
4. Pazar mekanizmalarının uygulanmasının etki analizi ve fayda-maliyet analizleri yapılacak ve bu tür sistemlerin işletilmesi için önerilen ayrıntılı eylemleri hazırlanacak,
5. İzleme, Doğrulama ve Raporlama (MRV) Sistemi kurulacak,
 - 5.1. AB Salım Ticareti ile uyumlu tesis seviyesinde izleme yapılacak,
 - 5.2. Doğrulama ve Raporlama yapılacak,
 - 5.3. Bilgi alışverişi geliştirilecek,
6. Kapasite geliştirme
 - 6.1. MRV çalışmalarının analizleri yapılacak, kılavuz dokümanları hazırlanacak,
 - 6.2. Kamuda ve özel sektörde kapasitenin geliştirilmesi sağlanacak,
 - 6.3. Doğrulama ve raporlama konusunda kapasitenin geliştirilmesi sağlanacak,
 - 6.4. Sürekli bilgi alışverişi için gerekli yapı kurulacak,

7. Pilot çalışma-bütçe yeterli olursa:

7.1. Sektörel kredilendirme ve ticaret sistemleri için seçeneklerin araştırılması değerlendirilecek,

7.2. Bir borsa altında pilot karbon pazarının kurulması değerlendirilecektir,

Bu bağlamda, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan “Sera Gazı Salımlarının Takibi Hakkında Yönetmelik” 17 Mayıs 2014 tarih ve 29003 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Yönetmeliğin amacı; Kyoto Protokolü Ek.I listesinde yer alan (ulusal sera gazı salımlarının önemli bir kısmını teşkil eden elektrik ve buhar üretimi, çimento, demir-çelik, seramik, kireç, kağıt ve cam üretimi gibi) faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı salımlarının izlenmesi, doğrulanması ve raporlanmasıdır.

Yönetmelik ile;

- Ulusal salımların yaklaşık %50’si tesis seviyesinde, izlenmeye başlanacaktır,
- Birçok kuruluş izleme, doğrulama ve raporlama sürecine tabi olacaktır,
- Doğrulamacılar vasıtası ile tesis bazında, yerinde inceleme ve salım raporlarının doğruluğunun kontrolü sağlanmış olacaktır,
- İklim değişikliği ve çevre politikalarını oluşturmaya yönelik bilgi ve veri üretimi sağlanmış olacaktır (örneğin; tesis bazında teknoloji veri tabanı, salım faktörleri, faaliyet verileri, vb),

Yönetmelik kapsamında tesislerin raporlama yükümlülüğü 2016 yılında başlayacaktır.

3.2 Türkiye’de Sera Gazı Salımlarının Takibi

Sera Gazı Salımlarının Takibi Hakkında Yönetmelik 17 Mayıs 2014 tarih ve 29003 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik ile toplam sera gazı salımlarının yaklaşık yarısını teşkil eden sektörlerin sera gazı salımları tesis seviyesinde izlenecektir.

Bu sektörler elektrik ve buhar üretimi, çimento, demir-çelik, rafineri, seramik, kireç, kağıt ve cam üretimi gibi yoğun salım gerçekleştiren şirketlerdir. Sektör ve kuruluşların ayrıntılı kriterleri yönetmelik kapsamında tanımlanmaktadır [21].

Bu bağlamda toplam kurulu anma ısı gücü 20MW üzerindeki tesisler yönetmelik gereği yükümlülük altına girmektedirler. Yükümlülük altındaki kuruluşlar yönetmelikteki zaman planına göre izleme ve raporlama yapacaktır.

Bu tesisler 1 Ekim 2014 tarihine kadar izleme planlarını onaylanmak üzere Bakanlığa iletmek, 1 Ocak 2015 tarihinden başlayarak yıllık sera gazı salımlarını izlemek, 30 Nisan 2016 tarihine kadar doğrulanmış yıllık sera gazı salım raporlarını Bakanlığa iletmekle yükümlüdürler [21].

Bu tez çalışmasında resmi gazetede yayınlanan yönetmelik ve ISO 14064 standardı karşılaştırılmıştır. Sera gazı salımlarının incelenmesi ve raporlanması aynı temellere dayanmaktadır. Hesaplamalarda kullanılan katsayılar ise, ISO 14064'te olduğu gibi IPCC klavuzlarından alınmıştır.

3.3 Literatür Çalışması

2008 yılına kadar ABD'de 550'nin üzerinde üniversite karbon içermeme taahhüdünde bulunmuşlardır. Bu taahhütte bulunmanın ön şartı karbon envanteri oluşturmaktır. Bunu yapan üniversitelerin hepsi farklı karbon envanteri metodları kullanmışlardır. Bu da birbirleriyle kıyaslanmasını zorlaştırmaktadır. Anderson, çalışmasında 3 farklı envanter yöntemini kıyaslamış ve kayda değer farklar ortaya koyamamıştır. Ancak, farklı yöntemlerin karşılaştırılabilir olduğunu belirlemiştir. Bununla birlikte karbonsuzluk hedefi için kısıtlamadan çok gönüllü karbon piyasasının kurulmasının gerektiğini ortaya koymuştur [22].

Hahn (2009), karbon ayak izi konulu çalışma gerçekleştirmiş ve iklim değişikliği ile karbon ayak izi arasındaki ilişkiyi belirlemiştir. Karbon ayak izi hesaplamalarında farklı yöntemlerin kullanılabilmesi, GHG protokolünün bu anlamda diğer yöntemlere örnek olduğu gösterilerek, Kruger firmasına yönelik karbon envanteri ve ayak izi çalışması gerçekleştirilmiştir [23].

Bastianoni ve çalışma grubu (2006), IPCC metodu ve ISO 14064 standardını birlikte değerlendirerek yasal boyutunu da incelemiştir. ISO 14064 standardının 2006 IPCC metodundan zamanla türetilip oluşturulduğu ortaya konulmuştur. İtalya'nın Siena şehrinde karbon envanteri çalışması gerçekleştirilerek 2006 yılından 2010 yılına kadar karbon salımındaki azaltım mekanizmaları araştırılmış ve karbon salımı için yapılacak yasal düzenlemeler için kaynak oluşturulmuştur. Karbon salımının

azaltılmasına yönelik öneriler sunulmuştur. Örneğin; yerel elektrik üretiminin geliştirilmesi, fosil yakıtların yerine organik atıklardan biyogaz üretilmesi gibi yerel belediye kanunları oluşturulmuştur [24].

Sera gazı salımlarının ürün seviyesinde incelenmesi de birçok firma için önem arz etmektedir. Bir ürünün sera gazı salımı izlenip azaltım önerilerinde bulunabilecek model bulunması konusunda birçok çalışma yapılmıştır. Scipioni gerçekleştirdiği çalışmada, ISO 14064 standardını baz alarak bir salım izleme yöntemi önermiştir. ISO 14064 kullanılarak sadece belli bir ürünün sera gazı salımının nasıl izleneceği gösterilmiş ve ürünün karbon ayak izi ortaya çıkarılmıştır. Karbon salımının azaltılmasına yönelik yol gösterici bir model oluşturulmuş, bu önermelerin üretimden tedarik zincirine kadar uygulanması sağlanmıştır [25].

Ki-Hoon Lee, Hyundai Motor firmasında karbon envanteri çalışması gerçekleştirmiştir. Doğrudan ve dolaylı karbon salımları, fabrikadaki her birim için belirlenerek karbon salımlarını azaltıcı önlemler tartışılmıştır [26].

Karakoç, doktora çalışmasında karbon envanteri ile birlikte muhasebesinin de önemli olduğunu belirtmiştir. Kyoto Protokolü'nün yürürlüğe girmesiyle başlayan süreçte, taraflar kendilerine verilen hedefleri yerine getirebilmek için karbon piyasalarında da faaliyet göstermeye başlamışlardır. Buna bağlı olarak işletmelerin atmosfere saldıkları emisyonları kayıt altına alarak muhasebeleştirme ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Karbon emisyon muhasebesi olarak adlandırılan bu yeni muhasebe alanı; atmosfere salınan sera gazlarının karbon ayak izlerinin hesaplanması, takip edilmesi, kayıt altına alınması ve raporlanmasının yanı sıra işletmeye olan maliyetlerinin hesaplanması gibi işlemleri içermektedir. Çalışmasında bu muhasebe yönteminden ayrıntılı bir şekilde bahsedilmiştir [27].

2012 yılında yapılan tez çalışması kapsamında, IPCC hesaplama yöntemleri kullanılarak ISO 14064-1'e göre sanayide sera gazı salım envanterinin oluşturulmasına yönelik yöntemler incelenmiştir. Sera gazı salım hesaplamalarının yapılacağı sanayi kuruluşu olarak Arçelik-LG Klima San. ve Tic. A.Ş. seçilmiştir. Salım hesaplamaları sonucunda kaçak salım olarak tabir edilen prosese özgü emisyonların, yakma ya da araç kaynaklı doğrudan emisyonlardan daha yüksek miktarda olabileceği anlaşılmıştır. Sistematik bir hesaplama olan IPCC yöntemi sayesinde enerji verimliliği açısından önlemler geliştirileceği gösterilmiştir [28].

Gerçekleştirilen tez çalışmasının amacı ise, otomotiv sektöründe üretim yapan bir tesisin faaliyetlerinden kaynaklanan doğrudan ya da dolaylı (enerji kaynaklı) sera gazı salımının ISO 14064 standardı uygulanarak belirlenmesi ve karbon envanterinin oluşturulmasıdır. Ayrıca, bu envanterin Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan “Sera Gazı Salımlarının Takibi Hakkında Yönetmelik” ve AB ETS mekanizmalarında nasıl kullanılacağı tartışılmıştır.

4. YÖNTEM – KARBON ENVANTERİNİN ÇIKARILMASI

2006 IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) metodu ile ISO 14064 standardı arasındaki bağlantı, Bastianoni ve arkadaşları tarafından ortaya konmuştur [24]. IPCC'nin en son yayını (IPCC, 2013) iklim değişikliği ile mücadele konusunda uluslararası anlamda çok faydalı imkanlar tanımaktadır. 2006 yılında ISO 14064 standardı oluşturulurken aynı zamanda IPCC "2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories" uluslararası kabul görmüş bir envanter yöntemini yayınlamıştır [24].

Bu çalışmada sera gazı envanterinin çıkarılmasında, sera gazı ölçüm standardı olarak ISO 14064-1 kullanılacaktır. Daha sonra bu ölçüm sonuçları ISO 14064-3 ile doğrulanıp proses çıktısı olarak doğrulanmış sera gazı olarak beyan edilecektir. Kyoto Protokolü ve TS EN ISO 14064 standartlar serisinde izlenmesi gereken altı sera gazı (CO₂-CH₄-N₂O-O₃-CFCs-H₂O) tanımlanmıştır. Kuruluşun sera gazı envanterini oluştururken söz konusu gazları göz önünde bulundurması gerekmektedir.

Kuruluş/şirket tek bir tesisten ya da birçok yan kuruluştan oluşabilmektedir. Bununla birlikte birden fazla sera gazı kaynağı da bulunduruyor olabilir. Envanter çıkarılmadan önce raporlama yapılacak fabrikanın sınır koşullarının belirlenmesi gerekmektedir.

ISO 14064-1 standardına göre envanter çalışması yapılacak birim belirlendikten sonra, kendi faaliyet sınırlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu kapsam sera gazı salımlarının sınıflandırmasını içermektedir. Standard kapsamında üç farklı sera gazı salım çeşidi bulunmaktadır. Kapsam 1; doğrudan sera gazı salımları, kapsam 2; enerji kaynaklı sera gazı salımları ve kapsam 3; diğer dolaylı sera gazı salımlarıdır. Standart kapsamında diğer dolaylı sera gazı salımlarının raporlanması zorunlu değildir. Ancak, bu salımların toplam sera gazı salımları içerisindeki payı yüksek ise raporlanabilir. Örneğin, havaalanlarındaki sera gazı salımlarının yaklaşık %90'ı diğer

dolaylı sera gazı salımlarından oluşmakta ve dolayısıyla kapsam dışı bırakılabilmesine rağmen kuruluş tarafından raporlanabilmektedir [26].

4.1 Kapsam 1

Doğrudan sera gazı salımları bu kapsama girmektedir. Isınma amaçlı doğal gaz, araçlarda kullanılan benzin/mazot, elektrik jeneratörlerinde kullanılan yakıtlardan kaynaklı salımlar ile soğutuculardan sızıntı sonucu oluşan HFC ve HCFC salımları bu kapsamdadır. Ayrıca;

- Hareketli yanmadan kaynaklı doğrudan salımlar
- Proses kaynaklı doğrudan salımlar
- Doğrudan kaçak salımlar (Buzdolabı kaçakları, chiller sistemi kaçakları vs.)
- Arazi kullanımı, arazi kullanımının değişimi ve ormanlık alanlardan kaynaklanan (yanma dışında) doğrudan salımlar ve uzaklaştırmalar da göz önünde bulundurulmalıdır.

4.2 Kapsam 2

Enerji üretiminden kaynaklanan dolaylı sera gazı salımları bu kapsamda değerlendirilmelidir. Şehir şebekesinden tedarik edilen enerji kullanımından kaynaklı salımlardır ve bu kapsamda

- Dışarıdan tedarik edilen/satın alınan elektrik
- Fiziksel bir şebekeden (buhar, ısıtma, soğutma) temin edilen/satın alınan (elektrik dışındaki) enerji tüketiminden kaynaklı salımlar

dikkate alınmalıdır.

4.3 Kapsam 3

Diğer dolaylı sera gazı salımlarıdır. Satın alınan malzemenin üretiminin sebep olduğu salım, personelin ev iş arası seyahatlerinde yakıt yanmasından kaynaklı salımlar, kuruluşun ürünlerinin, malzemelerinin, çalışanlarının veya atığının başka kuruluş tarafından taşınması sonucu oluşan salımlar, satın alınan hammadde veya birincil malzemelerin üretiminden ortaya çıkan sera gazı salımlarıdır ve bu kapsamda

- Doğrudan ve enerji üretiminden kaynaklanan dolaylı salım kategorisinde değerlendirilemeyen enerji ilintili faaliyetler
- Satın alınan ürünler
- Teçhizatlar
- Kuruluş faaliyetinden kaynaklı oluşan atıklar
- Faaliyet öncesi taşıma ve dağıtım
- Seyahatler (Personel ulaşimleri, iş seyahatleri vs.)
- Faaliyet sonrası taşıma ve dağıtım
- Üretilen ürünün kullanımı sonrası bertarafı vs.

dikkate alınmalıdır.

Bir sonraki adım, kuruluşun envantere dahil edeceği tüm sera gazı kaynaklarını ve yutaklarını tek tek tanımlaması gerekmektedir. Sera gazı salım kategorileri; sabit yanma, hareketli yanma, proses salımları ve kaçak salımlardır. Kuruluş bünyesinde buhar kazanı, fırınlar, ocaklar, türbinler, ısıtıcılar, atık yakma fırınları, motorlar vb. kaynaklı salımlar sabit yanma kategorisinde değerlendirilir. Otomobil, kamyon, otobüs, tren, uçak, bot, gemi vs. kaynaklı salımlar da hareketli yanma kategorisinde değerlendirilir. Çimento üretiminden kaynaklı CO₂ salımları, petrokimyasal işlemlerde katalitik parçalama sonucu oluşan CO₂ salımları gibi fiziksel ve kimyasal proseslerden kaynaklı salımlar proses salımları kategorisinde değerlendirilir. Yangın sistemlerinden oluşan HFC salım sızıntıları gibi salımlar ise ekipmanlardan kaynaklı kasıtlı veya kasıtsız salım kaçakları kaçak salım grubunda değerlendirilmesi gerekir. Bu kapsamda, IPCC 2006 kılavuzu salım sınıflamalarına göre hangi gazların salımlanabileceğini belirlemede kullanılabilir.

Sera gazı yutakları ise, doğal yutaklar ve yapay yutaklar olmak üzere ikiye ayrılır. Doğal yutaklara örnek olarak okyanuslar tarafından fizikokimyasal ve biyolojik prosesler aracılığıyla CO₂ absorpsiyonu, bitkiler tarafından yapılan fotosentez verilebilir. Yapay yutaklara örnek olarak ise düzenli depolama alanları ve karbon tutma ve depolama (CCS) sistemleri verilebilir.

Kuruluşun sera gazı salımlarının hesaplanmasında kullanılan metodolojiyi, belirsizliği en aza indirecek şekilde seçmesi gerekmektedir. Hesaplama

metodolojileri genellikle sera gazı programları tarafından tanımlanır. Bu metodolojiler yalnız ölçmeye dayalı veya yalnız hesaplamaya dayalı veya ölçme ve hesaplamaya dayalı hibrit metodolojiler olabilmektedir. Hesaplamaya dayalı metodolojiler; model kullanımı, tesise özel korelasyonlar veya sera gazı salımı ile uzaklaştırma faktörünün çarpımı olabilmektedir. Ayrıca, seçilen metodolojide yapılacak her türlü değişikliğin kuruluş tarafından açıklanması gerekmektedir.

Kuruluş salım ve uzaklaştırmalarının hesaplanmasında hangi faaliyet verilerini kullanacağını belirlemeli ve toplamalıdır. Örneğin, dizel yakıtla çalışan jeneratörden kaynaklı doğrudan sera gazı salım hesabı için dizel yakıt tüketimi litre cinsinden, elektrik üretimi kilowatsaat (kWh) cinsinden faaliyet verisi olarak belirlenebilir. Standart kapsamında raporlanması gereken altı sera gazının hepsi karbondioksit eşdeğer ton cinsinden ifade edilmelidir. Bu dönüşümün şart koşulmasındaki amaç, salım miktarlarının tek bir birim cinsinden ifade edilerek kıyaslanabilmesini kolaylaştırmaktır.

Sera gazı salımlarının hesaplanmasında en sık tercih edilen yaklaşım salım faktörlerinin kullanılmasıdır. Sera gazı salım faktörleri bilinen bir kaynaktan türetilmeli, söz konusu sera gazı kaynağına uygun olmalı, envanterin hedeflenen kullanımıyla tutarlı ve hesaplandığı zamanda güncel olması gerekmektedir. IPCC tarafından 2006 yılında yayınlanan kılavuza göre salım faktörlerini tahmin metotları belirlenmiştir. Kademe (Tier) yaklaşımı en yaygın kullanılan yöntemdir.

IPCC 2006 kılavuzları, genellikle üç detay seviyesinde tahmin metodunu önermektedir. Bu metotlar, temel metot olan Kademe 1, orta derece metot olan Kademe 2 ve komplekslik ve veri ihtiyacı açısından en detaylı metot olan Kademe 3'tür. Kademe 2 ve Kademe 3'ün daha doğru ve kesin sonuçlar verdiği kabul edilmektedir. Tüm kategoriler için Kademe 1, metodu ulusal ve uluslararası ölçekte hazırlanan istatistikleri farazi salım faktörleri ile birlikte kullanabilecek şekilde tasarlanmıştır. Doğru bir şekilde kullanıldığında, tüm katmanlar yani Kademe'ler hatasız bir tahmin ve doğruluk elde etmeyi amaçlamaktadır. Hesaplamalardaki hassasiyet ve doğruluk Kademe 1'den Kademe 3'e doğru artmaktadır. Sabit yanmadan kaynaklı sera gazı salımlarının hesaplanmasında Kademe 1 yaklaşımına göre farazi salım faktörleri kullanılabilmesine rağmen, Kademe 2 yaklaşımına göre kullanılan yakıt türüne bağlı ülkeye özgü salım faktörleri kullanılmaktadır [29].

4.4 Kademe 1

IPCC’de tanımlanan uluslararası kullanılan salım faktörleridir.

4.5 Kademe 2

Sera gazına yol açan salım kaynağı için ulusal salım faktörlerinin kullanılmasıdır.

4.5.1 Kademe 2a

İlgili ülkenin Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sekreterliğine sunduğu ulusal envanterden alınan alt ısı değer ve salım faktörlerinin kullanılmasıdır.

4.5.2 Kademe 2b

Yakıtın temin edildiği firmadan alınan alt ısı değer, kullanılan gazın yoğunluğu ve alt ısı değerinin korelasyonundan çıkarılan salım faktörlerinin kullanılmasıdır.

4.6 Kademe 3

Teknolojiye göre faaliyet alanına özel salım faktörleridir.

Kuruluş, hesaplamada kullanacağı metodolojiyi belirlemesinin ardından sera gazı salımlarının veya uzaklaştırmalarının veya sera gazına ilişkin diğer bilgilerin gelecekte kıyaslanması için bir temel yıl belirmelidir.

Sera gazı envanteri; kuruluşun sera gazı kaynakları, yutakları, salımları ve uzaklaştırmaları ile prosedürler, hesaplama metodolojileri, veriler, bilgi sistemleri, kılavuzlar ve kuruluşun sera gazı salımları ve uzaklaştırmaları ile ilintili raporları içermektedir. Sera gazı envanteri, kuruluş tarafından sera gazı salımlarının azaltılması amacıyla yapılacak faaliyetleri kayıt altına almak, gelecekte olası yasal düzenlemelere hazırlık amacıyla, paydaşlara rapor vermek, enerji tüketimini azaltmak için mevcut fırsatları belirlemek ve kuruluşun sosyal sorumluluk projeleri kapsamında kullanılabilir.

Kuruluşun, 14064-1 standardında zorunlu bırakılmamakla birlikte, Sera Gazı Yönetimi (SGY) el kitabı oluşturması tavsiye edilmektedir. SGY el kitabı kuruluşta düzenli ve tutarlı envanter oluşturulabilmesi için kilit dökümandır. SGY el kitabında, kuruluşun sera gazı politikaları, strateji ve hedefleri, envanterin amacı ve temel

prensipieri, sera gazı yönetim prensipieri ve prosedürleri, envanter yönetimi, salımların yönetimi, hesaplama metodolojieri, sera gazı bilgi yönetim sistemi ve prosedürleri, kuruluş içi faaliyetler ve sera gazı doğrulaması bulunmalıdır.

Genel olarak bakıldığında ISO 14064 GHG protokolünden türetilmiş bir standarttır ve bir organizasyonun tüm sera gazı salımlarının ölçümü için kullanılır [30].

4.7 Süreç Adımları

Envanter oluşturulmasında Şimdiye kadar bahsedilen süreç adımları aşağıdaki maddelerle özetlenebilir.

1. Tesiste veri toplanacak bölümler belirlenir.
2. Tesiste sera gazı salımına sebep olan aktiviteler belirlenir.
3. Bu aktiviteler kapsamlara göre sınıflandırılır.
4. Her kapsamın sera gazı salımı hesaplanır.
5. Hesaplama da, veri olarak elektrik faturası, doğal gaz faturası, araçların yaptığı yol ve yakıt faturaları kullanılır. Eğer böyle bir veri yoksa tahmin yaklaşımı kullanılabilir.
6. Belirlenmiş ulusal salım faktörü, toplanan veri ile çarpılarak sera gazı salım değeri bulunur. Seçilen tesiste IPCC salım faktörü kullanılmıştır.

5. ÖRNEK UYGULAMA

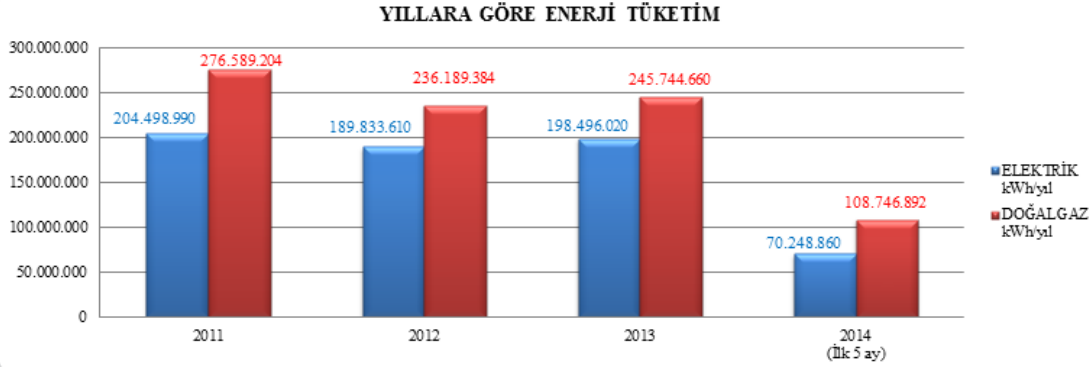
Örnek uygulama olarak seçilen tesis, gönüllü veya zorunlu herhangi bir karbon ticareti programına dahil değildir. Türkiye’de yürürlükte olan mevzuata göre de raporlama yükümlülüğü bulunmamaktadır. Ancak, yönetmelik gereği 2015 itibariyle izleme, 30 Nisan 2016’ya kadar da raporlama ile yükümlü olacaktır.

Seçilen tesis, 2001 senesinde kurulmuş ve otomobil üretimi yapan bir fabrikadır. 340.000 m² kapalı alan olmak üzere 1.600.000 m² toplam alan üzerinde hizmet vermektedir ve takım kalıp, boyahane, montaj, kaynak ünitelerinin bulunduğu gövde alan bölümlerinden oluşmaktadır. Yıllık üretim kapasitesi 290.000 araçtır. Ayrıca, üretilen araçların dağıtımının kolay yapılabilmesi için fabrikanın kendine ait bir limanı bulunmaktadır. (Şekil 5.1)



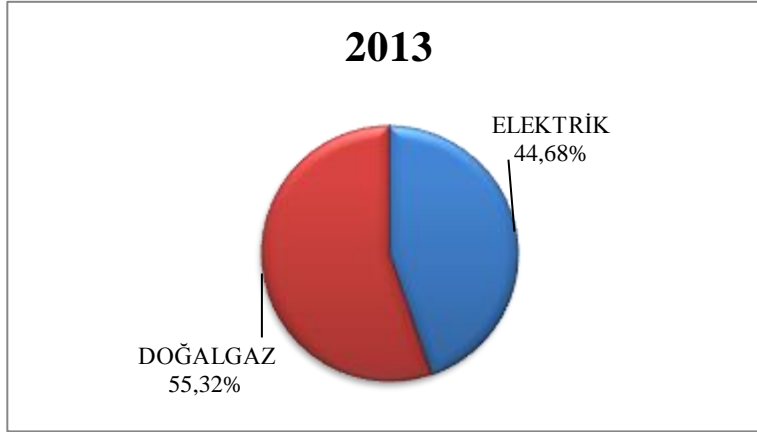
Şekil 5.1: Fabrikanın genel görünüşü.

Fabrikanın toplam enerji tüketim verileri 2011 senesinden itibaren arşivlenmektedir. Enerji tüketimlerinin yıllara göre dağılımı şekil 5.2’de görülmektedir. 2014 yılı envanteri ilk 5 ayı kapsamaktadır Bu veriler incelendiğinde; 2011’den 2014 yılına kadar enerji tüketimleri sırasıyla 481, 426, 444, 178 milyon kWh’tir.



Şekil 5.2: Enerji tüketimleri yıllara göre dağılımları.

Bu tüketimlerin genellikle yarısından fazlası doğalgazdır. Tez çalışması kapsamında 2013 yılı verileri değerlendirildiği için bu yıla ait enerji tüketim dağılımı Şekil 5.3’de verilmiştir.

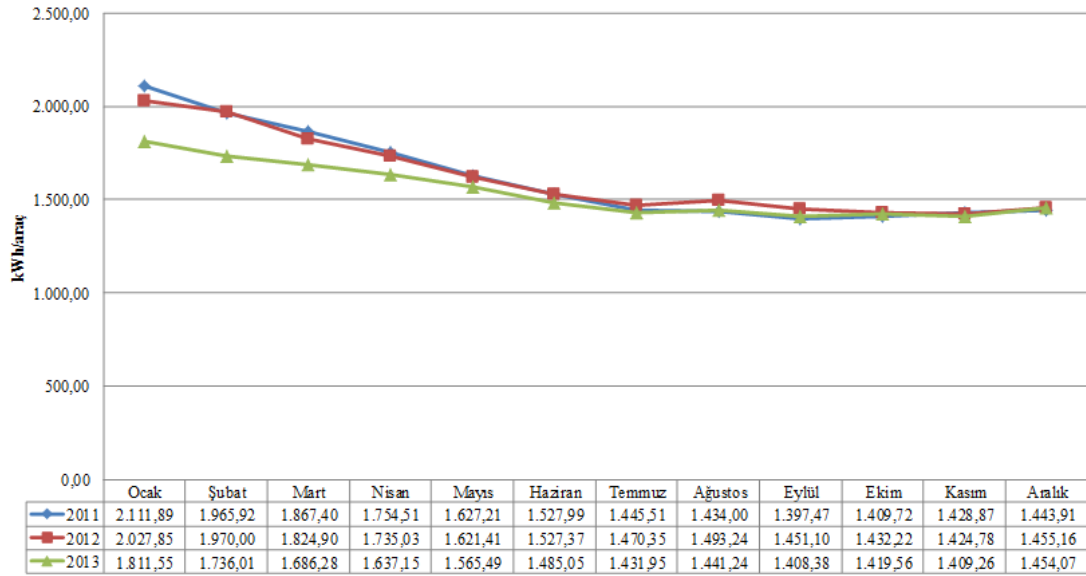


Şekil 5.3: 2013 senesi enerji tüketimi dağılımı.

Şirket enerji verimliliği adına çeşitli önlemler almaktadır. Bu önlemler, her yıl ayrılan yatırım bütçesine göre gerçekleştirilmektedir. Örneğin, aydınlatma lambalarının daha verimli olanları ile değiştirilmesi, kazanların modernizasyonu, kompresörlerin verimliliştirilmesi gibi önlemler alınarak şirkette enerji verimliliği arttırılmaya çalışılmıştır.

Şirket için spesifik enerji yoğunluğu, araç başına düşen enerji tüketimi ile ilişkilendirilebilir. 2011 – 2013 senesi yapılan ölçümlere göre spesifik enerji yoğunluğu hergeçen sene artmaktadır. Şekil 5.4 araç başına düşen enerji tüketimlerinin aylara göre dağılımını göstermektedir.

Araç Başına Enerji Tüketim



Şekil 5.4: Üretilen araç başına karşılık gelen enerji tüketim değerleri.

5.1 Fabrika Sınır Koşulları

Envanter çalışması için seçilen tesisteki bölümler: Takım Kalıp ve Pres, Gövde Üretim, Boyahane, Montaj, Üretim Planlama, Kalite Güvence, Bakım ve Çevre Müh., Satınalma, İnsan Kaynakları ve Kurumsal İletişim, Bilgi Teknolojisi, Malzeme Planlama ve Lojistik, Ürün Geliştirme, Muhasebe ve Finans, Toplam Kalite ile Yan Sanayi Parkından oluşmaktadır.

5.2 Sera Gazı Kaynakları ve Yutakları

Tesisteki salım kaynakları, Ek A- Çizelge A.1’de tanımlanmıştır. Salım kaynakları; doğrudan salım kaynağı, enerji üretiminden kaynaklanan dolaylı salım kaynağı ve diğer enerji üretiminden kaynaklanan dolaylı salım kaynağı olarak gruplandırılmıştır.

Atık sularından kaynaklanan sera gazı salımları, IPCC 2006 Cilt 5 yayını baz alınarak ihmal edilmiştir. Ayrıca, yağlayıcıların oksidasyonundan kaynaklanan salım değerleri de ihmal edilmiştir.

Boyahanede kullanılan solventlerin oksidasyonu ve insinatörlerden kaynaklanan sera gazı salımları da ihmal edilmiştir.

Fabrika’nın sera gazı envanteri oluşturulmasında kullanılacak veriler için 1 Ocak -31 Aralık 2013 tarih aralığı seçilmiştir.

Çalışılan tesiste sera gazı ölçümü yapabilecek sistem ve cihazlar bulunmamaktadır. Ölçüm sistemi kurulmasının teknolojik ve ekonomik olarak uygun olmaması sebebiyle, sera gazları hesaplamalarında sera gazı salımı veya uzaklaştırma faktörleriyle çarpılarak sera gazı faaliyet verilerine ulaşılmıştır.

5.3 Hesaplamalar

Hesaplamalar için öncelikle faaliyet sınırları belirlenmiştir. (Ek A, Çizelge A.1). Bölümlerin kontrolünde olan alanlar ve prosesler ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Eğer seçilen alan veya proseslerden kaynaklanabilecek bir sera gazı salımı varsa bu faaliyetler “Faaliyet sınırları belirleme ve sera gazı değerlendirme tablosu” na (Ek A, Çizelge A.1) işlenmiştir. Daha sonra faaliyete ait emisyon kaynağı ve emisyon kaynağının grubu belirlenmiştir. Emisyon kaynağından kaynaklanabilecek sera gazları belirlenirken sadece Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında olan gazlar alınmıştır.

Faaliyetlere ait salım kaynakları da belirlenip salım kaynağının grubu EK A çizelge A.1’de belirtilmiştir. Salım kaynağından kaynaklanabilecek UNFCC kapsamındaki sera gazları forma işlenmiştir.

Her bir sera gazı salımı “doğrudan sera gazı salımları-Scope 1”, “dolaylı ve enerji kaynaklı sera gazı salımları-Scope 2” ve “diğer dolaylı sera gazı salımları-Scope 3” olarak sınıflandırılmıştır.

“Diğer dolaylı sera gazı salımları” envantere dahil edilmemiştir. Envanter güvenilirliğini olumsuz etkilemeyecek kadar küçük ve hesaplanması mümkün olmayan sera gazı salımları ihmal edilmiştir.

Bir sonraki adım olarak faaliyet verileri belirlenmiştir (Ek A, Çizelge A.2). Sera gazı değerlendirme tablosunda (Çizelge A.1) envanter kapsamında belirtilen kaynaklara ilişkin verilerin hangilerinin toplanacağı ve takip edileceği belirlenmiş ve Faaliyet Verileri Toplama ve Takip tablosu, Çizelge A.2 olarak oluşturulmuştur. Çizelge A.2’de verilerin nasıl toplanacağı da belirtilmiştir. Ayrıca, faaliyetlere ilişkin ekipmanların belirsizlik ve hassasiyetleri de göz önünde bulundurulmuştur.

Faaliyet verilerinde veri kaybı veya hatalı girişin engellenmesi için;

Faaliyet verilerine ait ölçüm sonuçları, iç tüketim sayaçları ile karşılaştırılarak kontrol edilmiştir. Aylık olarak gelen faturalar, tüketim ve stok durumları veya ölçüm sonuçları karşılaştırılmıştır.

Her salım kaynağının oluşturduğu CO₂ salım değeri IPCC’de verilen katsayılara göre hesaplanmıştır. Sabit yakma kaynaklı salımlar, hareketli yakma kaynaklı salımlar, elektrik tüketimi kaynaklı salımlar, üretilen araçlara dolmuş yaparken oluşan soğutucu gaz kaçakları, sabit soğutucu gaz kaçakları, kaynak gazları, direk CO₂ salımı, SF₆ salımı, yağ buharı, insinatörlerde oluşan kaçaklar IPCC klavuzlarına göre hesaplanmıştır.

5.3.1 Sabit yakma kaynaklı salımlar (doğalgaz, LPG, motorin, methanol, propan)

Fabrika bünyesinde sabit yakma kaynaklı salım sınıfına giren kaynaklar çoğunluktadır. Bu kaynaklar; ısınma amaçlı kullanılan kazanlar, elektrik üretimi yapan jeneratörler, su ısıtma amaçlı kullanılan kazanlar, boyahane de kullanılan fırınlar, dinamometre laboratuvarında kullanılan içten yanmalı motorlar, radyant ısıtıcılar, yemekhanedeki pişirme amaçlı kullanılan fırın ve ocaklar olarak sayılabilir. Bu kaynaklarda yakıt olarak genellikle doğal gaz tercih edilmektedir. Doğal gazın yanında motorin, benzin, LPG de kullanılmaktadır. Bu kaynaklar, doğrudan sera gazı salımı kapsamında değerlendirilmektedir. Yakma sonrası sera gazı salımı olarak CO₂, CH₄, N₂O emisyonları dikkate alındığında CO₂, eşdeğer sera gazı hesaplamaları aşağıdaki eşitlik ile belirlenmiştir [22].

$$\begin{aligned} & \text{CO}_2 \text{ eşdeğer sera gazı (kg) =} \\ & \text{Yakıt Tüketimi (T}_j\text{)} \times \text{Salım Faktörü} \left(\text{kg} \frac{\text{yakıt}}{\text{T}_j} \right) \times \text{Küresel ısınma katkı değeri} \\ & \quad \times \text{Karbon oksidasyonu} \end{aligned} \quad (5.1)$$

Yakıt tüketimi, kullanılan sayaçlar ile giren-çıkan yakıt dengesine bakılarak hesaplamalarda kullanılmıştır. Burada en büyük yakıt kalemini oluşturacak olan doğal gazın tüketim miktarı, sayaçlar vasıtası ile 22.864.970 Stdm³ olarak ölçülmüştür.

Yanma verimi %100 kabul edilmiş ve bu nedenle eşitlikte karbon oksidasyonu 1 olarak kullanılmıştır.

Salım faktörü; tam yanmanın ve diğer tüm kimyasal reaksiyonların tamamlandığının varsayıldığı bir kaynak akışındaki faaliyet verisine ait sera gazının ortalama emisyon oranı olup, IPCC rehberindeki tablolardan alınmıştır [31]. Bu değer, doğalgaz için 56,100 ton/TJ'dür.

Alt ısı değerleri ve yoğunluk çevrim katsayıları 2006 yılı IPCC kılavuzundaki sabit yanma ile ilgili bölüm tablolarından alınmış olup Çizelge 5.1'de verilmiştir [32, 33].

IPCC'de propan için ayrı bir alt ısı değeri verilmesi sebebiyle LPG için hesaplamalarda bu değer kullanılmıştır.

IPCC'de metanol için ayrı bir veri bulunmadığından metanol alt ısı değeri ve salım faktörü biyobenzin (biogasoline) ile aynı alınmıştır. Biyobenzin orta uzunlukta C16-C18 yağ asidi zincirlerini içeren metil veya etil ester tipi bir yakıttır. Bu nedenle metanol ile benzer özelliktedir.

Biyogazın alt ısı değeri, IPCC'de TJ/Gg olarak verilmiş olup 5.2 eşitliği ile kcal/kg birimine dönüştürülmüştür.

$$1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} = \left(\frac{1}{\frac{4,186 \times 10^{-9}}{10^6}} \right) \text{TJ/Gg} \quad (5.2)$$

Enerji kaynaklarına ilişkin yoğunlukların hesaplanmasında doğalgaz dışında ulusal yönetmelik değerleri kullanılmıştır. Ulusal yönetmelikte verilen doğalgaz değerinin uluslararası değerlere göre düşük olması nedeniyle güvenli tarafta olmak için yüksek olan GHG Protokol değeri kullanılmıştır.

Salım faktörü ve yakıt alt ısı değerleri için IPCC 2006'da verilen alt ısı değeri ve salım faktörü dışında iki alternatifte göre de hesaplama yapılarak karşılaştırma yapılmıştır;

2. alternatif; Türkiye'de yürürlükte olan "Enerji Kaynaklarının ve Enerji Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmeliği (Resmi Gazete: 25 Ekim 2008/27035)" nde verilen enerji kaynaklarına ilişkin alt ısı değerleri alınmış, salım faktörleri için ise diğer alternatiflerde olduğu gibi IPCC 2006'daki değerler kullanılmıştır. Bu yaklaşımla hesaplanan sera gazı miktarı, 1. alternatifte kabul edilen envanter değerinden % 1.35 oranında daha düşüktür.

3. alternatif; Türkiye'nin kendi iç mevzuatına uyumlaştırma sürecinde olduğu AB'nin 2003/87/EC numaralı "Establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community" direktifine göre değerlendirme yapılmıştır. Alt ısı değerleri ve salım faktörleri seçimi için AB'nin 18 Temmuz 2007 tarihli "Establishing guidelines for the monitoring and reporting of greenhouse gas emissions pursuant to Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council" isimli komisyon kararı dikkate alınmıştır. Bu karara göre, Kategori B (sabit kaynaklı yakma salımları 50 kiloton ile 500 kiloton CO₂ arasında olan tesisler) sınıfında olan tesis için yakıt alt ısı değerleri ve salım faktörleri için Kademe 2a ve Kademe 2b yaklaşımı esas alınmalıdır. Bu kapsamda, Türkiye'nin UNFCCC'ye sunmuş olduğu en güncel rapor olan 2009 tarihli rapordaki veriler dikkate alınmıştır. Burada enerji kaynaklarının alt ısı değerleri ulusal alt ısı değerleri olarak (Kademe 2a) kullanılmış ancak salım faktörleri için IPCC salım faktörleri (Kademe 1) kullanılmıştır. Metanol ve fuel oil yakıtları için UNFCCC tablolarında NKD değeri bulunmadığından, IPCC'de verilen yakıt alt ısı değerleri kullanılmıştır. Bu yaklaşımla hesaplanan sabit yanma kaynaklı salımlar, envanterdeki kabul edilen yaklaşımdan %7,8 oranında daha yüksek bulunmuştur.

Doğalgaz tüketimleri envantere stdm^3 ve sm^3 olarak verilmiştir. Karşılaştırma amaçlı kullanılan metodolojilerden, IPCC ve UNFCCC alt ısı değerine göre yapılan hesaplamalarda stdm^3 birimi kullanılırken, ulusal alt ısı değer verilerine göre yapılan hesaplamalarda sm^3 birimi kullanılmıştır.

Doğalgaz faturalarında kullanılan m^3 , stdm^3 ve sm^3 birimlerine ait tanımlamalar aşağıda verilmiştir;

m^3 : Mekanik sayaçtan okunan tüketim miktarıdır.

stdm^3 : Düzenleyici sonrası hat sıcaklığı ve basıncına göre düzeltilmiş tüketim miktarı

sm^3 : 15 C° sıcaklık 1,01325 bar basınçta ve üst ısı değeri 9155 kcal olan, 1 m^3 hacmi dolduran gaz miktarıdır.

Çizelge 5.1'de yakıtların alt ısı değerleri, Çizelge 5.2 - 5.5'te ise yakıt türlerine bağlı olarak ortaya çıkan sabit yakma kaynaklı sera gazları hesaplamaları verilmektedir.

Çizelge 5.1: Yakıt alt ısıl değerleri ve yoğunluk çevrim katsayıları.

Alt ısıl değerler						Yoğunluk Çevrim Katsayısı				
Motorin	1,00	kg	=	43,0E-6	TJ	1,00	kg	=	0,830	lt
Fuel Oil No:6	1,00	kg	=	40,4E-6	TJ	1,00	kg	=	0,940	lt
LPG	1,00	kg	=	47,3E-6	TJ	NA	kg	=	NA	m ³
Doğalgaz (Sm ³)	1,00	kg	=	48,0E-6	TJ	1,00	kg	=	0,735	m ³
Propan	1,00	kg	=	47,3E-6	TJ	NA	NA	NA	NA	NA
Metanol (biogasoline)	1,00	kg	=	27,0E-6	TJ	NA	NA	NA	NA	NA
Benzin	1,00	kg	=	44,3E-6	TJ	1,00	kg	=	0,735	lt
Yağlayıcı	1,00	kg	=	4,02E-6	TJ					

Çizelge 5.2: Doğrudan ve sabit yakma kaynaklı sera gazı salımları (CO₂).

Yakıt Türü	Salım Kaynağı No	Enerji Tüketimi				DOĞRUDAN SERA GAZI EMİSYONU				
		Tüketim Miktarı	Tüketim Miktarı	Yoğunluk Çevrim Katsayısı	Alt Isıl Değer	Tüketim Miktarı	CO ₂			
							Salım Faktörü	Karbon Oksidasyonu	CO ₂ Çevrim Katsayısı	Salım Miktarı CO ₂
Hesaplama Formülü		Stdm ³	Sm ³ -lt-kg	kg/lt	TJ/kg	TJ	ton/TJ	1,000	1	ton
Hesaplama Formülü		A1	A2	B	C	D=AxBxC	E	F	G	H=DxExFxG
Motorin (lt)	G2, G4, G43, G54, G60, G65	N/A	452.275	0,830	0,000043	16,142	74,100	1,000	1	1.196,100
Fuel Oil No:6 (lt)	-	N/A	0	0,940	0,000040	0,000	77,400	1,000	1	0,000
LPG (kg)	G81, G100	N/A	489	NA	0,000047	0,023	63,100	1,000	1	1,459
Doğalgaz (Sm ³)	G6, G7, G8, G9, G10, G11, G36, G38, G39, G40, G44, G45, G50, G52, G55, G59, G68, G69, G70, G71, G72, G73, G77, G97, G98, G99	22.864.970	23.096.306	0,735	0,000048	806,676	56,100	1,000	1	45.254,532
Propan (kg)	G5, G63	N/A	12.449	NA	0,000047	0,589	63,100	1,000	1	37,156
Metanol (kg)	-	N/A	0	NA	0,000027	0,000	70,800	1,000	1	0,000
Toplam										46.489,2

Çizelge 5.3: Doğrudan ve sabit yakma kaynaklı sera gazı salımları (CH₄).

		Enerji Tüketimi				DOĞRUDAN SERA GAZI EMİSYONU				
							CH ₄			
Yakıt Türü	Salım Kaynağı No	Tüketim Miktarı	Tüketim Miktarı	Yoğunluk Çevrim Katsayısı	Alt Isıl Değer	Tüketim Miktarı	Salım Faktörü	Salım Miktarı	CO ₂ Çevrim Katsayısı	Salım Miktarı - CO ₂
		Std ^m ³	Sm ³ -lt-kg	kg/lt	TJ/kg	TJ	ton/TJ	ton	21	ton
Hesaplama Formülü		A1	A2	B	C	D=AxBxC	I	J=DxI	K	L=JxK
Motorin (lt)	G2, G4, G43, G54, G60, G65	N/A	452.275	0,830	0,000043	16,142	0,003	0,048	21	1,017
Fuel Oil No:6 (lt)	-	N/A	0	0,940	0,000040	0,000	0,003	0,000	21	0,000
LPG (kg)	G81, G100	N/A	489	NA	0,000047	0,023	0,001	0,000	21	0,000
Doğalgaz (Sm ³)	G6, G7, G8, G9, G10, G11, G36, G38, G39, G40, G44, G45, G50, G52, G55, G59, G68, G69, G70, G71, G72, G73, G77, G97, G98, G99	22.864.970	23.096.306	0,735	0,000048	806,676	0,001	0,807	21	16,940
Propan (kg)	G5, G63	N/A	12.449	NA	0,000047	0,589	0,001	0,001	21	0,012
Metanol (kg)	-	N/A	0	NA	0,000027	0,000	0,003	0,000	21	0,000
TOPLAM								0,856		17,970

Çizelge 5.4: Doğrudan ve sabit yakma kaynaklı sera gazı salımları (N₂O).

		Enerji Tüketimi					DOĞRUDAN SERA GAZI EMİSYONU			
Yakıt Türü	Salım Kaynağı No	Tüketim Miktarı	Tüketim Miktarı	Yoğunluk Çevrim Katsayısı	Alt Isıl Değer	Tüketim Miktarı	Salım Faktörü	Salım Miktarı	CO ₂ Çevrim Katsayısı	Salım Miktarı - CO ₂
		Stdm ³	Sm ³ -lt-kg	kg/lt	TJ/kg	TJ			310	
Hesaplama Formülü		A1	A2	B	C	D=AxBxC	M	N=DxM	O	P=NxO
Motorin (lt)	G2, G4, G43, G54, G60,G65	N/A	452.275	0,830	0,000043	16,142	0,0006	0,010	310	3,002
Fuel Oil No:6 (lt)	-	N/A	0	0,940	0,000040	0,000	0,0006	0,000	310	0,000
LPG (kg)	G81, G100	N/A	489	NA	0,000047	0,023	0,0001	0,000	310	0,001
Doğalgaz (Sm ³)	G6, G7, G8, G9, G10, G11, G36, G38, G39, G40, G44, G45, G50, G52, G55, G59, G68, G69, G70,G71, G72, G73,G77,G97,G98, G99	22.864.970	23.096.306	0,735	0,000048	806,676	0,0001	0,081	310	25,007
Propan (kg)	G5, G63	N/A	12.449	NA	0,000047	0,589	0,0001	0,000	310	0,018
Metanol (kg)	-	N/A	0	NA	0,000027	0,000	0,0006	0,000	310	0,000
TOPLAM								0,090		28,028

Çizelge 5.5: Doğrudan ve sabit yakma kaynaklı sera gazı salımları.

Enerji Tüketimi	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		TOPLAM
Yakıt Türü	Salım	Salım	Salım	Salım	Salım	Salım	
	Miktarı CO ₂	Miktarı	Miktarı - CO ₂	Miktarı	Miktarı -CO ₂	Miktarı -CO ₂	
	ton	ton	ton	ton	ton	ton CO ₂	
Motorin (lt)	1.196,100	0,048	1,017	0,010	3,002	1.200,1	
Fuel Oil No:6 (lt)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0	
LPG (kg)	1,459	0,000	0,000	0,000	0,001	1,5	
Doğalgaz (Sm ³)	45.254,532	0,807	16,940	0,081	25,007	45.296,5	
Propan (kg)	37,156	0,001	0,012	0,000	0,018	37,2	
Metanol (kg)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0	
GENEL TOPLAM	46.489,2	0,856	17,970	0,090	28,028	46.535,2	

5.3.2 Hareketli yanma kaynaklı salımlar

Hareketli yanma kaynaklı salımlar, doğrudan sera gazı salımı kapsamına girmektedir. Üretilen araçlara konulan yakıtlar, limanda sevk bekleyen araçlara yapılan yakıt takviyesi, üretim hattında ve ambarlarda kullanılan forklift gibi iş makinelerinde kullanılan yakıtlar, test araçlarında kullanılan yakıtlar, itfaiye ve ambulansların kullandığı yakıtlar bu salımlar için değerlendirilmiştir. Yakıt olarak motorin ve benzin kullanılmaktadır. Açığa çıkan sera gazı emisyonları; CO₂, CH₄, ve N₂O'dır.

Taşımacılıktan gelen CO₂ salımı 5.3 eşitliği ile belirlenmiştir:

$$\text{Salım} = \sum_a [\text{yakıt}_a \times \text{EF}_a] \quad (5.3)$$

Salım: CO₂ salımı (kg)

Yakıt: Kullanılan yakıt miktarı (TJ)

EF: Tam yanmanın ve diğer tüm kimyasal reaksiyonların tamamlandığının varsayıldığı bir kaynak akışındaki faaliyet verisine ait sera gazının ortalama emisyon oranı [31].

a: Yakıt çeşidi (petrol, LPG, motorin, vb)

CH₄ ve N₂O salımları ise 5.4 eşitliği ile belirlenmiştir:

$$\text{Salım} = \text{Faaliyet} \times \frac{12}{60} \times \text{Saflık} \times \frac{44}{12} \quad (5.4)$$

Salım: katalitik konvertördeki üre bazlı salım (Gg CO₂)

Faaliyet: katalitik konvertörde tüketilen üre bazlı katkı maddesi (Gg)

Saflık: % üre

$$\text{CO}_2 \text{ (kg)} = \text{Yakıt tüketimi (TJ)} \times \text{Salım faktörü (kg yakıt /TJ)} \quad (5.5)$$

$$\text{CH}_4, \text{N}_2\text{O} = \text{Yakıt tüketimi (TJ)} \times \text{Salım faktörü (kg yakıt /TJ)} \quad (5.6)$$

Salım faktörü: Tam yanmanın ve diğer tüm kimyasal reaksiyonların tamamlandığının varsayıldığı bir kaynak akışındaki faaliyet verisine ait sera gazının ortalama emisyon oranı olup, IPCC rehberindeki tablolardan alınmıştır [26]. Bu değer CO₂'de motorin için 74,1 benzin için 69,3 ton/TJ'dür.

Yakıt alt ısı değerleri ve yoğunluk çevrim katsayıları Çizelge 5.1'de verilmiştir. [32,33]. Salım faktörü ve alt ısı değerleri belirlenirken Kademe 1 yaklaşımı kullanılmıştır.

Hesap metodolojileri, salım faktörleri ve yakıt alt ısı değerleri, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında ülkelerin ve sera gazı üreticilerinin envanterlerinin hesaplaması amacıyla kabul edilmiş uluslararası bir klavuz olması sebebiyle IPCC 2006 klavuz dokümanlarından alınmıştır. Yoğunluk değeri ise ulusal yönetmelikten alınmıştır. Bu değerler, tedarikçi firmadan alınan yoğunluk değerleri ile karşılaştırıldığında aradaki fark % 0.4-0.6 olarak belirlendiği için yönetmelik değerleri kullanılmıştır.

Salım faktörü ve alt ısı değerler için IPCC 2006'da verilen yakıt alt ısı değeri ve salım faktörü dışında iki alternatifte göre daha hesaplama yapılarak karşılaştırma yapılmıştır.

2. alternatif; Türkiye'de yürürlükte olan "Enerji Kaynaklarının ve Enerji Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmeliği (Resmi Gazete: 25 Ekim 2008/27035)" nde verilen enerji kaynaklarına ilişkin alt ısı değerleri alınmış, salım faktörleri ise diğer alternatiflerde olduğu gibi IPCC Kademe 1 seçilerek hesaplanmıştır. Bu yaklaşımla hesaplanan sera gazı, 1. alternatifte kabul edilen envanter değerinden % 1 oranında daha küçüktür.

3. Alternatif; Türkiye'nin UNFCCC 2009 raporunda vermiş olduğu enerji kaynaklarına ilişkin yakıt alt ısı değerleri ve IPCC 2006 salım faktörleri kullanılarak hesaplama yapılmıştır. Bu hesaplamalara göre elde edilen değerler, 1. alternatifte kabul edilen envanter değerinden % 1 oranında daha büyüktür. UNFCCC 2009 tablolarında N₂O ve CH₄ için verilen salım faktörleri km başına verildiği ve seçilen tesis için bu veriler bulunmadığından salım faktörleri kullanılarak karşılaştırma yapılamamıştır. CH₄ ve N₂O salımlarından kaynaklanan eşdeğer CO₂ salım değerleri, tesis toplam salımlarının % 0.02'sini oluşturmaktadır.

Çizelge 5.6 - 5.9'da yakıt türlerine bağlı olarak ortaya çıkan hareketli yakma kaynaklı sera gazları hesaplamaları verilmektedir.

Çizelge 5.6: Doğrudan ve hareketli yakma kaynaklı sera gazı salımları (CO₂)

Enerji Tüketimi					DOĞRUDAN SERA GAZI EMİSYONU				
Yakıt Türü	Emisyon Kaynağı No	Tüketim Miktarı	Yoğunluk Çevrim Katsayısı	Alt Isıl Değer	Tüketim Miktarı	Salım Faktörü	Karbon Oksidasyonu	CO ₂ Çevrim Katsayısı	Salım Miktarı CO ₂
			kg/lt	TJ/kg	TJ	ton/TJ	1,000	1	ton
Hesaplama Formülü		A	B	C	D=AxBxC	E	F	G	H=DxExFxG
Montaj Hattı – Motorin (lt)	G58	2.481.619	0,830	0,000043	88,569	74,100	1,000	1	6.562,962
Montaj Hattı – Benzin (lt)	G58	561.315	0,735	0,000044	18,277	69,300	1,000	1	1.266,575
Liman yakıt dolumu Motorin (lt.)	G66	18.745	0,830	0,000043	0,669	74,100	1,000	1	49,574
Liman yakıt dolumu Benzin (lt.)	G66	0	0,735	0,000044	0,000	69,300	1,000	1	0,000
Tesis Araçları İç Dolum - Motorin (lt)	G87, G88, G89, G90	729.378	0,830	0,000043	26,032	74,100	1,000	1	1.928,935
Tesis Araçları İç Dolum - Benzin (lt)	G87,G96	119.146	0,735	0,000044	3,879	69,300	1,000	1	268,847
Tesis Araçları Dış Dolum (Otobil) Motorin (lt)	G96	428.084	0,830	0,000043	15,278	74,100	1,000	1	1.132,124
Tesis Araçları Dış Dolum (Otobil) Benzin (lt)	G58, G66, G89	272.040	0,735	0,000044	8,858	69,300	1,000	1	613,843
TOPLAM									11.822,9

Çizelge 5.7: Doğrudan ve hareketli yakma kaynaklı sera gazı salımları (CH₄)

Enerji Tüketimi						DOĞRUDAN SERA GAZI EMİSYONU				
Yakıt Türü	Emsiyon Kaynağı No	Tüketim Miktarı	Yoğunluk Çevrim Katsayısı	Alt Isıl Değer	Tüketim Miktarı	CH ₄				
						Salım Faktörü	Salım Miktarı	CO ₂ Çevrim Katsayısı	Salım Miktarı CO ₂	
Hesaplama Formülü		A	B	C	D=AxBxC	I	J=DxI	K	L=JxK	
Montaj Hattı – Motorin (lt)	G58	2.481.619	0,830	0,000043	88,569	0,004	0,345	21	7,254	
Montaj Hattı – Benzin (lt)	G58	561.315	0,735	0,000044	18,277	0,025	0,457	21	9,595	
Liman yakıt dolumu Motorin (lt.)	G66	18.745	0,830	0,000043	0,669	0,004	0,003	21	0,055	
Liman yakıt dolumu Benzin (lt.)	G66	0	0,735	0,000044	0,000	0,025	0,000	21	0,000	
Tesis Araçları İç Dolu - Motorin (lt)	G87, G88, G89, G90	729.378	0,830	0,000043	26,032	0,004	0,102	21	2,132	
Tesis Araçları İç Dolu - Benzin (lt)	G87,G96	119.146	0,735	0,000044	3,879	0,025	0,097	21	2,037	
Tesis Araçları Dış Dolu (Otobil) Motorin (lt)	G96	428.084	0,830	0,000043	15,278	0,004	0,060	21	1,251	
Tesis Araçları Dış Dolu (Otobil) Benzin (lt)	G58, G66, G89	272.040	0,735	0,000044	8,858	0,025	0,221	21	4,650	
TOPLAM							1,284	26,974		

Çizelge 5.8: Doğrudan ve hareketli yakma kaynaklı sera gazı salımları (N₂O)

Enerji Tüketimi					DOĞRUDAN SERA GAZI EMİSYONU				
					N ₂ O				
Yakıt Türü Emsiyon Kaynağı No Tüketim Miktarı		Yoğunluk Çevrim Katsayısı	Alt Isıl Değer	Tüketim Miktarı	Salım Faktörü	Salım Miktarı	CO ₂ Çevrim Katsayısı	Salım Miktarı -CO ₂	
Hesaplama Formülü		A	B	C	D=AxBxC	M	N=DxM	O	P=NxO
		kg/lt	TJ/kg	TJ	ton/TJ	ton	310	ton	
Montaj Hattı – Motorin (lt)	G58	2.481.619	0,830	0,000043	88,569	0,0039	0,345	310	107,080
Montaj Hattı – Benzin (lt)	G58	561.315	0,735	0,000044	18,277	0,0080	0,146	310	45,326
Liman yakıt dolumu	G66	18.745	0,830	0,000043	0,669	0,0039	0,003	310	0,809
Motorin (lt.) Liman yakıt dolumu	G66	0	0,735	0,000044	0,000	0,0080	0,000	310	0,000
Benzin (lt.) Tesis Araçları İç Dolum - Motorin (lt)	G87, G88, G89, G90	729.378	0,830	0,000043	26,032	0,0039	0,102	310	31,472
Tesis Araçları İç Dolum - Benzin (lt)	G87,G96	119.146	0,735	0,000044	3,879	0,0080	0,031	310	9,621
Tesis Araçları Dış Dolum (Otobil) Motorin (lt)	G96	428.084	0,830	0,000043	15,278	0,0039	0,060	310	18,472
Tesis Araçları Dış Dolum (Otobil) Benzin (lt)	G58, G66, G89	272.040	0,735	0,000044	8,858	0,0080	0,071	310	21,967
TOPLAM						0,757			234,747

Çizelge 5.9: Doğrudan ve hareketli yakma kaynaklı sera gazı salımları.

Enerji Tüketimi	DOĞRUDAN SERA GAZI EMİSYONU					TOPLAM
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O			
Yakıt Türü	Salım Miktarı CO ₂ ton	Salım Miktarı ton	Salım Miktarı - CO ₂ ton	Salım Miktarı ton	Salım Miktarı -CO ₂ ton	ton CO ₂
Hesaplama Formülü	H=DxE _x F _x G	J=DxI	L=JxK	N=DxM	P=NxO	R=H+L+P
Montaj Hattı –Motorin (lt)	6.562,962	0,345	7,254	0,345	107,080	6.677,3
Montaj Hattı – Benzin (lt)	1.266,575	0,457	9,595	0,146	45,326	1.321,5
Liman yakıt dolumu Motorin (lt.)	49,574	0,003	0,055	0,003	0,809	50,4
Liman yakıt dolumu Benzin (lt.)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
Tesis Araçları İç Dolum - Motorin (lt)	1.928,935	0,102	2,132	0,102	31,472	1.962,5
Tesis Araçları İç Dolum - Benzin (lt)	268,847	0,097	2,037	0,031	9,621	280,5
Tesis Araçları Dış Dolum (Otobil) Motorin (lt)	1.132,124	0,060	1,251	0,060	18,472	1.151,8
Tesis Araçları Dış Dolum (Otobil) Benzin (lt)	613,843	0,221	4,650	0,071	21,967	640,5
GENEL TOPLAM	11.822,9	1,284	26,974	0,757	234,747	12.084,6

5.3.3 Elektrik tüketimi

Bu kapsamdaki salımlar, enerji üretiminden kaynaklanan dolaylı sera gazı salımı kapsamında değerlendirilmektedir. Fabrikada elektrik kullanılan her birim bu sınıfta değerlendirilmiştir. Trafo verileri, hesaplamalarda girdi olarak kullanılmıştır.

$$\text{CO}_2 \text{ eşdeğer sera gazı (kg)} = \text{Elektrik tüketimi} \times \text{Salım faktörü} \quad (5.7)$$

Elektrikten kaynaklanan sera gazlarının hesaplanmasında Türkiye'nin elektrik üretimi için IEA (Uluslararası Enerji Ajansı) 'ya bildirilmiş olan emisyon faktörü kullanılarak Kademe 2'ye göre hesap yapılmıştır.

Tesiste kullanılan elektrik, farklı tedarikçilerden olsa da ulusal enterkonnekte sistemden alınmaktadır. Tedarikçi firmalardan salım faktörü temin edilemediği için Türkiye'nin en güncel salım faktörü olarak "International Energy Agency" den alınan 0,472 ton/MWh değeri kullanılmıştır [34]. Türkiye için yayınlanmış en güncel veri bu değerdir (Çizelge 5.10).

Çizelge 5.10'da elektrik tüketiminden kaynaklı sera gazının 93.690 ton CO₂ olduğu görülmektedir.

Satın alınan elektriğin üretim kaynağı tam olarak bilinemediği için, tüketilen elektrik kabul edilen ortalama salım faktörü ile çarpılmış ve bir salım değeri belirlenmiştir. Karşılaştırma olarak gerekli elektrik için fabrika bünyesinde sadece doğalgaz kullanılarak elektrik üretimi gerçekleştirildiğinde oluşacak CO₂ eşdeğer sera gazı salımı hesaplanmıştır.

Tesiste tüketilen elektrik miktarı, 198.500 MWh olup 714,6 TJ'dür (Çizelge 5.10). Gerekli olan bu enerji doğalgaz kullanılarak üretildiği takdirde atmosfere verilen CO₂ eşdeğeri sera gazı salımı 5.1 eşitliği kullanılarak hesaplanmış ve 40.125 ton CO₂ olarak bulunmuştur. Çizelge 5.10'da elektrik tüketiminden kaynaklı sera gazı salımının, gerekli enerjinin doğal gaz kullanılarak üretilmesi ile yarı yarıya düştüğü görülmektedir. Elektrik enerjisi üretimi doğal gaz yerine yenilenebilir enerji kaynakları (rüzgar, güneş, hidrolik enerji gibi) kullanılarak gerçekleştirildiğinde bu salımın daha da düşeceği beklenmektedir.

Çizelge 5.10: Enerji üretiminden kaynaklanan dolaylı sera gazı salımları

Enerji Tüketimi			ENERJİ DOLAYLI SERA GAZI EMİSYONU			
Yakıt Türü	Salım Kaynağı No	Tüketim Miktarı	Salım Faktörü (ton/MWh)	CO ₂	Salım Miktarı (ton)	TOPLAM ton CO ₂
				Karbon Oksidasyonu 1,000		
Hesaplama Formülü		A	B	C	D=AxBxC	E=D
Elektrik Satınalınan TR1 (MWh)	G1, G14, G15, G16, G17, G18, G19, G20, G21, G22, G23, G24, G25, G26, G27	93.413,26	0,47200	1,000	44.091,059	44.091
Elektrik Satınalınan - TR 2 (MWh)	G1, G14, G15, G16, G17, G18, G19, G20, G21, G22, G23, G24, G25, G26, G27	37.960,53	0,47200	1,000	17.917,370	17.917
Elektrik Satınalınan- TR 3 (MWh)	G1, G14, G15, G16, G17, G18, G19, G20, G21, G22, G23, G24, G25, G26, G27	67.122,23	0,47200	1,000	31.681,693	31.682
TOPLAM						93.690

5.3.4 Üretilen araçlara dolum yapılan soğutucu gazlar (R134a)

Montaj hattında üretilmiş olan araçlara klima gazı dolumu da yapılmaktadır. Soğutucu gaz miktarları direk salım olarak kabul edilmiştir.

$$\text{CO}_2 \text{ eşdeğer sera gazı (kg)} = \text{Klima gazı kaçak miktarı} \times \text{Küresel ısınma katkı değeri} \quad (5.8)$$

Tüketim miktarı, (yılbaşı soğutucu gaz envanteri - yılsonu soğutucu gaz envanteri + satın alınan soğutucu gaz miktarı) işlemi ile belirlenmiştir.

Küresel ısınma katkı değeri için Kademe 1 yaklaşımı yapılmıştır. R-134A için bu değer 1,3 CO₂/kg olarak alınmıştır.

Klima gazlarına ilişkin metodolojiler, IPPC ve GHG Protokol'de yer almaktadır. Metodolojiler benzer ve GHG Protokol hesaplamaları IPCC'den referans alındığı için GHG tablolarındaki değerler hesaplamalarda kullanılmıştır (Çizelge 5.11).

5.3.5 Soğutucu gazlar (R22 , R134a, R135a, R410a,)

Fabrikadaki endüstriyel soğutucular, ev tipi klimalar, içecek makineleri, buzdolapları, soğutucu kapsamındaki kaynaklardır.

$$\text{CO}_2 \text{ eşdeğer sera gazı (kg)} = \text{Tüketim miktarı} \times \text{Küresel ısınma katkı değeri} \quad (5.9)$$

Üretim dışı klima sistemleri, ilk kurulumda tedarikçi firma tarafından klima gazı dolu olarak gelmektedir. Bu sebeple, hesaplamalarda ilk dolum kaçağı yoktur. Kullanım sırasındaki kaçaklar için yıl içinde doldurulan klima gazı miktarı kaçak olarak kabul edilmiştir (Çizelge 5.12). Burada sadece soğutucu sisteminde kullanılan R134-A gazının 1340 kg'lık kullanımı kayıtlıdır ve bu değer hesaplamalarda kullanılmıştır.

Çizelge 5.11: Araç klima gazı dolum kaçaklarından kaynaklanan sera gazı salımları

Soğutucu / Klima Tipi	Salım Kaynağı No	Soğutucu Gaz Tipi	Araç	Klimalı Üretilen Araç Sayısı	Toplam Klima Gazı Kullanım Miktarı	Soğutucu Gaz Envanteri - Yılbaşı	Soğutucu Gaz Envanteri - Yılsonu	Satın alınan Soğutucu Gaz Miktarı	Tüketim Miktarı	Kaçak Miktarı	Küresel Isınmaya Etki Potansiyeli	Çevrim Katsayısı	Toplam
			Dolum Miktarı										
Hesaplama Formülü			A	B	C=AxB	D	E	F	G=D-E+F	H=G-C	I	J	K=HxIxJ
Araç Üstü	-	HFC-23			0				-	-	11.700	0,001	0,0
Klimalar	G56	HFC-134a	0,71	200000	143722,6	14200	15528,5	146.379,0	145.050,85	1.328,2	1.300	0,001	1.726,6
GENEL TOPLAM													1.726,6

Çizelge 5.12: Sabit soğutucu ve klima gazı dolun kaçaklarından kaynaklanan sera gazları salımları.

Soğutucu / Klima Tipi	Salım Kaynağı No	Soğutucu Gaz Tipi	Dolum Miktarı	Küresel Isınmaya Etki Potansiyeli	Çevrim Katsayısı	Toplam
			kg	CO ₂	ton/kg	ton CO ₂
Hesaplama Formülü			A	B	C	D=AxBxC
Ev tipi Soğutucular (buzdolabı, minibuzdolabı,vb)	G76, G80	HFC-23		11.700	0,001	0,0
		HFC-134a		1.300	0,001	0,0
Orta ve büyük ölçekli Soğutucular	G84, G85	HFC-23		11.700	0,001	0,0
		HFC-134a		1.300	0,001	0,0
Endüstriyel Soğutucular (Ör: Soğuk hava deposu, Pano klimsı)		HFC-23		11.700	0,001	0,0
Chiller	G61, G74	HFC-23	1.340,00	11.700	0,001	0,0
		HFC-134a		1.300	0,001	1.742,0
Isı pompası	G83	HFC-23		11.700	0,001	0,0
		HFC-134a		1.300	0,001	0,0
Büro tipi klimalar	G82	HFC-23		11.700	0,001	0,0
		HFC-134a		1.300	0,001	0,0
GENEL TOPLAM						1.742,0

5.3.6 Kaynak gazları (Argoshield5/Corgon 5S2 , Argoshield 12/Corgon 12S2, Argoshield 20/Corgon 20S2)

Fabrikada üretim ve montaj yapıldığından dolayı kaynak işlemi yoğunlukla kullanılmaktadır. Bu nedenle envanter hesaplamalarına, kullanılan kaynak gazların salımları da dahil edilmiştir.

$$\text{CO}_2 \text{ (kg)} = \text{Tüketim miktarı (kg)} \times \% \text{ CO}_2 \quad (5.10)$$

Kaynak prosesi sırasında açığa çıkan emisyonun hesaplanmasına ait uluslararası bir hesaplama metodolojisi bulunmamıştır. Bu sebeple, envanter döneminde tüketilen karışım gaz içeriği, Linde'nin Corgon gaz bileşimi olan % 93 Ar, % 5 CO₂ and % 2 O₂ olarak alınmış ve CO₂ gazın tamamın emisyon olarak atmosfere verildiği kabulü yapılmıştır [35]. Corgon gaz tüketimleri, adet olarak sisteme kayıt edilmektedir. Bu nedenle, Corgon gazlarının tüketimleri; tüketim adedi, tüp hacmi, gaz yoğunluğu çarpılarak hesaplanmıştır. Gaz yoğunluğu için Linde'nin Corgon gazları ile ilgili MGBF'si referans alınmıştır (Çizelge 5.13).

Bu hesaplamalar göre envanter yılında 137000 kg kaynak gazı tüketilmiştir. MGBF'deki oranlar kullanılarak tüketilen CO₂ miktarı bulunmuştur.

Çizelge 5.13: Kaynak ve yangın söndürme tüpleri kaçaklarından kaynaklanan sera gazları.

Kaynak / Yangın Söndürme Tüpü	Salım Kaynağı No	Gaz Tüketim Miktarı	Tüp Hacmi	Gaz Tüketim Miktarı	Yoğunluk Çevrim Katsayısı	Gaz Tüketim Miktarı	CO ₂ Oranı	CO ₂ Tüketim Miktarı	Küresel Isınmaya Etki Potansiyel	Çevrim Katsayı	Toplam
		adet	m ³	m ³ - kg	kg/m ³	kg	%	kg	CO ₂	ton/kg	ton CO ₂
		Hesap Formülü	A1	A2	A=A1xA2	B	C=AxB	D	E=CxD	F	G
Corgon 5S2 /Argoshield 5 Paletli (m ³)	G31	388	185,1	71.819	1,839	132.074,7	%5	6.603,7	1	0,001	6,604
Corgon 5S2 /Argoshield 5 Tekli (m ³)	G31	207	12,34	2.554	1,839	4.697,5	%5	234,8	1	0,001	0,235
Corgon 12S2 (m ³)	-	-	-	0	1,839	-	%12	-	1	0,001	0,000
Corgon 20S2 / Argoshield 20 Tekli(m ³)	G32	6	13,52	81	1,839	149,1	%20	29,8	1	0,001	0,030
Corgon 20S2 / Argoshield 20 Paletli (m ³)	G32	-	202,8	0	1,839	-	%20	-	1	0,001	0,000
Karbondioksit Söndürme (kg)	G29, G86	13,00	NA	585	1	585,0	%100	585	1	0,001	0,585
GENEL TOPLAM											7,5

5.3.7 CO₂ salımı

Bazı kaynak işlemlerinde kullanılan gazlar, yangın tüpü kaçakları, lazer kesme işleminde kullanılan gazlar, temizlik işlemlerinde kullanılan kuru buz bu kapsamda değerlendirilmiştir. Envantere giren salım miktarı tüketimle eşit miktardadır.

$$\text{CO}_2 \text{ salımı (kg)} = \text{Tüketim miktarı (kg)} \quad (5.11)$$

Yangın tüpleri ve çeşitli amaçlarla kullanılan CO₂ tüplerinden atmosfere yayılan sera gazının hesaplanmasında envanter döneminde tüketilen gazın tümünün atmosfere yayıldığı kabulü yapılmıştır. Envanter yılında 13 adet yangın tüpünün yenilediği bilgisiyle toplamda 585 kg gazın atmosfere salındığı ortaya konulmuştur (Çizelge 5.13).

5.3.8 Yağ buharı

Fabrika bünyesinde kullanılan saç parçaların punta kaynakları esnasında açığa çıkan gazlar sera gazı salım envanterine dahil edilmiştir.

Üretim tesislerinde çok çeşitli kesme sıvısı ve ısıtma işlem sıvısı kullanılmaktadır. Kullanılan bu sıvılarla ilgili, üretici firmalardan alt ısıtma değerleri ve karbon içerikleri bilgisi gelmediği için aşağıdaki formül kullanılmıştır [36,37] ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5.14'de verilmiştir.

CO₂ salımı (kg) = Alt ısıtma değeri x Karbon içeriği x Kullanım sırasındaki oksidasyon

$$\times \frac{44}{12} \quad (5.13)$$

Yakıt alt ısıtma değerleri Çizelge 5.1'den alınmıştır [38].

5.3.9 İnsineratörde yakılan solventler

İnsineratörde oluşan karbon salımı için Kademe 1 yaklaşımı kullanılmıştır:

CO₂ eşdeğer sera gazı (kg) =

$$\text{Yakıt Tüketimi (Tj)} \times \text{Salım Faktörü} \left(\text{kg} \frac{\text{yakıt}}{\text{TJ}} \right) \times \text{Küresel ısınma katkı değeri}$$

$$\times \text{karbon oksidasyonu} \quad (5.14)$$

Yanma verimi %100 kabul edilmiş ve bu nedenle eşitlikte karbon oksidasyonu 1 olarak kullanılmıştır.

Salım Faktörü: Tam yanmanın ve diğer tüm kimyasal reaksiyonların tamamlandığının varsayıldığı bir kaynak akışındaki faaliyet verisine ait sera gazının ortalama emisyon oranı olup, IPCC rehberindeki tablolardan alınmalıdır [31].

İnsinatörlerden kaynaklı sera gazı salımları yapılan envanter çalışmasına dahil edilmemiştir.

İnsineratörde yakılan solventlere ilişkin uluslararası kabul gören bir formül bulunamadığından sabit yanmaya ilişkin IPPCC metodolojisi kullanılmalıdır. Ayrıca, çok farklı solventler kullanıldığı ve bu solventlere ilişkin salım faktörü de bulunamadığından benzer niteliklerde olduğu görülen "White sprit" malzemesine ait salım faktörü kullanılabilir. "White spirit" MSDS formu incelendiğinde, insineratöre taşınan solventlerde olduğu gibi kullanım alanının benzer olduğu görülmüştür.

2013 yılına ait farklı kapsamlara göre sera gazı emisyonu hesaplamaları özet olarak Çizelge 5.15'te verilmiştir.

Çizelge 5.14: Proses yağları sera gazı salımları - punta kaynaklı yağ buharı salımu

Kesme / Soğutma Sıvısı	Özellik	Salım Kaynağı No	Punta Alanı	Araç Başı Punta Sayısı	Üretilen Araç Başı Puntalama Yüzey Alanı	Üretilen Araç Sayısı	Saç Üstündeki Yağ miktarı	Çevrim Katsayısı	Tüketim Miktarı	TJ Çevrim Katsayısı	Tüketim Miktarı	Karbon İçeiği Oranı	ODU değeri	Karbon Kütle Oranı (44/12)	Toplam
			m ²	adet	m ²	adet	gr/m ²	kg/gr	kg	TJ/kg	TJ	ton C/TJ	0,2	CO ₂ /C	ton CO ₂
Hesaplama Formülü			A	B	C= AxB	D	E	F	$G=CxD$ $xExF$	H	I=GxH	J	K	L	$M=IxJx$ KxL
Opet Fuchs Anticorit RP	Saç Rulo Dış Yüzey Yağı	G33	8,03953E-05	4.203	0,338	75.600	2	1,0E-03	51	4,02E-05	0,0021	20	0,2	3,67	0,0301
Opet Fuchs Anticorit RP	Saç Rulo Dış Yüzey Yağı	G33	8,03953E-05	5.867	0,472	143.811	2	1,0E-03	136	4,02E-05	0,0055	20	0,2	3,67	0,0800
Opet Fuchs Anticorit RP	Saç Rulo Dış Yüzey Yağı	G33	8,03953E-05	3.042	0,245	55.583	2	1,0E-03	27	4,02E-05	0,0011	20	0,2	3,67	0,0160
Opet Fuchs Anticorit RP	Saç Rulo Dış Yüzey Yağı	G34	8,03953E-05	6.658	0,535	-	2	1,0E-03	0	1,00E+00	0,0000	20	0,2	3,67	-
GENEL TOPLAM															0,1261

Çizelge 5.15: 2013 yılı sera gazı emisyonu özet tablosu.

Emisyon Kaynağı Grubu	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Toplam Sera Gazı Emisyonu
	ton CO ₂	ton CH ₄	ton N ₂ O	ton CO ₂
Sabit Yakma Kaynaklı	46.489,2463	0,8557	0,0904	46.535,24
Hareketli Yakma Kaynaklı	11.822,8589	1,2845	0,7572	12.084,58
Enerji Dolaylı	93.690,1214			93.690,12
Sabit Soğutucu Kaynaklı	1.742,0000			1.742,00
Araç Klima Kaynaklı	1.726,5976			1.726,60
Kaynak ve Yangın Tüpleri	7,4534			7,45
Proses Yağları	0,1261			0,13
Toplam	155.478,4038	2,1402	0,8477	155.786

5.3.10 Belirsizlik hesabı

Belirsizlik hesabı, “GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard, 2nd edition” 'Managing Inventory Quality' bölümünde verilen eşitliklere göre gerçekleştirilmiştir [39]. 2013 yılına ait belirsizlik oranı $\pm\%3,3$ olarak hesaplanmıştır. Toplam belirsizlik ise, tüketim miktarlarındaki ve emisyon faktörlerindeki belirsizlikler göz önüne alınarak hesaplanmıştır. Elektrik ve doğalgaz tüketimlerine ait belirsizlik için, sayaçlara ait belirsizlik değerleri baz alınmıştır. Hareketli yanma kaynaklarından kaynaklanan belirsizlik için fabrika dolum tesislerindeki sayaçların belirsizlik değerleri kullanılmıştır.

$$\pm u = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (H_i * I_i)^2}}{M} \quad (5.15)$$

5.15 eşitliği, kümülatif belirsizlik için verilmiştir. Eşitlikte; H CO₂ salımını, I toplam belirsizlik seviyesini, M ise toplam salım miktarını ifade etmektedir.

Faaliyet verisi belirsizliği EK-A çizelge A.2 “Faaliyet Verileri Toplama ve Takip Tablosu” nda envanter kapsamında olan her bir faaliyet için ayrı olarak belirtilmiştir.

Kalibrasyonu olan ölçüm ekipmanları için EK A Çizelge A.2 “Faaliyet Verileri Toplama ve Takip Tablosu” nda “Ölçüm Ekipmanı/Metod Belirsizliği” kolonundaki değerler kullanılmıştır.

Kalibrasyonu olmayan ölçüm ekipmanları için ise “Faaliyet Verileri Toplama ve Takip Tablosu” nda “Ölçüm Ekipmanı Hata Sınıfı” kolonundaki değerler kullanılmıştır.

Ölçüm ekipmanı olmayan faaliyet verileri için uygulanan yöntem ve belirsizlik “Faaliyet Verileri Toplama ve Takip Tablosu” ndaki veri toplama talimatlarında verilmiştir.

Emisyon faktörü belirsizlikleri ise “IPCC Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reporting Instructions” dan alınmıştır [21].

Elektrik sayaçlarının belirsizlik değeri bulunamadığı için sınıf değerleri faaliyet verisi belirsizliği olarak kullanılmıştır.

Doğalgaz sayaçları için kalibrasyon sertifikalarında belirtilen belirsizlik değerleri kullanılmıştır. Belirsizlik hesabında, 3 adet doğalgaz sayacından belirsizliği en yüksek olanın belirsizlik değeri kullanılarak hesap yapılmıştır.

Hareketli yanmada montaj hatlarındaki araç dolum istasyonları dışındaki diğer tüketimler dispenserler kullanıldığı için belirsizlik hesabında, “Sanayii ve Ticaret Bakanlığı- Ölçü ve Ölçü Aletleri Muayene Yönetmeliği 151. Maddesi”ne göre akaryakıt sayaçlarında en az iki litre numune alınarak yapılan muayenelerde hata oranı ölçülen miktarın \pm % 0,5’ini geçemez hükmündeki hata değeri belirsizlik değeri olarak kullanılmıştır [40].

Sabit yanmada, motorin ve benzin tüketimlerinin, hareketli yanmada ise montaj hatlarındaki araç dolum istasyonlarındaki motorin ve benzin tüketimlerinin dispenserler olmadığı için belirsizlik değerleri “GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard, 2nd edition 'Managing Inventory Quality” direktifine göre % 7 olarak alınmıştır [39].

Emisyon faktörü belirsizlikleri “GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard, 2nd edition 'Managing Inventory Quality” direktifine göre % 7 olarak alınmıştır [39].

Her salım kaynağı için bir belirsizlikler hesaplanmış ve Çizelge 5.16’da verilmiştir. Belirsizlik sınıfı belirlenirken şu kriter baz alınmıştır.

Eğer seviye %5’ten küçük ise “düşük”. Yani iyi seviye belirsizliktir. Eğer belirsizlik %5-%15 aralığında ise “orta” orta seviye belirsizliktir. Eğer belirsizlik %15’ten büyük ise “kötü” kötü seviye belirsizlik var olarak sınıflandırılmıştır.

Bu sınıflandırmaya göre tesisteki envanter çalışmasında belirsizlik +/-%3 ile yüksek güvenilirlikte çıkmıştır.

Çizelge 5.16: Belirsizlik hesap tablosu.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Faaliyet Verisi	Faaliyet Verisi Birimi	Faaliyet Verisi Belirsizliği (% ±)	Emisyon Faktörü	Emisyon Faktörü Birimi (kg CO ₂)	Emisyon faktörü Belirsizliği (% ±)	CO ₂ Emisyonu (kg)	CO ₂ Emisyonu (ton)	Toplam Belirsizlik	Belirsizlik Seviyesi	Yardımcı Değişken 1	Yardımcı Değişken 2
							A * D	G/1000	$I = \sqrt{C^2 + F^2}$		(H*I)	K ²
	1000,00	GJ	+/- %5,0	56,10	kg CO ₂ / GJ	+/- %10,0	56.100,00	56,10	+/- %11,2	Orta	6,27	39,34
Emisyon Kaynağı												
Doğalgaz Ana Sayaç	806676,1	GJ	%0,67	56,10	kg CO ₂ / GJ	+/-% 7,0	45.254.531,54	45.254,53	+/-% 7,0	Orta	3.182,29	10.126.999,3
Elektrik Ana Sayacı	336287,7	GJ	%0,50	131,11	kg CO ₂ / GJ	+/-% 7,0	44.091.058,72	44.091,06	+/-% 7,0	Orta	3.094,24	9.574.305,69
Elektrik Ana Sayacı TR1	136657,9	GJ	%0,08	131,11	kg CO ₂ / GJ	+/-% 7,0	17.917.370,16	17.917,37	+/-% 7,0	Orta	1.254,30	1.573.263,01
Elektrik Ana Sayacı TR2	241640,0	GJ	%0,08	131,11	kg CO ₂ / GJ	+/-% 7,0	31.681.692,56	31.681,69	+/-% 7,0	Orta	2.217,86	4.918.917,64
Motorin Sabit	16141,69	GJ	%7,00	74,10	kg CO ₂ / GJ	+/-% 7,0	1.196.099,58	1.196,10	+/-% 9,9	Orta	118,41	14.020,41
Propan Tüketimi	588,84	GJ	%7,00	63,10	kg CO ₂ / GJ	+/-% 7,0	37.155,66	37,16	+/-% 9,9	Orta	3,68	13,53
R134a	1340,00	kg	%7,00	1.300,00	CO ₂	+/-% 7,0	1.742.000,00	1.742,00	+/-% 9,9	Orta	172,45	29.738,73
Araç Klima Gazı	1328,15	kg	%7,00	1.300,00	CO ₂	+/-% 7,0	1.726.597,60	1.726,60	+/-% 9,9	Orta	170,92	29.215,16
Doğalgaz Ana Sayaç CH ₄	806676,1	GJ	%0,67	0,02	kg CO ₂ / GJ	+/-% 7,0	16.940,20	16,94	+/-% 7,0	Orta	1,19	1,42
Doğalgaz Ana Sayaç N ₂ O	806676,1	GJ	%0,67	0,03	kg CO ₂ / GJ	+/-% 7,0	25.006,96	25,01	+/-% 7,0	Orta	1,76	3,09
Montaj Hattı - Motorin	88568,98	GJ	%7,00	74,10	kg CO ₂ / GJ	+/-% 0,5	6.562.961,57	6.562,96	+/-% 7,0	Orta	460,58	212.131,89
Montaj Hattı Benz.	18276,70	GJ	%7,00	69,30	kg CO ₂ /GJ	+/-% 0,5	1.266.575,11	1.266,58	+/-% 7,0	Orta	88,89	7.900,75

Çizelge 5.16 (devam): Belirsizlik hesap tablosu.

Liman yakıt dolumu Motorin	669,01	GJ	%0,50	74,10	kg CO ₂ / GJ	+/-% 0,5	49.573,57	49,57	+/- %0,7	Düşük	0,35	0,12
Tesis Araçları İç Dolum - Motorin	26031,51	GJ	%0,50	74,10	kg CO ₂ / GJ	+/-% 0,5	1.928.934,98	1.928,93	+/- %0,7	Düşük	13,64	186,04
Tesis Araçları İç Dolum - Benzin	3879,46	GJ	%0,50	69,30	kg CO ₂ / GJ	+/-% 0,5	268.846,57	268,85	+/- %0,7	Düşük	1,90	3,61
Tesis Araçları Dış Dolum (Otobil) Motorin	15278,33	GJ	%0,50	74,10	kg CO ₂ / GJ	+/-% 0,5	1.132.124,21	1.132,12	+/- %0,7	Düşük	8,01	64,09
Tesis Araçları Dış Dolum (Otobil) Benzin	8857,76	GJ	%0,50	69,30	kg CO ₂ / GJ	+/-% 0,5	613.842,93	613,84	+/- %0,7	Düşük	4,34	18,84
Montaj Hattı - Motorin CH4	88568,98	GJ	%0,50	0,08	kg CO ₂ / GJ	+/-% 0,5	7.253,80	7,25	+/- %0,7	Düşük	0,05	0,00
Montaj Hattı - Benzin CH4	18276,70	GJ	%0,50	0,53	kg CO ₂ / GJ	+/-% 0,5	9.595,27	9,60	+/- %0,7	Düşük	0,07	0,00
Liman yakıt dolumu Motorin CH4	669,01	GJ	%0,50	0,08	kg CO ₂ / GJ	+/-% 0,5	54,79	0,05	+/- %0,7	Düşük	0,00	0,00
Tesis Araçları İç Dolum - Motorin CH4	26031,51	GJ	%0,50	0,08	kg CO ₂ / GJ	+/-% 0,5	2.131,98	2,13	+/- %0,7	Düşük	0,02	0,00
Tesis Araçları İç Dolum - Benzin CH4	3879,46	GJ	%0,50	0,53	kg CO ₂ / GJ	+/-% 0,5	2.036,72	2,04	+/- %0,7	Düşük	0,01	0,00
Tesis Araçları Dış Dolum (Otobil) Motorin CH4	15278,33	GJ	%0,50	0,08	kg CO ₂ / GJ	+/-% 0,5	1.251,30	1,25	+/- %0,7	Düşük	0,01	0,00
Tesis Araçları Dış Dolum (Otobil) Benzin CH4	8857,76	GJ	%0,50	0,53	kg CO ₂ / GJ	+/-% 0,5	4.650,33	4,65	+/- %0,7	Düşük	0,03	0,00
Montaj Hattı - Motorin N2O	88568,98	GJ	%0,50	1,21	kg CO ₂ / GJ	+/-% 0,5	107.079,90	107,08	+/- %0,7	Düşük	0,76	0,57
Montaj Hattı - Benzin N2O	18276,70	GJ	%0,50	2,48	kg CO ₂ / GJ	+/-% 0,5	45.326,21	45,33	+/- %0,7	Düşük	0,32	0,10

Çizelge 5.16 (devam): Belirsizlik hesap tablosu.

Limana yakıt dolumu Motorin N2O	669,01	GJ	%0,50	1,21	kg CO ₂ /GJ	+/- % 0,5	808,83	0,81	+/- %0,7	Düşük	0,01	0,00
Tesis Araçları İç Dolu - Motorin N2O	26031,51	GJ	%0,50	1,21	kg CO ₂ /GJ	+/- % 0,5	31.472,10	31,47	+/- %0,7	Düşük	0,22	0,05
Tesis Araçları İç Dolu - Benzin N2O	3879,46	GJ	%0,50	2,48	kg CO ₂ /GJ	+/- % 0,5	9.621,06	9,62	+/- %0,7	Düşük	0,07	0,00
Tesis Araçları Dış Dolu (Otobil) Motorin N2O	15278,33	GJ	%0,50	1,21	kg CO ₂ /GJ	+/- % 0,5	18.471,50	18,47	+/- %0,7	Düşük	0,13	0,02
Tesis Araçları Dış Dolu (Otobil) Benzin N2O	8857,76	GJ	%0,50	2,48	kg CO ₂ /GJ	+/- % 0,5	21.967,25	21,97	+/- %0,7	Düşük	0,16	0,02
Motorin Sabit N2O	16141,69	GJ	%0,50	0,19	kg CO ₂ /GJ	+/- % 0,5	3.002,36	3,00	+/- %0,7	Düşük	0,02	0,00
Motorin Sabit CH4	16141,69	GJ	%0,50	0,06	kg CO ₂ /GJ	+/- % 0,5	1.016,93	1,02	+/- %0,7	Düşük	0,01	0,00

Toplam CO₂ Emisyonu (M): 155.777.052,22

Belirsizlik

Kümülatif Belirsizlik

$$\pm u = \pm \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (H_i * I_i)^2}}{M}$$

+/- %3,3

Düşük

6. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖNERİLER

6.1 IPCC Metodunun Diğer Metotlarla Karşılaştırılması

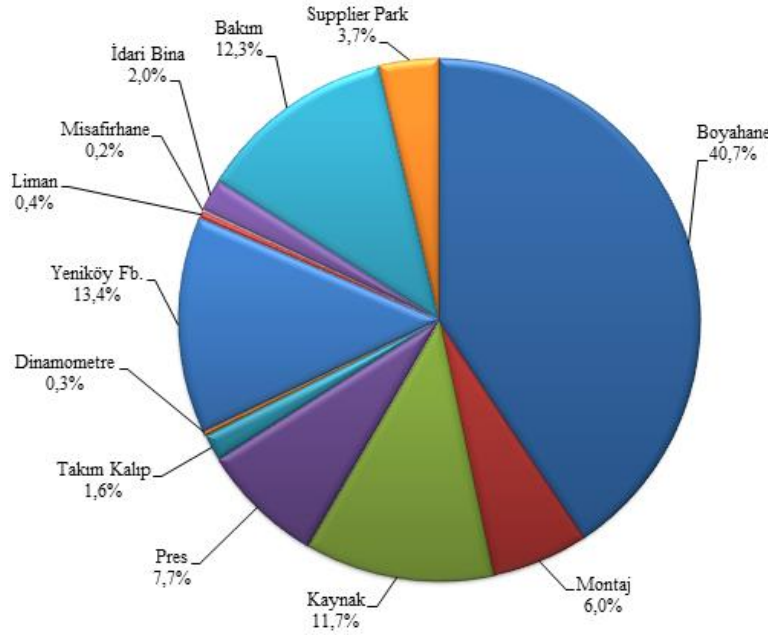
2013 yılına ait sera gazı emisyonu özet tablosundaki (Çizelge 5.15) sonuçlar değerlendirilmeden önce farklı hesap yöntemlerine göre göre salım değerlerinin değişimi incelenmiştir. Tez çalışması kapsamında, IPCC metodu kullanılmıştır. Diğer metotlarla arasında fark sadece yakma kaynaklı salımlarda ortaya çıkmaktadır. Bu farkın oluşma nedeni, hesapta kullanılan alt ısı değer ve yoğunluk çevrim katsayılarının metotlara göre farklılık göstermesidir. Her kapsam için, hem IPCC katsayıları hem de ulusal katsayılar kullanılarak hesaplama yapılmış, oluşan farklar Çizelge 6.1’de verilmiştir.

Çizelge 6.1: Metotların karşılaştırılması.

Konu		Fark	GHG (CO ₂ eşd.)	Kategorideki Fark	Toplam Fark
Sabit yanma- doğalgaz	Alt ısı değerlerin ulusal değerler yerine IPCC'den alınması	IPCC	51.723		
		Türkiye	49.675	% 3,95	% 1,81
		Fark	2.048		
Sabit yanma- diğer yakıtlar	Alt ısı değerlerin ulusal değerler yerine IPCC'den alınması	IPCC	1.318,1		
		Türkiye	1.298,7	% 1,47	% 0,01
		Fark	19,4		
Hareketli yanma	Alt ısı değerlerin ulusal değerler yerine IPCC'den alınması	IPCC	14.617,9		
		Türkiye	14.481,3	% 0,93	% 0,08
		Fark	136,6		
Hareketli yanma	Benzin ve dizelin yoğunluğu için faturalardaki değerler yerine yönetmelik değerlerinin kullanılması	IPCC	0,735		
		Türkiye	0,741	% 0,00	% 0,00
		Fark	-0,006		

6.2 Enerji Üretiminden Kaynaklanan Dolaylı Sera Gazları

2013 yılına ait sera gazı emisyonu özet tablosu (Çizelge 5.15) incelendiğinde, fabrikanın yıllık sera gazı salımı 156 bin ton eşdeğer CO₂'tir. Bu salımın yaklaşık % 60'ı enerji üretiminden kaynaklanan dolaylı sera gazı kapsamına girmektedir. Bu kapsamda, fabrikada kullanılan satın alınan elektrik enerjisi en büyük kalemi oluşturmaktadır. Çalışmada karbon envanteri hesaplanırken trafo merkezinden elde edilen veriler kullanılmıştır. Bu harcanan elektriğin bölümlere göre dağılımı Şekil 6.1'de verilmiştir.



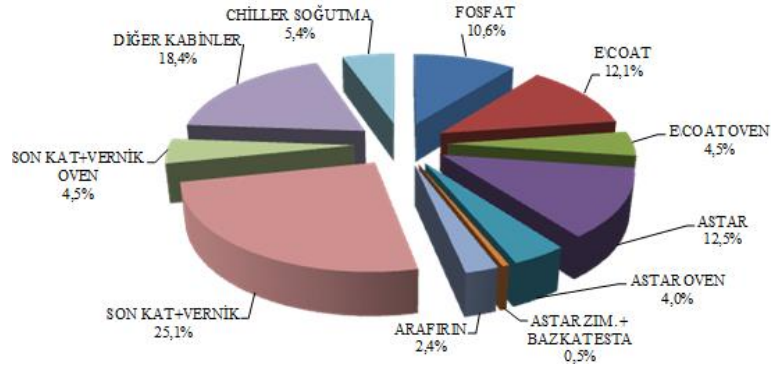
Şekil 6.1: Kuruluş elektrik tüketim dağılımı.

Şekil 6.1 incelendiğinde, fabrika bünyesinde en fazla elektrik tüketiminin gerçekleştiği bölüm boyahanedir. Boyahaneden sonra sırasıyla bakım müdürlüğü, kaynak atölyesi, pres ve montaj atölyeleri gelmektedir. Ayrıca, Yeniköy Fabrika olarak tanımlanan birimde farklı bir ürün için sadece montaj yapılmaktadır.

6.2.1 Boyahane

Boyahane kaplama, boyama ve fırınlama işlemleri nedeni ile yüksek seviyede elektrik tüketimi gerçekleşmektedir (% 40.7). Bu yüksek tüketimin yapılan işlemlere göre dağılımı Şekil 6.2'de verilmiştir. Boyahane son kat vernik işleminde kullanılan robotik hat en yüksek enerji tüketimine (% 25.1) sahip olup bu tüketimi

sırasıyla astar, e-coat, fosfat prosesleri takip etmektedir. Boyahanedeki her proses sonrası fırınlarda ısıl işlem uygulanmaktadır. Bu nedenle fırınlar boyahanedeki elektrik tüketimini arttırmaktadır.

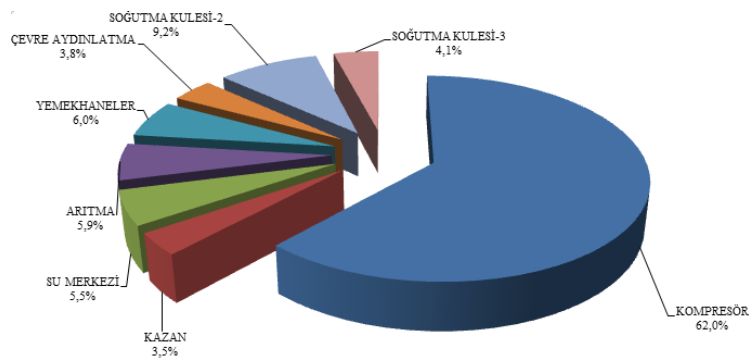


Şekil 6.2: Boyahane elektrik tüketim dağılımı.

6.2.2 Bakım Müdürlüğü

Boyahaneden sonra en yüksek tüketim verisine sahip bölüm, bakım ve çevre müdürlüğüdür (% 12.3). Bu bölüm sorumluluğunda yer alan kompresör dairesi en yüksek elektrik tüketimine sahiptir. Şekil 6.3'te bakım çevre müdürlüğüne ait elektrik tüketim dağılımı verilmiştir. Elektrik tüketiminin % 62'si kompresör dairesinden kaynaklanmaktadır. Kompresör dairesi toplam kurulu gücü 13MW olan 434 adet kompresörden oluşmaktadır. Bu kompresörlerin enerji verimliliği sınıfı EFF2'dir [41].

Avrupa Elektrik Makineleri ve Güç Elektroniği İmalatçıları Komitesi (CEMEP) elektrik motorlarını 3 verimlilik sınıfında toplamıştır. Bunlar yüksek verimli motorlar (EFF1), verimi iyileştirilmiş motorlar (EFF2) ve düşük verimli motorlar (EFF3)'dür [42].

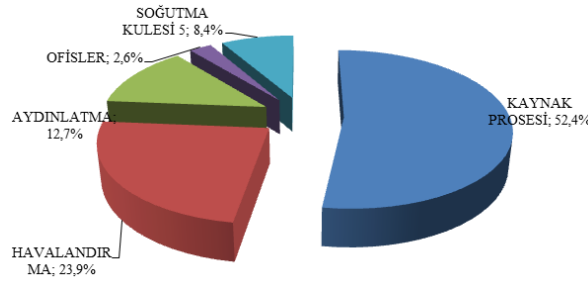


Şekil 6.3: Bakım müdürlüğü elektrik tüketim dağılımı.

Kompresör dairesinden sonra sırasıyla soğutma kuleleri, yemekhane, arıtma, sıcak su kazanları ve çevre aydınlatma birimleri bakım müdürlüğüne ait en yüksek tüketimi oluşturmaktadır.

6.2.3 Kaynak Atölyesi

Bakım müdürlüğünden sonra en yüksek elektrik tüketime sahip bölüm, kaynak atölyesidir (% 11.7). Şekil 6.4’da tüketim dağılımı verilmektedir. Bu bölümde en büyük elektrik sarfiyatı kaynak prosesinden kaynaklanmaktadır (% 52.4). Kaynak işlemi, büyük oranda robotik hat üzerine kurulu kaynak robotları ile gerçekleştirilmektedir. Bu hat üzerindeki bandın yürümesi, kaynak robotlarının çalışması yoğun elektrik tüketimine neden olmaktadır.

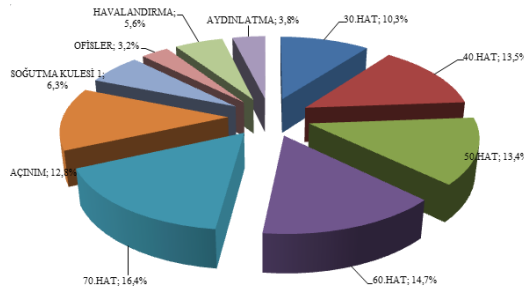


Şekil 6.4: Kaynak atölyesi elektrik tüketim dağılımı.

Kaynak prosesini sırasıyla havalandırma, aydınlatma ve soğutma kulesi takip etmektedir.

6.2.4 Pres Atölyesi

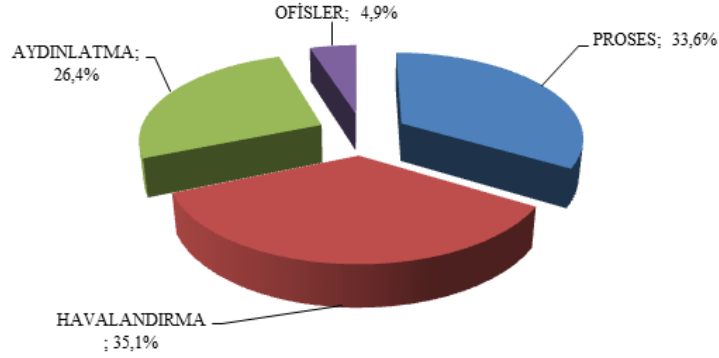
Pres atölyesinin elektrik tüketimi % 7.7’dir. Bu bölümün elektrik tüketim dağılımları Şekil 6.5’te gösterilmektedir. Şekil incelendiğinde, elektrik tüketimini gerçekleştiren ana birim pres tezgahlarıdır ve tüketimin % 80’i bu tezgahlardan kaynaklanmaktadır.



Şekil 6.5: Pres atölyesi elektrik tüketim dağılımı.

6.2.5 Montaj

Montaj hattı elektrik tüketimi (% 6.0) pres atölyesinden sonra gelmektedir. Şekil 6.5'te montaj hattının tüketim dağılımları görülmektedir. Bu bölümdeki havalandırma cihazlarının elektrik sarfiyatları ana tüketim kalemini oluşturmaktadır.



Şekil 6.6: Montaj atölyesi elektrik tüketim dağılımı.

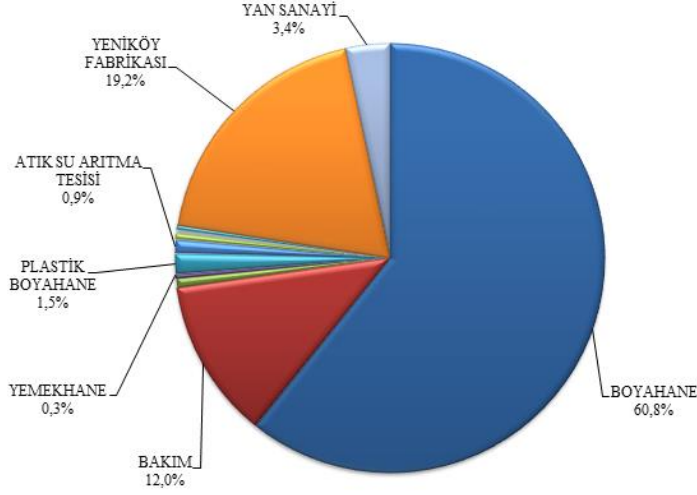
Havalandırmadan sonra sırasıyla montaj hattındaki prosesler (montaj bandı, liftler, elektrikli sıkma cihazları, montaj robotları), aydınlatma cihazları en yüksek elektrik tüketimine sahiptir.

Fabrikanın diğer bölümlerinde ise genel olarak aydınlatma, ofis, havalandırma ve proses kaynaklı elektrik tüketimleri gerçekleşmektedir.

6.3 Sabit Yakma Kaynaklı Sera Gazları

Sabit yakma kaynaklı sera gazı salımı, toplam salımın yaklaşık % 30'dur. Bu salımın en önemli kaynağı, doğal gazdır. Doğal gaz, genellikle sıcak su kazanlarında sıcak su üretimi ve ısınma amaçlı kullanılmaktadır. Kazanlarda termik verimin sürekli olarak yüksek tutulabilmesi ve emisyonların kontrol edilebilmesi için baca gazı analizörleri yardımıyla, baca gazı bileşenlerinin sürekli veya periyodik olarak izlenmesi ve yanmaya etki eden parametrelere zamanında müdahale edilmesi, ayrıca brülörlerin duruş zamanlarında kazanların neden olduğu iç soğuma kayıplarının minimize edilmesi önemli olmaktadır [43]. Şekil 6.7'de doğalgaz tüketiminin bölümlere göre dağılımları görülmektedir.

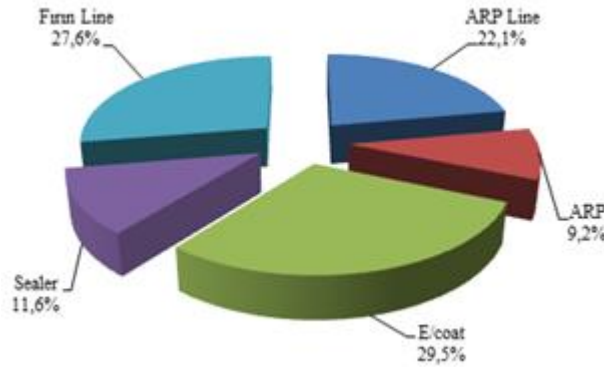
Fabrikada tüketilen doğan gazın büyük kısmı boyahaneden kaynaklanmakta olup bu tüketimi sırasıyla, Yeniköy Fabrika ve Bakım müdürlüğü takip etmektedir.



Şekil 6.7: Doğal gaz tüketiminin bölümlere göre dağılımı.

6.3.1 Boyahane

Doğal gaz tüketiminin en yüksek olduğu bölüm elektrikte olduğu gibi boyahanedir (% 60.8). Boyahanede kullanılan 11 adet kurutma fırını, 26 adet hava nemlendirme ünitesi, 4 adet sıcak su kazanı doğalgaz ile çalışmaktadır. Boyahanedeki tüketim dağılımı Şekil 6.8’de verilmektedir. Şekil 6.8 incelendiğinde, en fazla doğal gaz tüketimine sahip olan prosesler sırasıyla elektrokot, kurutma, ARP line, sealer ve ARP’dır.



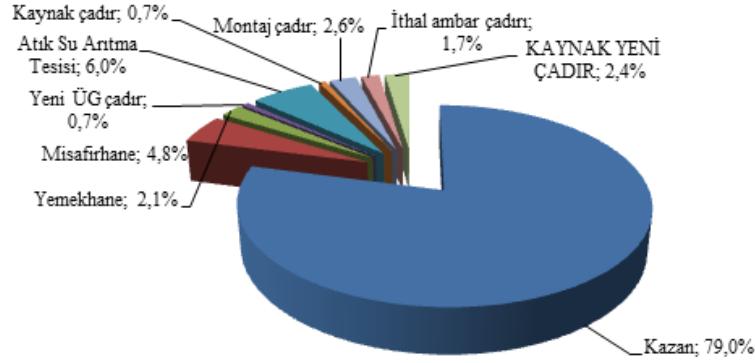
Şekil 6.8: Doğal gaz tüketiminin boyahanedeki dağılımı.

6.3.2 Yeniköy Fabrika

Yeniköy fabrikası olarak tanımlanan birimde, iki adet sıcak su kazanı, boyama işlemlerinde kullanılan elektrokot fırınları, hava nemlendirme üniteleri ve radyant ısıtıcılar doğal gaz tüketimine neden olmaktadır (% 19.2).

6.3.3 Bakım Müdürlüğü

Boyahane ve Yeniköy Fabrika'sından sonra en yüksek doğal gaz tüketimi, tüm sıcak su kazanlarının bağlı olduğu birim olan Bakım Müdürlüğü'nden kaynaklanmaktadır (% 12). Bakım müdürlüğüne ait doğal gaz tüketimi Şekil 6.9'da verilmiştir.



Şekil 6.9: Bakım müdürlüğü doğalgaz tüketim dağılımı.

Şekil 6.9 incelendiğinde, sıcak su üretimi için kullanılan 5 adet sıcak su kazanı, ambarlarda kullanılan radyant ısıtıcılar, arıtma tesisindeki çamur kurutma amaçlı brülörler, misafirhanedeki ısınma amaçlı kazan ve yemekhanede kullanılan ocaklar yüksek doğal gaz tüketimine neden olmaktadır.

Fabrikanın diğer birimlerinde de genel olarak ısınma ve proses amaçlı sıcak su kazanları ve fırınlar nedeniyle doğalgaz tüketimi gerçekleşmektedir.

6.4 Genel Sonuçlar

Tez çalışmasının kapsamında, küresel ısınma ve iklim değişikliğine neden olan sera gazları için bir otomobil fabrikasında karbon envanteri oluşturulmuştur. Çalışmanın genel sonuçları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1 Ocak 2013 – 31 Aralık 2013 tarihleri arası envanter çalışması yapılan fabrikada toplam 156.000 ton eşdeğer CO₂ sera gazı salımı hesaplanmıştır. Fabrikada yapılan envanter çalışmasında yıllık ortaya çıkan karbon salımının %60'lık kısmının enerji dolaylı, %28'lik kısmının sabit yakma kaynaklı, %7'lik kısmın hareketli yakma kaynaklı, %4'lük kısmın kaynak gazı ve yangın tüplerinden, %1'lik kısmına da klima gazı kaynaklı olduğu saptanmıştır. Enerji dolaylı sera gazı salımının yani elektrik tüketiminin birimlere göre dağılımı belirlenmiş ve yüksek elektrik

tüketimlerinin sırasıyla boyahane (%40), bakım (%12,3), kaynak (%11,7), pres (%7,7) ve montaj (%6) müdürlüklerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ayrıca, sabit yakma kaynaklı sera gazı salımına sebep olan doğalgaz tüketimi de birimlere göre belirlenmiş ve en fazla tüketimlerin sırasıyla boyahane (%60,8), Yeniköy Fabrika (%19,2) ve bakım (%12) müdürlüklerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu verilere göre enerji verimliliği çalışması için odaklanılması gereken ilk bölüm boyahane departmanıdır. Bu birimdeki elektrik ve doğalgaz tüketimleri gözden geçirilerek enerji verimliliği çalışmaları daha kapsamlı yapılabilir.

Fabrikada halihazırda salım azaltıcı birçok önlem alınmıştır. Bunlara örnek vermek gerekirse; suntracker ile aydınlatmada gün ışığından daha fazla yararlanılmıştır, ısıtma/havalandırma santrallerinde verimli motorlar kullanılması, soğutma kulelerinde motor sürücüsü uygulaması, kazan modernizasyonu, kompresör verimliliştirme, aydınlatma elemanlarının tasarruflu olanlarıyla değiştirilmesi şeklinde sıralanabilir. Daha fazla iyileştirme yapılması mümkündür. İyileştirmeden sonra sera gazı salımında gerçekleşecek azaltım, ölçüm sonuçları ile karşılaştırılmalıdır. Ancak ölçümler, sayaçlar ve faturalardaki değerler kullanılarak yapıldığından dolayı hangi cihazdan ne kadar azaltım sağlandığı net olarak saptanamayacaktır.

Diğer bir salım azaltıcı önlem tesisin kendi elektriğinin üretmesidir. Fabrika bünyesinde kullanılan elektrik yine fabrikada doğal gaz ile üretildiği takdirde daha az salım oluşturacaktır. Bu da envanter sonuçlarına olumlu yansıtacaktır. Bunun nedeni satın alınan elektriğin hangi kaynakla üretildiği belli olmadığı için verilen karbon salım faktörünün yüksek olmasıdır.

Sera gazı envanteri oluşturmak için veriler ISO 14064-1 standardına göre toplanmıştır. Bu verilerin herhangi bir salım ticaret mekanizmasında kullanılabilmesi için ISO 14064-3'e göre bir doğrulayıcı kuruluş tarafından doğrulanması gerekmektedir. Doğrulanmış verilerle gönüllü veya zorunlu karbon ticareti mekanizmalarından faydalanılabilir. Ayrıca AB ETS' e dahil olunması durumunda bu raporlama ve doğrulama standardı herhangi bir başka salım envanterine gerek duyulmamasını sağlayacaktır.

Çalışmada seçilen tesis için oluşturulan sera gazı envanteri, "Sera Gazı Salımlarının Takibi Hakkında Yönetmelik" te istenilen özellikleri taşımaktadır ve ilgili Bakanlığa

sunulabilir. Şu anda herhangi bir raporlama yükümlülüğü bulunmamasına rağmen izleme planları evre ve Şehircilik Bakanlığı'na iletilmiŐtir. 2016 yılında raporlama ile ilgili yükümlülük başlayacaktır. Tez kapsamında gerçekleştirilen çalışma ile raporlama sürecine bir alt yapı oluşturulmuştur.

Envanter alıŐması hesaplamalarında, belirsizlik seviyesi +/- % 3,3 olarak belirlenmiş olup belirsizlik seviyesinin oldukça düşük yani envanter çalışmasının yüksek güvenirlikte olduğu tespit edilmiştir.

İklim değişikliğinin nlenmesine katkıda bulunmak için ISO 14064'e göre sera gazı envanterinin oluşturulması bütün sanayi kuruluŐları için gerekli ve yararlı bir çalıŐmadır. Gerçekleştirilen tez çalışması, bu kapsamda, diğer kuruluşların yapacakları envanter çalışmaları için örnek olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] **Demir, A.** (2009). “Küresel İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Kaynakları Üzerine Etkisi”, Ankara.
- [2] **Çepel, N.** (2003). “Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri”, Tübitak Popüler Bilim Kitapları, Ankara.
- [3] **Türkeş, M.** (2007). “Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler”, 1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi-TİKDEK 2007, İTÜ, İstanbul.
- [4] **Karacan, A. R.** (2007). “Çevre Ekonomisi ve Politikası (Ekonomi, Politika, Uluslararası ve Ulusal Çevre Koruma Girişimleri)”, Ege Üniversitesi Yayınları, İİBF Yayını No: 6, İzmir.
- [5] **IPCC,** (2007) “Fourth Assessment Report (AR4) Climate Change: The Physical Science Basis”, s.253.
- [6] **BAYRAÇ, Naci** (2011). “Enerji Kullanımının Küresel Isınmaya Etkisi ve Önleyici Politikalar”, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,11(2).
- [7] **Gülbahar, O.** (2008). “Küresel Isınma, Turizme Olası Etkileri ve Türkiye”, KMÜ İİBF Dergisi, Yıl: 10, Sayı: 15.
- [8] **URL-1** <<http://www.bugday.org/article.php?ID=817>>, alındığı tarih: 02.08.2010. **Duygu, E.** (2010). “İklim Değişikliği ve Etkileri”.
- [9] **Meadows, H.D. vd.** (1990), “Ekonomik Büyümenin Sınırları”, Çev: Kemal Tosun vd., İşletme İktisadi Enstitüsü Yayını No: 112, İstanbul.
- [10] **Alagöz, M.** (2007). “Sürdürülebilir Kalkınmada Çevre Faktörü: Teorik Bir Bakış”, Akademik Bakış Dergisi, Sayı: 11, Ocak 2007.
- [11] **Türkes, M.** 2001. “Küresel iklimin korunması, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Türkiye”. Tesisat Mühendisliği, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Süreli Teknik Yayın 61: 14-29.
- [12] **URL-2** <http://www.mfa.gov.tr/birlesmis-milletler_iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-_bmidcs_-ve-kyoto-protokolu-_.tr.mfa> alındığı tarihi: 26.10.2014.
- [13] **Samur, H.** (2007). “Küresel İklim Değişikliği: Fırsatlar ve Riskler”, 1. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi-TİKDEK 2007, İTÜ, İstanbul.

- [14] **Mazı, F.** (2004). “İklim değişikliği Sorunu ve Uluslararası Alanda Çözüm Arayışları”, Ed: Marın, M. C., Yıldırım, U., Çevre Sorunlarına Çağdaş Yaklaşımlar Ekolojik, Ekonomik, Politik ve Yönetmel Perspektifler, Beta Yayını., İstanbul
- [15] **Tanınmış, F.** (2010). “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Etkin Kullanımı”, İCCİ 2010 16. Uluslararası Enerji ve Çevre Fuarı ve Konferansı, 12-13-14 Mayıs 2010, İstanbul.
- [16] **Kaplan, İ.** (2011). “Karbon Yönetim Sistemi ve ISO 14064”. İzmir Rüzgâr Sempozyumu ve Sergisi / 23-24 Aralık 2011.
- [17] TS ISO 14064-1 Sera Gazları- Bölüm 1: Sera Gazı Salımlarının ve Uzaklaştırmalarının Kuruluş Seviyesinde Hesaplanmasına ve Rapor Edilmesine Dair Kılavuz ve Özellikleri, Haziran 2007.
- [18] The EU Emissions Trading System (EU ETS) 2013. EU Publication office.
- [19] 2012 Türk Sanayi Sektörünün AB Çevre Mevzuatına Uyumu, İmmib AB Mevzuatı'na Uyum Şubesi.
- [20] **URL-3**
<<http://www.karbonkayit.cob.gov.tr/Karbon/AnaSayfa/EUETS.aspx?sflang=tr>> alındığı tarihi: 02.11.2014.
- [21] Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Reporting Instructions, 1997.
- [22] **Anderson, L. N.** (2008). “A greenhouse gas emissions inventory and emissions offset strategies for the university of wyoming” (Order No. 1460239). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (276057349) Retrieved from
<http://160.75.22.2/docview/276057349?accountid=11638>.
- [23] **Hahn, N.** (2009). “A study of carbon footprinting techniques, best practices review and the application of carbon footprinting analysis for kruger products limited” (Order No. MR55880). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (305158136). Retrieved from
<http://160.75.22.2/docview/305158136?accountid=11638>.
- [24] **Bastianoni,** (2014). “The connection between 2006 IPCC GHG inventory methodology and ISO 14064-1 certification standard – A reference point for the environmental policies at sub-national scale.” Environmental Science & Policy, Volume 44, December 2014, Pages 97-107.
- [25] **Antonio Scipioni, Alessandro Manzardo, Anna Mazzi, Michele Mastrobuono,** (2012) “Monitoring the carbon footprint of products: a methodological proposal” Original Research Article Journal of Cleaner Production, Volume 36, November 2012, Pages 94-101.
- [26] **K.-H. Lee,** (2011). “Integrating carbon footprint into supply chain management: the case of Hyundai Motor Company (HMC) in the automobile industry”. Journal of Cleaner Production 19 (2011) 1216e1223.

- [27] **Karakoç, M.** (2012), “Karbon emisyon muhasebesi ve Türkiye’de uygulanabilirliği,” “Carbon emission accounting and applicability in Turkey”, Doktora, Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- [28] **Kabacıoğlu, N.** (2012), “Sanayi kuruluşlarında sera gazı salınımları ve sera gazı hesaplama yöntemleri / Green house gas emission from factories and green house gas calculation methodology”, Kocaeli Üniversitesi.
- [29] **Bildik, B.** (2013), Çevre Yüksek Mühendisi, TSE Sektörel Yönetim Sistemleri Müdürlüğü Dergisi, Ekim 2013/ 123-127.
- [30] Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2009. Guidance on how to measure and report your greenhouse gas emissions.
- [31] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2 Chapter 2: Stationary Combustion- : Table 2.3. Default Emission Factors for Stationary Combustion in Manufacturing Industries and Construction / Table 2.5 Default Emission Factors for Commercial Buildings.
- [32] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2 Chapter 1: Stationary Combustion- Table 1.2.
- [33] Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmelik Resmi Gazete Tarihi :25 Ekim 2008 , No: 27035 (doğal gaz dışındaki yakıtlar için).
- [34] IEA International Energy Agency – 2013 edition Tablo- CO2 emissions per kWh from electricity and heat generation.
- [35] **URL-4** http://www.linde-gas.com/en/products_and_supply/shielding_gases/corgon_5s2.html alındığı tarihi: 02.11.2014.
- [36] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 3, Chapter 5:Non Energy Product from Fuels and Solvent Use, Table 5.2 Default Oxidation Fractions for Lubricating Oils, Grease and Lubricants in General.
- [37] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2, Chapter 1:Introduction, Table 1.3 Default Values > Carbon Content.
- [38] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2, Chapter 1:Introduction, Table 1.2 Default Net Calorific Values (NVCs) and Lower and Upper Limits of the 95% Confidence Interval.
- [39] A Corporate Accounting and Reporting Standard, World Resource Institute and World Business Council for Sustainable Development, Mart 2004
- [41] **Yontar B. (Kuruluş Enerji Yöneticisi)**, kişisel görüşme, 24 Nisan 2015.
- [42] **Definition of Standards For High Efficiency Electric Motors**, (2004) “OPET Network, Jozef Stefan Inst.”, Energy Efficiency Center (EEC), Slovenia.
- [43] **Bilgin, A.** (2006) “Kazanlarda Enerji Verimliliği”, Tesisat Mühendisliği Dergisi, sayı 95.

EKLER

EK A: Envanter Tabloları

Çizelge A.1: Faaliyet sınırları belirleme ve sera gazı değerlendirme tablosu.

Salım Kaynak No	Bölüm	Alan	Faaliyet	Salım Kaynağı	Salım Kaynağı Grubu	Yakıt / Malzeme	Yedek Yakıt / Malzeme	Sera Gazı	Kapsam
G1	Bakım ve Çevre	Şalt merkezi	Elektrik kullanımı	Trafo merkezleri	Elektrik kullanımı	Yok	-	CO ₂ ,	Enerji Dolaylı (Scope2)
G2	Bakım ve Çevre	Şalt merkezi	Elektrik üretimi	Jeneratör	Sabit Yanma	Motorin	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G3	Bakım ve Çevre	Şalt merkezi	Elektrik dağıtım	Yüksek gerilim devre kesici	Kaçak Salım	Yok	-	SF6	Doğrudan (Scope1)
G4	Bakım ve Çevre	Orta gerilim merkezi	Elektrik üretimi	Jeneratör	Sabit Yanma	Motorin	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G5	Bakım ve Çevre	LPG Merkezi	Deneme ve ayar	Yakma Bacası	Sabit Yanma	Propan	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G6	Bakım ve Çevre	LPG Merkezi	D.gaz temini	RMS-1	Sabit Yanma	Doğalgaz	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G7	Bakım ve Çevre	LPG Merkezi	D.gaz temini	RMS-2	Sabit Yanma	Doğalgaz	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G8	Bakım ve Çevre	LPG Merkezi	D.gaz temini	RMS-3	Sabit Yanma	Doğalgaz	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G9	Bakım ve Çevre	Arıtma Tesisi	Çamur kurutma	Brülör	Sabit Yanma	Doğalgaz	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)

Çizelge A.1 (devam): Faaliyet sınırları belirleme ve sera gazı değerlendirme tablosu.

G10	Bakım ve Çevre	Kazan dairesi	Sıcak su üretimi	Sıcaksu Kazanları (Kazan 1, Kazan 2, Kazan 3, Kazan 4, kazan5)	Sabit Yanma	Doğalgaz	Propan	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G11	Bakım ve Çevre	Yeniköy Kazan dairesi	Sıcak su üretimi	Sıcaksu Kazanları (Kazan 1, Kazan 2,)	Sabit Yanma	Doğalgaz	Propan	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G14	Bakım ve Çevre	Takım kalıp atelyesi	Elektrik dağıtım	1TR1A, 1TR2A	Elektrik kullanımı	Yok	-	CO ₂	Enerji Dolaylı (Scope2)
G15	Bakım ve Çevre	Pres atelyesi	Elektrik dağıtım	1TR1, 1TR2, 1TR3,1TR4, 1TR5, 1TR6, 1TR7	Elektrik kullanımı	Yok	-	CO ₂	Enerji Dolaylı (Scope2)
G16	Bakım ve Çevre	Kaynak Atelyesi	Elektrik dağıtım	2TR1, 2TR2, 2TR3,2TR4, 2TR5, 2TR6, 2TR7, 2TR8, 2TR9, 2TR10, 2TR11, 2TR12, 2TR13, 2TR14, 2TR15	Elektrik kullanımı	Yok	-	CO ₂	Enerji Dolaylı (Scope2)
G17	Bakım ve Çevre	Boyahane	Elektrik dağıtım	3TR1, 3TR2, 3TR3, 3TR4, 3TR5, 3TR6, 3TR7, 3TR8, 3TR9, 3TR10, 3TR11, 3TR12, 3TR13, 3TR14, 3TR15, 3TR16, 3TR17, 3TR18, 3TR19, RC3TR1, RC3TR2, RC3TR3, RC3TR4, RC3TR5	Elektrik kullanımı	Yok	-	CO ₂	Enerji Dolaylı (Scope2)

Çizelge A.1 (devam): Faaliyet sınırları belirleme ve sera gazı değerlendirme tablosu.

G18	Bakım ve Çevre	Montaj	Elektrik dağıtım	4TR1,4TR2,4TR3,18TR4, 5TR1, 5TR2	Elektrik kullanımı	Yok	-	CO ₂	Enerji Dolaylı (Scope2)
G20	Bakım ve Çevre	Yeniköy O.G. Merk.	Elektrik dağıtım	10-1TR1	Elektrik kullanımı	Yok	-	CO ₂	Enerji Dolaylı (Scope2)
G21	Bakım ve Çevre	Misafirhane	Elektrik dağıtım	Misafirhane Trafo	Elektrik kullanımı	Yok	-	CO ₂	Enerji Dolaylı (Scope2)
G22	Bakım ve Çevre	Dinamometre Binası	Elektrik dağıtım	10TR1B, 10TR1C	Elektrik kullanımı	Yok	-	CO ₂	Enerji Dolaylı (Scope2)
G23	Bakım ve Çevre	Yan Sanayi Binası	Elektrik dağıtım	18TR1, 18TR2, 18TR3	Elektrik kullanımı	Yok	-	CO ₂	Enerji Dolaylı (Scope2)
G24	Bakım ve Çevre	Y.Yan Sanayi Binası	Elektrik dağıtım	18TR1A	Elektrik kullanımı	Yok	-	CO ₂	Enerji Dolaylı (Scope2)
G25	Bakım ve Çevre	Liman	Elektrik dağıtım	Liman Trafo	Elektrik kullanımı	Yok	-	CO ₂	Enerji Dolaylı (Scope2)
G26	Bakım ve Çevre	Basınçlı Su Merkezi	Elektrik dağıtım	9TR1	Elektrik kullanımı	Yok	-	CO ₂	Enerji Dolaylı (Scope2)
G27	Bakım ve Çevre	O.G. Merk.	Elektrik dağıtım	10TR1	Elektrik kullanımı	Yok	-	CO ₂	Enerji Dolaylı (Scope2)
G28	Takım Kalıp Md.	Takım kalıp atelyesi	Kalıp imalatı	Endüstriyel Soğutucu	Kaçak Salım	Yok	-	R12, R22, R134a	Doğrudan (Scope1)
G29	Takım Kalıp Md.	Takım kalıp atelyesi	Lazer kesme prosesi	Lazer tezgahı	Direkt Salım	Yok	-	CO ₂	Doğrudan (Scope1)

Çizelge A.1 (devam): Faaliyet sınırları belirleme ve sera gazı değerlendirme tablosu.

G30	Pres Alan Md.	Pres atelyesi	Pres	Endüstriyel Soğutucu	Kaçak Salım	Yok	-	R134a	Doğrudan (Scope1)
G31	Gövde Üretim Md.	Kaynak Atelyesi	Gazaltı Kaynak Prosesi	Argoshield 5	Direkt Salım	Yok	-	CO ₂	Doğrudan (Scope1)
G32	Gövde Üretim Md.	Kaynak Atelyesi	Gazaltı Kaynak Prosesi	Argoshield 20	Direkt Salım	Yok	-	CO ₂	Doğrudan (Scope1)
G33	Gövde Üretim Md.	Kaynak Atelyesi	Kaynak Prosesi	(Punta tabancası) Sac üzerindeki yağ	Direkt Salım	Yok	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G34	Gövde Üretim Md.	Kaynak Atelyesi	Kaynak Prosesi	Endüstriyel Soğutucu	Kaçak Salım	Yok	-	R134a	Doğrudan (Scope1)
G35	Gövde Üretim Md.	Kaynak Atelyesi	Temizlik	Kuru buz	Direkt Salım	Yok	-	CO ₂	Doğrudan (Scope1)
G36	Boyahane Alan Md.	Boyahane	Boyama	Fırınlr (9 Ad)	Sabit Yanma	Doğalgaz	Propan	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G37	Boyahane Alan Md.	Boyahane	Boyama	İnsineratör (8 Ad.)	Sabit Yanma	-	-	VOCs	Doğrudan (Scope1)
G38	Boyahane Alan Md.	Boyahane	Boyama	İnsineratör (8 Ad.)	Sabit Yanma	Doğalgaz	Propan	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G39	Boyahane Alan Md.	Boyahane	Boyama	Hava nemlendirme üniteleri (26 Ad. Brülör)	Sabit Yanma	Doğalgaz	Propan	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)

Çizelge A.1 (devam): Faaliyet sınırları belirleme ve sera gazı değerlendirme tablosu.

G40	Boyahane Alan Md.	Boyahane	Yağ alma	Sıcaksu Kazanları(güney1, güney2, eski1, eski2)	Sabit Yanma	Doğalgaz	Propan	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G41	Boyahane Alan Md.	Boyahane	Boyama	Chiller	Kaçak Salım	Yok	-	R134a	Doğrudan (Scope1)
G42	Boyahane Alan Md.	Boyahane	Boyama	Endüstriyel Soğutucu	Kaçak Salım	Yok	-	R134a	Doğrudan (Scope1)
G43	Boyahane Alan Md.	Boyahane	Elektrokot	Jeneratörler	Sabit Yanma	Motorin	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G44	Boyahane Alan Md.	Plastik boyahane	Boyama	Fırın(vernük, astar)	Sabit Yanma	Doğalgaz	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G45	Boyahane Alan Md.	Plastik boyahane	Boyama	Hava nemlendirme üniteleri (astar, vernük, bc, flaming)	Sabit Yanma	Doğalgaz	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G46	Boyahane Alan Md.	Plastik boyahane	Boyama	İnsineratör (2 Ad.)	Sabit Yanma	-	-	VOCs	Doğrudan (Scope1)
G48	Boyahane Alan Md.	Plastik boyahane	Boyama	Endüstriyel Soğutucu	Kaçak Salım	Yok	-	R134a	Doğrudan (Scope1)
G55	Montaj Alan Md.	Montaj	Boya tamir	Brülörler (2 Ad.)	Sabit Yanma	Doğalgaz	Propan	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G56	Montaj Alan Md.	Montaj	Klima dolun	Klima dolun cihazı	Kaçak Salım	Yok	-	R134a	Doğrudan (Scope1)
G57	Montaj Alan	Montaj	Montaj genel	Endüstriyel Soğutucu	Kaçak	Yok	-	R134a, R135a	Doğrudan

Çizelge A.1 (devam): Faaliyet sınırları belirleme ve sera gazı değerlendirme tablosu.

G58	Montaj Alan Md.	Montaj	Yakıt dolum	Üretilen araçlar	Hareketli Yanma	Motorin,Benzin	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G59	Montaj Alan Md.	Yan Sanayi Binası	Pelzer Prosesi	Kızgın Yağ Kazanı	Sabit Yanma	Doğalgaz	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G60	Ü.G. Gen.Md.Yrd.	Dinamometre Binası	Motor testi	İçten yanmalı motorlar	Sabit Yanma	Motorin, benzin	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G61	Ü.G. Gen.Md.Yrd.	Dinamometre Binası	Soğutma	Chiller	Kaçak Salım	Yok	-	R134a	Doğrudan (Scope1)
G62	Ü.G. Gen.Md.Yrd.	ÜG atelyesi	Ar-ge testleri	Özel karışım gaz tüpleri	Direkt Salım	Yok	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G63	Lojistik Md.	Liman	Isıtma	Sıcaksu Kazanı	Sabit Yanma	Propan	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G65	Lojistik Md.	Liman	Elektrik üretimi	Jeneratör	Sabit Yanma	Dizel	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G66	Lojistik Md.	Liman	Yakıt dolum	Satış araçları	Hareketli yanma	Motorin, benzin	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G68	Üretim Planlama Md.	Kaynak Güney Çadır	Isıtma	Radyant Isıtıcı	Sabit Yanma	Doğalgaz	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G69	Üretim Planlama Md.	Kaynak Yeni Çadır	Isıtma	Radyant Isıtıcı	Sabit Yanma	Doğalgaz	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G71	Üretim Planlama Md.	Montaj Çadır	Isıtma	Radyant Isıtıcı	Sabit Yanma	Doğalgaz	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)

Çizelge A.1 (devam): Faaliyet sınırları belirleme ve sera gazı değerlendirme tablosu.

G72	İ.K. Direktörlüğü	Yemekhaneler	Pişirme	Yer Ocağı (20 ad)	Sabit Yanma	Doğal gaz	LPG	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G73	İ.K. Direktörlüğü	Yemekhaneler	Pişirme	Pişirme Fırını (7 ad)	Sabit Yanma	Doğal gaz	LPG	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G74	İ.K. Direktörlüğü	Yemekhaneler	Soğutma	Chiller	Kaçak Salım	Yok	-	R134a	Doğrudan (Scope1)
G76	İ.K. Direktörlüğü	Yemekhaneler	Soğutma	Ev Tipi Soğutucular	Kaçak Salım	Yok	-	R134a	Doğrudan (Scope1)
G77	İ.K. Direktörlüğü	Misafirhane	Isıtma	Sıcaksu Kazanları (Kazan1, Kazan2)	Sabit Yanma	Doğalgaz	Propan	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G80	İ.K. Direktörlüğü	Misafirhane	Soğutma	Ev Tipi Soğutucular	Kaçak Salım	Yok	-	R134a	Doğrudan (Scope1)
G81	Genel	Bakım atelyeleri	Isıl işlem	LPG tüpleri	Sabit Yanma	Yok	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G82	Genel	Genel	Soğutma	Büro Tipi Klimalar	Kaçak Salım	Yok	-	R22, R134a,, R410a	Doğrudan (Scope1)
G83	Genel	Genel	Soğutma	Isı Pompası	Kaçak Salım	Yok	-	R22, R134a, R410a	Doğrudan (Scope1)
G84	Genel	Genel	İçme suyu kullanımı	Su sebilleri	Kaçak Salım	Yok	-	R134a	Doğrudan (Scope1)
G85	Genel	Genel	Soğutma	İçecek makinaları	Kaçak Salım	Yok	-	R134a	Doğrudan (Scope1)

Çizelge A.1 (devam): Faaliyet sınırları belirleme ve sera gazı değerlendirme tablosu.

G86	Genel	Genel	Yangın söndürme	CO ₂ Tüpleri	Kaçak Salım	Yok	-	CO ₂	Doğrudan (Scope1)
G87	Genel	Genel	Araç test	Test araçları	Hareketli Yanma	Motorin	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G88	Genel	Genel	Malzeme Taşıma	Forklift ve iş makinaları	Hareketli Yanma	Motorin	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G89	İ.K. Direktörlüğü	Genel	Yangın Söndürme	İtfaiye	Hareketli Yanma	Motorin	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G90	İ.K. Direktörlüğü	Genel	Hasta Taşıma	Ambulans	Hareketli Yanma	Motorin	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Doğrudan (Scope1)
G90	Genel	Genel	Taşıma	Lojistik araçları	Hareketli Yanma	Motorin	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Diğer Dolaylı (Scope3)
G91	Genel	Genel	Personel Taşıma	Servis araçları	Hareketli Yanma	Motorin, Benzin	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Diğer Dolaylı (Scope3)
G92	Genel	Genel	Malzeme Taşıma	Lojistik Araçları	Hareketli Yanma	Motorin, Benzin	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Diğer Dolaylı (Scope3)
G93	Genel	Genel	İş Seyahatleri	Hava, Kara, Deniz, Demir Yolları	Hareketli Yanma	Motorin, Benzin, Jet Yakıtları	-	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Diğer Dolaylı (Scope3)
G94	Genel	Genel	Soğutma	Chillerler	Kaçak Salım	Yok	-	R134a	Doğrudan (Scope1)
G95	Genel	Genel	Talaşlı İmalat	Torna, Freze, CNC	Sabit Yanma	Bor Yağ	-	R134a	Doğrudan (Scope1)

Çizelge A.1 (devam): Faaliyet sınırları belirleme ve sera gazı değerlendirme tablosu.

G96	Genel	Genel		İnsan Taşıma	Park Araçları	Hareketli Yanma	Motorin,Benzin		CO ₂ , N ₂ O	CH ₄	Doğrudan (Scope1)
G97	Üretim Planlama Md.	Montaj Çadır	Güney	Isıtma	Radyant Isıtıcı	Sabit Yanma	Doğalgaz	-	CO ₂ , N ₂ O	CH ₄	Doğrudan (Scope1)
G98	Ürün Geliştirme	ÜG çadır		Isıtma	Radyant Isıtıcı	Sabit Yanma	Doğalgaz		CO ₂ , N ₂ O	CH ₄	Doğrudan (Scope1)
G99	Üretim Planlama Md.	Kaynak Yeni Çadır	Güney	Isıtma	Radyant Isıtıcı	Sabit Yanma	Doğalgaz	-	CO ₂ , N ₂ O	CH ₄	Doğrudan (Scope1)
G100	Ürün Geliştirme	Dinamometre Binası		Motor testi	İçten yanmalı motorlar	Sabit Yanma	LPG	-	CO ₂ , N ₂ O	CH ₄	Doğrudan (Scope1)

Çizelge A.2: Faaliyet verileri toplama ve takip tablosu.

Salım Kaynak No	Lokasyon	Ölçüm Sorumlusu Bölüm	Ölçüm Sorumlusu	Faaliyet Verisi	Faaliyet Birimi	Ölçüm Yeri	Ölçüm Ekipmanı	Ölçme / Veri Toplama Metodu	Faaliyet Verisi Belirsizliği		Ölçüm Aralığı
									Ölçüm Ekipmanı Hata Sınıfı	Ölçüm Ekipmanı / Metod Belirsizliği	
G6, G7, G8, G9, G10,G11, G36,G38, G39,G40, G44,G45, G50,G52, G55,G59, G68,G69, G70,G71, G72,G73, G77,G97, G98, G99	Kocaeli	Merkezi Bakım	Yetkili Kazan Operatörü	Doğalgaz	m ³ , stdm ³	RMS1	Mekanik Sayaç	Manuel/Dijital	%0,67	%7,00	Günlük
	Kocaeli	Merkezi Bakım	Yetkili Kazan Operatörü	Doğalgaz	m ³ , stdm ³	RMS2	Mekanik Sayaç	Manuel/Dijital	%0,67	%7,00	Günlük
	Kocaeli	Merkezi Bakım	Yetkili Kazan Operatörü	Doğalgaz	m ³ , stdm ³	RMS3	Mekanik Sayaç	Manuel/Dijital	%0,67	%7,00	Günlük
	Kocaeli	Merkezi Bakım	Yetkili Kazan Operatörü	Doğalgaz	m ³ , stdm ³	Fabrika geneli süzme sayaçlar	Mekanik Sayaç	Manuel	%0,67	%7,00	Günlük
G5,G63	Kocaeli	Merkezi Bakım	Yetkili Kazan Operatörü	Propan	kg	Buharlaştırıcı 1	Mekanik Sayaç	Manuel	-	%7,00	Günlük

Çizelge A.2 (devam): Faaliyet verileri toplama ve takip tablosu.

G5,G63	Kocaeli	Merkezi Bakım	Yetkili Kazan Operatörü	Propan	kg	Buharlaştırıcı 2	Mekanik Sayaç	Manuel	-	%7,00	Günlük
G5,G63	Kocaeli	Merkezi Bakım	Yetkili Kazan Operatörü	Propan	kg	Buharlaştırıcı 3	Mekanik Sayaç	Manuel	-	%7,00	Günlük
G5,G63	Kocaeli	Üretim Planlama	Yetkili Ambar Operatörü	Propan	kg	Kantar Bölgesi	Kantar, Tank Manometresi	Endüstriyel Malzeme Veritabanı	-	%7,00	Günlük
G1, G14, G15,G16, G17,G18, G19,G20, G21,G22, G23,G24, G25	Kocaeli	Merkezi Bakım	Şalt Merkezi Vardiyacısı	Elektrik	kWh	Şalt MerkeziAna Sayaç	Dijital Sayaç	Manuel/Dijital	%0,50	%7,00	Günlük
	Kocaeli	Merkezi Bakım	Şalt Merkezi Vardiyacısı	Elektrik	kWh	Şalt MerkeziAna Sayaç-TR1	Dijital Sayaç	Manuel/Dijital	%0,50	%7,00	Günlük
	Kocaeli	Merkezi Bakım	Şalt Merkezi Vardiyacısı	Elektrik	kWh	Şalt MerkeziAna Sayaç-TR2	Dijital Sayaç	Manuel/Dijital	%0,50	%7,00	Günlük
	Kocaeli	Merkezi Bakım	Şalt Merkezi Vardiyacısı	Elektrik	kWh	Şalt Merkezi Yedek sayaç	Dijital Sayaç	Manuel/Dijital	%0,50	%7,00	Günlük
	Kocaeli	Merkezi Bakım	Şalt Merkezi Vardiyacısı	Elektrik	kWh	Şalt Merkezi Yedek sayaç-TR1	Dijital Sayaç	Manuel/Dijital	%0,50	%7,00	Günlük
	Kocaeli	Merkezi Bakım	Şalt Merkezi Vardiyacısı	Elektrik	kWh	Şalt Merkezi Yedek sayaç-TR2	Dijital Sayaç	Manuel/Dijital	%0,50	%7,00	Günlük
	Kocaeli	Merkezi Bakım	Şalt Merkezi Vardiyacısı	Elektrik	kWh	Şalt Merkezi Yedek sayaç-TR2	Dijital Sayaç	Manuel/Dijital	%0,50	%7,00	Günlük

Çizelge A.2 (devam): Faaliyet verileri toplama ve takip tablosu.

G3	Kocaeli	Merkezi Bakım	Şalt Merkezi Vardiyacısı	SF ₆	kg	Y.G.Kesici	-	-	-	%7,00	Günlük
G56	Kocaeli	Montaj	Yetkili Ambar Operatörü	R134a	kg	Kantar Bölgesi	Kantar,	CMMS	-	%7,00	Aylık
G2, G4, G43, G54, G65	Kocaeli	Üretim Planlama	Yetkili Ambar Operatörü	Jenaratör / Yangın Pompası Motorin	lt	Kantar Bölgesi	Kantar, Tank Seviye Ölçme Cetveli	Endüstriyel Malzeme Veritabanı	-	%7,00	Aylık
G88, G87, G89	Kocaeli	Üretim Planlama	Yetkili Ambar Operatörü	K3 Motorin	lt	K3 Pompa	Dispenser	Digital	%0,50	%7,00	Aylık
G66	Kocaeli	Üretim Planlama	Yetkili Ambar Operatörü	Liman Motorin	lt	Liman	Dispenser	Manuel	%0,50	%7,00	Aylık
G60	Kocaeli	Dinamometre	Ü.G. Teknisyeni	Dinamo Motorin	lt	Kantar Bölgesi	Kantar, Tank Seviye Ölçme Cetveli	Endüstriyel Malzeme Veritabanı	-	%7,00	Aylık
G87, G89	Kocaeli	İ.K.Direktörlüğü	İ.K. Teknisyeni	Otobil Motorin	lt	-	-	OPET Elektronik kayıt	%0,50	%0,50	Aylık
G58	Kocaeli	Montaj	Yetkili Ambar Operatörü	Araç Motorin, benzin	lt	Kantar Bölgesi	Kantar, Tank Seviye Ölçme Cetveli	CMMS	-	%7,00	Aylık

Çizelge A.2 (devam): Faaliyet verileri toplama ve takip tablosu.

G89	Kocaeli	Üretim Planlama	Yetkili Ambar Operatörü	K3 Benzin	lt	K3 Pompa	Dispenser	Digital	%0,50	%0,50	Aylık
G66	Kocaeli	Üretim Planlama	Yetkili Ambar Operatörü	Liman Benzin	lt	Liman	Dispenser	Digital	%0,50	%0,50	Aylık
G60	Kocaeli	Dinamometre	Ü.G. Teknisyeni	Dinamo Benzin	lt	Kantar Bölgesi	Kantar, Tank Seviye Ölçme Cetveli	Endüstriyel Malzeme Veritabanı	-	%7,00	Aylık
G89	Kocaeli	İ.K.Direk.	İ.K. Teknisyeni	Otobil Benzin	lt	-	-	OPET Elektronik kayıt	%0,50	%0,50	Aylık
G58	Kocaeli	Montaj	Yetkili Ambar Operatörü	Araç Benzin	lt	Kantar Bölgesi	Kantar, Tank Seviye Ölçme Cetveli	CMMS	-	%7,00	Aylık
G31	Kocaeli	Kaynak	Yetkili Ambar Operatörü	Argoshield 5 - Corgon 5S2	kg	Kantar Bölgesi	Kantar	Endüstriyel Malzeme Veritabanı	-	%7,00	Aylık
G32	Kocaeli	Kaynak	Yetkili Ambar Operatörü	Argoshield 20 - Corgon 20S2	kg	Kantar Bölgesi	Kantar	Endüstriyel Malzeme Veritabanı	-	%7,00	Aylık
G29	Kocaeli	Üretim Planlama	Yetkili Ambar Operatörü	Bor yağ	kg	Kantar Bölgesi	Kantar, Tank Seviye Ölçme Cetveli	Endüstriyel Malzeme Veritabanı	-	%7,00	Aylık
G86	Kocaeli	İ.K.Direk.	İtfaiyeci	CO2	kg	-	-	Fatura	-	%7,00	Aylık

Çizelge A.2 (devam): Faaliyet verileri toplama ve takip tablosu.

G89	Kocaeli	İ.K. Direk.	İtfaiyeci	Motorin	lt	Kantar Bölgesi	Kantar, Tank Seviye Ölçme Cetveli	Endüstriyel Malzeme Veritabanı	-	%7,00	Aylık
G90	Kocaeli	İ.K. Direk.	Revir Görevlisi	Motorin	lt	Kantar Bölgesi	Kantar, Tank Seviye Ölçme Cetveli	Endüstriyel Malzeme Veritabanı	-	%7,00	Aylık
G96	Kocaeli	İ.K. Direk.	Yetkili Ambar Operatörü	Motorin	lt	K3 Pompa	Dispenser	Digital	%0,50	%0,50	Aylık

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Selim Erbil

Doğum Yeri ve Tarihi: ANKARA / 01.03.1986

Adres: Emek Mah. General Eşref Bitlis Cad. A4 Blok D: 12 Sancaktepe/İstanbul

E-posta: selim.erbil@gmail.com

Lisans: 2010, Yıldız Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi, Makina Mühendisliği

İş Deneyimleri: Ford Otosan AŞ – Ürün Geliştirme Mühendisi (2010 -)
Friterm AŞ – ARGE Mühendisi (2009 -2010)