

**KARBON EMİSYON MUHASEBESİ BİLGİ SİSTEMİ MODEL ÖNERİSİ:
SINAV SEKTÖRÜ UYGULAMASI**

Doktora Tezi

İbrahim Erdiç ERGÜN

Eskişehir, 2022

**KARBON EMİSYON MUHASEBESİ BİLGİ SİSTEMİ MODEL ÖNERİSİ:
SINAV SEKTÖRÜ UYGULAMASI**

İbrahim Erdiç ERGÜN

DOKTORA TEZİ

**İşletme Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Adnan SEVİM**

**Eskişehir
Anadolu Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Temmuz, 2022**

ÖZET

KARBON EMİSYON MUHASEBESİ BİLGİ SİSTEMİ MODEL ÖNERİSİ: SINAV SEKTÖRÜ UYGULAMASI

İbrahim Erdiç ERGÜN

İşletme Anabilim Dalı

Muhasebe Bilim Dalı

Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Temmuz, 2022

Danışman: Prof. Dr. Adnan SEVİM

Küresel ısınmanın giderek artması sonucu insanlığın karşı karşıya kaldığı doğal felaketler, küresel ısınma ile mücadelenin önemini göstermiştir. Bu kapsamda uluslararası alanda yapılan protokoller ve antlaşmalar ile ülkelerin uyması gereken kurallar belirlenmiş ve ülkelere karbon salımı miktarını düşürmesi yönünde sorumluluklar verilmiştir. 2015 yılında kabul edilen Paris Anlaşması, iklim değişikliğine karşı küresel çapta verilen mücadelede tarihsel bir dönüm noktasını oluşturmaktadır.

Anlaşmanın, Ekim 2021 tarihinde Türkiye Büyük Millet Meclisi'nde onaylanması ile ülkemizde iklim değişikliği ile mücadelede yeni bir süreç başlatılmıştır. Uluslararası alanda birçok ülkede ve sektörde uygulanan karbon salımı kota uygulaması, karbon ticareti süreçleri yakın bir zamanda ülkemizde de uygulanacak yasal zorunluluklar haline gelecektir.

2050 yılında sıfır karbon salımı hedefi koyan Avrupa Birliği, bu hedeflerini tutturabilmek ve karbon sınırlamaları getirdiği işletmelerinin rekabet koşullarını koruyabilmek için yeni kararlar almaktadır. Ülkemizde de oluşturulacak karbon salımı düzenlemelerine ek olarak Avrupa Birliği Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması gibi uygulamalar birçok işletmemizi etkileyecektir.

Bu çalışma kapsamında, karbon salımı, karbon salımı miktarının azaltılmasına yönelik yapılan çalışmalar, gerçekleştirilen çalışmaların işletme faaliyetleri üzerinde oluşturacağı etki, karbon muhasebesi ve karbon muhasebesinin temelini oluşturan karbon piyasası işlemleri açıklanmış ve işletmeler için önemli bir maliyet kalemi olmaya

başlayan karbon maliyetlerinin işletme faaliyetleri s¼recindeki etkisi oluşturulan yazılım ¼zerinde ¼rnek bir uygulama ile g¼sterilmiřtir.

İşletmeler yazılım sayesinde, faaliyeti oluşturan t¼m bileşenler ve bileşen adımlarında oluşan karbon salımı miktarını ve maliyetini, gerçekleşen toplam karbon salımı miktarını, karbon maliyetinin toplam faaliyet maliyetleri ¼zerindeki etkisini faaliyet bazlı detaylı olarak g¼rebilecektir. Elde edilen verilerin, işletme faaliyetleri ¼zerindeki etkisi ile işletmenin karbon salımlarını azaltıcı y¼nde yapacağı stratejik çalışmalara nasıl katkı sağlayacağı anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Karbon Muhasebesi, Faaliyet Tabanlı Maliyetleme, K¼resel Isınma, Karbon Ayak İzi, Muhasebe Bilgi Sistemi

ABSTRACT

CARBON EMISSION ACCOUNTING INFORMATION SYSTEM MODEL RECOMMENDATION: EXAM SECTOR APPLICATION

İbrahim Erdinç ERGÜN

Department of Business Administration

Programme in Accounting

Anadolu University, Graduate School of Social Sciences, July, 2022

Supervisor: Prof. Dr. Adnan SEVİM

The natural disasters that humanity has faced as a result of the increasing global warming have shown the importance of combating global warming. In this context, the protocols and agreements made in the international arena and the rules that countries must comply with have been determined and countries have been given responsibilities to reduce the amount of carbon emissions. The Paris Agreement, adopted in 2015, marks a historical turning point in the global fight against climate change.

With the approval of the agreement by the Turkish Grand National Assembly on October 2021, a new process has been started in our country in the fight against climate change. The carbon emission quota application, which is applied in many countries and sectors in the international arena, and the carbon trading processes will soon become legal obligations to be applied in our country.

The European Union, which has set a zero carbon emission target in 2050, takes new decisions in order to achieve these targets and to protect the competitive conditions of its businesses that it has imposed carbon restrictions on. In addition to the carbon emission regulations that will be created in our country, practices such as European Union Carbon Border Adjustment Mechanism will affect many of our businesses.

Within the scope of this study, carbon emissions, the efforts to reduce the amount of carbon emissions, the effect of the studies carried out on business activities, carbon accounting and the carbon market transactions that form the basis of carbon accounting is explained and the effect of carbon costs, which has become an important cost item for

businesses, on the process of business activities is shown with a sample application on the software created.

By means of the software, businesses will be able to see the amount and cost of carbon emissions in all components and component steps that make up the activity, the total amount of carbon emissions and the effect of carbon cost on total activity costs in detail on an activity basis. It has been explained how the obtained data will contribute to the strategic studies that the business will do to reduce carbon emissions and its effect on business activities.

Keywords: Carbon Accounting, Activity Based Costing, Global Warming, Carbon Footprint, Accounting Information System

ÖNSÖZ

Tez konusunun belirlenmesi sürecinden, çalışmanın tamamlanma sürecine kadar bilgi ve tecrübesiyle değerli katkılar sunan, doktora sürecimin her aşamasında anlayışını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen tez danışmanım, değerli hocam, Prof. Dr. Adnan SEVİM'e, araştırma ve yazım süresince yardımlarını esirgemeyen her konuda öneri ve eleştirileriyle yanımda olan tez izleme kurulundaki hocalarım Sayın Prof. Dr. Kerim BANAR ve Doç. Dr. Sinan AYDIN hocalarıma teşekkür ederim.

Tez çalışmam esnasındaki sabrı, desteği ve anlayışı için sevgili eşim Asuman ERGÜN ve canım kızım GÜNEŞ'ime, çalışmamı tamamlama sürecinde beni destekleyen çalışma arkadaşlarıma ve uzun yıllar aynı odayı paylaştığımız Samet KURU'ya şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ABSTRACT.....	vi
ÖNSÖZ	viii
İÇİNDEKİLER.....	x
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
TABLolar DİZİNİ.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xviii
GRAFİKLER DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ.....	1
2. KÜRESEL ISINMA VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ.....	5
2.1. Doğal Düzenin Bozulması, Doğaya Verilen Zararlar	5
2.2. Sera Gazları	6
2.3. Kişisel Karbon Ayak İzi.....	12
2.4. İşletmelerde Karbon Ayak İzi.....	17
2.5. Kapsam-3 Raporlamasındaki Zorluklar	23
2.6. Türkiye’de Sera Gazı Salımı	25
2.7. Dünyada Karbon Emisyonu	27
2.8. Türkiye’de İklim Değişikliği İle Mücadele Kapsamında Yapılan Çalışmalar.....	33
3. KARBON MUHASEBESİ VE KARBON TİCARETİ SİSTEMLERİ.....	40
3.1. Karbon Muhasebesi	40
3.2. Uluslararası Düzeyde Karbon Salınımı İle Mücadelede Yapılan Çalışmalar, Karbon Ticareti ve Karbon Maliyeti.....	43
3.2.1. Kyoto protokolü.....	44
3.2.2. Paris Anlaşması	46
3.3. Karbon Ticareti ve Karbon Piyasaları.....	47
3.4. Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Sistemi (European Union Emissions Trading System - EU ETS).....	52
4. KARBON MUHASEBESİ BİLGİ SİSTEMİNDE FAALİYET TABANLI MALİYETLEME	66

4.1.	Faaliyetin Tanımı	72
4.2.	Dağıtım Anahtarlarının (Faaliyet Etkenleri, Sürücüler) Seçimi	73
4.3.	Zaman Etkenli Faaliyet Tabanlı Maliyetleme	74
4.4.	İşletme Faaliyetlerinde Karbon Salmı ve Takibi	79
5.	KARBON MUHASEBESİ MUHASEBELEŞTİRME YÖNTEMLERİ VE ÖRNEK UYGULAMA	98
5.1.	Karbon Bilgilerinin Finansal Tablolarda Raporlanmasına Yönelik Muhasebe Yaklaşımları.....	99
5.2.	Karbon Bilgilerinin Muhasebeleştirilmesi Örneği	100
5.2.1.	IFRIC-3 Yaklaşımına Göre Çözüm	101
5.2.2.	Net Yükümlülükler Yaklaşımına Göre Çözüm	105
5.2.3.	Devlet Teşvikleri Yaklaşımına Göre Çözüm.....	106
6.	KARBON EMİSYON MUHASEBESİ BİLGİ SİSTEMİ YAZILIMININ (COZeroTracker) GELİŞTİRİLMESİ VE SINAV SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA	108
6.1.	Karbon Emisyon Muhasebesi Bilgi Sistemi Yazılımı - CoZeroTracker.....	110
6.2.	Faaliyet Tabanlı Karbon Emisyon Muhasebesi Sistemi CoZeroTracker Yazılımı Bileşenleri ve Yazılımının Sınav Sektöründe Uygulaması	114
6.2.1.	Sınav Sektörü	114
6.2.2.	CoZeroTracker Yazılımı Bileşenleri ve Bilişim Sistemi Yazılımlarında Olması Gereken Özellikler	120
6.2.2.1.	Yetkilendirme İşlemleri	123
6.2.2.2.	Yapılandırma İşlemleri	126
6.2.2.3.	Stok Takip İşlemleri	147
6.2.2.4.	Gider Tanımları & İşlemleri	151
6.2.2.5.	Faaliyet İşlemleri	156
6.2.3.	CoZeroTracker Yazılımı Sınav Süreci Uygulaması.....	166
7.	SONUÇ.....	221

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

CO ₂	Karbondioksit
CH ₄	Metan
HFCs	Hidro Floro karbonlar
kWsa	Saatte 1000 Watt Enerji
MMT	Milyon Metrik Ton
Mt	Milyon ton
MtCO _{2e}	Milyon Ton CO ₂ Eşdeğeri
N ₂ O	Nitröz Oksit
PFCs	Per Floro karbonlar
Ppm	Milyonda 1 partikül
SF ₆	Sülfür Hegzaflorid
W	Watt Enerji Birimi

Kısaltmalar

CBAM	Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (Carbon Border Adjustment Mechanism)
CDM	Temiz Geliştirme Mekanizması (Clean Development Mechanism)
CER	Onaylı Emisyon Azaltımları (Certified Emission Reductions)
EEA	Avrupa Çevre Ajansı (The European Environment Agency)
EPI	Avrupa Kağıt Endüstrileri Konfederasyonu (Confederation of European Paper Industries)
ERU	Emisyon Azaltma Birimleri (Emission Reduction Units)
EU	Avrupa Birliği
EUTL	European Union Transaction Log
IET	Uluslararası Emisyon Ticareti (International Emissions Trading)
INDC	Türkiye Cumhuriyeti Niyet Edilen Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkı
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change)
JI	Ortak Uygulama Projeleri (Joint Implementation Projects)
LULUCF	Arazi Kullanımı, Arazi Kullanımı Değişikliği ve Ormancılık (Land Use, Land-Use Change and Forestry)
UNFCCC	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (United Nations Framework Convention on Climate Change)
UNDP	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (United Nations Development Programme)
WWF	Doğal Hayatı Koruma Vakfı (World Wide Fund for Nature)

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Tüketilen 1 Kg Yiyecek – İçecek Başına Oluşan Sera Gazı Emisyonu Değerleri	13
Tablo 2.2. Ülkelerde Hayvansal ve Hayvansal Olmayan Gıdalardan Oluşan Kişi Başı Yıllık Karbon Salımı Miktarı (Experts, 2019).....	14
Tablo 2.3. Yukarıya Dönük (Upstream) Süreçler (Contributors, 2013)	20
Tablo 2.4. Aşağıya Dönük (Downstream) Süreçler (Contributors, 2013).....	20
Tablo 2.5. 2019 yılı Apple Firması Kapsam 3 Dahilinde Gerçekleştirdiği Yıllık Karbon Salımı (MtCO _{2e} .) (IZM, 2019).....	22
Tablo 2.6. 2018 Yılı Türkiye Sera Gazı Emisyonu Kaynaklarının Sektörel Dağılımı (Kurumu, 2020)	25
Tablo 2.7. Türkiye’de 1990 – 2018 Yılları Arası Sektör Bazlı Sera Gazı Emisyonu Miktarı (MtCO _{2e}) ve Değişim Oranları (Kurumu, 2020).....	26
Tablo 2.8. Türkiye’de 1990 – 2018 Yılları Sektör Bazlı Sera Gazı Emisyonu Miktarı (MtCO _{2e}) ve Değişim Oranları (Kurumu, 2020).....	27
Tablo 2.9. Türkiye’de 1990 – 2018 Yılları Arası Oluşan Sera Gazı Bileşenlerinin (MtCO _{2e}) ve Değişim Oranları (Kurumu, 2020).....	27
Tablo 2.10. 1990 – 2018 Yılları Global Sera Gazı Emisyonu Miktarı (MtCO _{2e}) (Johannes Friedrich, 2020)	28
Tablo 2.11. Sektör Bazlı Türkiye Karbon Emisyonu Miktarı Değişimi (ClimateWatch, 2022).....	31
Tablo 2.12. Ülkelerin Net Sıfır Sera Gazı Emisyonu Salımı Hedeflerine Ulaşmayı Hedefledikleri Yıllar (ClimateWatch, 2022)	31
Tablo 2.13. (Devamı) Ülkelerin Net Sıfır Sera Gazı Emisyonu Salımı Hedeflerine Ulaşmayı Hedefledikleri Yıllar (ClimateWatch, 2022).....	32
Tablo 2.14. Türkiye’de 1984 – 2011 Yılları Arasında Toplam Elektrik Üretiminde Kamu ve Özel Sektör Paylarının Değişimi (TEİAŞ, 2021).....	37
Tablo 3.1. Ürün Başına Makine Kaynaklı Oluşan Karbon Emisyonu Miktarı ve Enerji Tüketimi	51
Tablo 3.2. EU ETS'deki Tüm Ülkeler İçin Faaliyet Türüne Göre ETS Karbon Emisyonları.....	62
Tablo 3.3. Arazi Kullanımı Kategorisine Göre AB'de LULUCF Sektörü Karbon Emisyonu Salımları ve Karbon Emisyonu Yutağı.....	65
Tablo 4.1. X,Y,Z Ürünleri Birim Üretim Süresi ve Üretim Miktarı.....	75

Tablo 4.2. X,Y,Z Ürünleri Maliyet Etken Oranları.....	77
Tablo 4.3. X,Y,Z Ürünleri Üretim Süreleri ve Maliyetleri	77
Tablo 4.4. FTM’de X,Y,Z Ürünleri Maliyet Etken Oranları	78
Tablo 4.5. X Ürünü Üretim Sürecinde Kullanılan Ham Madde Miktarları.....	89
Tablo 4.6. Üretim Süreçleri Sonucu Oluşan X Ürünü Adetleri	89
Tablo 4.7. X Ürünü Üretiminde Kullanılan Ham Maddelerin Birim Karbon Emisyonu Değerleri	90
Tablo 4.8. X Ürünü Üretiminde Lojistik Süreçlerde Kullanılan Araçların Özellikleri ve Süreç Boyunca Araçların Kat Ettiği Mesafeler	90
Tablo 4.9. X Ürünü Üretiminde Makine Kullanım Saatleri ve Makinelerin Birim Saat Enerji Tüketimleri.....	90
Tablo 4.10. 1 kWsa Elektrik Üretiminde Üretim Tekniğine Bağlı Olarak Gerçekleşen Karbon Salımı Miktarı (Steen, 2020).....	92
Tablo 4.11. Kapsam 1 İçinde Oluşan Karbon Emisyon Miktarı.....	92
Tablo 4.12. Kapsam 2 İçinde Oluşan Emisyon Miktarı.....	93
Tablo 4.13. Kapsam 3 İçinde Değerlendirilen Ham Madde Kullanımından Oluşan Karbon Emisyonu Miktarı	93
Tablo 4.14. Kapsam 3 İçinde Oluşan Toplam Karbon Emisyonu Miktarı	93
Tablo 4.15. Üretim Süreci Oluşan Toplam Karbon Emisyonu Miktarı ve Birim Ürün Karbon Emisyonu	94
Tablo 4.16. Kapsam Bazlı Karbon Salımı Değerlerinin Toplam Karbon Emisyonu Miktarı İçindeki Oranları	97
Tablo 5.1. Örnek Uygulama Karbon Fiyatı Değişimi.....	101
Tablo 5.2. Örnek Uygulama Gelir Gider Kayıtları	107
Tablo 6.1. ÖSYM 2021 Yılı Faaliyet Verileri (Türkiye Cumhuriyeti Ölçme, 2022b)	115
Tablo 6.2. ÖSYM 2021 Yılı Sınavlarında Gerçekleştirilen Görev Sayısı (Türkiye Cumhuriyeti Ölçme, 2022b)	116
Tablo 6.3. ÖSYM 2021 Yılı Sınav Koordinatörlüğü Sayısı (Türkiye Cumhuriyeti Ölçme, 2022a).....	116
Tablo 6.4. ÖSYM 2021 Yılı Sınavlarında Değerlendirilen Sınav Evrakı (Türkiye Cumhuriyeti Ölçme, 2022a)	116
Tablo 6.5. ÖSYM 2021 Yılı Sınavlarında Hazırlanan Soru Sayıları (Türkiye Cumhuriyeti Ölçme, 2022a)	117

Tablo 6.6. ÖSYM 2020-2021 Yılları Gerçekleşen Gelir (TL) (Türkiye Cumhuriyeti Ölçme, 2022a)	117
Tablo 6.7. ÖSYM 2021 Yılları Gerçekleşen Giderler (TL) (Türkiye Cumhuriyeti Ölçme, 2022a)	117
Tablo 6.8. Örnek Ürün Reçetesi Bileşenleri	144
Tablo 6.9. Sınav Faaliyeti Kapsam-1 Grubu İçinde Yer Alan Karbon Salım Kaynakları	167
Tablo 6.10. Sınav Faaliyeti Kapsam-2 Grubu İçinde Yer Alan Karbon Salım Kaynakları	167
Tablo 6.11. 2019 Yılına Ait OECD Ülkelerinde Atık Geri Dönüşüm Oranları (OECD, 2021).....	171
Tablo 6.12. (Devamı) OECD Ülkelerinde Atık Geri Dönüşüm Oranları (OECD, 2021).....	172
Tablo 6.13. Yazıcı Mürekkebinin Oluşturduğu Karbon Salımının Kapsam Bazlı Miktarı (gr CO ₂) ve Yüzdesel Dağılımı ((EuPIA), 2020).....	174
Tablo 6.14. Sunucuların Enerji Kaynağına Bağlı Gerçekleştirdiği Karbon Salımı Miktarı (Kalle, 2020).....	175
Tablo 6.15. Ulaşım Araçları Kullanımında Neden Olunan Kişisel Karbon Salımı Miktarı (https://www.co2everything.com/).....	176
Tablo 6.16. Bazı Yiyecek ve İçeceklerin Neden Olduğu Karbon Salımı Miktarı (https://www.co2everything.com/).....	176
Tablo 6.17. Sınav Faaliyetinde Kapsam 3 Grubu İçinde Yer Alan Karbon Salım Kaynakları.....	177
Tablo 6.18. Sınav Hazırlık İş Süreci Takvimi	178
Tablo 6.19. Protokol Hazırlama Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri	179
Tablo 6.20. Başvuru İşlemleri Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri.....	179
Tablo 6.21. Bina Tanımlama , Aday/Görevli Atama Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri	180
Tablo 6.22. Sınav Merkezlerinde Oturum Bazlı Aday, Bina ve Salon Dağılımı.....	180
Tablo 6.23. Sınav Merkezi Bazlı Görevli Sayısı Dağılımı	181
Tablo 6.24. Sınav Giriş ve Görev Belgeleri Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri	181
Tablo 6.25. Sunucu Tabanlı Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri.....	182
Tablo 6.26. Soru Hazırlama İş Süreci Takvimi.....	182

Tablo 6.27. Sınav Soruları Hazırlama Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri..	183
Tablo 6.28. Sınav Soru Denetleme Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri.....	183
Tablo 6.29. Doküman Üretim ve Sonlandırma İş Süreci Takvimi	183
Tablo 6.30. Salon Sınav Paketi Üretimi Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri	185
Tablo 6.31. Bina Sınav Sorumlusu Paketi Üretimi Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri	186
Tablo 6.32. Bina Yedek Paketi Üretimi Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri	187
Tablo 6.33. Sınav Paketlerinin Kutulama Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri	187
Tablo 6.34. Lojistik İş Süreci Takvimi	188
Tablo 6.35. Sınav Merkezi Lojistik Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri.....	188
Tablo 6.36. Sınav Binası Lojistik Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri.....	189
Tablo 6.37. Sınav Görevlilerin Sınav Merkezlerine Ulaşımında Kullandığı Araçlar ve Ortalama Kat Ettikleri Mesafeler	190
Tablo 6.38. Sınav Görevlilerinin Sınav Binalarına Ulaşım Sürecinde Günlük Olarak Kat Ettikleri Mesafe	191
Tablo 6.39. Sınav Görevlilerinin Sınav Binalarına Ulaşım Sürecinde Oluşturdukları Toplam Karbon Salımı Miktarı	192
Tablo 6.40. Değerlendirme İş Süreci Takvimi.....	192
Tablo 6.41. Sınav Kutularının Açılması İş Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri	193
Tablo 6.42. Optik Form Tarama Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri.....	193
Tablo 6.43. Senaryo Sınav Süreçlerinde Kullanılan Malzemeler ve Miktarları	194
Tablo 6.44. Senaryo Sınav Süreçlerinde Kullanılan Malzemelerin Ağırlıkları	194
Tablo 6.45. Oluşan Atık Miktarının Malzeme Cinsinden Dağılımı	195
Tablo 6.46. Senaryo Sınav İş Süreçlerinde Oluşan Karbon Salımı Miktarı	198
Tablo 6.47. Senaryo Sınav İş Süreçleri Bileşenlerinde Oluşan Karbon Salımı Miktarı	199
Tablo 6.48. Süreç Bazlı Personel Çalışma Süreleri ve Maliyet Bilgisi	200
Tablo 6.49. Süreç Adımlarının Gruplandırılması	201

Tablo 6.50. Faaliyet Atıklarının Geri Dönüşüm Sürecinde Kullanılması ile Elde Edilen Karbon Salımı Kazancı	204
Tablo 6.51. Konum Bazlı Görevlendirme Süreci Sonunda Görevli Ulaşım Aracı Tercih Dağılımı.....	206
Tablo 6.52. Konum Bazlı Görevlendirme Süreci Sonunda Sınav Görevlilerin Kat Ettikleri Mesafeler	207
Tablo 6.53. Konum Bazlı Görevlendirme Süreci Sonunda Gerçekleşen Karbon Salımı	207
Tablo 6.54. İşletmenin Karbon Salımı Miktarı Düşürücü Çalışmalarının Etkisi.....	209
Tablo 6.55. Senaryo Faaliyet Sürecinde Yer Alan Bileşenler ve Gerçekleştirdikleri Karbon Salımı Miktarları.....	209
Tablo 6.56. Kapsam Bazlı Gerçekleşen Karbon Salımı Miktarları	210
Tablo 6.57. Optimizasyon Sonucu İş Süreçlerinde Gerçekleşen Karbon Salımı Miktarı	212
Tablo 6.58. Optimizasyon Sonrası Kapsam Bazlı Gerçekleşen Karbon Salımı Miktarları.....	212
Tablo 6.59. Y Kurumu Sınavı Sınav Merkezi Bazlı Aday, Salon ve Bina Sayısı Dağılımı	214
Tablo 6.60. Y Kurumu Sınavı Sınav Merkezi Bazlı Görevli Sayısı Dağılımı.....	214
Tablo 6.61. Y Kurumu Sınavı Sınav Görevlilerinin Sınav Binalarına Ulaşım Sürecinde Günlük Olarak Kat Ettikleri Mesafe.....	215
Tablo 6.62. Y Kurumu Sınavı Sınav Görevlilerinin Sınav Binalarına Ulaşım Sürecinde Oluşturdukları Toplam Karbon Salımı Miktarı	215
Tablo 6.63. Y Kurumu Sınav Süreçlerinde Kullanılan Malzemeler ve Miktarları.....	216
Tablo 6.64. Y Kurumu Sınavı Oluşan Atık Miktarının Malzeme Cinsinden Dağılımı ve Oluşan Karbon Salımı Miktarı.....	216

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Karbon Salım Kaynakları Kapsam Dağılımı.....	17
Şekil 2.2. Karbon Salımı Kapsam 3 Etmenleri (envizi)	19
Şekil 3.1. Arazi Kullanımının CO2 Salımı Etkisi (Agency, 2019)	63
Şekil 4.1. Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Maliyet Akış Süreci	72
Şekil 4.2. Örnek İşletme Faaliyetlerinin Karbon Salımı Kapsamları Bazlı Dağılımı	82
Şekil 4.3. Bir İşletmede X Ürünü Üretim Süreci Bileşenleri	89
Şekil 4.4. İşletme Faaliyet Süreçlerinde Karbon Salımı Takibi	95
Şekil 6.1. İşletme Veri Kaynakları	111
Şekil 6.2. CoZeroTracker Bileşenleri	113
Şekil 6.3. CoZeroTracker Merkezi Yapısı.....	113
Şekil 6.4. Sınav Organizasyon İş Süreci Akışı.....	119
Şekil 6.5. Sınav Organizasyon Süreci İş Akışı Süreci Faaliyet Grupları	120
Şekil 6.6. Grup Bileşenleri Zincir Görünümü	202

GRAFİKLER DİZİNİ

	Sayfa
Grafik 2.1. Sera Gazı Bileşenlerinin Küresel Sera Gazı Emisyonu İçindeki Dağılımı (U. S. E. P. Agency, 2022)	6
Grafik 2.2. 1960 – 2020 Yılları Arası Mauna Loa Gözlemevi Atmosferdeki CO ₂ Değişimi Grafiği ("Carbon dioxide peaks near 420 parts per million at Mauna Loa observatory," 2021)	9
Grafik 2.3. 1750 – 2020 Yılları Arası Atmosferdeki CO ₂ Emisyonu Değişimi (Hannah Ritchie, 2020).....	10
Grafik 2.4. ABD’de 2019 Yılı Karbon Emisyonunun Sektör Bazlı Dağılımı (U. S. E. P. Agency, 2022)	10
Grafik 2.5. Tüketilen 1 Kg Yiyecek – İçecek Başına Oluşan Üretim ve Üretim Sonrası Sera Gazı Emisyonu Değerleri (kg) (The Environmental Working Group, 2011).....	13
Grafik 2.6. Kapsam-3 Sera Gazı Emisyonunun Sektörlere Göre Dağılımı (envizi)	22
Grafik 2.7. 2018 Yılı Sektörlere Göre Sera Gazı Emisyonu Oranları (Kurumu, 2020)	25
Grafik 2.8. Türkiye’de 1990-2018 Yılları Arası Toplam ve Kişi Başı Sera Gazı Emisyonu Salımı Değerleri (Kurumu, 2020).....	26
Grafik 2.9. 1990-2018 Yılları Arasındaki Global Karbon Salım Miktarındaki Değişim (Johannes Friedrich, 2020).....	28
Grafik 2.10. Ülkelerin Global Karbon Salımı İçindeki, Sektörlerin Ülkeler İçindeki Karbon Salımı Miktarları Dağılımı (Johannes Friedrich, 2020)	29
Grafik 2.11. En Çok Karbon Salımı Gerçekleştiren Ülkelerin 1990-2019 Yılları Arasındaki Gerçekleştirdikleri Karbon Salımı Miktarı	29
Grafik 2.12. 1992-2018 Yılları Arası Türkiye Karbon Emisyonu Değeri ve Gelecek Yıllar Beklentisi (ClimateWatch, 2022).....	30
Grafik 2.13. Türkiye Cumhuriyeti Niyet Edilen Ulusal Olarak Belirlenmiş 2030 Yılı Katkı Senaryosu.....	35
Grafik 2.14. Türkiye’de 1984 – 2011 Yılları Arasında Toplam Elektrik Üretiminde Kamu ve Özel Sektör Paylarının Değişimi (Başkanlığı, 2012)	36
Grafik 2.15. 2019 – Şubat Dönemi Türkiye Kurulu Gücünün Kaynaklara Göre Dağılımı (TEİAŞ, 2021)	38
Grafik 2.16. 2021 – Aralık Dönemi Türkiye Kurulu Gücünün Kaynaklara Göre Dağılımı (TEİAŞ, 2021)	38
Grafik 3.1. EU ETS İçinde 1 ton CO ₂ Salım Kredisi Fiyatı (wikipedia).....	55
Grafik 3.2. Avrupa Birliği Ülkelerinde 2005-2021 Yılları Arasında Gerçekleşen CO ₂ Emisyonu Salımı Miktarı (E. E. Agency, 2022).....	59

Grafik 3.3. 2005-2021 Yılları Arasında EU ETS Tarafından Verilen Karbon Emisyonu Kotaları ve Gerçekleşen Karbon Emisyonu Salımları (E. E. Agency, 2022).....	59
Grafik 3.4. 2012-2021 Yılları Arasında Havacılık Sektörüne EU ETS Tarafından Verilen Karbon Emisyonu Kotaları ve Gerçekleşen Karbon Emisyonu Salımları (E. E. Agency, 2022)	60
Grafik 3.5. Avrupa Birliği İçinde Bazı Sektörlerin Karbon Emisyonu Salımı Miktarlarındaki Tarihsel Değişim (E. E. Agency, 2022).....	61
Grafik 3.6. EU ETS'deki Tüm Ülkeler İçin Faaliyet Türüne Göre ETS Emisyonları (E. E. Agency, 2022).....	61
Grafik 3.7. Arazi Kullanımı Kategorisine Göre AB'de LULUCF Sektörü Emisyon Salımları ve Emisyon Yutağı (Agency, 2021b).....	64
Grafik 4.1. Avrupa Birliğinin CBAM Kapsamında Ürünleri İthal Ettiği Ülkeler (Alexandra Dumitru, 2021).....	81
Grafik 4.2. Faaliyet Bazlı Karbon Salımı Değişimi	96
Grafik 4.3. Süreç Bazlı Karbon Salımı Değişimi	97
Grafik 6.1. Metaryallerin Geri Dönüşüm Miktarları (Swan, 2022).....	170
Grafik 6.2. 2021 Yıllı ABD'de Gerçekleştirilen Ürün Geri Dönüşüm Oranları (Woodford, 2021)	170
Grafik 6.3. 2019 Yılında OECD Ülkelerinde Yerel Yönetimler Tarafından Toplanan Atıkların İşlenme Oranları (OECD, 2021)	171
Grafik 6.4. Senaryo Sınav İş Süreçlerinde Oluşan Karbon Salımı Miktarı Dağılımı..	200
Grafik 6.5. Senaryo Faaliyet Sürecinde Yer Alan Bileşenler ve Gerçekleştirdikleri Karbon Salımı Miktarları.....	210
Grafik 6.6. Karbon Salımı Miktarlarının Kapsam Bazlı Yüzdesele Dağılımı	211
Grafik 6.7. Optimizasyon Sonucu İş Süreçlerinde Gerçekleşen Karbon Salımı Miktarı.....	212
Grafik 6.8. Optimizasyon Sonrası Karbon Salımı Miktarlarının Kapsam Bazlı Yüzdesele Dağılımı.....	213
Grafik 6.9. Optimizasyon Öncesi ve Sonrası Gerçekleşen Karbon Salımı Miktarları	213

RESİMLER DİZİNİ

	Sayfa
Resim 2.1. Atmosferdeki Sera Gazı Etkisi.....	7
Resim 3.1. EUTL Veritabanı Yapısı (Abrell, 2022)	58
Resim 6.1. CoZeroTracker Giriş Ekranı	121
Resim 6.2. Bilgi Akışı Sayfası (Dashboard)	122
Resim 6.3. Bilgi Akış Sayfası Portlet Görünümü	122
Resim 6.4. CoZeroTracker Ana Modülleri	123
Resim 6.5. Yetkilendirme İşlemleri Paneli	123
Resim 6.6. Kullanıcılar Listesi Görünümü.....	123
Resim 6.7. Kullanıcı Bilgileri Giriş Paneli.....	124
Resim 6.8. Menüler Listesi ve Hiyerarşik Yapısı Düzenleme	126
Resim 6.9. Menü Yetkilendirme İşlemleri	126
Resim 6.10. Yapılandırma İşlemleri Modülü.....	127
Resim 6.11. Firma Bilgileri Giriş Paneli.....	127
Resim 6.12. Bina Listesi Paneli	128
Resim 6.13. Oda Listesi Paneli	129
Resim 6.14. Personel Listesi Paneli	132
Resim 6.15. Araçlar Listesi Paneli	133
Resim 6.16. Araç Tanımlama Paneli.....	133
Resim 6.17. Araç Türü Seçimi İşlemi	134
Resim 6.18. Yakıt Tipi Seçimi İşlemi	134
Resim 6.19. Referans Değer Seçimi İşlemi.....	134
Resim 6.20. Malzemeler Listesi Paneli.....	136
Resim 6.21. Malzeme Düzenleme Formu	138
Resim 6.22. Apple Firması Ürünlerinde Kullanılan Plastik Miktarının 2017-2021 Yılları Arasında Arasındaki Değişimi (Apple, 2021).....	139
Resim 6.23. Cihaz Listesi Paneli.....	140
Resim 6.24. Cihaz Tanımlama Paneli	141
Resim 6.25. Ürün Tanımlama Paneli	142

Resim 6.26. Ürün Listesi Görünümü Paneli	143
Resim 6.27. Ürün Reçetesi Tanımlama Paneli.....	143
Resim 6.28. Ürün Reçetesi Cihaz Ekleme Paneli	145
Resim 6.29. Ürün Reçetesi Araç Ekleme Paneli	146
Resim 6.30. Ürün Reçetesi Malzeme Ekleme Paneli.....	146
Resim 6.31. Ürün Reçetesi Çalışan Ekleme Paneli.....	146
Resim 6.32. Örnek Ürün Reçetesi Bileşenleri.....	147
Resim 6.33. Stok Takip İşlemleri Modülü Bileşenleri.....	147
Resim 6.34. Müşteri/Tedarikçi Firmalar Listesi	148
Resim 6.35. Müşteri/Tedarikçi Firma Tanımlama Paneli	148
Resim 6.36. Cari İşlemler Listesi	149
Resim 6.37. Satın Alma Faturası Tanımlama Paneli.....	149
Resim 6.38. Faturada Kalemleri Ekleme Paneli.....	149
Resim 6.39. Malzeme Girdi/Çıktı Listesi.....	150
Resim 6.40. Seçili Malzeme Stok Durumu	150
Resim 6.41. Malzemenin Satın Alma Kayıtları Listesi.....	151
Resim 6.42. Seçili Malzemenin Kullanıldığı Faaliyetler	151
Resim 6.43. Gider Tanımları & İşlemleri Modülü.....	151
Resim 6.44. Sabit Gider Türü Tanımlama Paneli	152
Resim 6.45. Zaman İçinde Gerçekleştirilen Sabit Gider İşlemler Listesi	153
Resim 6.46. Sabit Gider Giriş Paneli	154
Resim 6.47. Yakıt Birim Fiyatı Tanımlama Paneli.....	155
Resim 6.48. Personel Maaş Bilgileri Giriş Paneli.....	155
Resim 6.49. Faaliyet işlemleri Modülü	156
Resim 6.50. Faaliyet Listesi Paneli	158
Resim 6.51. Faaliyet Tanımlama Paneli.....	159
Resim 6.52. Faaliyet Süreçleri Görünümü	160
Resim 6.53. Faaliyet Süreci Bileşini Tanımlama Paneli	160
Resim 6.54. Faaliyet Süreci Seçimi.....	160

Resim 6.55. Süreç Bileşeni Listesi.....	161
Resim 6.56. Süreç Bileşeni Olarak Ürün Girişi Örneği	161
Resim 6.57. Faaliyet Raporu Görünümü.....	162
Resim 6.58. Süreç Bileşenleri Listesi.....	163
Resim 6.59. Sabit Giderlerin Faaliyet Süreci İçindeki Maliyeti	164
Resim 6.60. Yakıt Giderlerinin Faaliyet Süreci İçindeki Maliyeti.....	165
Resim 6.61. Raporlar menüsü Görünümü	165
Resim 6.62. Sınav Hazırlık İş Süreci Verileri ve Sonuçları.....	195
Resim 6.63. Soru Hazırlama İş Süreci Verileri ve Sonuçları.....	196
Resim 6.64. Dokuman Üretim ve Sonlandırma İş Süreci Verileri ve Sonuçları.....	196
Resim 6.65. Lojistik Süreçleri Verileri ve Sonuçları	197
Resim 6.66. Değerlendirme İş Süreci Verileri ve Sonuçları	197
Resim 6.67. Geri Dönüşüm İş Süreci Verileri ve Sonuçları	197
Resim 6.68. Faaliyet Sonucu Elde Edilen Veriler.....	198
Resim 6.69. Y Kurumu Sınavı Faaliyetine Yönelik Oluşması Beklenen Veriler	217
Resim 6.70. Y Kurumu Sınav Hazırlık İş Süreci Verileri ve Sonuçları.....	217
Resim 6.71. Y Kurumu Soru Hazırlama İş Süreci Verileri ve Sonuçları.....	217
Resim 6.72. Y Kurumu Dokuman Üretim ve Sonlandırma İş Süreci Verileri ve Sonuçları	218
Resim 6.73. Y Kurumu Lojistik Süreçleri Verileri ve Sonuçları	218
Resim 6.74. Y Kurumu Değerlendirme İş Süreci Verileri ve Sonuçları.....	219
Resim 6.75. Y Kurumu Geri Dönüşüm İş Süreci Verileri ve Sonuçları	219

1. GİRİŞ

Her geçen gün etkisi daha çok hissedilen küresel ısınma, insanoğlunu her geçen gün daha çok zarar vermekte ve önlenemediği durumda insanoğlunun var oluşunu tehdit edecek boyutlara gelmektedir. Küresel ısınmanın temel nedenini, atmosferde ısı tutan gazların oranının giderek artması ve bunun sonucu olarak atmosferde tutulan ısı miktarının artması oluşturmaktadır. Atmosferde ısı tutulmasına neden olan gazlara verilen genel ada sera gazı denir. Kyoto protokolünde sera gazı olarak kabul edilen bileşikler; Karbondioksit (CO₂), Metan (CH₄), Hidro Floro karbonlar (HFCs), Per Floro karbonlar (PFCs), Sülfür Hegzaflorid (SF₆) ve Nitröz Oksit (N₂O) gazlarıdır. Bu gazlar içinde %76'lık büyüklük ile atmosferdeki yoğunluğu en çok olan gaz karbondioksit (CO₂) gazıdır. Karbondioksit miktarının yoğunluğundan dolayı sera gazı miktarının düşürülmesi yönünde yapılan mücadele karbon salımı ifadesi öncelikli başlık haline gelmiştir.

Küresel ısınmanın giderek artması sonucu insanlığın karşı karşıya kaldığı doğal felaketler, mücadelenin küresel olarak yapılması zorunluluğunu ortaya çıkarmış, bu kapsamda uluslararası alanda yapılan protokoller ve antlaşmalar ile ülkelerin uyması gereken kurallar belirlenmiştir. Hedef olarak ülkelerin kendileri için belirlen karbon salımı kotalarını uymaları ve gerçekleştirdikleri karbon salımı miktarını 1990 düzeyinin % 5 altına indirmeleri konmuştur.

Çalışma kapsamında, küresel ısınma ile mücadele süreçlerinde karbon salımı miktarının azaltılmasına yönelik yapılan çalışmaların, işletme faaliyetlerine etkisi sonucu ortaya çıkan karbon muhasebesi ve karbon muhasebesinin temelini oluşturan karbon piyasası işlemleri tanıtılacak, işletmeler için önemli bir finansal kaleme olmaya başlayan karbon muhasebesinin işletme faaliyetleri sürecindeki etkisi gösterilecektir.

Uluslararası ve ulusal boyutta alınan kararlar ile karbon piyasası işlemleri giderek yaygınlaşmakta, işletmelere yönelik uygulama zorunlulukları ve alanları her geçen gün artmaktadır. Alınan kararlar, işletme faaliyetlerine doğrudan veya dolaylı olarak ek maliyetler yüklemektedir. İşletmelerin ihracat veya ithalat yapmasını engelleyecek boyutlara kadar gelen kararlara işletmelerin uyması, bir tercih durumundan çıkmış, zaruri bir duruma gelmiştir. Her geçen gün alınan yeni kararlar ve yasal düzenlemelerin kapsamının genişletilmesi ile işletmelerin bu konuda sorumluluğu da artmaktadır.

İklim değişikliği ile mücadele kapsamında uluslararası boyutta gerçekleştirilen en son düzenleme Paris Antlaşmasının kabulüdür. Antlaşma kapsamında her ülkenin gerçekleştirebileceği karbon salımı kotası belirlenmekte ve ülkelerin bu kotayı sağlaması zorunluluk haline getirilmiştir. Ülkeler ulusal boyutta yasal düzenlemeler gerçekleştirerek anlaşma kapsamında belirlenen kota sınırlamalarını sağlayabilmeyi çalışmaktadır. Bu kapsamda belirlediği sektörlerde faaliyet yürüten işletmelere yönelik karbon salımı kotası belirlemekte ve her işletmenden, işletmenin özelinde belirlenen bu hedefi tutturması ve raporlaması talep edilmektedir.

Bu süreçte, işletmelerin faaliyetleri sürecinde doğrudan veya dolaylı yollardan oluşturduğu karbon salımı miktarının, işletme özelinde belirlenen sınırlar içinde olup, olmadığı yetkili kurumlar tarafından takip edilmekte, belirlenen sınır değerlerinden daha fazla karbon salımı yapan işletmelere yönelik ek yaptırımlar uygulanmaktadır. Bu nedenle her işletmenin sadece üretim sürecinde değil, faaliyet öncesi ve sonrası süreçlerde neden olduğu karbon salımı miktarını hesaplayabilmesi ve raporlayabilmesi gerekmektedir.

Küreselleşmenin etkisi ile işletme rekabetlerinin çok arttığı günümüzde, işletmenin ürün ve hizmet fiyatını doğru hesaplayabilmesi, işletmenin faaliyetlerini sürdürebilmesi için çok önemli hale gelmiştir. Bu kapsamda faaliyet tabanlı maliyetleme sistemleri birçok işletme tarafından kullanılmakta, fiyat politikalarını faaliyet bazlı olarak hesaplayıp, planlayabilmektedir. İşletmelerin faaliyetleri sonucu oluşan karbon gazı salımı miktarının işletme için belirlenen sınırların üzerinde olması durumunda ilgili işletme gerçekleştirdiği kota fazlası karbon salımı miktarı kadar krediyi işletme dışından tamamlaması gerekmektedir. Bu işlem karbon ticareti sisteminde, kendisi için belirlenen karbon salımı miktarından daha az karbon salımı yapıp, karbon salımı hakkı (kredisi) fazlası olan işletmelerden kredi satın alınması şeklinde gerçekleşmektedir. Bu durum işletme açısından normal faaliyetleri esnasında oluşan maliyetlere ek olarak yeni bir maliyet oluşturmaktadır. Karbon salımı kredisi alım ve satış süreçleri karbon ticareti merkezlerinde gerçekleşmektedir. Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Sistemi (European Union Emissions Trading System - EU ETS) dünyadaki ilk ve en büyük uluslararası karbondioksit salımı ticareti sistemidir. EU ETS'de 2021 yılında 1 ton CO₂ eşdeğeri karbon salımı kredisi maliyet 80 Euro'ya kadar artmıştır. Bu rakamın, karbon salımı sınırlamasına dâhil olan sektörlerin genişletilmesi, ülkelerin Paris anlaşması sınırlarına erişebilmek için işletmelere verdiği karbon salımı kotalarını azaltma yoluna gitmesi gibi

nedenlerden dolayı daha da artacağı düşünülmektedir. Bu durum özellikle üretim süreçlerinde karbon salımı yoğun olan işletmeler için çok yüksek ek maliyetler oluşturacaktır.

Yapılan bu çalışma kapsamında, işletmelerin tüm süreçleri ve bu süreçler sırasında meydana gelen karbon salımı miktarı, ham maddeden, kullanılan sarf malzemeye, personele hazırlanan yemekte kullanılan sebze, meyveye kadar, elektronik ortamda dinamik olarak tanımlanabileceği, oluşan karbon salımı miktarının faaliyet bazlı raporlandırabileceği, karbon salımı miktarının işletme maliyetleri üzerindeki etkisinin raporlandırılacağı, bütünleşik, merkezi bir bilişim sistemi oluşturulacaktır.

İşletme faaliyetleri ve faaliyet süreci içinde gerçekleştirdiği iş süreçleri, dinamik olarak gerçekleştirilen yazılım üzerinde tanımlanabilecek, her karbon salım kalemi ilgili faaliyet ve iş süreci ile ilişkilendirilebilecek ve ilgili faaliyetin gerçek maliyetinin hesaplanmasında kullanılarak raporlandırılacaktır. İşletme, kendisi için belirlenen karbon salım kotası hakkını, faaliyetler sonrasında kalan hakkını, yeni bir faaliyete başlaması durumunda kendisi için belirlenen salım hakkının olması veya olmaması durumunda ne kadarlık bir maliyete katlanacağını görecektir, bu doğrultuda üretim planlamasını yaparak, ürün-hizmet maliyetlerini karbon maliyeti dahilinde belirleyebilecektir. Sistem aynı zamanda sahip olduğu servisler ile dış paydaşlara da veri sağlayabilecektir. İşletmelerin yıllık olarak gerçekleştirdiği karbon salımı miktarı yetkili kurumlar tarafından da çevrimiçi olarak takip edilebilecektir. Böylece işletmeler ve yetkili merciler tarafından ek bir maliyet kalemi oluşturmayan merkezi bir yapı oluşturulacaktır.

Birçok ülkede işletmeler için büyük bir gider kalemi olmaya başlayan karbon salımı, ülkemizde de özellikle Paris Anlaşması ve Avrupa Birliğinin aldığı kararların ülkemizde de uygulanması zorunluluğunun gelmesi ile çok yakın bir süreçte işletmelerimizin faaliyet süreçlerini doğrudan şekillendirecektir. Ülkemizde iklim değişikliği ile mücadele kapsamında son dönemlerde atılan adımların en büyüğü, 22 Nisan 2016 yılında aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 175 ülke tarafından imzalanan Paris Anlaşmasının, 6 Ekim 2021 tarihinde Türkiye Büyük Millet Meclisinde onaylanması ve 7 Ekim 2021 tarihinden resmi gazetede yayınlaması ile yürürlüğe alınarak ülkemiz ve işletmelerimiz için yeni bir süreç başlatılmasıdır. Paris anlaşmasının onaylanmasından sonra iklim değişikliği ile mücadele kapsamında yürütülen çalışmalara hız verilmiştir. Yapılan ilk uygulama, 29 Ekim 2021 tarihli ve 31643 sayılı Resmî Gazete' de yayımlanan 85 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile Çevre ve Şehircilik

Bakanlığının isminin Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı olarak değiştirilmesi olmuştur.

Aynı kararnamede; Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı merkez birimleri arasına, Meteoroloji Genel Müdürlüğü ise bağlı kuruluşlar arasına dâhil edilmiş, İklim Değişikliği Başkanlığı, Bakanlığa bağlı kuruluş olarak oluşturulmuştur. İklim değişikliği ile ilgili uluslararası müzakere süreçlerinin takip edilmesi, uluslararası kuruluşlar ve sözleşmeler kapsamında Türkiye'nin yerine getirmekle yükümlü olduğu raporların hazırlanması, net sıfır karbon emisyonu hedefi ve dögüsel ekonomi ilkesi doğrultusunda iklim değişikliği ile mücadele ve yeşil kalkınma politikalarını belirlemek, Başkanlığın temel görevlerini oluşturmaktadır. Son dönemlerde, Yeşil Mutabakat Eylem Planı, İklim Şurası ve Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (United Nations Development Programme - UNDP) işbirlikleri ile iklim değişikliği ile mücadele kapsamında çalışmalar hızlandırılmış, 2053 yılı net sıfır karbon emisyonu rotasının belirlenmesi için çalışmalara başlanmıştır.(Türkiye Cumhuriyeti Çevre)

2. KÜRESEL ISINMA VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

İnsanların var olanla yetinmeyip her zaman daha fazlasını isteme arzusu sonucu, kontrolsüz bir büyüme ortaya çıkmış, aşırı tüketim, kaynakların aşırı ve bilinçsiz kullanılması sonucu doğa hızlı bir şekilde tahrip edilmiştir. Sanayi üretiminin kontrolsüz bir şekilde sürekli büyümesi, havaya, toprağa ve suya atılan atık miktarının sürekli artmasına neden olmaktadır. Doğayı öldüren bu kirliliğin yanında dünya üzerindeki yeşil bitki örtüsünün, insanların yaşam alanları açması, yangınlar, kuraklık gibi nedenlerden dolayı sürekli olarak azalıyor olması, doğal yıkımı hızlandırmıştır. Tüm bu olumsuz etkiler sonucu doğa artık kendini yenileyemez duruma gelmiştir.

İnsanoğlu, önceden duyarsızca gerçekleştirdiği bu yıkımların sonuçlarını, günümüzde çölleşme, temiz su kaynaklarının yok olması, denizlerin kirlenmesi, küresel ısınma gibi doğrudan insanlığı etkileyen durumlar olarak, çok geç görmeye başlamıştır. Doğanın hem kirletilmesi hem de sahip olduğu yenileme güçlerinin tahrip edilmiş olması, insanlık için tehlikenin boyutunu büyütmektedir. Günümüzde insanlığın geleceği için çözmesi gereken en büyük sorun küresel ısınma sorunudur. Dünyanın tamamını etkileyen bu sorun ile bütüncül bir mücadele yürütülmemesi ve küresel ısınmanın durdurulamaması durumunda, temiz su kaynakları, tarım alanları ve insanlığın yaşam alanlarının giderek azalacak, göç, hastalık, savaş gibi nedenlerden dolayı insanlığın büyük bir bölümü yok olacaktır.

2.1. Doğal Düzenin Bozulması, Doğaya Verilen Zararlar

Küresel ısınma ve küresel ısınmanın dünya üzerindeki etkileri günümüzün en önemli konusunu oluşturmaktadır. İlk başlarda kişiler ve ülkeler tarafından çok önemsenmeyen küresel ısınma, iklimlerdeki değişme, ani ve kısa süreli aşırı yağışlar, düzensiz hava olayları, mevsimlerdeki ortalama sıcaklıkların artması, ani sıcaklık değişimleri, yoğun tropikal kasırgalar, kış aylarının daha kurak geçmesi, yaz aylarındaki havadaki nem oranının azalması, buzulların erimesi ve deniz suyu seviyesinin yükselmesi, canlı türlerinin göçleri gibi doğrudan insanları ve doğayı etkileyecek olayların artması ile her geçen gün etkisini daha da fazla hissettirmektedir.

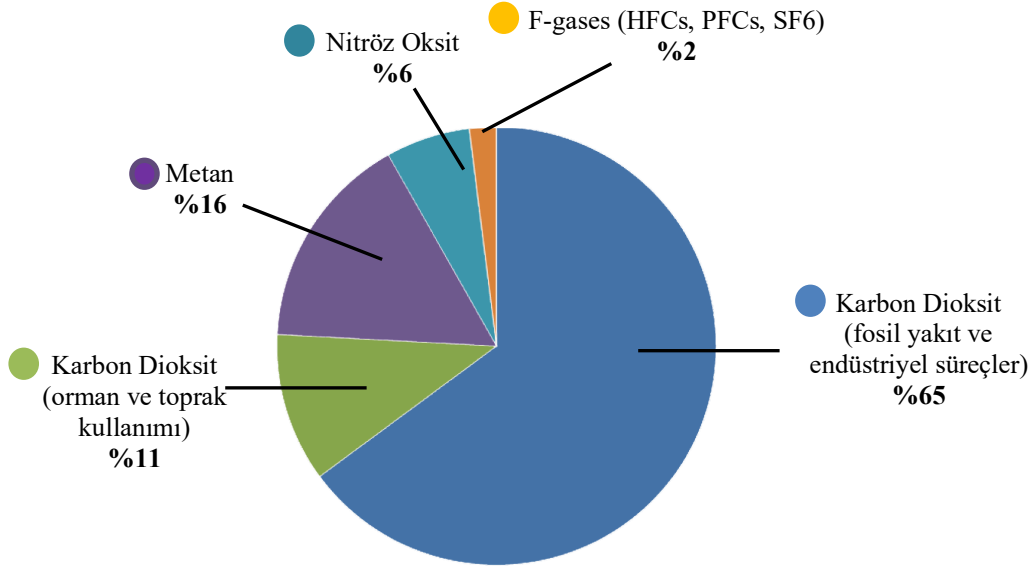
Küresel ısınmanın oluşmasının temelini fosil yakıt kullanımının aşırı artışı oluşturmaktadır. Fosil yakıtların kullanılmasıyla beraber sera gazı salımı miktarındaki artış, günümüzün en önemli çevre sorunlarından biri olan küresel ısınmanın temel nedenini oluşturmaktadır. (Ali Altınbay & Golagan, 2016)

2.2. Sera Gazları

Atmosferde bulunan metan, karbondioksit, hidroflorür ve perfloro karbonlar, sülfürhekza florid gazları atmosferde bulunan ısı tutma kapasitesi yüksek olan gazlardır. Atmosferde ısı tutulmasına neden olan gazlar verilen genel adı sera gazı denir. Sera gazlarının dünya atmosferinde yoğunluğunun giderek artması nedeniyle her geçen yıl daha fazla ısı atmosferde tutulmaktadır. Kyoto protokolünde sera gazı olarak kabul edilen bileşikler;

- Karbon dioksit (CO₂)
- Metan (CH₄)
- Hidro Floro karbonlar (HFCs)
- Per Floro karbonlar (PFCs)
- Sülfür Hegzaflorid (SF₆)
- Nitröz Oksit (N₂O)

olarak belirlenmiştir. Sera gazının atmosferdeki yoğunlukları aşağıdaki Grafik 2.1’de gösterilmektedir.



Grafik 2.1. Sera Gazı Bileşenlerinin Küresel Sera Gazı Emisyonu İçindeki Dağılımı (U. S. E. P. Agency, 2022)

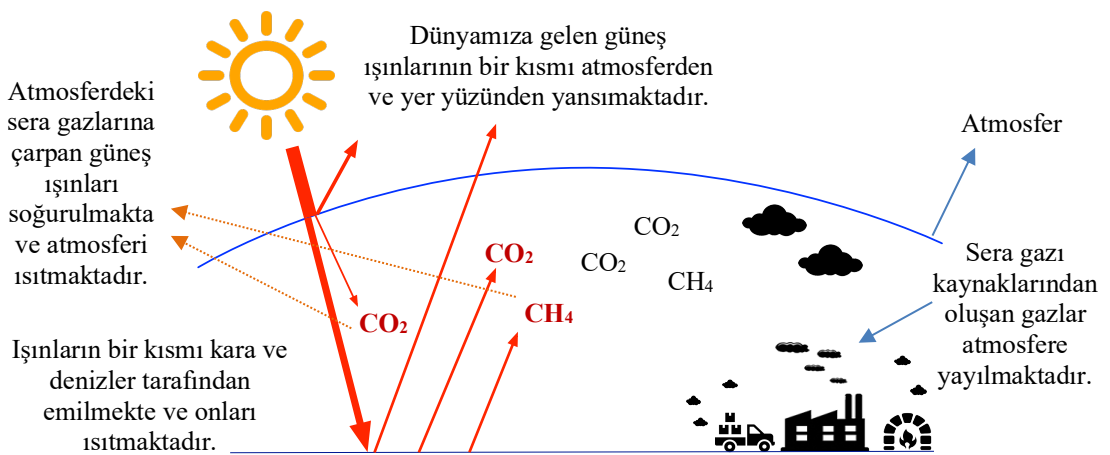
- Sera gazları içinde yoğunluk olarak atmosferde en çok bulunan gazın karbondioksit olmasından dolayı karbon salımı öncelikli başlık haline gelmiştir. CO₂'nin birincil kaynağı fosil yakıt kullanımındır. Fosil yakıt kullanımı dışında ormancılık, ormansızlaşma, tarım için arazi temizliği ve toprağın bozulması gibi

doğrudan insan kaynaklı etkilerden de yayılabilir.

- Tarımsal faaliyetler, atık yönetimi, enerji kullanımı ve biokütle yakmanın tümü CH₄ emisyonları açığa çıkarır.
- Gübre kullanımı gibi tarımsal faaliyetler, N₂O emisyonlarının birincil kaynağını oluşturur.
- Endüstriyel süreçler, soğutma ve çeşitli tüketici ürünlerinin kullanımı, hidroflorokarbonlar (HFC'ler), perflorokarbonlar (PFC'ler) ve kükürt heksaflorür (SF₆) dahil olmak üzere F-gazları emisyonu oluşturur.

Grafik 2.1.'de gözüktüğü gibi sera gazının büyük bölümünü (%76) karbondioksit gazı oluşturmaktadır. Isı tutumu diğer sera gazlara göre daha az olmasına rağmen yoğunluk olarak büyük bir hacim kaplaması nedeniyle sera gazı artışının en büyük nedeni havadaki karbondioksit gazının miktarının artmasından kaynaklanmaktadır.

Sera gazlarının tuttuğu ısı güneş ışınlarının enerjisidir. Güneşin yaydığı kızılötesi ışınların bir kısmı yeryüzüne çarparak toprağı ve denizleri ısıtır, bir kısmı ise yeryüzüne çarptıktan sonra yansiyarak tekrar uzaya geri döner. Kızılötesi ışınların bir kısmı atmosfer içinde bulunan sera gazlarına çarpar ve sera gazları tarafından soğurulur ve atmosfere dışarı çıkmaları engellenir. Bu soğurma olayı, atmosferin ısınmasına yol açar. Atmosferdeki sera gazları ne kadar çoksa soğurma ve ısı tutumu o kadar çok olur. Bunun sonucunda da atmosferdeki ortalama sıcaklık yükselir.(UKAS)



Resim 2.1. Atmosferdeki Sera Gazı Etkisi

Asıl olarak atmosferde bulunan sera gazlarının güneş ışınlarını tutması sonucu atmosferin ısınması dünyamızı yaşanabilir kılan bir durumdur. Sera gazları güneş ışığını

tutmasaydı, güneş ışını alan bölgeler güneş ışını aldığı müddetçe ısınacak, güneş battıktan sonra ise güneş ışığının etkisi kaybolacağı için sıcaklık hızlı bir şekilde düşecektir. Bu durum gündüz ve gece arasında sıcaklık farkının aşırı artmasına neden olacaktır. Güneş sistemindeki diğer gezegenlerde gündüz ve gece arasındaki aşırı sıcaklık farkının oluşmasının nedeni atmosferin olmaması veya yoğunluklarının dünyadan farklı olmamasından kaynaklanmaktadır. Örneğin Merkür de gündüz sıcaklık 430 °C iken geceleri sıcaklık -180 °C'ye düşmektedir. Gezegenlerin ortalama sıcaklıkları Merkür 167°C, Venüs 464°C, Dünya 15°C, Mars -65 °C, Jüpiter -110°C, Satürn -140°C, Uranüs -195°C, Neptün -200°C ve Plüton -225 °C'dir. Görüldüğü gibi güneşten uzaklaştıkça gezegenlerin ortalama sıcaklıkları düşmektedir.(Science, 2022)

Sera gazının atmosferde bulunması yaşamın devamlılığı için gerekli bir durumdur. Küresel ısınmayı oluşturan durum ise, atmosferde bulunan sera gazı oranının olması gereken oranının çok üzerine çıkması ve bu oranın her geçen gün büyümesidir. Dünya atmosferinin giderek ısınması, yüzbinlerce yılda oluşmuş dünya iklim dengesinin bozulmasına neden olmaktadır.

Birçok kişinin kafasında küresel ısınma ile kutup bölgelerindeki buzulların erimesi ilişkilendirilir. Buzulların erimesi küresel ısınmanın etkilerinden sadece bir tanesidir. Buzulların erime sonucu dünya üzerindeki su akıntılarında sıcaklıklar değişmekte, oluşan ısı farkları, dünya genelinde iklimler üzerinde etki yaratmaktadır. Deniz seviyesinin yükselmesi, ısı değişimi nedeniyle oluşan fırtınalar, ani yağışlar, deniz sıcaklıklarının değişimi nedeniyle canlı türlerinin farklı bölgelere göçü, buzulların erimesinin diğer sonuçlarından bazılarıdır.

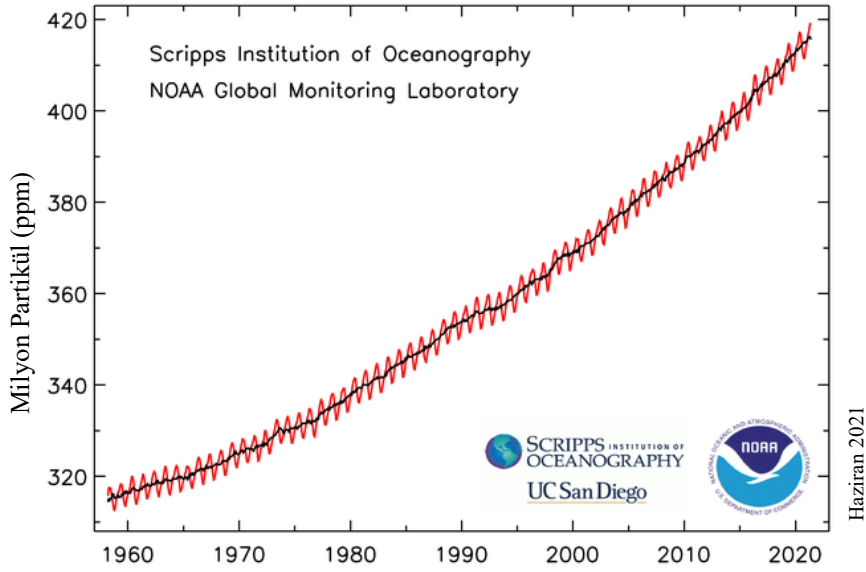
Küresel ısınma sonucu yeryüzüne düşen yağış miktarı azalmakta, buharlaşma etkisi ile yer altı suları daha az beslenmektedir. Bu durum tatlı su havzalarının giderek yok olmasına neden olmaktadır. Su Politikaları Derneği'nin 2021 yılında yaptığı çalışmada Türkiye'de bulunan 300'e yakın gölün yüzde 60'ının kuruduğu, son 60 yılda sulak alanların 70'den fazlasının tamamen kuruduğu, diğer göllerde ise göldeki su seviyelerinin 3'te 1 oranına düştüğü tespit edilmiştir.(Derneği, 2022)

Atmosferdeki karbon miktarını düşmesini sağlayan en büyük etkenlerin başında yeşil bitki örtüsünün fotosentez süreci yer almaktadır. Küresel ısınma sonucu atmosferdeki nem oranının düşmesi orman yangınları sayısındaki ve yangınların yayılma hızını artırmıştır. Buna ek olarak insanlar tarafından konut arazisi açımı, yakacak veya kazanç sağlamak adına ormanların tahrip edilmesi yeşil bitki örtüsünü hızla

azaltmaktadır. Doğanın atmosferdeki karbon miktarını düşürecek en büyük gücü giderek yok olmaktadır. İnsanoğlu maalesef doğayı sadece kirletmekle kalmamakta, doğa üzerinde oluşturduğu tahribatla doğanın kirlenmeyle mücadele edebilmesini de engellemektedir. Bitki örtüsünün her geçen gün azalması, beraberinden bitki, hayvan türünün yok olmasını, ani yağışlar ve sel felaketlerinin oluşmasına da neden olmaktadır.

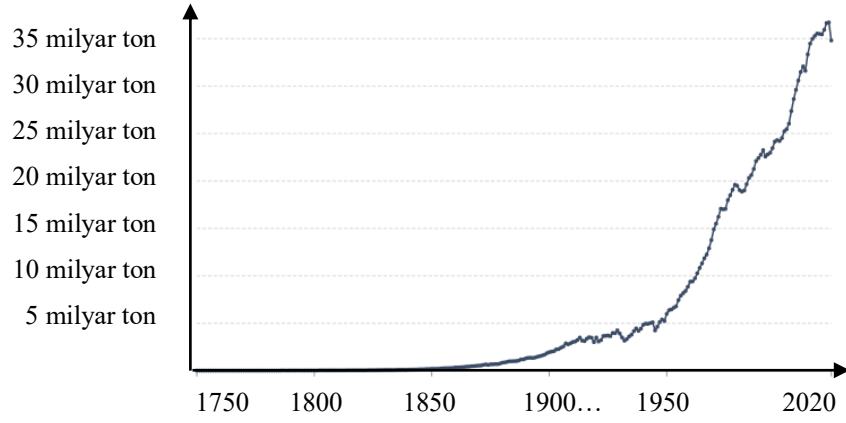
Küresel ısınma sonucu atmosferimizdeki nem oranı giderek azalması sonucu, ısınan havanın yanıcı maddeleri tutuşturması kolaylaşmaktadır. Son yıllarda dünyanın birçok ülkesinde günlerce, aylarca devam eden orman yangınları haberlerinin giderek artmasının en büyük nedeni budur.

Atmosferdeki karbondioksit oranı 2021 yılında 419 Ppm (milyonda bir birim) değerine ulaşarak yeni bir rekor kırmıştır. 1960 yıllarında 317 Ppm seviyesinde olan bu değer sürekli olarak yükseliyor olması küresel ısınmada tehlikenin giderek büyüdüğünün habercisidir. Aşağıdaki Grafik 2.2’de, 1960-2020 yılları arasında atmosferdeki partikül bazlı karbondioksit oranı değişimi gösterilmektedir.



Grafik 2.2. 1960 – 2020 Yılları Arası Mauna Loa Gözlemevi Atmosferdeki CO₂ Değişimi Grafiği ("Carbon dioxide peaks near 420 parts per million at Mauna Loa observatory," 2021)

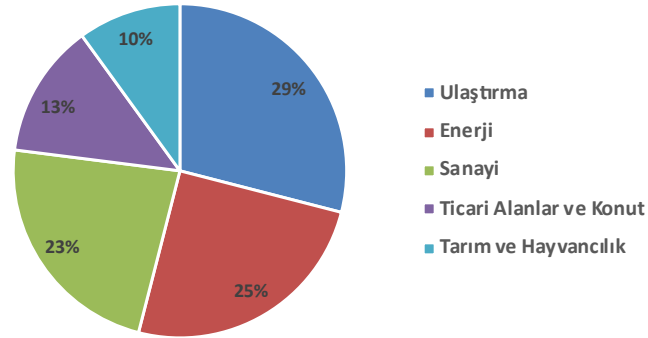
Aşağıdaki Grafik 2.3’de ise 1750-2020 yılları arasında atmosferdeki karbondioksit miktarı değişimi gösterilmektedir.



Grafik 2.3. 1750 – 2020 Yılları Arası Atmosferdeki CO₂ Emisyonu Değişimi (Hannah Ritchie, 2020)

Atmosferde biriken milyarlarca tonluk CO₂'nin azaltılması için öncelikli olarak yapılması gereken atmosferdeki karbondioksit miktarının artış oranının sıfırlanması gerekmektedir. Atmosferdeki karbondioksit artış oranının sıfırlanmasından sonra karbondioksit miktarının azaltılmasına yönelik doğal ve teknolojik süreçler artırılarak, atmosferdeki karbondioksitin oranının eski sınırlarına dönmesi sağlanmalıdır.

Atmosferdeki karbondioksit miktarının azaltılması için karbon kaynaklarının bilinmesi ve bu alanlara yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir. Aşağıdaki Grafik 2.4'de pasta grafiği formatında, 2019 yılında ABD'de, sera gazı oluşturan kaynaklar gösterilmektedir.



Grafik 2.4. ABD'de 2019 Yılı Karbon Emisyonunun Sektör Bazlı Dağılımı (U. S. E. P. Agency, 2022)

Temel olarak karbon emisyonu kaynaklarını, ulaştırma, enerji, sanayi, ticari alanlar ve konutlar, tarım ve hayvancılık oluşturmaktadır. Bu kaynakların dağılımı aşağıdaki gibidir.

- Ulaştırma (%29): Ulaşım ve ticari amaçlar için kullanılan araçlarda kullanılan fosil yakıtların yanması sonucu doğaya salınan karbon kaynaklı oluşmaktadır. Ulaştırma sektörü, karbon emisyonlarının en büyük payını oluşturmaktadır. Sektörde kullanılan yakıtın yüzde 90'ından fazlası, başta benzin ve dizel olmak üzere fosil yakıtlardan oluşmaktadır.
- Enerji (%25): Karbon emisyonlarının ikinci en büyük payını oluşturmaktadır. Elektrik üretimi kaynaklarının yaklaşık yüzde 62'sini kömür ve doğal gaz olmak üzere yanan fosil yakıtlardan oluşmaktadır. Yakılan fosil yakıtlar ulaştırma sürecinde olduğu gibi doğrudan karbon salımı oluşturmaktadır.
- Sanayi (%23): Enerji için kullanılan fosil yakıtlar ile kimyasal madde ile yapılan üretim süreçlerinde oluşan kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan sera gazı emisyonları oluşturmaktadır.
- Ticari Alanlar ve Konut (%13): İşletme ve evlerde oluşan karbon emisyonlarını, ısınma için yakılan fosil yakıtlar, karbon içeren ürünlerin kullanımı ve atıkların işlenmesi sonucu ortaya çıkan gazlar oluşturmaktadır.
- Tarım ve Hayvancılık (%10): Tarımdan kaynaklanan karbon emisyonlarını, genel olarak büyük baş hayvanlar (inek, boğa vb.), tarım topraklarının işlenmesi, tarımsal üretim (pirinç, çeltik vb.) sonucu oluşmaktadır. Tarım alanlarında çeltik alanları, CH₄ salımı oluşturduğu için diğer tarım ürünlerinin önüne geçmektedir. Metan (CH₄) karbondioksitten sonra en yaygın olan ikinci büyük sera gazı miktarını oluşturur. Yoğunluğu karbondioksitten daha fazla olduğu için karbondioksit oranla 25 kat daha fazla küresel ısınma potansiyeline sahiptir. Dünya genelinde CH₄ emisyonlarının yaklaşık olarak %10'unu çeltik tarlalarındaki sera gazı salımı miktarından kaynaklanmaktadır.

Ulaşım, endüstri ve elektrik kaynaklı karbon emisyonu toplamı %77 gibi büyük bir oranı oluşturmaktadır. Bu alanlarda oluşan karbon emisyonu kaynağı fosil yakıtların kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Elde edilen verilerden de görüldüğü gibi karbon emisyonunun azaltılması için öncelikli olarak fosil yakıt kullanımından kaynaklanan salımın önüne geçilmesi gerekmektedir.

Atmosfere salınan karbon emisyonu miktarının azaltılabilmesi ülkelerin kendi başlarına yapabilecekleri bir durum değildir. Her ülkenin kendine düşen büyük görevleri

vardır. Ormanlarının korunması ve yeşil alan miktarının geliştirilmesi, fosil yakıtları kullanımın azaltılması, yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapılabilecek temel çalışmaların başında gelmektedir.

Atmosfere salınan sera gazı miktarının düşürülmesinin yanında atmosferdeki sera gazı yoğunluğunu azaltan çalışmaların da yapılması gerekmektedir. Karbondioksitin atmosferdeki yoğunluğunun azaltılmasında kullanılacak doğal çözümlerin başında fotosentez yapan bitkilerin sayısının artırılması gelmektedir. Yeşil alanların artırılması ile hem doğanın kendini yenileyebilme gücü artırılabilecek hem de atmosfere salınan karbon miktarının azaltılması için yapılan mücadelede, doğal, maliyetsiz bir güç kazanılarak, sıfır karbon salımı hedeflerine daha hızlı ulaşılması sağlanabilecektir.

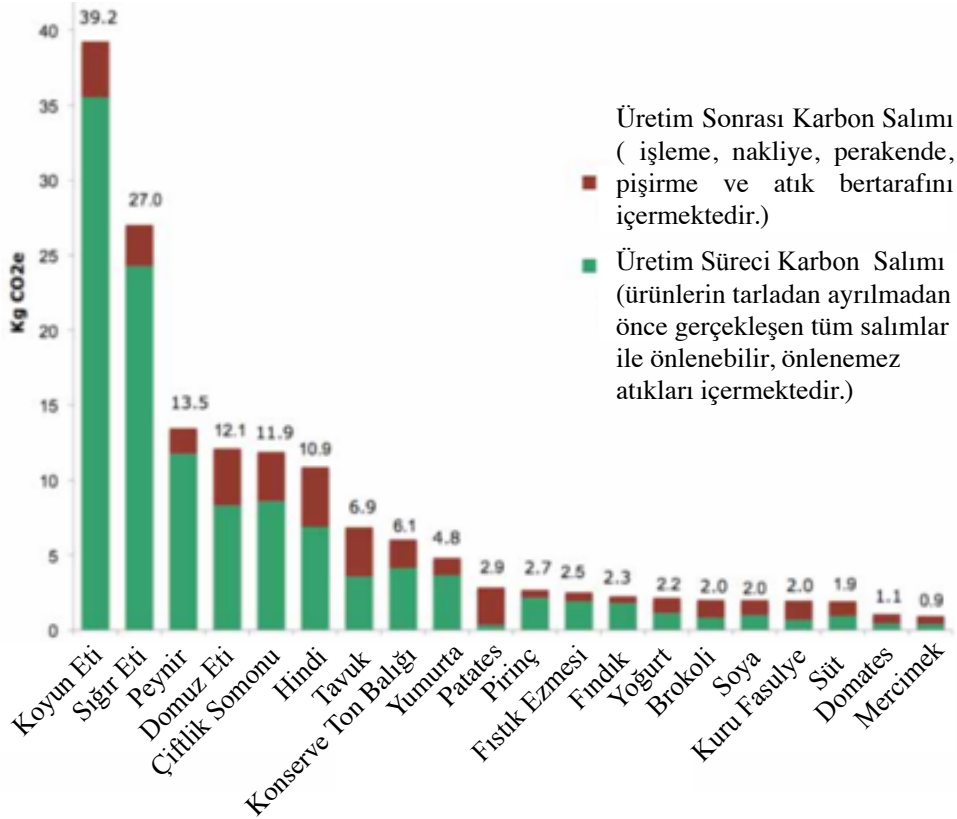
Doğal çözümlere ek olarak gelişen teknoloji de atmosferdeki sera gazı yoğunluğunun düşürülmesi sürecinde kullanılmaya başlamıştır. Yapılan çalışmaların biri yapay fotosentez olarak adlandırılan karbondioksitin elektrokimyasal yöntemlerle organik maddelere dönüştürülmesi yönündeki çalışmadır. 2021 yılında Science dergisinde Çin Bilimler Akademisi'ne bağlı Tianjin Endüstriyel Biyoteknoloji Araştırma Enstitüsü'nün öncülüğünde yapılan yapay nişasta üretimi araştırmalarına dair bilimsel bir makale yayınlanmıştır.(Institute, 2021) Doğal üretim yöntemine göre %90 maliyet tasarrufu sağlayacağı düşünülen sistem, aynı zamanda karbondioksitin dönüştürülmesini de sağlayarak çevreci bir çalışma oluşturmaktadır. Bu ve bundan farklı olarak teknoloji alanında gerçekleştirilen birçok çalışmalar sayesinde, verimli, endüstriyel boyutlu birçok çalışmanın çok yakında yaşantımıza gireceği ve küresel ısınma ile mücadele konusunda büyük bir destek sağlayacağı düşünülmektedir.

2.3. Kişisel Karbon Ayak İzi

Küresel ısınma ile mücadelede başarılı olunabilmesi için bireysel olarak bilinçlenme ve yaşantının bu yönde şekillendirilmesi gerekmektedir. Gün içinde gerçekleştirilen faaliyetler bir çoğunda doğrudan veya dolaylı olarak karbon salımı gerçekleşmektedir. Yenilen yiyecekler bile bir karbon salım kaynağıdır. Örneğin aşağıdaki Tablo 2.1'de ve Grafik 2.5'de, yiyeceklerin yetiştirilmesi aşamasından sofraya gelmesi ve atık süreçleri de dahil olmak üzere 1 kg tüketilen ürün için ortaya çıkan karbon emisyonu miktarı gösterilmektedir.

Tablo 2.1. Tüketilen 1 Kg Yiyecek – İçecek Başına Oluşan Sera Gazı Emisyonu Değerleri

Sıra	Ürün	CO ₂ Emisyon Miktarı	Sıra	Ürün	CO ₂ Emisyon Miktarı	Sıra	Ürün	CO ₂ Emisyon Miktarı
1	Koyun Eti	39,2	8	Konserve Ton Balığı	6,1	15	Brokoli	2,0
2	Sığır Eti	27,0	9	Yumurta	4,8	16	Soya	2,0
3	Peynir	13,5	10	Patates	2,8	17	Kuru Fasulye	2,0
4	Domuz Eti	12,1	11	Pirinç	2,7	18	Süt	1,1
5	Çiftlik Somonu	11,9	12	Fıstık Ezmesi	2,5	19	Domates	1,1
6	Hindi	10,9	13	Fındık	2,3	20	Mercimek	0,9
7	Tavuk	6,9	14	Yoğurt	2,2			



Grafik 2.5. Tüketilen 1 Kg Yiyecek – İçecek Başına Oluşan Üretim ve Üretim Sonrası Sera Gazı Emisyonu Değerleri (kg) (The Environmental Working Group, 2011)

Liste incelendiğinde en çok salımın hayvansal ürünlerden kaynaklandığı gözükmektedir. Bunun temel nedeni ürünün elde edilmesi sürecinin uzun olması ve ürünün elde edilmesi sürecinde ısınma, nakliyat, elektrik, barındırma gibi temel gereksinimlerde fosil yakıt kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Listede yer alan karbon

emisyonu miktarları, ürünün yetiştirildiği coğrafya, ürün cinsine göre değişiklik göstermekle birlikte, genel olarak sıralama ve oransal olarak aynı sıralamada listelenir. Örneğin sıcak iklim bölgelerinde ve yem olarak doğadan beslenen hayvanların yetiştirildiği bölgelerde ısınma giderleri, yem taşımacılığı gibi temel karbon salım miktarının minimum seviyede olacağı için bu bölgelerde et kaynaklı karbon salımı miktarları biraz daha düşük çıkabilecektir.

2017 yılında yapılan bir başka çalışmada elde edilen karbon emisyonu salım miktarları; Domuz eti: 3,54 kg, Kümes hayvanları: 1,07 kg, Sığır eti: 30,86 kg, Kuzu & Keçi: 35.02 kg, Balık: 1.60kg, Yumurta: 0.92kg, Süt/Peynir: 1,42 kg, Buğday: 0,19 kg, Pirinç: 1.28 kg, Soya: 0,45 kg, Fıstık ezmesi: 1,77 kg olarak elde edilmiştir. (Experts, 2019)

Bu çalışmada, ülke bazlı, kişisel olarak gerçekleştirilen yıllık karbon ayak izi miktarları da verilmiştir. 130 ülkenin hayvansal ve hayvansal olmayan ürünleri, üretildiği bölge koşullarına bağlı olarak hesaplanmış ve elde edilen toplam karbon salımı, “Hayvansal Ürünler”, “Hayvansal Olmayan Ürünler” grupları altında, ülke bazlı sıralanmıştır. Aşağıdaki Tablo 2.2’de, çalışma kapsamında oluşturulmuş listede yer alan ilk 10 ülke, Türkiye ve listenin sonunda yer alan Bangladeş için elde edilen kişi başı yıllık karbon salımı miktarları listelenmektedir.

Tablo 2.2. Ülkelerde Hayvansal ve Hayvansal Olmayan Gıdalardan Oluşan Kişi Baş Yıllık Karbon Salımı Miktarı (Experts, 2019)

Sıra	Ülke	Hayvansal Ürünler	Hayvansal Olmayan Ürünler	Fark
1	Arjantin	2.140,65	31.75	2.108,90
2	Avustralya	1.895,56	43.10	1.852,46
3	Arnavutluk	1.733,73	44.12	1.689,61
4	İzlanda	1.705,55	25.81	1.679,74
5	Yeni Zelanda	1.709,80	41.14	1.668,67
6	Amerika Birleşik Devletleri	1.680,79	38.07	1.642,72
7	Uruguay	1.597,66	37.25	1.560,41
8	Lüksemburg	1.571,69	26.72	1.544,97
9	Brezilya	1.562,68	54.05	1.508,63
10	Kazakistan	1.539	36.08	1.502,92
48	Türkiye	835,98	61.03	774,95
130	Bangladeş	149,55	224.63	-75,08

Karbon salımını oluşturan en büyük kaynak yukarıdaki Grafik 2.4'deki sektör bazlı karbon salımı kaynakları dağılımında da gördüğümüz gibi fosil yakıt kullanımından kaynaklanmaktadır. Fosil yakıtlar, enerji, ısınma ve lojistik süreçlerin temelinde yer aldığı için her ürünün karbon salımı değerini etkilemektedir. Ülkemizde son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarında hızlı büyümesi, kurulu güç içinde yenilenebilir enerji miktarının %50'nin üzerine çıkması sayesinde üretim süreçlerinde oluşan karbon salımı miktarı düşmüştür.

Karbon ayak izimizi sıfırlamak gerçek manada mümkün olmamakla birlikte, gerçekleştirilen salım miktarını en aza indirecek şekilde yaşantıların şekillendirilebilmesi gerekmektedir. En çok karbon salım kaynağı fosil yakıtların kullanımından gerçekleştiği için bu alanda oluşturulan salım miktarını azaltıcı çalışmaların önceliklendirilmesi, daha yaşanabilir bir çevre hedefine ulaşılmasında büyük katkı sağlayacaktır. Fosil yakıt kullanımında benzin ve türevlerinin kullanımı ile enerji ön plana çıkmaktadır. Bireysel olarak karbon salımı miktarının azaltılması için gerçekleştirilebilecek çalışmaların bazıları aşağıda listelenmiştir.

- Kısa mesafelerde taşıt kullanmak yerine bisiklet kullanmak, uzun mesafeler için ise olabildiğince toplu taşıma araçlarının kullanılması ile doğrudan fosil yakıt kullanımı minimum seviyeye çekilebilir.
- Çamaşır, bulaşık, kurutma makinelerinin tam dolu olmadan çalıştırılmaması, tasarruflu ampuller kullanılması, ütü, fırın, klima vb. cihazların gereğinden fazla çalıştırılması, boşa yanan ampullerin kapatılması evde enerji verimliliğini artırmak ve elektrik israfının engellenmesi için yapılabilecek temel eylemlerin başında gelmektedir. Aktif olarak ihtiyaç duyulmayan tüm enerji kaynaklı cihazların kapatılması, kullanılan makinelerin zamanında ve optimum enerji tüketecek seviyede kullanılması gerekmektedir.
- Enerji tüketimi fazla eski elektrikli cihazları, A sınıfı enerji tüketimi olan cihazlar ile değiştirilmesi veya ilk defa alım sırasında enerji verimliliklerine dikkat edilmesi. Benzer şekilde kombi gibi ısınma sistemlerinde daha yüksek ısı veren ürünler, örneğin yoğunmalı kombiler, tercih edilmelidir.
- Evin yalıtılması ile kışın ısı kaybının önlenmesi, yazın serin kalmasının sağlanması ile daha az enerji kullanımı. Sıcak su ve elektrik üretiminde güneş enerjisi panellerinin kullanılması ile daha az karbon salımı sağlanabilir.
- Enerji verimliliğini sağlamak için doğrudan enerji harcayan ürünler dışında

enerjiye kaynağına bağı olmayan fakat ürünün üretimi ve evimize getirilmesi sürecinde enerji harcayan ürünleri de düşünmemiz gerekir. Bu nedenle evimizde gereksiz yere tüketilen her şey doğamıza zarar vermektedir. Örneğin suyun işlenmesi ve evimize gelmesi sürecinde enerji harcanmaktadır. Suyun gereksiz kullanılması aynı zamanda temiz su kaynakların boşa harcanmasına neden olmaktadır. Küresel ısınma ile zaten giderek azalan kaynakların yok olmasını önlemek için su kullanımında özen gösterilmesi yaşanabilir bir gelecek için çok önemlidir.

- Yenilen yiyeceklerde hayvansal ürünler daha fazla karbon salımına neden olmaktadır. Bu nedenle kalori ihtiyacımızı ve vücudumuz için gerekli besin dengesini etkilemeyecek şekilde daha az hayvansal ürün tüketilmesi ile karbon salımımızı azaltabiliriz. Ürün tercihlerinde ithal ürünler yerine yerli sebze ve meyvelerin tüketilmesi ile ithal ürünlerin lojistik sürecinde oluşan karbon salımı kadar daha az karbon salımı gerçekleştirmiş oluruz.
- Dijitalleşmeyi yaşantımızda artırabiliriz. Örneğin notlarımızı dijital olarak tutarak daha az ofis malzemesi, basılı belge harcarız, bazı toplantılarımızı çevrimiçi yaparak daha az fosil yakıt tüketmiş oluruz.
- Tek kullanımlık plastik ürünler yerine yeniden kullanılabilir veya yeniden dönüşümü kolay olay ürünler tercih edilmelidir.
- İhtiyaç fazlası ürün alınımından kaçınılması gerekmektedir. Her ürünün üretim sürecinde enerji harcanmaktadır.
- Geri dönüşümü yapılan tüm ürünlerin (kıyafet, atık kâğıt, plastik vb.) çöpe atılmadan toplama merkezlerine götürülmesi ile enerji verimliliğini sağlarız.
- Evde, okulumuzda, iş yerimizde yeşil bitkiler yetiştirerek ve yeşillendirme çalışmalarına katılar karbon ayak izimizi minimum seviyeye düşürebiliriz. Doğanın en büyük koruyucuları olan her bir ağaç, ortalama yılda 12 kg, ömrü boyunca 1 ton karbondioksiti dönüştürür.
- Alışveriş yaparken yenilenebilir enerji projelerinde yer alan, bu projeleri destekleyen veya üretim süreçlerinde sıfır karbon hedefi doğrultusunda iyileştirmeler yapan firmaların ürünlerinin alınması ile bu yönde çalışmalar yapan firmalarımızı destekleyebiliriz.

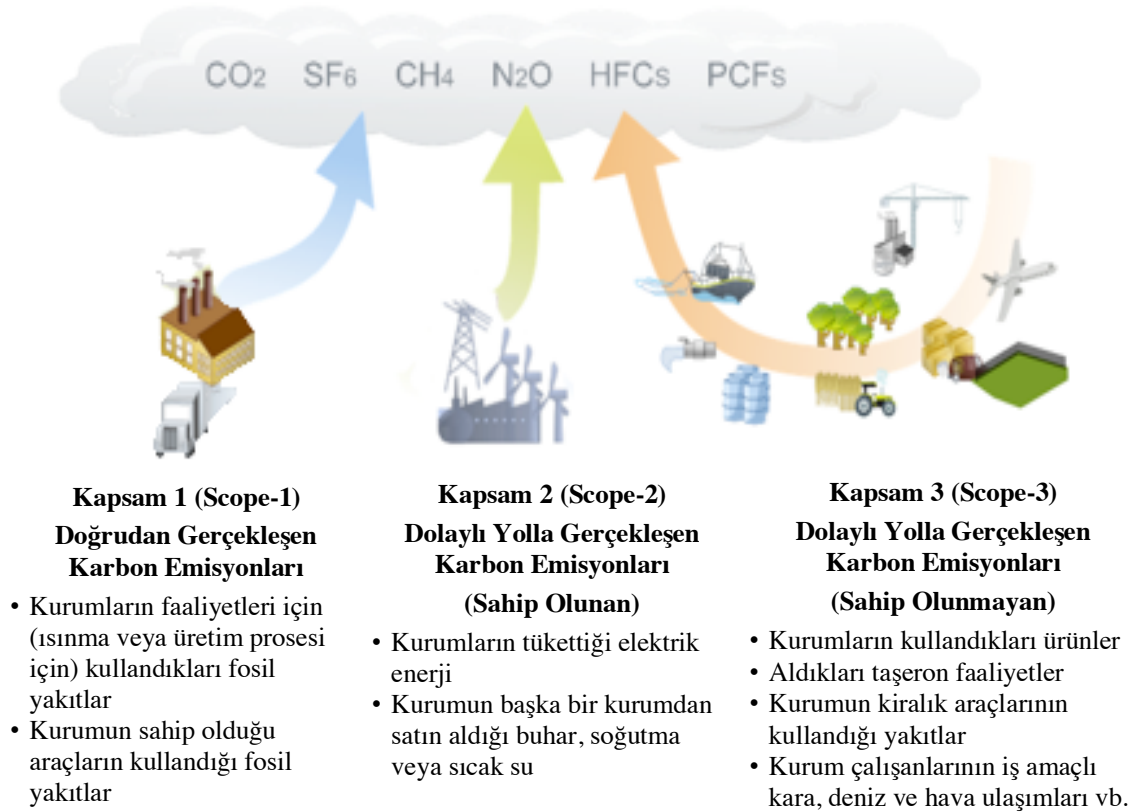
2.4. İşletmelerde Karbon Ayak İzi

İşletmelerde, kişisel karbon ayak izi kaynaklarına ek olarak, kullanılan makine/teçhizat, ham madde, lojistik, ürün kullanımı, seyahat gibi birçok süreç sonrası karbon salımı ortaya çıkmaktadır. İşletmelerdeki karbon salımı kaynakları Kapsam-1, Kapsam-2 ve Kapsam-3 başlıkları altında üç grup altında toplanmaktadır.

İşletmeler faaliyetleri sürecinde doğrudan ve dolaylı yoldan karbon salımı gerçekleştirmektedir. Fosil yakıtların ısınma ve araçlarda kullanımı doğrudan yapılan karbon salımına örnek olarak verilebilir. Bir ürün üretimi sırasında kullanılan elektrik enerjisi ise, elektriğin üretimi sırasında doğaya karbon salımı oluşturduğu için, dolaylı karbon salımına örnek olarak verilebilir.

İşletmelerin faaliyetleri sürecinde doğrudan veya dolaylı olarak doğaya saldığı karbon salımı miktarının tamamı Karbon ayak izi olarak tanımlanmaktadır. Karbon ayak izi, atmosfere salınan karbon emisyonu miktarının, birim ton üzerinden hesaplanması ile bulunur.

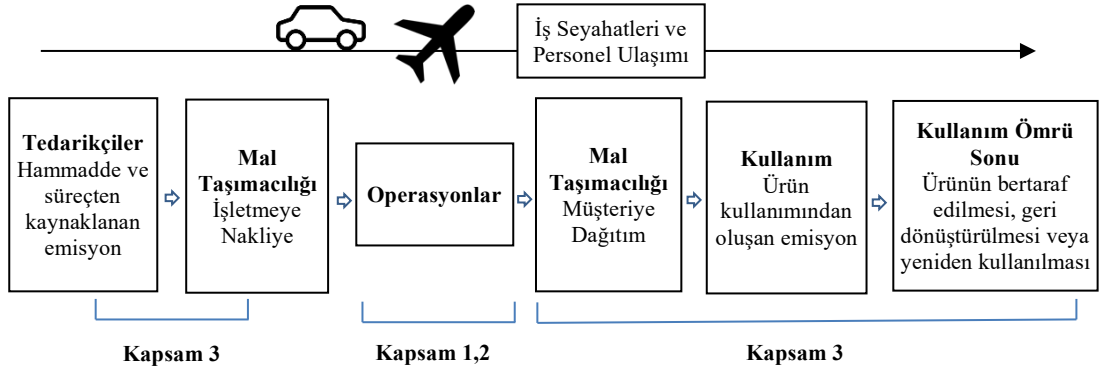
Kapsam-1, Kapsam-2 ve Kapsam-3 karbon salımlarının kapsamları aşağıdaki Şekil 2.1.'de gösterilmiş ve detaylı olarak açıklanmıştır.



Şekil 2.1. Karbon Salım Kaynakları Kapsam Dağılımı

- **Kapsam - 1 (Scope 1) Doğrudan Gerçekleşen Karbon Emisyonları:** İşletmenin doğrudan faaliyetlerinin sonucu olarak atmosfere salınan karbon emisyonlarıdır.
 - Araçların fosil yakıtları (Benzin, LPG vb.) yakması sonucu ortaya çıkan gazlar,
 - İşletmede kullanılan sera gazı kaynaklarındaki sızıntılar sonucu ortaya çıkan gazlar, (Örneğin ısıtma, soğutma ünitelerindeki gazlar)
 - Üretim süreçlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonları, (Örneğin çimento üretim süreci, kimyasal tepkimeler vb.)bu kapsama girer.
- **Kapsam - 2 (Scope 2) Dolaylı Yolla Gerçekleşen Karbon Emisyonları (Sahip Olunan):** İşletmelerin faaliyetleri sürecinde kullandıkları elektrik enerjisi, ısı, su buharı gibi kaynakların üretimi sürecinde doğaya salınan karbon emisyonlarından kaynaklanan dolaylı salımları kapsamaktadır. Örneğin elektrik üretimi sürecinde fosil yakıt kullanılıyor ise elektrik üreten işletmenin üretim süreci içinde oluşturduğu karbon emisyonu Kapsam-1 içinde değerlendirilirken, üretilen elektriği kullanan işletme, kullandığı elektrik nedeniyle doğaya sera gazı emisyonu salımına neden olduğu için, kullandığı elektrik enerjisi üretimi için oluşan karbon emisyonu miktarı Kapsam-2 içinde yer almaktadır.
- **Kapsam - 3 (Scope 3) Dolaylı Yolla Gerçekleşen Karbon Emisyonları (Sahip Olunmayan):** Kapsam-1 ve Kapsam-2 içinde olmayan, kurumların kendi faaliyetleri sürecinde kullandıkları ürün ve süreçlerin üretilmesi, gerçekleştirilmesi için diğer işletmeler tarafından gerçekleştirilen tüm dolaylı karbon emisyonlarını içerir. Buradaki karbon emisyonu kaynağı işletmeye ait değildir ve kontrol edilememektedir.

Aşağıda yer alan Şekil 2.2, Kapsam-3 dâhilinde oluşan sera gazı emisyonu salımı kaynaklarının daha kolay anlaşılmasını sağlayacaktır.



Şekil 2.2. Karbon Salımı Kapsam 3 Etmenleri (envizi)

Resimden de anlaşılacağı gibi Kapsam-3 işletmede üretilen, sağlanan ürünün / hizmetin oluşturulması için gerekli kaynakların işletmeye sağlanması süreçlerinde (üretim öncesi süreçleri) ve işletmede üretilen ürünün / hizmetin müşteriye ulaştırılması, müşteri tarafında kullanılması, kullanım ömrü sonunda bertaraf edilmesi, geri dönüştürülmesi veya yeniden kullanılması süreçlerinde (üretim sonrası) ve süreç içinde çalışanların işe geli-gidiş aşamalarında veya iş gezisi süreçlerinde seyahatleri nedeniyle oluşan karbon salımlarını kapsar. Kapsam olarak çok geniş bir periyodu içermesi bakımından tam olarak analiz edilmesi ve raporlandırılabilirliği en zor kapsamdır.

Sera Gazı Emisyonu Protokolüne (Greenhouse Gas Emission Protocol – GHG) göre sera gazı emisyonu Kapsam-3, sera gazı emisyonunun kaynağı bakımından 15 kategoriye ayrılmıştır. Kapsam-3 kendi içinde, üretime dönük (upstream-yukarıya dönük) operasyonlarda ve satışa dönük (downstream-aşağıya dönük) operasyonlarda oluşan emisyonlar olarak iki bölümde incelenir. İşletmelerin satın aldığı veya edindiği mal veya hizmetlerin tedarik zincirindeki üretime dönük operasyonları yukarıya dönük operasyonlardır. Müşteri ve nihai tüketicilerin satışa dönük faaliyetleri aşağıya dönük operasyonlardır.(Contributors, 2013)

Tablo 2.3. Yukarıya Dönük (Upstream) Süreçler (Contributors, 2013)

Süreç Başlığı	Süreç Açıklaması
Satın Alınan Mallar ve Servisler	Satın alınan veya edinilen mal veya hizmetlerin çıkarma, üretim ve ulaştırma süreçlerinde başlangıçtan tamamlanması süresine kadar oluşan sera gazı emisyonları
Sermaye Malları	Satın alınan veya edinilen işletme öz mal veya hizmetlerin çıkarma, üretim ve ulaştırma süreçlerinde başlangıçtan tamamlanması süresine kadar oluşan sera gazı emisyonları
Yakıt ve Enerji ile İlgili Faaliyetler (Kapsam 1 ve 2 İçinde Yer Almayan)	Kapsam 1 ve 2 haricinde yakıt ve enerji iletim, dağıtım süreçlerindeki kayıplar, son kullanıcıya satın alınan elektrik üretiminin satılması vb.
Taşıma ve Dağıtım	İşletme kendi sahibi olduğu araçlar dışında satın alınan ürünlerin taşınması, dağıtılması süreci
Operasyonlar Sonucu Oluşan Atık	İşletmenin operasyonları sonucu oluşturduğu atıkların bertaraf edilmesi ve işlenmesi
İş Seyahatleri	Çalışanların iş seyahatleri
Çalışanların İşe Gelip Gitmeleri	Çalışanların evlerinden iş yerine gelme süreçleri
Kiralanan Varlıklar	İşletme tarafından kiralanan varlıklar

Tablo 2.4. Aşağıya Dönük (Downstream) Süreçler (Contributors, 2013)

Süreç Başlığı	Süreç Açıklaması
Satılan Mallar ve Servisler	Satılan mal veya hizmetlerin çıkarma, üretim ve ulaştırma süreçlerinde başlangıçtan tamamlanması süresine kadar oluşan sera gazı emisyonları
Satılan Ürünlerin İşlenmesi	Ara ürünlerin işlenmesi
Satılan ürünlerin Kullanımı	Satılan ürünlerin kullanım ömürleri içinde oluşturduğu sera gazı emisyonları
Atık Bertaraf Süreci	Ürünün atık olarak bertaraf edilmesi sürecinde oluşan sera gazı emisyonları
Kiralanan Varlıklar	Sahip olunan varlıkların kiraya verilmesi
Bayilikler	Bayiliklerde oluşan sera gazı emisyonları
Yatırımlar	Öz sermaye, borç ve proje yatırımları

İşletmenin faaliyeti sürecinde ürün ve hizmeti tedarik etmesi veya bayilerine, müşteriye ulaştırması sürecinde, Kapsam-1 ve Kapsam-2 içinde yer almayan, doğrudan işletme tarafından oluşturulmayan her türlü karbon emisyonu kaynağı Kapsam-3 içine girer. İş seyahatleri, çalışanların işe geliş, gidişleri sırasında yayılan karbon emisyonları, işletme atıkları, atıkların bertaraf edilmesi, işletmenin kullandığı mal ve hizmetlerin

üretim sürecinde oluşan sera gazı emisyonları (örneğin bir top kâğıdın üretim sürecinde oluşan sera gazı emisyonu miktarı), ürün, hizmet tedariki sürecinde doğrudan işletmenin gerçekleştirmediği taşıma süreçlerinden oluşan karbon emisyonları, Kapsam-3 içinde oluşan sera gazı emisyonu kaynaklarına örnek olarak verilebilir. Tablo 2.3 ve Tablo 2.4’de yer alan alanlardan da görüldüğü üzere, işletmenin bu süreçlerde oluşan sera gazı emisyonu miktarına doğrudan bir bağı bulunmamaktadır.

Kapsam-3 içinde oluşan karbon salımı birçok işletme tarafından bilinmemekte veya dikkate alınmamaktadır. Birçok işletmenin hazırladığı karbon salımı raporu genel olarak Kapsam-1 ve Kapsam-2 içinde oluşan karbon salımlarını içermekte, Kapsam-3 içinde oluşan karbon salımına ise raporlarda ya hiç yer verilmemekte veya kısıtlı olarak yer verilmektedir. Oysa işletmelerin faaliyet alanlarına bağlı olarak Kapsam-1, Kapsam-2 ve Kapsam-3 içinde meydana gelen karbon salım oranları çok değişiklik gösterebilmektedir.

Örneğin fosil yakıttan elektrik üretimi yapan enerji tesisleri doğrudan Kapsam-1 içinde yüksek miktarda karbon salımı gerçekleştirmektedir. Bunun yanında elektronik ürün üretimi yapan başka bir firmanın Kapsam-1 ve Kapsam-2 içinde oluşturduğu salım oranı Kapsam-3’e göre çok düşük seviyede olabilir. Örnek olarak dünya üzerinde en büyük bilgisayar üreticilerinden biri Kapsam-3’den oluşan sera gazı emisyonu salımı miktarını hesaba katmamış, yenilebilir enerji yatırımları, ağaç dikme projeleri ve çok az miktarda karbon kredisi temini ile karbon salımı miktarını dengelediğini müşterilerine duyurmuştur. Fakat işletmenin Kapsam-3 dâhilinde yaptığı karbon salımı miktarının yeniden hesaplanması sonucu, işletmenin hesapladığı değerden 9 kat fazla karbon salımı gerçekleştirdiği, hesapladığı ve raporlandığı karbon salımı miktarının gerçekte olan karbon salımı miktarının sadece %9.8’i kadar olduğu hesaplanmış, bu durum işletme için büyük bir itibar kaybına sebebiyet vermiştir.(Ace, 2009) Burada görüleceği gibi işletmelerin faaliyet alanlarına bağlı olarak, kapsam grupları içinde gerçekleştirdiği karbon salımı miktarları çok büyük farklılıklar oluşturabilmektedir.

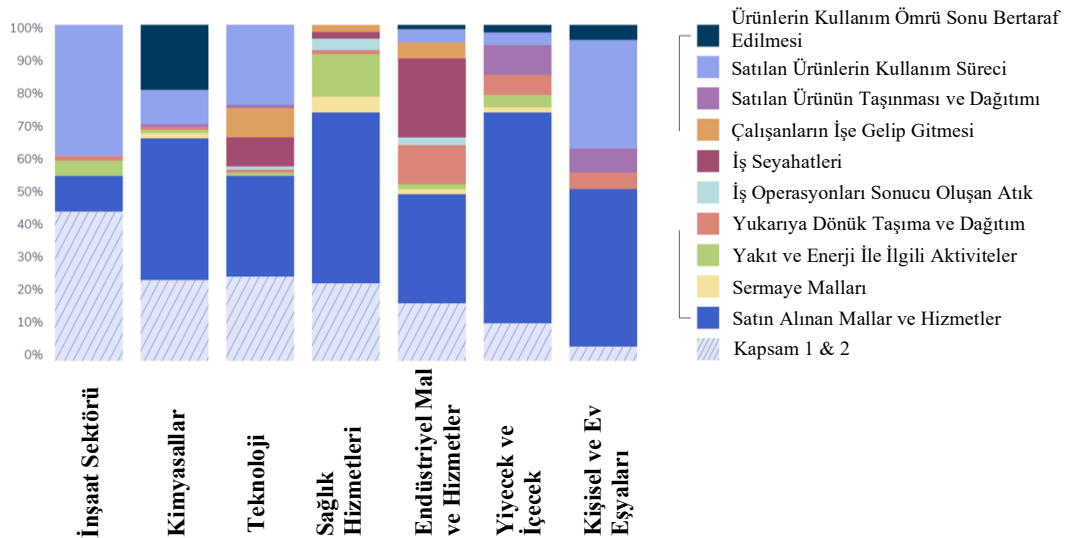
Aşağıdaki Tablo 2.5’de, başka bir elektronik ürün üreticisi Apple firması tarafından Kapsam-3 dâhilinde oluşan karbon salımı miktarları yer almaktadır. Firma, 2019 yılı içinde gerçekleştirdiği karbon salımı toplamını 25.1 milyon metrik ton olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2.5. 2019 yılı Apple Firması Kapsam 3 Dahilinde Gerçekleştirdiği Yıllık Karbon Salımı (MtCO_{2e}.) (IZM, 2019)

Üretim	Nakliyat	Ürün Kullanımı	Geri Dönüşüm
18,91	1,44	4,1	0,06

Yukarıdaki Tablo 2.5’deki değerlerin toplamının, firmanın toplam yıllık karbon salımı içindeki oranı %97.7 oranındadır. Buradan da görüleceği gibi firma Kapsam-3 içinde yer alan tüm karbon salımlarını hesaplamış ve toplam karbon salımı raporları içinde göstermiştir. Firma karbon salımı miktarını düşürmek için Kapsam-2 içinde yer alan enerji kullanım kaynağını yenilenebilir enerji kaynaklarından temini gibi çalışmalar yanında, Kapsam-3 içinde yer alan ürettiği cihazlarda, paketlenme süreçlerinde kullanılan malzemelerin daha az karbon salımı oluşturan malzemeler ile değiştirilmesi (plastik vb. kullanımının azaltılması), ozon tabakasını zarar veren malzemelerin kullanılmaması, ürünlerin kullanım ömründe enerji kullanımının minimize edilmesi, ürünlerin geri dönüşüm süreçlerine aktarılabilmesi gibi birçok çalışma gerçekleştirmektedir. Böylece asıl karbon emisyonu kaynağı olan Kapsam-3 içinde yer alan karbon emisyonu kaynaklarını minimize etmeyi amaçlamakta ve bu yönde politikalarını yürütmektedir.

Aşağıdaki Grafik 2.6’da bazı sektörlerin Kapsam-1, Kapsam-2 ve Kapsam-3 içindeki karbon salım yoğunlukları gösterilmektedir. Kapsam-3, satın alınan ürün ve hizmetten başlayarak, satılan ürünün atık imha sürecini kadar giden 12 kategori başlık altında gösterilmiştir.



Grafik 2.6. Kapsam-3 Sera Gazı Emisyonunun Sektörlere Göre Dağılımı (envizi)

2.5. Kapsam-3 Raporlamasındaki Zorluklar

Şekil 2.2’de de görüldüğü gibi Kapsam-3 içine giren karbon salımı kaynakları çok geniş bir yelpazede oluşmakta ve zaman aralığı bakımından çok geniş bir zaman periyodunu kapsamaktadır. Bu kapsam içinde oluşan karbon salımı, doğrudan işletme tarafından yürütülen bir operasyon sonucunda oluşmadığı için genellikle bilinmemekte, göz ardı edilmekte ve tam olarak hesaplanamamaktadır. Analizi ve hesaplaması en zor olan karbon salımı kapsamıdır.

- Oluşan salımın hangi kapsam içinde değerlendirileceğinin bilinmemesi,
- İşletmenin iş süreçleri için gerekli olan ürün veya hizmetin tedariki sürecinde, çok sayıda tedarikçi ile işlem yapılması ve tüm tedarikçilerden istenen verilerin elde edilememesi veya verilerin doğruluğunun onaylanamaması
- Benzer şekilde işletme iş süreçleri sonucu oluşan ürün veya hizmetin müşterilere ve bayiliklere ulaştırılması sürecinde faaliyet gösteren dağıtım ve lojistik firmalarından istenen verilerin elde edilememesi veya verilerin doğruluğunun onaylanamaması
- İşletme iş süreçleri sonucu oluşan ürün veya hizmetin yaşam döngüsü sonuna kadar oluşan süreci kapsamı,

temel olarak Kapsam-3 içinde oluşan karbon salımının hesaplanmasındaki zorlukları oluşturmaktadır. (envizi)

Örnek olarak bir otomotiv fabrikası üretim hattından çıkan bir aracı oluşturabilmek için binlerce parçayı bir araya getirmekte ve her parçayı birçok tedarikçiden temin edebilmektedir. Kapsam-3 içindeki maddelerden sadece bir tanesi olan, temin edilen parçaların üretim sürecinde oluşan karbon salımı miktarını bile hesaplayabilmesi için belki yüzlerce tedarikçi ile iletişime geçip, her bir kullanılan parçanın birim karbon salım miktarını istemesi gerekmektedir. Bu işlem, büyük bir iş yükü oluşturan, elde edilmesi ve takibi çok zor bir süreci oluşturmaktadır. Ayrıca elde edilen değerlerin gerçek değerler olması, işletmenin karbon salımı miktarını doğru hesaplayabilmesi için büyük bir önem arz etmektedir. Bu durum işletmeler için büyük bir risk oluşturmaktadır. Örneğin bir vida üretim sürecinde çok fazla kullanılan üründür. Eğer bu vidanın birim karbon salım değerinin gerçek değerinden çok fazla elde edilmesi senaryosunda, işletmenin toplam karbon salım değeri gerçek değerinin çok üzerinde hesaplanacaktır. Tam tersi senaryoda, vidanın karbon salım değeri gerçek değerinin çok altında elde edilmesi durumunda ise işletmenin toplam karbon salımı değeri gerçek değerinin çok altında hesaplanacaktır.

Bir işletmenin ürettiği bir ürünün birim ürün karbon salım miktarını doğru hesaplayamaması, zincirleme olarak bu ürünü kullanan tüm işletmelerin hesaplamalarında hatalı sonuçlar oluşmasına neden olur. Bu karmaşık ve yürütülmesi zor olan sürecin üstesinden gelebilmek için tüm iş süreçlerinin ve verilerin dijital olarak bir program üzerinden takip edilebilmesi, işletmenin karbon salımı miktarını doğru olarak hesaplayabilmesi için bir zorunluluk oluşturmaktadır.

Kapsam-3 hesaplamasında karşılaşılan bir başka sorun da oluşan karbon ayak izinin birden fazla işletme tarafından kayıt altına alınması durumudur. Örneğin, bir petrol ve gaz şirketi tüm yakıtını bir maden şirketine satıyorsa ve bu madencilik şirketi madenini işletmek için yalnızca bu şirketin ürünlerini kullanıyorsa, petrol ve gaz şirketinin aşağı yönlü Kapsam-3 emisyonları esas olarak madencilik şirketinin Kapsam-1 emisyonunu oluşturmaktadır ve bu değerler eşdeğerdir. Bu sorunu aşmanın yollarından biri işletme faaliyetleri içinde tekrarlanan emisyon salımı miktarlarının elde edilen bir çarpan değeri ile çarpılarak işletme başına düşen karbon salımı miktarının hesaplanabilmesidir. "tekilleştirme çarpanı" olarak tanımlanabilecek bu çarpan, yeterince büyük bir veri kümesi (binlerce şirketi kapsayan bir evren) içinden tekrarlanan karbon ayak izi sayısı verileri üzerinden elde edilebilir. MSCI tarafından, ana iklim riski veri kümesindeki yaklaşık 12.000 şirket üzerinde gerçekleştirdiği analizde, karbon ayak izini tekilleştirme çarpanı değeri yaklaşık 0,205 olarak bulunmuştur.(Baker, 2020) Fakat bu değer tüm işletmelerde aynı olmaması nedeniyle kullanılmasında suistimal durumlar oluşturabilecektir. Bu nedenle değerın devlet tarafından gerçekleştirilen toplam karbon salımının raporlandırılması sürecinde kullanılması işletmelerin karbon salımı ile mücadelesindeki karışıklığı önleyecektir.

Ülkemiz, 2021 yılı sonunda resmi olarak Paris İklim Antlaşmasını kabul etmiş ve 2030 hedeflerini ulaşabilmek için çalışmalarına hızlandırmıştır. Bu kapsamda yakın bir süreçte işletmelerimize karbon salımı konusunda uyması gerek kurallar ve yasal düzenlemeler belirlenecek ve işletmelerin gerçekleştirdikleri karbon salımı miktarlarının, belirlenecek limitlerde tutması için sınırlamalar getirilecektir.

Yukarıdaki Grafik 2.6'da görüldüğü gibi birçok sektörde Kapsam-3 içinde oluşan karbon salımı, Kapsam-1 ve Kapsam-2 de oluşan karbon salımı miktarından çok fazladır. İşletmeler için bir zorunluluk haline gelecek olan karbon takibi sürecinin işletmeler tarafından kolayca yürütülmesi için bu çalışma kapsamında bir yazılım algoritması oluşturulacak ve gerçekleştirilen yazılım ile işletmelerin bu konuda bilgilendirilmesi

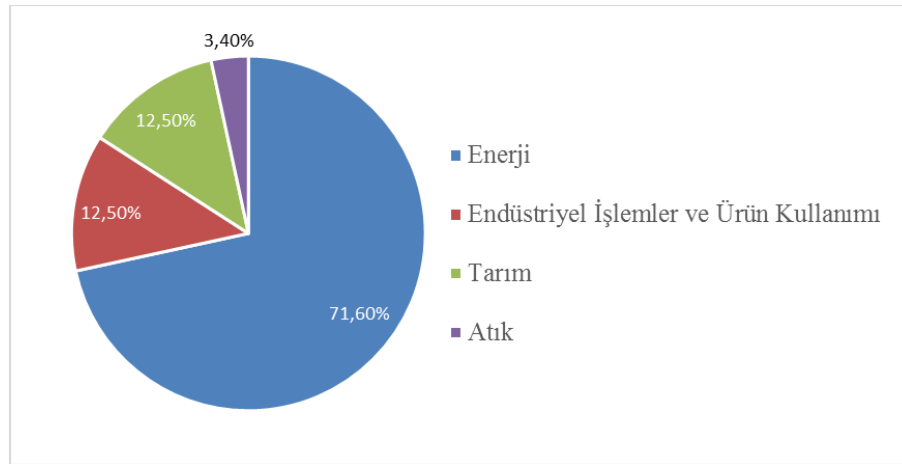
sağlanacak ve ihtiyaçları karşılanmaya çalışılacaktır. Bu süreçler ile ilgili bilgiler sonraki bölümlerde açıklanacak ve tartışılacaktır.

2.6. Türkiye’de Sera Gazı Salımı

Türkiye İstatistik Kurumu 31 Mart 2020 tarihli “Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2018” belgesine göre Türkiye’nin toplam sera gazı emisyonu 2018 yılında 520,9 Mt CO₂ eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. 2018 yılında gerçekleşen sera gazı emisyonu miktarının salım kaynaklarına göre dağılımı aşağıdaki Tablo 2.6’da yer almaktadır.

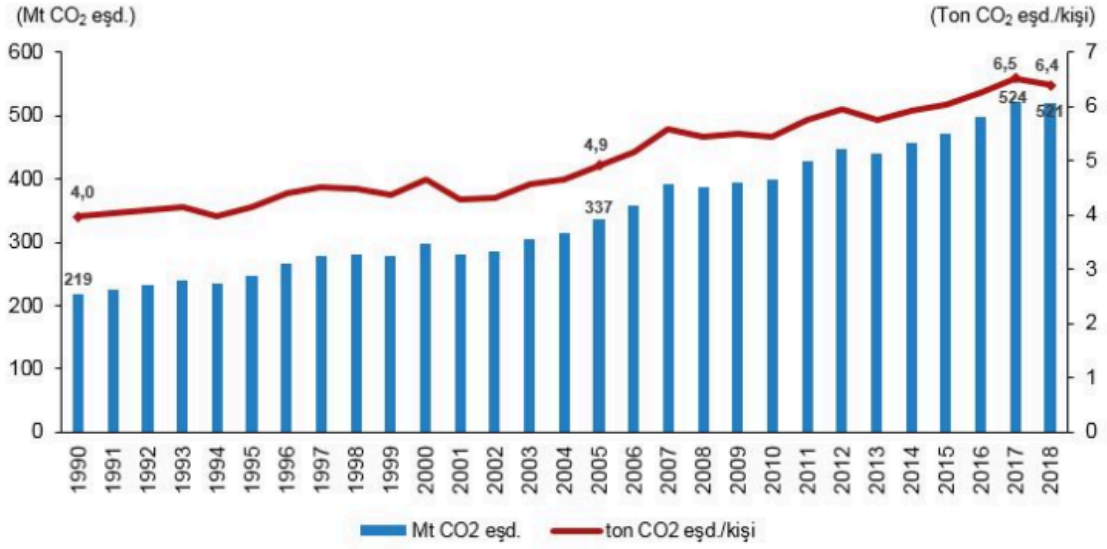
Tablo 2.6. 2018 Yılı Türkiye Sera Gazı Emisyonu Kaynaklarının Sektörel Dağılımı (Kurumu, 2020)

Karbon Salımı Kaynağı	Yüzdeler Oranı (%)	Eşdeğer CO ₂ Salımı (Mt)
Enerji Kaynaklı Emisyonlar	71,6	373,1
Endüstriyel İşlemler ve Ürün Kullanımı	12,5	65,2
Tarımsal Faaliyetler	12,5	64,9
Atık Takip	3,4	17,8



Grafik 2.7. 2018 Yılı Sektörlere Göre Sera Gazı Emisyonu Oranları (Kurumu, 2020)

1990 yılında sera gazı emisyonu 219 Mt CO₂ eşdeğeri iken bu değer yıllar bazında sürekli olarak artarak 2018 yılında 520,9 Mt CO₂ eşdeğeri değerine gelmiştir. Kişi başı toplam sera gazı emisyonu 1990 yılında 4 ton CO₂ eşdeğeri iken, 2018 yılında 6,4 ton CO₂ eşdeğeri çıktığı hesaplanmıştır. (Kurumu, 2020)



Grafik 2.8. Türkiye’de 1990-2018 Yılları Arası Toplam ve Kişi Başı Sera Gazı Emisyonu Salımı Değerleri (Kurumu, 2020)

Aşağıdaki Tablo 2.7’ den de görüleceği üzere ülkemizde gerçekleşen Karbon Salımının % 71,6’lık büyük payını Enerji Kaynaklı Emisyonlar oluşturmaktadır.

Tablo 2.7. Türkiye’de 1990 – 2018 Yılları Arası Sektör Bazlı Sera Gazı Emisyonu Miktarı (MtCO₂e) ve Değişim Oranları (Kurumu, 2020)

Sektör	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018	1990-2018 değişim (%)	2017-2018 değişim (%)
Toplam Emisyon	219,4	298,8	398,9	472,6	497,7	523,8	520,9	137,5	-0,5
Enerji	139,6	216,1	287	340,9	359,7	379,9	373,1	167,3	-1,8
Endüstriyel İşlemler ve Ürün Kullanımı	22,8	26,2	48,1	57,1	61,1	63,6	65,2	185,5	2,5
Tarım	45,8	42,1	44,1	55,8	58,5	62,8	64,9	41,5	3,2
Artık	11,1	14,3	19,5	18,8	18,4	17,4	17,8	60,3	2,1

Tablodaki rakamlar, yuvarlamadan dolayı toplamı vermeyebilir.

Tablo 2.8. Türkiye’de 1990 – 2018 Yılları Sektör Bazlı Sera Gazı Emisyonu Miktarı (MtCO_{2e}) ve Değişim Oranları (Kurumu, 2020)

Sektör	1990 Yılı		2018 Yılı	
	Salım Miktarı	Oran (%)	Salım Miktarı	Oran (%)
Enerji	139,6	63,66	373,1	71,61
Endüstriyel İşlemler ve Ürün Kullanımı	22,8	10,40	65,2	12,51
Tarımsal Faaliyetler	45,8	20,88	64,9	12,46
Atık Takip	11,1	5,06	17,8	3,42
Gerçekleşen Toplam Sera Gazı Emisyonu Miktarı	219,3		521	

1990 yılında enerji kaynaklı salım oranı %63.66 iken bu oran 2018 yılında %71.61 oranına çıkmıştır. 1990 - 2018 yılları arasında gazlara göre sera gazı emisyonu dağılımı aşağıdaki Tablo 2.9’de yer almaktadır.

Tablo 2.9. Türkiye’de 1990 – 2018 Yılları Arası Oluşan Sera Gazı Bileşenlerinin (MtCO_{2e}) ve Değişim Oranları (Kurumu, 2020)

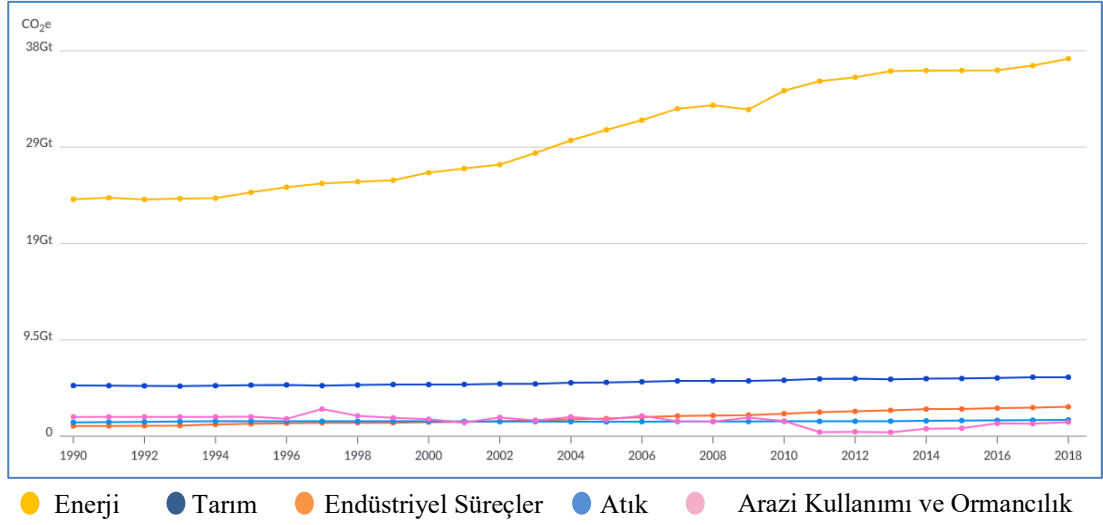
Sera Gazı Bileşeni	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018	1990-2018 değişim (%)	2017-2018 değişim (%)
Toplam Emisyon	219,4	298,8	398,9	472,6	497,7	523,8	520,9	137,5	-0,5
CO ₂	151,5	229,8	314,4	381,3	401,2	425,3	419,2	176,7	-1,4
CH ₄	42,4	43,6	5103	51,4	53,9	54,2	57,6	35,8	6,2
N ₂ O	24,8	24,7	29,6	35	38,4	38,8	38,9	56,8	0,2
F-gazlar	0,6	0,7	3,6	4,9	5,2	5,4	5,2	739,1	-1,9

Tablodaki rakamlar, yuvarlamadan dolayı toplamı vermeyebilir.

2.7. Dünyada Karbon Emisyonu

Global düzeyde de karbon salımı başta enerji kaynaklı olmak üzere hızla artmaktadır. Ülkelerin karbon salımı miktarı, zaman içindeki değişimleri, salım kaynakları gibi birçok veri World Resources Institute sayfasında detaylı olarak gösterilmektedir.

Aşağıdaki Grafik 2.9’da, 1990-2018 yılları arasındaki global karbon salımı miktarının sektör bazlı değişimi yer almaktadır.



Grafik 2.9. 1990-2018 Yılları Arasındaki Global Karbon Salımı Miktarındaki Değişim (Johannes Friedrich, 2020)

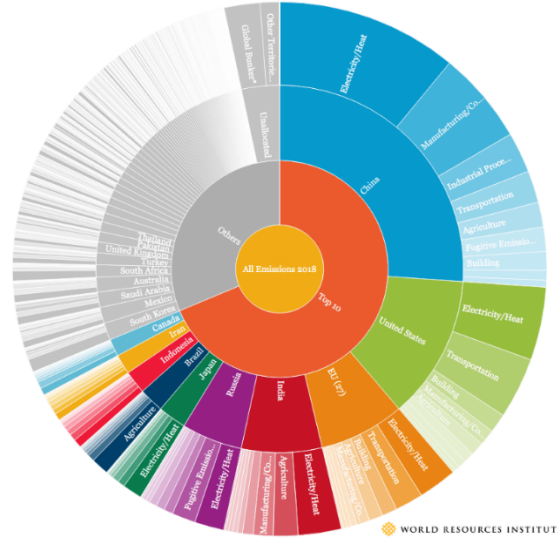
Aşağıdaki Tablo 2.10'da 1990 ve 2018 yıllarında global boyutta oluşan karbon salımı miktarının sektör bazlı dağılımı gözükmemektedir.

Tablo 2.10. 1990-2018 Yılları Global Sera Gazı Emisyonu Miktarı (MtCO₂e) (Johannes Friedrich, 2020)

Sektör	1990 Yılı	2018 Yılı
Enerji	23,363,95	37,224,95
Endüstriyel İşlemler	1,010,44	2,902,68
Tarım	4,997,83	5,817,65
Atık	1,364,40	1,606,86
Arazi Kullanımı ve Ormancılık	1,909,29	1,387,56

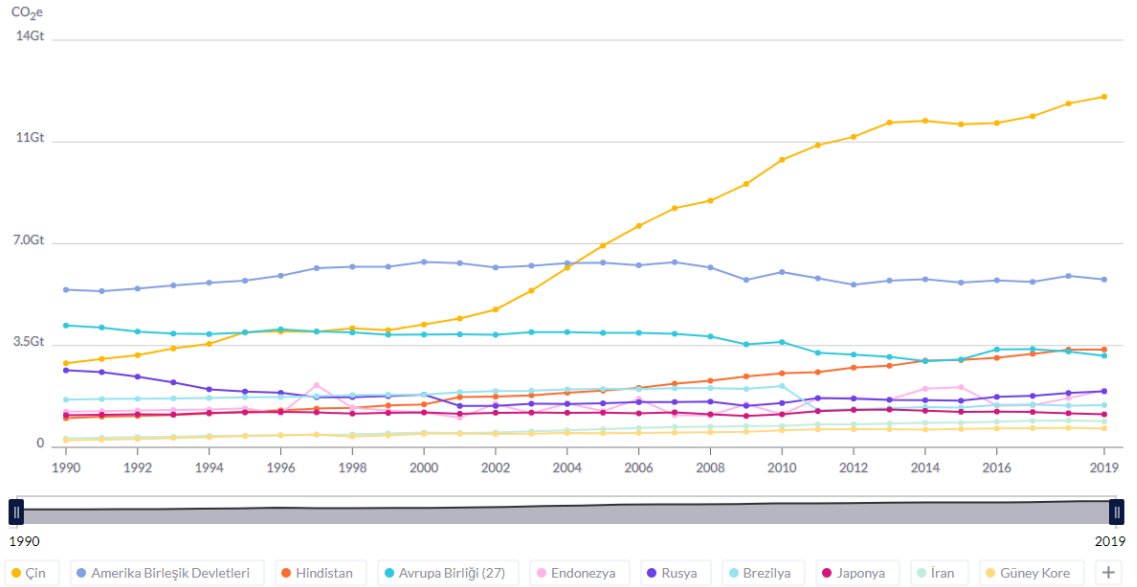
Yukarıdaki Tablo 2.10'da görüleceği üzere enerji kaynaklı karbon salımı 1990 yılında 23,36 Gt değerinde iken, yıllar içinde sürekli artarak 2018 yılında 37,22 Gt seviyesine gelmiştir.

Aynı sitede ülkelerin oluşturdukları karbon emisyonu dağılımları da gösterilmektedir. Ülkelerin karbon salımı miktarı, sanayi büyüklükleri ile genel olarak orantılı olarak seyretmektedir. Aşağıdaki Grafik 2.10'da, 2018 yılına ait ülkelerin gerçekleştirdikleri sera gazı miktarının en yüksek 10 karbon salımı kaynağı bazlı dağılım grafiği gösterilmektedir. Site üzerinde ülke bazlı detaylı incelemeler de gerçekleştirilebilmektedir.



Grafik 2.10. Ülkelerin Global Karbon Salımı İçindeki, Sektörlerin Ülkeler İçindeki Karbon Salımı Miktarları Dağılımı (Johannes Friedrich, 2020)

Avrupa Birliği ülkelerinin EU (27) başlığı altında bir bütün olarak gösterildiği grafikte Türkiye 16. sırada yer almaktadır. En çok karbon salımı gerçekleştiren ülkelerin gerçekleştirdikleri karbon salımı miktarının yıllar içindeki değişimi aşağıdaki Grafik 2.11’de yer almaktadır.



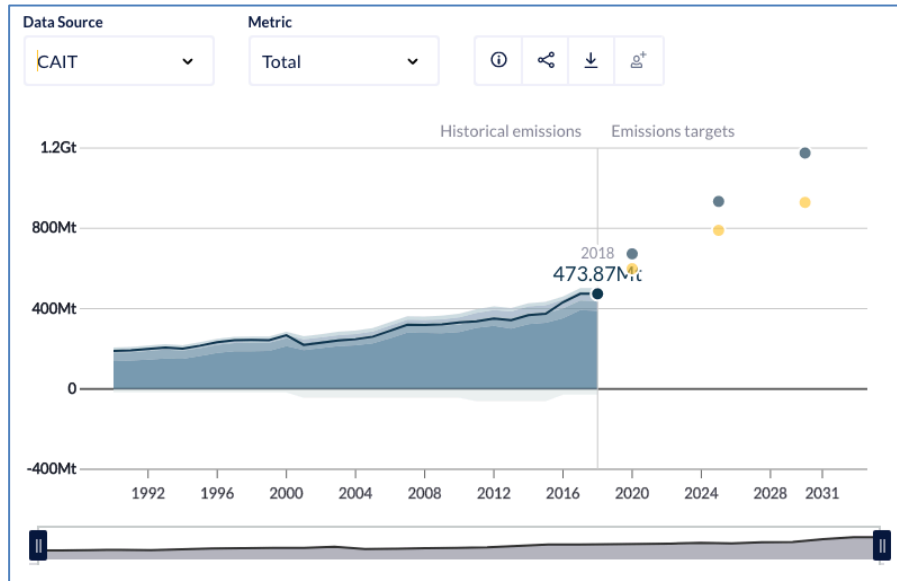
Grafik 2.11. En Çok Karbon Salımı Gerçekleştiren Ülkelerin 1990-2019 Yılları Arasındaki Gerçekleştirdikleri Karbon Salımı Miktarı

Yukarıdaki Grafik 2.11’de yer alan dünya üzerindeki en fazla karbon salımı yapan ülkeler listesinde başı 12,055 Gt karbon salımı gerçekleştiren Çin çekmektedir. İkinci

sırada 5,77 Gt karbon salımı miktarı ile ABD, üçüncü sırada 3,36 Gt karbon salımı ile Hindistan ve dördüncü olarak 3,15 Gt karbon salımı ile Avrupa Birliği yer almaktadır. 1990 yılındaki karbon salımı miktarına göre yaklaşık 1 Gt karbon salımı miktarını düşüren Avrupa Birliğinin, karbon salımı ile mücadele yönünde verdiği çabanın karşılığını aldığı gözükmektedir.

Climatewatchdata sitesi, Türkiye’de oluşan karbon emisyonu dağılımının 1992-2018 yılları arasındaki değişimini aşağıdaki Grafik 2.12’de gösterildiği gibi yer verilmiştir. Sitede yer alan verilere göre 1992 yılında Türkiye’nin toplam karbon emisyonu miktarı 189,27 Mt CO_{2e} değerindeyken, 2018 yılında bu değer 473,87 Mt CO_{2e} değerine ulaşmıştır. World Resource Institute sitesinde ise 2018 yılında gerçekleşen karbon emisyonu toplamı 500.8 Mt CO_{2e} olarak gösterilmektedir. Değerlerdeki küçük farklılıklar, elde edilen verinin ilgili yıl içindeki farklı aylara ait olabilmesinden ve elde edilen verilerdeki küçük farklılıklardan kaynaklanmaktadır.

Ülkemizin gerçekleştirdiği 500.8 Mt CO₂ eşdeğeri karbon emisyonu miktarı ile küresel karbon emisyonu miktarının sadece %1’lik kısmını oluşturduğu gözükmektedir.



Grafik 2.12. 1992-2018 Yılları Arası Türkiye Karbon Emisyonu Değeri ve Gelecek Yıllar Beklentisi (ClimateWatch, 2022)

Climatewatchdata sitesi ülkemizin karbon emisyonu salımı değerinin 2025 yılında 934 Mt CO_{2e} değerine, 2031 yılında ise 1.18 Mt CO_{2e} değerine erişeceğini tahmin etmektedir.

Tablo 2.11. Sektör Bazlı Türkiye Karbon Emisyonu Miktarı Değişimi (ClimateWatch, 2022)

Sektör	1990	2017	2018
Enerji	138,37	392,76	388,32
Tarım	44,12	47,77	49,59
Endüstriyel İşlemler	12,76	45,71	47,91
Atık	10,97	16,43	16,71
Sera Gazı Emisyonu Salımı Fazlası Veren Kaynaklar Toplamı	206,21	502,67	502,52
Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık	-16,94	-28,64	-28,65
Gerçekleşen Toplam Sera Gazı Emisyonu Miktarı	189,27	474,03	473,87

Türkiye’de sektör bazlı karbon emisyonu salımı miktarının yıllar bazındaki değişimi yukarıdaki Tablo 2.11’de yer almaktadır. Global boyutta Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık bölümünde sera gazı emisyonu fazlası verilirken, ülkemizde bu değer negatif olması ülkemizin yeşil alan büyüklüğünün dünya geneline göre daha fazla olduğunu göstermektedir. Bunun yanında elde edilen negatif değer toplam sera gazı emisyonu miktarının sadece %5’ine yakın bir değeri sağlıyor olması, sıfır sera gazı emisyonu hedefinin yakalanabilmesi için, yeşil alan artışının sağlanmasının yanında, mevcut sera gazı emisyonu kaynakların da büyük bir iyileştirmelerin yapılması gerektiğini bizlere göstermektedir.

Ülkelerin net sıfır sera gazı emisyonu hedefine ulaşacağını taahhüt ettiği yıllar ClimateWatch sitesinde yer almaktadır.

Tablo 2.12. Ülkelerin Net Sıfır Sera Gazı Emisyonu Salımı Hedeflerine Ulaşmayı Hedefledikleri Yıllar (ClimateWatch, 2022)

Ülkeler	Yıl	Ülkeler	Yıl
Andora	2050	Malta	2050
Avustralya	2050	Marşal Adaları	2050
Bahreyn	2060	Mauritius	2070
Barbados	2030	Monako	2050
Butan	Sağlandı	Karadağ	2050
Bulgaristan	2050	Fas	Bu yüzyıl
Kamboçya	2050	Namibya	2050
Kanada	2050	Nauru	2050
Yeşil Burun Adaları	2050	Nepal	2045
Şili	2050	Nijerya	2050-2070
Kolombiya	2050	Portekiz	2050
Kıbrıs	2050	Rusya	< 2060
Danimarka	2050	Ruanda	2050

Tablo 2.13. (Devamı) Ülkelerin Net Sıfır Sera Gazı Emisyonu Salımı Hedeflerine Ulaşmayı Hedefledikleri Yıllar (ClimateWatch, 2022)

Ülkeler	Yıl	Ülkeler	Yıl
Avrupa Birliği (27)	2050	Suudi Arabistan	2060
Finlandiya	2035	Sejšeller	2050
Almanya	2045	Singapur	21. yüzyılın ikinci yarısı
Hindistan	2070	Slovakya	2050
İrlanda	2050	Slovenya	2050
İsrail	2050	Solomon Adaları	2050
İtalya	2050	Güney Kore	2050
Jamaika	2050	Sri Lanka	2060
Kazakistan	2060	İsveç	2045
Laos	2050	Türkiye	2053
Letonya	2050	Ukrayna	2060
Litvanya	2050	Birleşik Arap Emirlikleri	2050
Malawi	2050	Amerika Birleşik Devletleri	2050
Malezya	en erken 2050	Vietnam	2050
Maldivler	2030		

Sadece 1 ülke, Butan'ın mevcut durumda net sıfır sera gazı emisyonu salımını sağladığı listelenmektedir. Butan'ın 2018 verilerine göre enerji alanındaki sera gazı emisyonu salımı 1.46 Mt CO_{2e}, tarım alanındaki sera gazı emisyonu salımı 0,53 Mt CO_{2e}, endüstriyel işlemler alanındaki sera gazı emisyonu salımı 0,4 Mt CO_{2e}, atık alanındaki sera gazı emisyonu salımı 0,08 Mt CO_{2e}, arazi kullanım değişikliği ve ormancılık alanındaki sera gazı emisyonu salımı ise -1.31 Mt CO_{2e} olarak gözükmektedir. Ülkenin endüstrisinin küçük olması, yeşil alanlardan elde ettiği negatif sera gazı emisyonu salımının diğer alanlarda oluşturduğu sera gazı emisyonunu karşılaması nedeniyle ülke sıfır sera gazı emisyonu hedefini yakalamış olarak gözükmektedir. Benzer şekilde enerji, üretim kaynaklı sera gazı emisyonu salımı büyük olan ülkelerin net sıfır emisyon salımına yakalamaları için büyük yatırımların yapılması, ülke içindeki tüm faaliyetler sonucu oluşan sera gazı emisyonu salımlarının dijital olarak sıkı takip edilmesi ve sadece yüksek oranda salım gerçekleştiren faaliyet alanları özelinde değil, sera gazı emisyonu salımının olduğu Kapsam-1, Kapsam-2 ve Kapsam-3 dahilinde tüm sera gazı emisyonu miktarlarının azaltılmasını sağlayacak yasal düzenlemelerin gerçekleştirilmesi ve tüm işletmelerin faaliyetleri sonucu oluşan sera gazı emisyonu miktarlarının takip edilmesi, denetlenmesi gerekmektedir.

Sürecin sağlıklı yürütülebilmesi için karbon salım ticareti sistemleri kurulması da gerekmektedir. Oluşturulacak sistem, ulusal boyutta tüm karbon salımı oluşturan

işletmeler için ulusal hedefler doğrultusunda bir karbon salım miktarı belirleyecek ve işletmelerin bu hedeflere uymasını için gerekli yasal düzenlemeler, takip sistemleri ve bu hedefleri uymaması durumunda izlemesi gereken yolları belirlemesi gerekmektedir.

İşletmelerin gerçekleştirebileceği karbon salımı miktarı, karbon salım kredisi olarak tanımlanmakta ve bir emtia gibi alınıp satılabilmektedir. İşletmeler faaliyetleri sonucunda kendisi için belirlenen karbon salım kredisinden daha fazla veya daha az salım gerçekleştirebilmektedir. Eğer bir işletme kendisi için belirlenen krediden fazla miktarda bir karbon salımı yaptıysa, hedeflerini ulaşması için başka işletmelerden karbon gazı salım kredisi alabilmektedir. Benzer şekilde eğer işletme kendisi için belirlenen krediden daha az miktarda bir karbon salımı yaptıysa, artan kredisini başka bir işletmeye satabilmektedir.

2.8. Türkiye’de İklim Değişikliği İle Mücadele Kapsamında Yapılan Çalışmalar

Türkiye’de iklim değişikliği ile mücadele kapsamından son dönemde atılan en büyük adım 6 Ekim 2021 tarihinde Paris Anlaşması’nı onaylayarak atmıştır. 7 Ekim 2021 tarihinde Resmi Gazete ’de yayımlanan karar ile Türkiye antlaşmayı resmi olarak kabul etmiş ve belirlediği hedefleri 11 Ekim 2021 tarihinde Birleşmiş Milletler Sekretaryasına “Türkiye Cumhuriyeti Niyet Edilen Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkı” belgesi ile bildirilmiştir. Böylece Türkiye Paris Antlaşmasına taraf olan 192’inci ülke olmuştur. (Bakanlığı, 2021)

Birleşmiş Milletler Sekretaryasına verilen “Türkiye Cumhuriyeti Niyet Edilen Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkı” belgesinde Türkiye, gelişmekte olan bir ülke olarak sürdürülebilir kalkınma sürecine devam etmesi gerektiğini belirterek, referans senaryoya göre 2030 yılında sera gazı emisyonlarını %21 oranına kadar azaltarak küresel ölçekte 2 °C hedefine ulaşmak için düşük karbonlu kalkınma yolunu destek olacağı beyan etmiştir.

Türkiye niyet ettiği ulusal katkıyı (INDC) yerine getirmek için uygulayacağı plan ve politikaları;

- Onuncu Kalkınma Planı
- İklim Değişikliği Ulusal Stratejisi
- İklim Değişikliği Eylem Planı
- Sanayi Strateji Belgesi
- Enerji Verimliliği Strateji Belgesi
- Ulusal Geri Dönüşüm Stratejisi ve Eylem Planı
- Sera Gazlarının İzlenmesi, Raporlanması ve Doğrulması Hakkında Mevzuat
- Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi (2014-2023) ve Eylem Planı (2014-2016)

olarak belirtmiştir.

Türkiye Cumhuriyeti Niyet Edilen Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkı bildiriminde Enerji, Sanayi, Ulaştırma, Binalar ve Kentsel Dönüşüm, Tarım, Atık ve Yutak Alanlar başlıklarında öngörülen plan politikalarını aşağıdaki şekilde maddelendirilmiştir.

Enerji

- Güneş enerjisinden elektrik üretiminin 2030 yılına kadar 10 GW kapasiteye ulaşması
- Rüzgâr enerjisinden elektrik üretiminin 2030 yılına kadar 16 GW kapasiteye ulaşması
- Mümkün olan tüm hidrolik kapasitenin kullanılması
- 2030 yılına kadar 1 adet nükleer santralin devreye alınması
- Elektrik üretiminde ve şebekesindeki kayıp oranının 2030 yılında %15 seviyesine düşürülmesi
- Kamu Elektrik Üretim Santrallerinde Rehabilitasyon çalışmaları
- Elektrik Üretiminde Yerinden Üretim, Kojenerasyon ve Mikrokojenerasyon Sistemlerinin Yaygınlaştırılması

Sanayi

- Enerji Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planının uygulanması ile enerji yoğunluğunun azaltılması
- Sanayi tesislerinde enerji verimliliği uygulamalarının hayata geçirilmesi ve verimlilik artırıcı projelere mali destek sağlanması
- Uygun sektörlerde atıkların alternatif yakıt olarak kullanılmasının artırılmasına yönelik çalışmalar yapılması

Ulaştırma

- Yük ve yolcu taşımacılığında karayollarının payının azaltılarak, demiryolu ve denizyolunun paylarının artırılması ile modlar arası dengenin sağlanması
- Kombine taşımacılığın geliştirilmesi
- Kentlerde sürdürülebilir ulaşım planlama yaklaşımının uygulanması
- Alternatif yakıt ve temiz araç kullanımının artırılması
- Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi (2014-2023) ve Eki Eylem Planı'nda (2014-2016) karayolu ulaştırması kaynaklı yakıt tüketimi ve emisyonlarının azaltılması
- Yüksek Hızlı Demiryolu projelerinin gerçekleştirilmesi
- Kent İçi Raylı Sistem Hatlarının artırılması
- Tünel Yapım çalışmaları sonucunda yakıt tasarrufu sağlanması
- Eski model araçların trafikten çekilmesi
- Enerji verimliliği için yeşil liman ve yeşil havalimanı projelerinin uygulanması
- Denizyolu ulaşımında ÖTV'siz yakıt uygulaması

Binalar ve Kentsel Dönüşüm

- Yeni yapılan konut ve hizmet binalarının Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği'ne uygun enerji etkin olarak inşa edilmesi
- Yeni ve mevcut binaların Enerji Kimlik Belgesi oluşturularak enerji tüketimlerinin ve sera gazı emisyonlarının kontrol altında tutulması ve metrekaşe tüketimlerinin yıllara bağlı olarak azaltılması
- Yeni ve mevcut binalarda uygulanacak olan birincil enerji kaynaklarının tüketimini azaltan tasarım, teknolojik cihazlar, yapı malzemeleri, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının teşvik kanallarının geliştirilmesi (kredi, vergi azaltımı, vb.)
- Yeşil Bina, pasif enerji, sıfır enerjili ev tasarımlarının yaygınlaştırılarak enerji ihtiyacının minimuma indirilerek, enerjinin tüketildiği yerde üretilmesinin sağlanması

Tarım

- Tarım arazilerinin toplulaştırılması sonucunda yakıt tasarrufu sağlanması

- Mera ıslah çalışmaları yürütülmesi
- Gübrenin kontrollü kullanımı ve iyi tarım uygulamaları
- Minimum toprak işleme metotlarının desteklenmesi

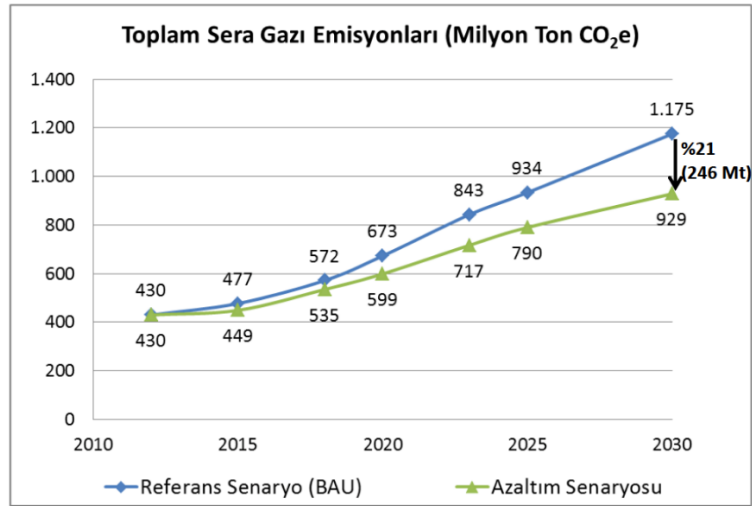
Atık

- Katı atıkların düzenli depolama alanlarına gönderilmesi
- Atıkların; yeniden kullanımı, geri dönüşümü ve ikincil hammadde elde etme amaçlı diğer işlemler ile geri kazanılması, enerji kaynağı olarak kullanılması veya bertaraf edilmesi
- Atıkların maddesel geri kazanımı, biyokurutma, biyometanizasyon, kompost, ileri termal işlemler veya yakma gibi işlemlere tabi tutularak atıktan enerji kazanımının sağlanması
- Düzenli ve düzensiz depolama alanlarından kaynaklanan depo gazından metan geri kazanımının gerçekleştirilmesi
- Endüstriden kaynaklanan atıkların başka bir sektörde alternatif hammadde veya yakıt olarak kullanılması, bir sektörden çıkan atığın başka bir sektörün hammaddesi olabilmesini sağlayan endüstriyel simbiyoz yaklaşımı
- Besi ve tavuk çiftliklerinden çıkan atıkların değerlendirilmesi için uygun çalışmaların yapılması
- Düzensiz depolama sahalarının rehabilite edilerek atıkların düzenli depolama sahalarında bertarafının sağlanması

Yutak Alanlar

- Yutak alanların artırılması ve arazi bozulmasının önlenmesi
- Orman Rehabilitasyon Eylem Planı ve Ağaçlandırma Seferberliğinin uygulanması
(Türkiye Cumhuriyeti Niyet Edilen Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkı, 2021)

Belirlenen politikaların uygulanması ile birlikte 2030 yılında referans senaryoya göre 246 Mt daha az sera gazı salımı yapılacağı raporlandırılmıştır. Sera gazındaki gerçekleştirilecek azalımın toplam değere oranlandığında, %21 gibi yüksek bir oranda iyileşmenin sağlanacağı görülmektedir.

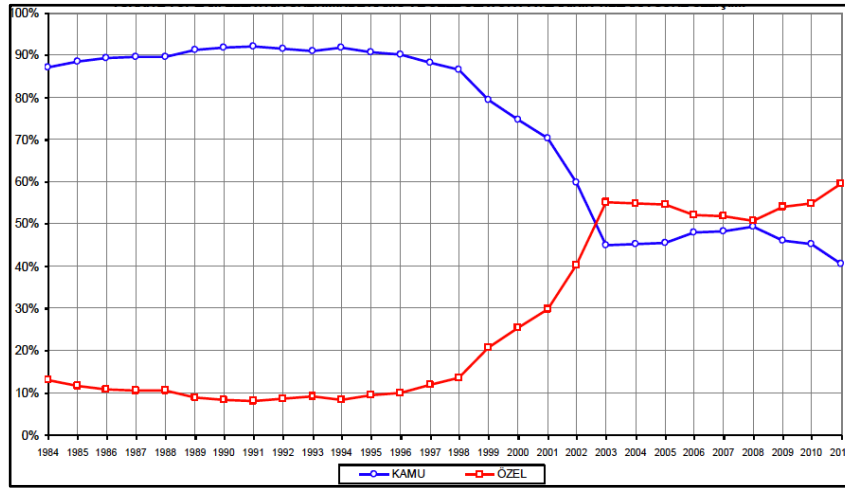


Grafik 2.13. Türkiye Cumhuriyeti Niyet Edilen Ulusal Olarak Belirlenmiş 2030 Yılı Katkı Senaryosu
(Türkiye Cumhuriyeti Niyet Edilen Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkı, 2021)

Türkiye’de gelişen sanayi ve ekonomiye bağlı olarak enerji kullanım miktarı sürekli olarak artmaktadır. Ülkemiz hem gerekli enerji talebini karşılaması, hem de enerji artışı

nedeniyle yaşanabilecek karbon salımı miktarındaki artışı sınırlandırarak 2030 hedefleri seviyesinde tutması gerekmektedir. Bunun sağlanabilmesi enerji kurulu gücünü artırıcı yatırımların artırılması ve aynı zamanda kurulu güç içindeki fosil yakıt kaynaklı enerji kaynaklarının oranının düşürülmesi gerekmektedir.

Ülkemizde son 25 yılda özel sektörün enerji üretim sürecine daha fazla katıldığı görülmektedir. Aşağıdaki Grafik 2.14’de, 1984 – 2011 yılları arasında kamu ve özel sektörün ülkemizdeki toplam elektrik üretimdeki payları gösterilmektedir.



Grafik 2.14. Türkiye’de 1984 – 2011 Yılları Arasında Toplam Elektrik Üretiminde Kamu ve Özel Sektör Paylarının Değişimi (Başkanlığı, 2012)

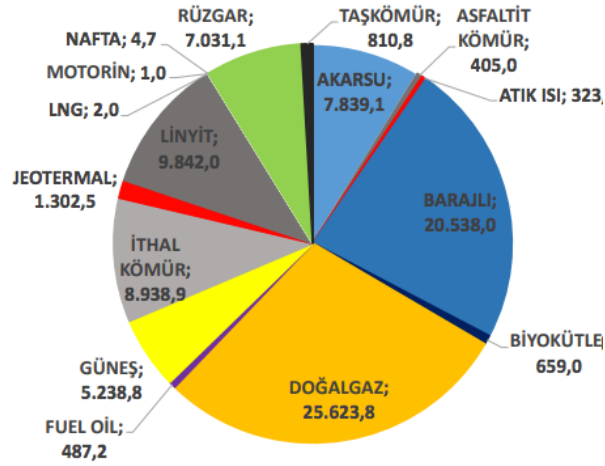
Grafikten de görüleceği üzere 2000’li yıllardan sonra özel sektörün Türkiye Kurulu gücüne katkısının sürekli olarak arttığı gözükmektedir. 1984 yıllarında 8,5 MW civarında olan toplam kurulu gücün %90’a yakın kısmının kamu tarafından karşılandığı gözükmektedir. Büyüyen ekonomi sonucu enerji talebi ve üretimi sürekli büyümüş, 2011 yılında kurulu güç 53,2 MW seviyelerine ulaşmıştır. Enerji kurulu gücündeki bu büyümeye rağmen özel sektörün toplam kurulu güçteki oranının giderek arttığı ve 2002 yılından sonra kamu kurulu gücünden daha fazla üretim yaptığı gözükmektedir.

2011 yılında 53 MW seviyesinde olan kurulu gücümüz, 2021 yılında 100 MW seviyesine ulaşmıştır. 2019 ve 2021 yılları arasında ülkemizde kurulu gücü oluşturan kaynakların ve bu kaynaklardaki üretim gücündeki değişimler aşağıdaki Tablo 2.14’de gösterilmektedir.

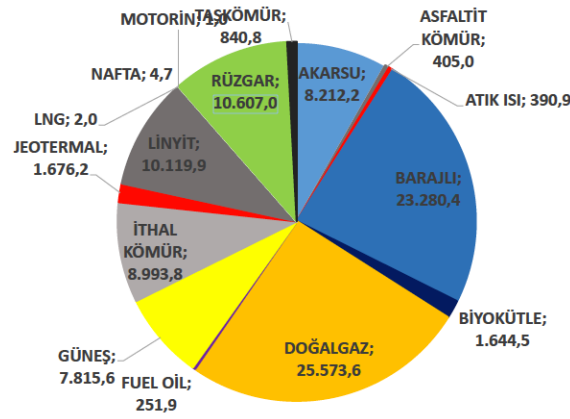
Tablo 2.14. Türkiye’de 1984 – 2011 Yılları Arasında Toplam Elektrik Üretiminde Kamu ve Özel Sektör Paylarının Değişimi (TEİAŞ, 2021)

BİRİNCİL KAYNAK SANTRAL ADEDİ KURULU GÜÇ (MW)					
	2019 – Şubat Dönemi		2021 – Aralık Dönemi		Kurulu Güç Miktarındaki Değişim (%)
	Santral Adedi	Kurulu Güç (MW)	Santral Adedi	Kurulu Güç (MW)	
Akarsu	541	7.839,10	604	8.212,20	4,76
Asfaltit Kömür	1	405	1	405	0
Atık Isı	70	323	94	390,9	21,02
Baraj	118	20.538	141	23.280,40	13,35
Biyokütle	147	659	380	1.644,50	149,54
Doğalgaz	319	25.623,80	352	25.573,60	-0,20
Fuel Oil	15	487,2	9	251,9	-48,30
Güneş	6.089	5.238,80	8.389	7.815,60	49,19
İthal Kömür	14	8.938,90	15	8.993,80	0,61
Jeotermal	48	1.302,50	63	1.676,20	28,69
Linyit	48	9.842	47	10.119,90	2,82
Lng	1	2	1	2	0
Motorin	1	1	1	1	0
Nafta	1	4,7	1	4,7	0
Rüzgar	251	7.031,10	355	10.607	50,86
Taşkömür	4	810,8	4	840,8	3,70
Toplam	7.668	89.046,90	10.457	99.819,60	12,10

2019 ve 2021 yıllarında kurulu gücün kaynaklara göre dağılımı gösteren yukarıdaki Tablo 2.14’de görüleceği üzere Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırımın sürekli olarak arttığı gözükmemektedir. Özellikle son yıllarda güneş, rüzgâr paneli üretim fabrikalarının kurulması ile güneş ve rüzgâr enerjisi santrali yatırımları giderek artmıştır. Gerekli malzemenin yerli kaynaklar ile elde edilebilmesi sonucu uluslararası ölçekte rekabet edebilecek yenilenebilir enerji üretim tesisleri kurulmuştur. Yapılan yatırımlar sayesinde son 3 yıl içinde yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye toplam kurulu gücü içindeki oran %48’den %53 seviyesine yükselmiştir.



Grafik 2.15. 2019 – Şubat Dönemi Türkiye Kurulu Gücünün Kaynaklara Göre Dağılımı (TEİAŞ, 2021)



Grafik 2.16. 2021 – Aralık Dönemi Türkiye Kurulu Gücünün Kaynaklara Göre Dağılımı (TEİAŞ, 2021)

Türkiye niyet ettiği ulusal katkı raporunda 2030 yılına kadar güneş enerjisinden elektrik üretiminin 10 GW, rüzgâr enerjisinden elektrik üretiminin 16 GW ulaşması, 1 adet nükleer enerji santralının devreye girmesini bildirmiştir. Özel sektörün yenilenebilir enerji kaynaklarına ilgisinin her geçen gün artmaktadır. 2019 – 2021 yılları arasından güneş enerjisi kurulu gücü %49,19 oranındaki artış ile 7,8 GW değerine, rüzgâr enerjisi ise %50,86 oranında artış ile 10.6 GW değerine ulaştığı düşünüldüğünde, 2030 için hedeflenen rakamlara çok daha erken erişileceği gözükmemektedir. Özellikle ülkemizin kurulu gücünün %10'unu tek başına karşılayacak nükleer santralin devreye girmesi ile ülkemizin kurulu gücün büyük bir bölümünün yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılanmaya başlanacak, ülkemizin hedeflerinin üzerinde bir iyileşme gerçekleştirmiş olacaktır. Enerji kaynaklarındaki dışa bağımlılığın çok olduğu fosil yakıt kurulu gücünün

düşürülmesi, daha az maliyetli yenilenebilir enerji kaynakları kurulu gücünün artması ile daha ucuz enerjiye kavuşulacaktır. (Bakanlığı, 2021)

Doğanın enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi sürecinde, maliyet oluşturacak ham madde kullanımının yok denecek kadar az olmasından dolayı çok ilgi görmekte, sadece işletmelerin değil, bireysel olarak kişilerin bile ilgisine çekmektedir. Uzun yıllardır çatılarda kullanılan su ısıtma sistemleri, yenilenebilir enerji kaynaklarının uzun zamandır bildiğimiz kullanım türlerinden bir tanesidir. Güneş paneli teknolojisindeki gelişmeler ve maliyetlerin düşmesi ile çatı üzeri güneş panelleri sayısının giderek arttığını görmekteyiz.

Fosil yakıt tüketilerek elde edilen enerjiye göre güneş panelinden enerji üretimi, kullanım sürecinde ham maddesi güneş ışını olduğu için, sıfır maliyetle enerji elde edilmesini sağlamaktadır. Son yıllarda özel sektör de, üretim sürecinde kullandığı enerjiyi, fabrika çatısı, çorak arazi gibi gelir elde edilemeyecek alanlar üzerine kurduğu güneş santralleri ile elde etmeye başlamıştır.

İşletmeler açısından yenilenebilir enerji kullanımını teşvik edecek bir diğer durum da uluslararası alanda yapılan antlaşmalar ile karbon salımı miktarının artık sınırlanacak olmasıdır. Ülkelerin, belirlenen hedeflerini ulaşması için işletmelere uygulayacağı karbon salımı kotası kısıtlaması, verilen sınırların üzerinde karbon salımı yapan işletmeler ile sınırlamaların altında kalan işletmelerin sahip olduğu karbon salım kotalarının ticaretini, Uluslararası Salım Ticareti Sistemi'ni oluşturacaktır.

3. KARBON MUHASEBESİ VE KARBON TİCARETİ SİSTEMLERİ

3.1. Karbon Muhasebesi

Kökleri eski Mısır ve Mezopotamya’da kayıtların tutulmasına dayanan muhasebe mesleği, tarihsel akış boyunca sürekli değişim göstermiş, gelişmiştir. 16. ve 17. Yüzyılda Avrupa’da çift taraflı kayıt sistemi yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. 19. yüzyılda sanayi devrimi ile birlikte Maliyet Muhasebesi ortaya çıkmıştır.

Gelişen sanayi ve teknolojiye bağlı olarak ulaşım, nakliyat süreçlerindeki gelişmeler, toplumların uluslararası boyutta birbirini yakınlaşmasını, bütünleşmesini sağlamış, küreselleşme, globalleşme kavramını ortaya çıkarmıştır. Siyasi, ekonomik, sosyal ve kültürel açıdan dünyayı birbirine yakınlaştıran küreselleşme, toplumların yanında işletmeleri de etkilemiş, işletmeler, daha geniş coğrafi bölgelerde faaliyet gösterip, o bölgedeki işletmeler ile rekabet etmeye başlamıştır.

Eskiden develer üzerinde diğer coğrafyalara yapılan ticaretin gelişen teknoloji ile daha hızlı, daha az maliyetli yapılabilmesi beraberinde işletmelerin üretimlerini diğer bölgelere daha kolay gönderebilmesini sağlamıştır. Böylece önceden kendi çevresinde faaliyetlerini yürüten işletmeler daha uzak alanlarda ticaret yapmaya, benzer şekilde farklı bölgelerden gelen işletmeler ile kendi bölgesinde rekabet etmeye başlamıştır.

Bu durum beraberinde işletmelerin faaliyet sürecinde etkileşim içinde bulunduğu işletme sayısının artmasına, işletmelerin rekabetçi ortamda faaliyet yürütebilmesi için tüm iş süreçlerinde oluşan maliyet kalemlerinin ve miktarlarının doğru ve zamanında elde edilmesinin önemini artırmıştır. İşletmeler için daha önceden göz ardı edilen maliyetler, küreselleşme sonucu artan rekabet ortamında, ürün maliyetlerinin doğru hesaplanabilmesi için kritik değerler durumuna gelmiştir. İşletmelerin gerçekleştirdiği üretim ve faaliyetler ile ilgili gerçek maliyetlerini hesaplaması, elde edilecek ürün veya hizmetin fiyatının doğru olarak belirlenmesini ve işletmenin ileriye yönelik kararlar alabilmesi için kritik rol üstlenmektedir. Ayrıca işletme faaliyetleri sonucu oluşan kazancın doğru tespit edilmesi, merkezi otoritelerin temel gelir kaynağı olan vergi gelirlerini doğru tespit edilmesi için büyük bir önem taşımaktadır. Bu nedenle merkezi otoriteler de işletme faaliyetleri sonucu oluşan verileri inceleme, kayıt altına alma, denetleme, zamanında ve doğru olarak elde etmeyi istemektedir.

Değişen ekonomik düzen, gelişen teknoloji, iş verisi büyüklüğünün artması, iş süreçlerindeki gelişmeler ve ihtiyaçlar, muhasebe sistemlerinin işletmenin tüm iş süreçleriyle entegre olarak çalışması yönünde gelişmesini sağlamıştır. İşletmelerin gerçekleştirdiği tüm süreçleriyle ilgili verinin elektronik ortam üzerinde doğru bir şekilde kayıt altına alınması, işlenmesi, işletme süreçlerinin planlanabilmesi ve gerekli raporların hazırlanması sürecinde kullanılması ihtiyacı, muhasebe yazılımlarının sadece finansal kayıt tutan programlardan, işletmenin tüm sistem ve süreçleri ile entegre çalışan bütünsel bilgi sistemlerine, ERP sistemlerine dönüşmesini sağlamıştır.

Hesaplaşmanın tarafları arttıkça ve tarafların niteliği yükseldikçe, muhasebeye atfedilen önem ve muhasebenin sorumluluk alanları da genişlemeye başlamıştır.(TEK, 2021) Muhasebecilik mesleğinde, bağımsız denetim, iç denetim-iç kontrol, varlık-şirket derecelendirme ve değerlendirme, kurumsal yönetim ve derecelendirme, adli muhasebe, çevre muhasebesi, karbon muhasebesi, hile denetimi, entegre raporlama, vergi risklerinin değerlendirmesi, finansal raporlama danışmanlığı gibi çağın getirdiği ihtiyaçlara bağlı karşılayabilecek yeni uzmanlık alanları ortaya çıkmıştır. (Akyel & Nermin, 2022)

Küresel ısınmanın giderek artması sonucu insanlığın karşı karşıya kaldığı doğal felaketler, mücadelenin küresel olarak yapılması zorunluluğunu ortaya çıkarmış, bu kapsamda uluslararası alanda yapılan protokoller ve antlaşmalar ile ülkelerin uyması gereken kurallar belirlenmiş ve her ülke için küresel ısınmanın kaynağını oluşturan karbon salımı kotası belirlenmiştir. Ülkeler kendileri için belirlenen karbon kotasını uyabilmek için ulusal hedefler belirlemiş ve işletmelerin uyması gereken kurallara ilişkin yasal düzenlemeleri gerçekleştirmiştir.

Muhasebe bilim dalının amacı, ekonomik faaliyetler yürüten tüm kuruluşların mali nitelikteki işlemlerini kaydetmek, sınıflandırmak, özetleyerek raporlar elde etmek ve elde ettiği sonuçları yorumlamak ve analiz etmektedir. İşletmelerde iş süreçlerini etkileyen her olayın doğal olarak işletmenin finansal sistemi üzerinde etkisinin olması, küresel ısınma ile mücadele sürecinin de muhasebenin konusu haline gelmesine neden olmuştur.

Sürdürülebilir büyümenin sağlanabilmesinde çevresel sorunlar ve bunların işletmeler üzerindeki etkisi, çevre muhasebesi kavramını ortaya çıkarmıştır. Küresel ısınma ile mücadelede, uluslararası alanda alınan karbon salımı kotası hedeflerine ulaşabilmek için, ülkeler ulusal boyutta tüm işletmelerin gerçekleştirdiği iş süreçlerinden oluşan karbon salımlarını kayıt altına alması, takip etmesi ve denetlenmesi gerekmektedir. Bu süreçlerin yürütülebilmesi ve izlenmesi için çevre muhasebesinden

farklı olarak Karbon Muhasebesi olgusu oluşmuş ve zamanla şekillenerek yeni bir muhasebe dalı olarak ortaya çıkmıştır.

Küresel boyutta en önemli sorun haline gelen ve önemi her geçen gün artan küresel ısınma sorunu ile mücadelede en ön saflarda, oluşan karbon emisyonunun kayıt altına alınması ve yönetilebilmesini düzenleyen Karbon Muhasebesi Sistemi yer almaktadır. Karbon salımı gerçekleştiren tüm süreçler, karbon ayak izi oluşturduğu için karbon ayak izinin takibi ve hesabının önemi her geçen gün artmaktadır.

Karbon Muhasebe Sistemi temel olarak işletmenin faaliyetlerinden kaynaklanan karbon salımı miktarının;

- hesaplanması,
- izin verilen limitler içinde olup olmadığının kontrolü,
- işletme için belirlenen karbon salımı limiti ile karşılaştırılmasını, limit altı veya üstü karbon salımı gerçekleştirilmesi durumunda, işletmenin limitlere uyabilmesi için karbon kredisi alım/satım işlemlerinin gerçekleştirilmesi ve takibi,

işlemlerini yürütmektedir.

Karbon salımı önceki bölümlerde açıklandığı şekilde, oluşma kaynağına göre 3 kapsama ayrılmıştır. Kapsam-1, doğrudan faaliyet esnasında oluşan ve doğaya salınan sera gazı emisyonlarını (kullanılan araçlardan çıkan gazlar, ısınma için yakılan fosil yakıtlar vb.), Kapsam-2, faaliyet sürecinde kullanılan elektrik, ısı, su buharı enerjisi gibi kaynakların üretimi sürecinde doğaya dolaylı yollarla salınan sera gazı emisyonlarını, Kapsam-3 ise Kapsam-1 ve Kapsam-2 içinde olmayan, işletmenin kendisi tarafından gerçekleştirilmeyen, faaliyet öncesi ve sonrası işlemler (ham madde kullanımından, taşıma ve dağıtım süreçleri vb.) ile çalışanların işe geliş gidişi ve seyahatleri sürecinde oluşan sera gazı emisyonu salımlarını içermektedir.

Kapsamlardan da görüleceği gibi işletmenin faaliyetleri nedeniyle sorumlu olduğu karbon salımı, sadece ilgili faaliyet süreci içinde gerçekleşen karbon salımlarını değil, faaliyet öncesi ve sonrası süreçlerde gerçekleşen karbon salımı kaynaklarını kapsamaktadır. Örneğin yeni bir ürün geliştirmek için yapılan ilk toplantı aşamasından, ilgili ürünün üretim sürecinin tamamlanması sonrası depolanması, satış ve satış sonrası hizmetleri, kullanım sürecini ve kullanım ömrünün tamamlanması sonrası atık olarak bertaraf edilmesi süreçlerinin tamamında oluşan karbon salımı, ilgili ürünün karbon ayak izini oluşturmaktadır.

3.2. Uluslararası Düzeyde Karbon Salınımı İle Mücadelede Yapılan Çalışmalar, Karbon Ticareti ve Karbon Maliyeti

Küresel ısınma, ülkesel veya bölgesel bir sorun değil, kaynağı tüm dünya üzerinden atmosfere salınan sera gazlarından oluşan küresel bir sorundur. Sorunun çözümü için yapılacak mücadelenin, sadece bölgesel veya gönüllü ülkeler tarafından gerçekleştirilmesi, bir başarı sağlamayacaktır. Sorunun küresel boyutlu olması, mücadelenin de küresel boyutta yapılmasını gerektirmektedir. Çözümde başarı sağlayabilmek için tüm ülkelerinin katılımının sağlanması gereksinimi, uluslararası boyutlu bir çalışma yapılmasını ve önlemler alınmasını zaruri hale getirmiştir.

Sera gazı emisyonlarından atmosferi korumaya yönelik uluslararası düzeyde gerçekleştirilen ilk anlaşma 1987 yılında yapılan Montreal Protokolü'dür. Protokol, atmosfere zarar verip ozon tabakasını delen bazı kimyasalların kullanımını safha safha azaltmayı ve dünyayı güneşin yaydığı zararlı ultraviyole ışıklardan korumayı amaçlamıştır. Montreal Protokolü'nde yavaş yavaş bitirilmesi gereken bileşikler: chlorofluorocarbons (CFC), halons, carbon tetrachloride ve methyl chloroform olarak kararlaştırıldı. Anlaşmaya göre gelişmiş ülkelerin CFC kullanım ve üretimlerini 2004 itibariyle %30, 2010 itibariyle %65, 2015 itibariyle %90, 2020 itibariyle %99.5 ve 2030 itibariyle %100 azaltmaları gerekmektedir. Gelişmekte olan ülkeler ise 2015 itibariyle CFC tüketimlerini dondurmak ve 2040 itibariyle tamamen bitirmek zorundadır. Türkiye protokole 19 Aralık 1991 tarihinde taraf olmuştur ve tüm değişikliklerini kabul etmiştir.(Ulusoy, 2019)

1986 yılında yaşanan Çernobil nükleer santral felaketi, 1989'da Alaska'da Exxon Valdez petrol tankerinin kayalıklara çarpması sonucu oluşan sızıntı, Antarktika üzerinde keşfedilen ozon deliği gibi olaylar nedeniyle çevre duyarlılığının giderek arttığı bir ortamda gerçekleştirilen 1992 Rio Yeryüzü Zirvesi'nde sürdürülebilir kalkınma ile ekonomik ve toplumsal kalkınma ve çevre koruma arasındaki bağlantılar detaylı bir şekilde tartışılmış ve zirve sonunda Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi imzalanmıştır.(Kaya, 2020)

Sözleşmenin amacı, atmosferdeki sera gazı salımlarının iklim sistemi üzerindeki tehlikesini azaltarak makul bir düzeyde durdurmayı başarmaktır.(Ali Altınbay & Golagan, 2016) Sözleşme kapsamında, tüm taraflar sera gazı salımları, ulusal politikalar ve en iyi uygulamalar ile ilgili bilgileri toplamak ve paylaşmakla yükümlüdür. Sözleşme,

tarafların ulusal salım envanterleri geliştirmelerini, iklim değişikliği azaltım ve uyumu kolaylaştırma önlemleri içeren ulusal programlar hazırlıklarını, uygulamalarını ve uygulama ile ilgili bilgileri Taraflar Konferansı'na bildirmelerini gerektirmektedir. 2002 yılı Haziran ayı itibari ile 185 ÷lke Sözleşmeyi imzalayarak veya Sözleşmeyi katılarak, kendilerini Sözleşme'nin yükümlülüklerine karşı sorumlu hale getirdiler.(Çevre)

Türkiye, bir OECD üyesi olarak, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 1992 yılında kabul edildiğinde gelişmiş ÷lkeler ile birlikte Sözleşme'nin EK-I ve EK-II listelerine dâhil edilmişti. 2001'de Marakeş'te gerçekleştirilen 7. Taraflar Konferansı'nda (COP7) alınan 26/CP.7 sayılı Kararla Türkiye'nin diğer EK-I Taraflarından farklı konumu tanınarak, adı Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin EK-II listesinden çıkarılmış fakat EK-I listesinde kalmıştır. Türkiye 24 Mayıs 2004'te 189. Taraf olarak Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne katılmıştır.(Çevre)

1992 yılında imzalanan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde tarafları bağlayıcı bir hedef ve zamanlama bulunmamaktadır. Sözleşme imzalamasından sonra karbon salımının azaltılması için tarafların gerçekleştirebilecekleri uygulamaların, sorumlulukların ve hedeflerin belirlenmesi gereksinimi oluşmuştur. Bu kapsamda Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin en yetkili organı olan Taraflar Konferansı (COP) 1995 yılında Berlin'de ilk toplantısını gerçekleştirmiş ve hukuki olarak bağlayıcı bir protokol üzerinde anlaşmaya varılmıştır.

1997 yılı Aralık ayında gerçekleştirilen Taraflar Konferansı'nın üçüncü oturumunda, 2008-2012 döneminin sonunda gelişmiş ÷lkelerin sera gazı emisyonlarının toplam %5 oranında azaltılmasını öngören Kyoto Protokolü kabul edildi.(Çevre)

188 ÷lke, Avrupa Birliği ve Türkiye'nin taraf olduğu bu protokole göre insan kaynaklı karbon salım miktarının 2008–2012 yılları arasında 1990'daki seviyesine göre en az % 5 oranında azaltılması amaçlanmıştır.(Süleyman Uyar, 2011) Protokol 2005 yılında uygulanmaya başlamıştır. Türkiye 2009 yılında sözleşmeyi imzalamıştır.

3.2.1. Kyoto protokolü

Kyoto Protokolü Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin amacını gerçekleştirmeye dönük somut ve bağlayıcı yükümlülükler getiren bir anlaşmadır. (Kaya, 2020) Protokolün amacı sera etkisine neden olan 6 tür gazın emisyonunun gelişmiş ÷lkelerde azaltılmasıdır. 1996 yılındaki verilere göre, sera gazı

emisyonlarının %80,5'i gelişmiş ülkelerden kaynaklanmaktadır. Yakıt yanması CO₂'nin en önemli kaynağıdır. Karbon dioksit, insan aktivitelerinden oluşan en önemli sera gazıdır. Bu nedenle de sera gazı emisyonu azaltıcı projelerde CO₂ en önemlisidir.(Ulusoy, 2019)

Protokol, Sözleşme'nin "ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar" ilkesi uyarınca Taraflar arasında yükümlülükler açısından yaptığı ayrımlaştırmayı izleyerek, gelişmiş ülkelere bağlayıcı karbon salımı azaltıcı yükümlülükler getirmiş ve onlara daha ağır bir yük vermiştir. Programın ilk uygulama dönemi (pilot dönem) 2005-2007 yıllarını kapsamaktadır. İkinci uygulama dönemi ise 2008-2012 yıllarını, üçüncü uygulama dönemi ise 2013-2020 tarihlerini kapsamaktadır. (Ulusoy, 2019)

Protokol EK-B listesinde yer alan EK-I Tarafları için, salım hedefi olarak da bilinen, sayısallaştırılmış salım sınırlama veya azaltım yükümlülükleri belirlemiştir. Protokolün EK-B listesinde yer alan EK-I Tarafları, 38 sanayileşmiş ülke ve Avrupa Topluluğu'nu içermektedir. Protokol ayrıca, EK-B'de listelenen gelişmiş ülke Taraflarının 2008-2012 yılları arasını kapsayan ilk yükümlülük döneminde toplam sera gazı salımlarını 1990 düzeyinin % 5 altına indirmelerini öngören, toplu bir hedef veya tavan koymuştur. EK-I Tarafı ülkelerin bireysel salım hedefleri "tahsis edilmiş miktar" olarak tanımlanmaktadır ve EK-B'de gösterilmektedir.(Çevre) Protokole <https://iklim.csb.gov.tr/kyoto-protokolu-i-4363> adresinden erişilebilir.

Türkiye 5386 Sayılı Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine Yönelik Kyoto Protokolüne Katılmamızın Uygun Bulduğuna Dair Kanun'un 5 Şubat 2009 tarihinde Türkiye Büyük Millet Meclisi'nce kabulü ve 13 Mayıs 2009 tarih ve 2009/14979 Sayılı Bakanlar Kurulu Kararı'nın ardından, katılım aracının Birleşmiş Milletlere sunulmasıyla, 26 Ağustos 2009 tarihinde Kyoto Protokolü'ne taraf olmuştur. (Çevre)

Kyoto protokolü kapsamında, protokol kapsamında belirlenmiş 40 kadar gelişmiş ülke, sera gazı emisyonlarını 1990 yılına göre birinci dönemde en az yüzde 5, ikinci dönemde ise en az yüzde 18 azaltma hedefi belirlenmiş ve ülkelerin bu hedeflerine ulaşmada yardımcı olmak üzere tasarlanmış bir karbon ticareti sistemi ortaya çıkaran 'esneklik mekanizmaları' da oluşturulmuştur.(Kaya, 2020) Ülkelerin ticaret sistemi içinde karbon salımı miktarını denkleştirmek için gerçekleştirdikleri işlemlerin miktarı, ülkelerin Kyoto taahhüdüne işlenmektedir. Kyoto protokolün en önemli sonucu taraflar

arasında karbon ticaretinin yapıldığı karbon piyasalarının ortaya çıkarmasıdır.(Ali Altınbay & Golagan, 2016)

Kyoto protokolü üçüncü uygulama döneminin 2020 yılında tamamlanıyor olması 2020 yılından sonraki süreci kapsayacak yeni bir anlaşmanın yapılması gereksinimi oluşturmuştur.(Kaya, 2020) Bu kapsamda 12 Aralık 2015 tarihinde Paris'te gerçekleştirilen Taraflar Konferansı'nda (Paris Zirvesi), Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne taraf olan devletlerin oy birliği ile Paris Anlaşması kabul edilmiştir.

3.2.2. Paris Anlaşması

12 Aralık 2015 tarihinde Paris'te gerçekleştirilen Taraflar Konferansı'nda (Paris Zirvesi), Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne taraf olan devletlerin oy birliği ile kabul edilen Paris Anlaşması, iklim değişikliğine karşı küresel çapta verilen mücadelede tarihsel bir dönüm noktasıdır. Antlaşmada, atmosfer ısısının 2 dereceyle sınırlandırılması, mümkünse 1,5 derecenin altına çekilmesi hedeflenmektedir.(Delegasyonu, 2016)

Antlaşma doğrultusunda, her ülke için karbon salım kotası belirlenmiş ve ülkelerin karbon salımlarını belirlenen kota seviyesine getirebilmesi için gerçekleştirebilecekleri politikalar belirlenmiştir. Ülkeler, antlaşmanın önemli yapı taşlarından biri olan taahhüt paylarını “Niyet Edilen Ulusal Katkı” (INDC) gerçekleştirmesi gerekmektedir. Bu hedeflerini, ülkesi için belirlenen toplam kotayı ülke içinde faaliyette bulunan işletmelere sera gazı salımı kotası olarak dağıtarak sağlamayı çalışmaktadır.

Anlaşmada, gelişmiş ülkelerin sera gazı emisyonu miktarının düşürülmesi konusunda öncülük edeceğine dikkat çekilmiştir. Diğer yandan, anlaşmada gelişmekte olan ülkeler de sera gazı miktarlarında azaltıma gitmeleri hususunda teşvik edilmektedir. Gelişmiş ülkelerin gelişmekte olan ülkelere sera gazı salımlarının azaltılmasında ve iklim değişikliğinin sonuçlarına uyum konusunda maddi destek sağlayacağı anlaşmada yer almıştır (Bozoğlu, 2019:75-76).

Anlaşması'nın sekiz özelliği ile dikkat çektiğini söyleyebiliriz (Bodansky, 2017:290):

- Siyasi bir anlaşma olan Kopenhag Anlaşması'nın aksine yasal olarak bağlayıcı bir belgedir.
- Antlaşma küreseldir. Sadece Kyoto Protokolü'nde olduğu gibi sadece gelişmiş ülkeler için değil, aynı zamanda küresel sera gazı emisyonların artan payını

oluşturan gelişmekte olan ÷lkeler için de geçerlidir.

- Tüm ÷lkeler için aynı temel yükümlölükleri belirtmektedir. Bunu yaparken bir ÷lkenin koşullarındaki ve kapasitelerindeki değişiklikleri dikkate alan ve rejimin farklı unsurları için farklı işleyen daha kalibre edilmiş bir yaklaşım lehine Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü'nde farklılaşmaya yönelik statik, ek tabanlı yaklaşımı terk etmektedir.
- Beş yılda bir tarafların kolektif ilerlemelerini değerlendirmek ve gelecek beş yıllık dönem için sera gazı emisyonunu azaltma planlarının yeniden belirlenmesi şeklinde yinelemeli bir süreci kurumsallaştırmaktadır.
- Zaman içinde giderek daha güçlü bir eylem beklentisi belirlemektedir. - Gelişmiş bir şeffaflık ve hesap verebilirlik çerçevesi oluşturmaktadır.
- Evrensel veya neredeyse evrensel kabulü yönetiyor gibi görünmektedir.

Kyoto Protokolü'nden farklı olarak Paris Anlaşması, tüm ÷lkelere kota getirmekte ve ÷lkelerin sera gazı emisyonlarını azaltmasını gerektirmektedir.(Kaya, 2020) Paris İklim Anlaşması, dünyayı anlaşmanın daha geniş hedeflerine yaklaştırmak için zaman içinde bireysel ve kolektif ÷lke hedeflerinin izlenmesi, raporlanması ve yeniden değerlendirilmesini sağlamaktadır.(Denchak,2018) Antlaşma küresel iklim değişikliği ile mücadelede belirlenen kotalara uymayan ÷lkelere karşı yüksek oranda ceza verilmesi, ek vergi konulması veya temiz enerji kaynaklarına yapılacak yatırımların teşvik edilmesi gibi yaptırım ve teşvik gücü olan bir takım düzenlemeler içermektedir.(Süleyman Uyar, 2011)

Belirlenen politikalar içinde işletmelerin kendileri için belirlenen kotaları sağlayabilmesi için gerçekleştirebileceği karbon ticareti, işletmelerin ticaret yapabilme ön koşulları gibi doğrudan finansal olarak işletmeleri etkileyecek kurallar da içermektedir.

3.3. Karbon Ticareti ve Karbon Piyasaları

Avrupa Birliği, Kyoto Protokolü ve Paris Antlaşması kapsamında ÷lkelere yük paylaşımı ve hedefler belirleyerek, söz konusu hedeflere ulaşmak için çeşitli politika ve düzenlemeler hayata geçirmektedir.(Kuran, 2019) ÷lkeler kendisi için belirlenen karbon salımı kotasını, belirlediği alanlarda ve kriterde faaliyet gösteren işletmelerine dağıtmakta ve bu işletmelerin gerçekleştirdikleri karbon salımı miktarını takip edip, kayıt altına

almakta ve denetlemektedir. İşletmelerin kendisi için belirlediği karbon salımı kotasını sağlayabilmesi için gerçekleştirebileceği mekanizmalardan biri karbon salımı kotasından daha az karbon salımı gerçekleştirmiş işletmelerden karbon salımı kotası fazlasını satın almasıdır. Gerçekleştirilen bu süreç Karbon Ticareti olarak tanımlanır.

Karbon salımı ve ticareti ilk olarak iktisatçı Dales tarafından önerilmiştir.(Süleyman Uyar, 2011) Tunahan, karbon salımı ve ticaretini; bir alıcının karbon azaltımına yönelik taahhüt ettiği hedeflerini yerine getirmede kullanacağı ve belli bir miktarda karbon salımı indirimi yapma hakkını ifade eden krediler karşılığında, başka bir tarafa ödeme yapması ile ortaya çıkan alım sözleşmeleri olarak tanımlanmaktadır.(Tunahan, 2010) Karbon ticareti ulusal olabilmesi yanında uluslararası düzeyde de gerçekleşebilmektedir.

Antlaşmaya taraf ülkeler, ticaret sistemi içinde kendileri için belirlenmiş karbon salım miktarlarını sağlayabilmek için uluslararası karbon kredisi piyasalarında ticaret yapabilmektedir. Buna göre ülkedeki işletmeler, kendileri için belirlenen karbon kotasından fazla karbon salımı gerçekleştirmiş ise, kendisi için belirlenen karbon kotasından daha az karbon salımı yapıp, elinde fazladan karbon kotası bulunan işletmelerden, protokol çerçevesinde belirli sınıra kadar karbon salımı kredisi satın alabilmektedir. Benzer şekilde ihtiyaç fazlası kotasını da karbon salımı kredisi olarak satabilmektedirler.(Süleyman Uyar, 2011)

İki tür karbon piyasası türü vardır. Bunlar zorunlu ve gönüllü karbon piyasalarıdır. Zorunlu karbon piyasaları ulusal, bölgesel veya uluslararası sistemler tarafından oluşturulur ve düzenlenir. Gönüllü karbon piyasaları ise işletmelerin gönüllü olarak karbon ticareti yaptığı piyasalardır. Gönüllü karbon piyasasından alınan sera gazı emisyonu kredileri işletmelerin uyması gereken zorunlu sera gazı emisyonu sınırlarını sağlamak için kullanılamaz.(Vitale, 2021)

Küresel iklim değişikliğini önlemede, sistemin temelini oluşturan bir araç olarak ortaya çıkan mekanizma Uluslararası Salım Ticareti Sistemi'nin kurulmasıdır. Bu sistemde ülkeler uluslararası karbon kredisi piyasalarında ticaret yapabilmektedirler. Ticareti Sistemi'nin temelini, ülkelerin kendileri için belirlenen karbon salımı miktarının limit değerinde sınırlandırılması sonucu, limit altı salım yapan ülkelerin azalttığı sera gazı salımı miktarını sertifikalandırılması ve limit üstü salım yapan ülkelere satabilmesi esasına dayanmaktadır.(Eymirli, 2020) Bu süreç piyasa temelli mekanizmayı oluşturur. Üretim fazlası kredisi olan ülkeler, sahip olduğu hakları kredilendirerek; salım sınırlaması

olan ülkelere azaltım şartları çerçevesinde satış yapabilmektedirler.(Ratnatunga & Balachandran, 2009)

Yapılan ticaret miktarı ülkelerin Kyoto taahhüdüne işlenmektedir. Ülkeler gerçekleştirdiği karbon salımı miktarını kendisi için belirlenen limitlere çekebilmesi için, ulusal boyutta tüm karbon salımını oluşturan kaynakları kayıt altına almalı, takip etmeli ve izlemelidir.

Küresel iklim değişikliği ile mücadele sürecinde geliştirilen diğer bir mekanizma proje temelli mekanizmadır. Ülkeler ve firmalar, karbon azaltımı taahhütlerine yönelik faaliyetleri sonucunda, azalttıkları her bir tona eş değer karbon salımı miktarı için, ticareti de yapılabilen, “Karbon Tahsisatı” veya “Karbon Kredisi” olarak adlandırılan karbon haklarına sahip olur. Buna göre salım hedefi belirlenmiş bir ülke, salım hedefi belirlenmemiş gelişmekte olan bir ülke ile işbirliğine giderek, o ülkede karbon salımı miktarını azaltmaya yönelik projeye dahil olabilir ve karşılığında da elde edilen karbon azalımı, söz konusu gelişmiş ülkenin Kyoto taahhüdünden düşülebilir. Bu sayede hem karbon salımı miktarını düşürücü yönde projeler geliştiren gelişmekte olan ülke projeleri desteklenmekte hem de ülkeler elde ettikleri karbon kredileri ile hedeflerini tutturabilmektedir.(Süleyman Uyar, 2011)

Karbon piyasalarında karbon salım hakkı bir emtia gibi işlem görmektedir. Yenilenebilir enerji sistemlerine yatırım, yeşil alan miktarının artırılması, fosil yakıtları kullanım miktarının azaltılması gibi projeler ile ülkesini daha yeşil, yaşanabilir bir ortam sağlayan ülkeler, aynı zamanda bu projeler sayesinde elde ettiği karbon kredisi fazlasını diğer ülkelere satarak finansman kaynağı da elde edebilmektedir.

Karbon salımının öneminin giderek artmasına paralel olarak Karbon Ticaret Sistemi giderek gelişmiştir. Sürecin başlarında verilerin nasıl elde edileceği, nerede saklanacağı, verilerin doğruluğu ve mükerrer verinin engellenmesi gibi birçok bilinmeyen durum söz konusu iken zamanla yapılan çalışmalar ile tanımlanmayan, kurallara bağlanmayan veya şeffaf kalan noktalar aydınlatılmaya çalışılmıştır.

Her işletmenin kendisi için belirlenen karbon salım miktarı sınırlarını uyması gerekmektedir. Eğer bir işletmenin faaliyetleri sonucu oluşan karbon salım miktarı kendisi için belirlenen limitlerden fazla ise karbon kredisi eksikliği, limitlerden az ise karbon kredisi fazlası oluşmaktadır. Karbon kredisi eksikliği olan işletmeler oluşan bu açıklarını karbon kredisi fazlalığı olan işletmelerden karbon kredisi alarak tamamlayabilmektedir. Karbon kredisi eksikliği olan işletmeler kredi satın alma sürecinde bir maliyete katlanmakta

iken, karbon kredisi fazlalığı veren işletmeler ise gerçekleştirmiş oldukları karbon kredisi satışlarından dolayı bir para kazancı elde etmektedirler. İşletmelerin karbon kredisi alıp, sattığı dünyadaki ilk uluslararası karbondioksit salımı ticareti sistemi (EU ETS) 1 Ocak 2005'te faaliyet geçirilmiştir.

Uluslararası alanda 1 ton CO₂e salımı kredisi fiyatı 2021 yılı sonlarında 80 Euro'ya kadar çıkmıştır. Avrupa Birliğinin, EU ETS ticaret sürecinin 4. aşaması hedeflerinin sağlanabilmesi için işletmelere tanımlanan karbon kredisini miktarının giderek azaltma yoluna gideceği göz önüne alındığında 1 ton CO₂e salımı için katlanacak maliyetin giderek artacağı öngörülmektedir. İşletmelerin faaliyet alanlarına, üretim teknolojilerine, kullandıkları hammadde ve ürettikleri ürünlere bağlı olarak değişmekle birlikte, üretim süreci içinde karbon salım miktarı çok yüksek olan veya enerji tüketimi çok büyük olan işletmeler için büyük bir ek maliyet oluşturmaktadır.

İşletmelere yüklenecek olan bu ek maliyetin işletmede üretilen ürünlere, üretim süreci göz önüne alınmadan dağıtılması, ürünlerin üretim maliyetlerinin doğru hesaplanamamasına neden olacak, bu durumda rekabet nedeniyle ürün başına kar paylarının çok düştüğü bir ortamda, ürün maliyetinin doğru hesaplanamamasından dolayı hatalı kararlar alınmasına neden olacaktır.

İşletmelerin üretim süreci esnasında kullandıkları makinelerin harcadığı enerji miktarı, doğaya saldığı karbon emisyonu miktarı hesaplamada önemli bir kriteri oluşturmaktadır.

Örneğin bir işletme, A ürünü üretmek için X, B ürünü üretmek için Y makinelerinin kullandığını düşünelim. Makinelerin 1 ürün üretim sürecinde doğaya salacağı karbon emisyonu miktarı ve 1 ton CO₂ maliyeti bilgileri aşağıdaki gibi olduğunu varsayılmaktadır. Bu işletmeye aynı anda A ve B ürünü siparişi geldiğini düşünelim. İki ürün üretimi için işçilik ve ham madde maliyetlerinin aynı olduğu bir ortamda görünürde işletme için iki sipariştten herhangi birini seçebilir konumda olmaktadır. Oysa üretim süreci oluşacak karbon salımı miktarı işletmelere bir üretim maliyeti oluşturmaktadır. Bu durumda işletmenin hangi ürün siparişini kabul edeceğini karar verebilmesi için ürünlerin üretim süreci oluşacak karbon salımı miktarı ve bu miktarın işletmeye maliyetini bilmesi gerekmektedir.

Tablo 3.1. Ürün Başına Makine Kaynaklı Oluşan Karbon Emisyonu Miktarı ve Enerji Tüketimi

1 Adet Ürün Üretimi İçin Makinenin	X Makinesi	Y Makinesi
Doğaya Salacağı Karbon Emisyonu Miktarı (kg)	0.1	0.4
Harcadığı Enerji (KWsa)	0.5	1.2

1 ton CO₂ Kredisi Ücreti: 80 Euro

1 kWsa enerji karbon emisyonu miktarı (kg) : 0,9 kg

olarak alınmıştır.

Bu kapsamda üretim sürecinde sadece Kapsam-1 ve Kapsam-2 içinde oluşan karbon emisyonu miktarı üzerinden hesaplanan üretim sürecinde gerçekleşen toplam karbon emisyonu miktarı aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\begin{array}{l} \text{Makine Kullanımı} \\ \text{Sürecinde Doğaya} \\ \text{Salınan CO}_2 \end{array} = \begin{array}{l} \text{Doğrudan Makineden} \\ \text{Oluşan Karbon} \\ \text{Emisyonu Miktarı} \\ \text{(Kapsam-1)} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Kullanılan Elektrik} \\ \text{Nedeniyle Oluşan} \\ \text{Karbon Emisyonu} \\ \text{Miktarı} \end{array}$$

İşletmenin her iki üründen 10.000'er adet ürettiği düşünülüğünde oluşan toplam karbon emisyonu miktarları;

$$\begin{array}{l} \text{A Ürünü Üretim Süreci} \\ \text{Oluşan Toplam Karbon} \\ \text{Emisyonu (kg CO}_2\text{)} \end{array} = [10.000 \times 0,1] + [10.000 \times 0,5 \times 0,9] \\ = 1.000 + 4.500 = 5.500 \text{ Kg}$$

$$\begin{array}{l} \text{B Ürünü Üretim Süreci} \\ \text{Oluşan Toplam Karbon} \\ \text{Emisyonu (kg CO}_2\text{)} \end{array} = [10.000 \times 0,4] + [10.000 \times 1,2 \times 0,9] \\ = 4.000 + 10.800 = 14.800 \text{ Kg}$$

Yukarıdaki hesaplama sonucu aynı miktarda üretilen iki ürün arasında en temel iki karbon salımı kaynağı olan doğrudan üretim aşamasında çıkan ve üretim sürecinde kullanılan elektrik enerjisi için doğaya salınan karbon salımı miktarları üzerinde yapılan çalışmada, iki ürün üretimi sürecinde oluşan karbon salımı miktarları arasındaki fark;

$$\text{Karbon Salımı Miktarı Farkı} = 14.800 - 5.500 = 9.300 \text{ kg}$$

olarak hesaplanmaktadır. İşletmenin karbon salımı kredisinin olmadığı, gerçekleştirdiği karbon salımı için kredi satın alması gerektiği düşünülen bir durumda, işletme B ürününü üretmeyi seçmesi durumunda fazladan oluşan karbon salımı için;

$$9,3 \text{ t CO}_2 \times 80 \text{ Euro} = 744 \text{ Euro}$$

ek maliyete katlanması gerekecektir.

Karbon salımının işletmeler için oluşturduğu doğrudan finansal maliyetlerin yanında, uluslararası alanda alınan ticaret yapmasını bile engelleyebilecek düzenlemeler işletmeler için risk faktörleri oluşturmakta, işletmelere olan güven, yatırım güveni etkilenmektedir.

İşletmelerin karbon salımı konusundaki gerçekleştirdiği çalışmalar işletmelerin imajı yönünden de büyük bir önem arz etmektedir. Küresel iklim değişikliğinin etkisinin her geçen gün artması, beraberinde işletmelerin daha çok küresel ısınmayı azaltıcı çalışmalar yapmasını tetiklemiş, toplum tarafından da bu yönde yapılan çalışmalar giderek daha çok takip edilmeye başlanmıştır. Tüketicilerin bu konudaki bilinçlenmesi ile karbon salımı miktarını azaltıcı yönde faaliyette bulunan işletmeler daha çok desteklenmeye başlamıştır. Karbon salımı yapmayan araçların daha çok tercih edilmeye başlaması buna örnek olarak verilebilir. İşletmeler bu bilinçli kesimi kendilerine çekebilmek ve rakipleri önünde üstünlük sağlayabilmek için sıfır karbon emisyonu hedeflerini veya başarımlarını reklamlar vasıtası ile müşterilerini aktarmaktadır. İşletmeler karbon salımı miktarını azaltma yönünde gerçekleştirdikleri bu çalışmalar ile hem şirketlerini, ürünlerini, hizmetlerini tanıtmakta hem de Avrupa Birliği kriterlerini uygunluklarını sağlamaktadır. Oteller bile kendini yenilemekte, sıfır karbon emisyonu salımı etiketi ile reklamlarını gerçekleştirmektedir.

3.4. Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Sistemi (European Union Emissions Trading System - EU ETS)

Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Sistemi (EU ETS), Küresel ısınmayla mücadele kapsamında, işletmelerin uluslararası alanda karbon kredisi alıp satması için geliştirilmiş, dünyadaki ilk uluslararası karbondioksit salımı ticareti sistemidir.(Ellerman & Buchner, 2007) Sistem ilk olarak 2005'te uygulanmaya başlamıştır.

Sistemde, kapsamı içinde yer alan tüm işletmeler tarafından atmosfere salınabilecek toplam karbon salımı miktarı için bir maksimum değer belirlenir ve bu değer işletmelere

karbon salımı hakkı olarak işletmelere dağıtılır. Sistem içinde yer alan işletmeler için belirlenen bu karbon salımı kotası işletmelerin karbon kredisi miktarını oluşturur. İşletmeler ilgili dönem içinde kendisi için belirlenmiş olan karbon kredisi miktarını tutturmaya çalışır. Burada önceden açıklandığı gibi bir işletme kendisi için belirlenen krediden fazla karbon salımı gerçekleştirmiş ise gerçekleştirdiği salım miktarını kendisi için belirlenen limite çekmek için başka bir işletmeden karbon kredisi satın alabilir veya benzer şekilde tersi durumda sahip olduğu ihtiyaç fazlası karbon kredisini diğer işletmelere satabilir. İşletmeler, kendisi için belirlenen karbon kredisi limitlerini uymak zorunda oldukları için tüm süreçleri ve faaliyetlerini kayıt altına almalı, takip etmeli ve planlamalıdır.

Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Sistemi (EU ETS) 4 döneme bölünmüştür.

- **1. Ticaret Dönemi:** 1. Ticaret Dönemi, 2005 - 2007 yılları arasını kapsamaktadır. 1. Ticaret Dönemi "pilot dönem" olarak da adlandırılmaktadır.(Billur Engin Balın, 2022) Bu dönemde sistem, Avrupa Birliği sınırları içinde oluşan karbon salımı miktarının %40'ını oluşturan yaklaşık 12.000 işletmeyi kapsamaktadır. Kapsam, enerji kullanımı 20 MW'ı aşan madeni yağ rafineleri, kok fırınları, demir metal üretim ve işleme, maden endüstrisi (çimento, cam, seramik vb.), kâğıt üretimi tesisleri gibi yüksek enerji kullanan tesisleri içermiştir.("Europe's carbon trading scheme ", 2006)

Kyoto Protokolü, EU ETS devreye girdikten sonra oluşturulmuştur. Avrupa Birliği Kyoto Protokolü devreye girdikten sonra Kyoto Protokolü içinde yer alan karbon azaltımı mekanizmaları (esnek mekanizma) sertifikalarını, EU ETS içinde kullanmayı kabul etmiş ve şirketlerin karbon emisyonu kotası limitlerini karşılamak için kullanmasını izin vermiştir. (wikipedia)

1. Ticaret Döneminin ilk yılında, piyasada toplam 7,2 milyar Euro karşılığında 362 milyon ton CO₂ ve çok sayıda vadeli işlem ve opsiyon ticareti yapılmıştır.(Carbon, 2006)

- **2. Ticaret Dönemi:** 2. Ticaret Dönemi, 2008 - 2012 yılları arasını kapsamaktadır. 2007 yılında Avrupa Birliği üyesi olmayan Norveç, İzlanda ve Lihtenştayn' da sisteme katılmıştır.("Iceland, Norway, Liechtenstein to join EU emissions trading system," 2007) 27 Nisan 2012'de Avrupa Komisyonu, Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Sistemi'nin tek yetkili sistem olarak devreye alındığını duyurmuş, ulusal bazda tutulan 30.000'den fazla kayıt sisteme aktarılmıştır. (Emery, 2012)

- **3. Ticaret Dönemi:** 3. Ticaret Dönemi, 2013 - 2020 yılları arasını kapsamaktadır. Hırvatistan, 1 Ocak 2013'te Hırvatistan'ın ETS'ye katılımı ile üye ülke sayısı 31'e çıkmıştır. ("Croatia will join EU ETS in 2013," 2012) EU ETS tarafından, dünyanın en büyük finansman programlarından biri olan NER 300 programı kurulmuştur. Program, Avrupa Birliği içindeki, Karbon Yakalama ve Depolama (Carbon Capture and Storage - CCS) teknolojilerini (yanma öncesi, yanma sonrası, oksiyakıt ve endüstriyel uygulamalar) ve Yenilenebilir Enerji Sistemleri (Renewable Energy Systems - RES) teknolojilerini (biyoenerji, konsantre güneş enerjisi, fotovoltaik, jeotermal, rüzgâr, okyanus, hidroelektrik ve akıllı şebekeler) finanse etmek amacıyla oluşturulmuştur. Avrupa Komisyonu, NER 300'ün genel yönetiminden ve uygulanmasından sorumludur. Bu konuda komisyon, Üye Devletler tarafından sunulan teklifleri değerlendirmek, kendi adına NER tahsisatlarını satmak ve Avrupa Yatırım Bankası'nın (European Investment Bank - EIB) uzmanlığından yararlanır. (Commission, 2016)

Karbon Yakalama ve Depolama projeleri karbondioksitin atmosfere girmeden önce yakalanması, taşınması ve depolanması ile karbon salımının azaltılmasını sağlayan projelerdir. Genellikle ağır sanayi tesisleri, fosil yakıt ile çalışan elektrik santraller, kimyasal tesislerin üretim sürecinden oluşur. (Government, 2018)

EU ETS, 3. Ticaret döneminde, 2020 yılında 2005 yılına göre %21'lik bir karbon salımı azaltımını hedeflemiştir. Fakat 2014 yılında karbon salımı değeri 1.812 Mt değerini düşürerek ve 2020 yılındaki hedef 2014 yılında sağlanmıştır.

- **4. Ticaret Dönemi:** 1 Ocak 2021' de başlamıştır ve 31 Aralık 2030'da sona erecektir. 27 Avrupa Birliği Üye Devletinin tamamı, Avrupa Birliğini 2050 yılına kadar iklim açısından nötr ilk kıtaya dönüştürmeyi taahhüt etmiştir. Bu hedefi tutturmak için 2030 için yılı için belirledikleri karbon salımı azaltımı hedefini %55 olarak belirlenmiştir. (European Commission, 2021)

1 ton CO₂ salım kredisi ücreti yıllar içindeki EU ETS içinde yer alan ülke ve sektörlerle bağlı olarak sürekli değişmiştir. 2008-2021 yılları arasındaki 1 ton CO₂ salım kredisi fiyatının Euro para birimi bazlı değişimi grafiği aşağıda verilmektedir.



Grafik 3.1. EU ETS içinde 1 ton CO₂ Salım Kredisi Fiyatı (wikipedia)

Yukarıdaki Grafik 3.1’de görüldüğü gibi 1 ton CO₂ karbon kredisi değerinin son yıllarda hızla arttığı görülmektedir.

Avrupa Birliği, EU ETS içinde Kyoto Protokolü içinde yer alan karbon azaltımı mekanizmaları sertifikaları kullanmayı kabul etmiş ve şirketlerin karbon emisyonu kotalarını sağlamak için kullanmalarını izin vermiştir. Kyoto Protokolünde yer alan esnek mekanizma sertifikaları aşağıdaki maddelendirilmiştir.

- **Ortak Uygulama Projeleri (Joint Implementation Projects - JI):** Kyoto protokolünde belirlenen, sera gazı emisyon hedefi olan ülkelerin anlaşma yükümlülüklerini yerine getirmelerinde yardımcı olmak için, protokolün 6. maddesinde uyarınca, bir ülkenin, yerel emisyonlarını azaltmaya alternatif olarak, diğer bir ülkede sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik gerçekleştirebileceği projelerdir. Bu şekilde ülkeler, hedeflenen sera gazı emisyonlarına sağlamak için sera gazı emisyonu azaltımı maliyeti daha düşük olan farklı ülkelerdeki projelere yatırım yapabilecektir. Bu sayede daha az maliyet ile ülkeler kendileri için belirlenmiş yükümlülüklerini sağlayabilecektir. Ortak Uygulama Projelerinde, bir ton CO₂ eşdeğerine eşdeğer bir sera gazı emisyonu azaltımı birimi kredisine Emisyon Azaltma Birimleri (Emission Reduction Units-ERU) adı verilir.
- **Onaylı Emisyon Azaltımları (Certified Emission Reductions - CER):** Temiz Geliştirme Mekanizması (Clean Development Mechanism - CDM), ülkelerin diğer ülkelerdeki sera gazı emisyonlarını azaltma projelerini finanse etmelerine ve

uluslararası sera gazı emisyon hedeflerini karşılama çabalarının bir parçası olarak tasarruf edilen sera gazı emisyonlarını talep etmelerine olanak tanıyan, Birleşmiş Milletler tarafından yürütülen bir karbon dengeleme mekanizmasıdır. Bu sistem sayesinde gelişmekte olan ülkelerde karbon salımı azaltıcı yönde gerçekleştirilen projelere sağlanan katkı sonucu, projeden elde edilecek karbon salımı miktarındaki düşüş değeri, karbon kredisi olarak kullanılabilir. (U. N. C. Change, 2021)

- **Uluslararası Emisyon Ticareti (International Emissions Trading - IET):** Belirlenen sera gazı emisyonu salım hakkından daha az sera gazı emisyonu salımı gerçekleştirerek sera gazı emisyonu salım hakkı fazlası olup, hakkını yedekte bulunduran ülkelerin, bu haklarını, sera gazı emisyonu salım hakkından daha fazla sera gazı emisyonu salımı gerçekleştiren ülkelere satmalarına izin verir. (wikipedia)

Avrupa Birliği Komisyonu, ülkelerin ulusal sera gazı emisyonu üst sınırlarını, Avrupa Birliği Üye Devletleri ile ortak karar vererek belirler. Üst sınırın belirlenmesinde en önemli kriter ilgili değerin ülkenin Kyoto hedefi ile uyumlu olmasıdır. Her ülke, kendisi için belirlenen salım miktarını, salım kredisi olarak tanımlar ve belirlediği alanlarında faaliyet yürüten işletmelere dağıtır. İşletmelerin ilgili yıl içinde gerçekleştirdikleri fiili sera gazı emisyonu salımı miktarı takip edilir, doğrulanır ve kayıt altına alınır. Yıllonunda işletmelerden kendileri için belirlenen sınırlara uymasını beklenir. İşletmeler kendileri için belirlenen salım sınırlarını uyabilmek için hak aktarımı veya ticareti işlemlerini;

- Şirketler veya uluslararası alanda ödenek aktarımı,
- Avrupa iklim borsası spot piyasalarından işlem yaparak,
- Aracıların, alıcı ve satıcıları buluşturulması ve aralarında yapılan anlaşmaya verilen finansal bedel karşılığında ödenek yatırılması,

yolları ile gerçekleştirebilir. Yapılan işlemler sonrasında bir kredi hakkı değiştiğinde ilgili durum ulusal Emisyon Takip Sistemine ve Avrupa Komisyonu'na bildirilir.

EU ETS , kayıtlı şirketlere, yükümlülüklerine uyum sağlayabilmesi için Kyoto ticaret planındaki gibi, Emisyon Azaltma Birimleri (Emission Reduction Units- ERU) biçiminde karbon kredileri kullanmasına izin verir. Kyoto Protokolünde tanımlanan CDM projeleri tarafından üretilen CER'ler, Avrupa Birliği tarafından eşdeğer olarak kabul edilir.

EU ETS kapsamında belirlenen işletmeler, 1. aşamada toplam sera gazı emisyonu salımının %40'ı gibi büyük bir bölümünü oluşturmakla birlikte bu işletmelerin dışında kalan, diğer küçük işletmeler, tarım ve hayvancılık, ulaşım, konutlar gibi birçok karbon salım kaynakları vardır. Ortalama Avrupa Birliği sera gazı emisyonlarının %21'ini ulaşım, %17'sini konutlar ve küçük işletmeler, %10'unu tarım ve hayvancılık kaynaklıdır. Tüm karbon salımı içinde büyük bir payı EU ETS kapsamında yer alan işletmeler oluşturmakla beraber bu işletmelerinde dışında kalan işletmelerin olması, işletmeler arasında rekabet sürecini olumsuz etkilediği için sistemin eleştirilen yanını oluşturmaktadır. Özellikle sürece dahil olan ve dahil olmayan ülkelerde faaliyet gösteren global pazarda rekabet içinde olan işletmeler için bu durum daha da rekabeti zorlaştırıcı etki oluşturmaktadır.

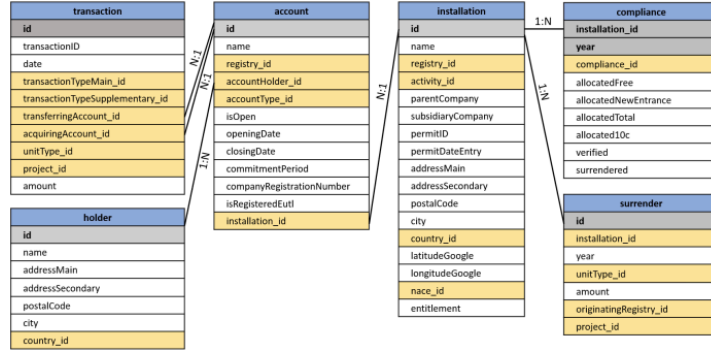
2021 yılı sonunda EU ETS içinde 1 ton CO₂ karbon kredisi değeri 80 Euro'nun üzerine çıkmıştır. Bu değer 2020 yılı değerinin iki katıdır. Fiyattaki artışın temel nedeni 2030 yılına kadar emisyonların %55 oranında azaltılmasına yönelik hedefin daha sıkı bir pazara yol açacağı beklentilerinden kaynaklanmıştır.(Chestney, 2022)

European Union Transaction Log (EUTL), dünyanın en büyük sera gazı emisyonu ticaret sistemi olan Avrupa Emisyon Ticaret Sisteminin (EU ETS) merkezi raporlama ve izleme aracıdır. Avrupa Komisyonu düzenlemeye tabi kuruluşlar, sistemde aktif olan katılımcılar ve bu katılımcılar arasındaki işlemler hakkında bilgileri sağlar. Verilere EUETS.INFO web adresinden çevrimiçi olarak erişilebilir. (Abrell, 2022)

EUTL, Avrupa Birliği Emisyon Ticaret sistemi kapsamında raporlanan 15.000'den fazla sabit kurulumun yanı sıra 1.500 uçak operatörünün doğrulanmış sera gazı emisyonlarını, izinleri ve teslim edilen birimleri hakkında, ülke, ana faaliyet türü ve yıl bazlı toplu veriler sağlar.(Agency, 2021a)

Avrupa Emisyon Ticaret Sistemi içinde 2019 yılında, enerji ve enerji yoğun endüstrilerin yanında Avrupa içi havacılığında dahil olduğu 13.000'den fazla işletme tarafından yaklaşık 1,8 milyar tCO₂ emisyon ticareti işlemi gerçekleştirmiştir. Sistem dünyanın en büyük karbon piyasasını oluşturmakta ve Avrupa Birliği iklim politikasının işletilmesinde merkezi rol üstlenmektedir. EUTL, tüm EU ETS içinde oluşan, gerçekleşen verileri ilişkisel yapıda detaylı olarak tutmakta ve verileri şeffaf bir şekilde ülke, endüstri, işletme bazında incelenme ve analiz edilmek için dış erişime açmaktadır. Sistemi yöneten birim, EUTL içindeki verilerin incelenmesi sürecinde, veri modelleri ve veri kümesine erişimi kolaylaştırmak için Python rutinleri oluşturmuş ve veri modellerini

detaylı olarak açıklamıştır. Böylece isteyen kişilerin sistem içindeki verileri kolay ve hızlı bir şekilde erişebilmesi ve işleyebilmesini sağlamıştır. Sisteme <https://euets.info/> adresinden kayıt olunup verilere erişilebilir.

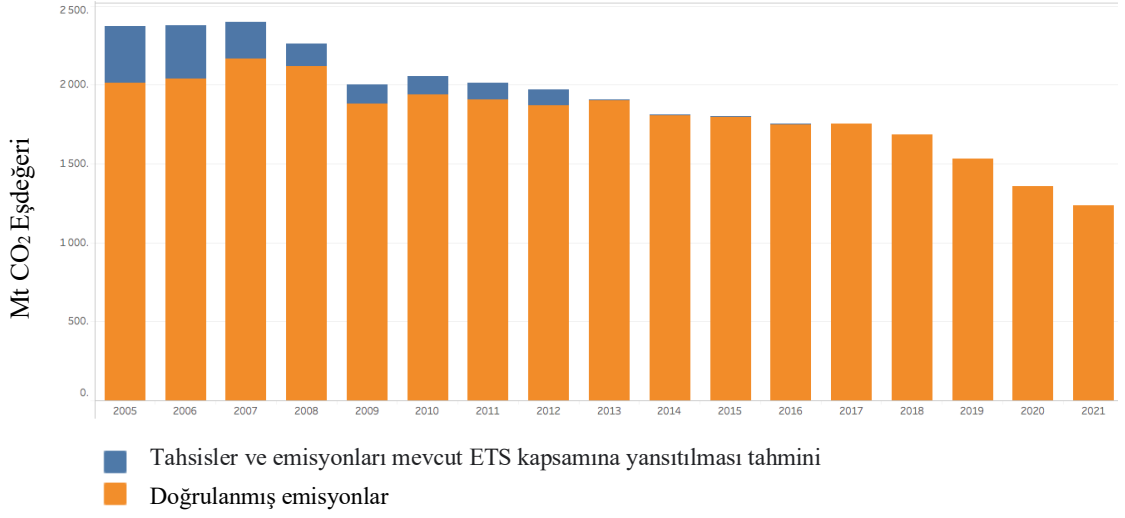


Resim 3.1. EUTL Veritabanı Yapısı (Abrell, 2022)

EUTL sistemi verileri birçok kurum tarafından kullanılmakta, veriler üzerinden analizler yapılarak raporlar oluşturulmaktadır. Avrupa Birliği bünyesinde oluşturulmuş bu kuruluşlardan bir tanesi de Avrupa Çevre Ajansı (The European Environment Agency - EEA)'dır. Avrupa Çevre Ajansı, çevre hakkında bağımsız bilgi sağlamak olan bir Avrupa Birliği ajansıdır. EEA, politika yapıcılara ve halka zamanında, hedefe yönelik, ilgili ve güvenilir bilgiler sağlayarak Avrupa'nın çevresinde önemli ve ölçülebilir iyileşme sağlamaya yardımcı olarak sürdürülebilir kalkınmayı desteklemeyi amaçlamaktadır.(E. E. Agency, 2022)

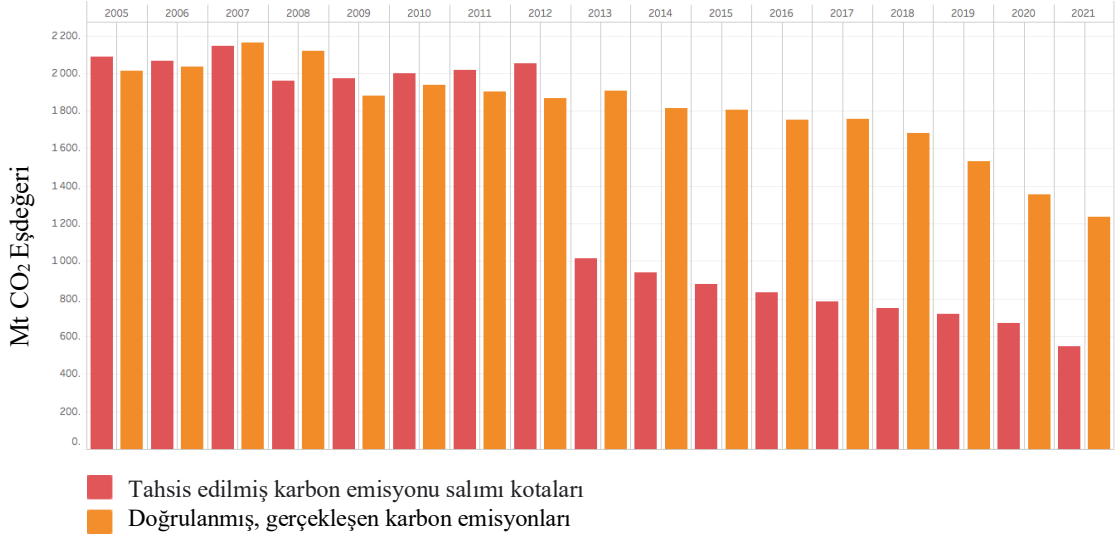
Ajans <https://www.eea.europa.eu/> adresinde yayınladığı web sayfası üzerinden EUTL ve diğer kaynaklardan topladığı verileri zaman, ülke, sektör gibi farklı kategorilerde birleştirerek erişime açmaktadır. Verilere tablo veya grafik şeklinde site üzerinden erişildiği gibi csv formatında bilgisayara da indirilebilir. Site üzerinden karbon salınımı ile ilgili elde edilen veriler aşağıda yer almaktadır.

EU ETS içindeki tüm ülkelerin ve işletmelerin tarihsel karbon emisyonu değişimi aşağıdaki Grafik 3.2'de yer almaktadır. 2005 yılında 2,37 Mt CO₂ seviyesinde olan karbon emisyonu miktarı 2021 yılında 1,237 Mt CO₂ seviyesine gerilemiştir.



Grafik 3.2. Avrupa Birliği Ülkelerinde 2005-2021 Yılları Arasında Gerçekleşen CO₂ Emisyonu Salımı Miktarı (E. E. Agency, 2022)

EU ETS içindeki tüm ülkelerin ve işletmeler için yıllar bazında tahsis edilmiş emisyon salımı kotaları ve oluşan emisyon miktarı aşağıdaki Grafik 3.3’de yer almaktadır.



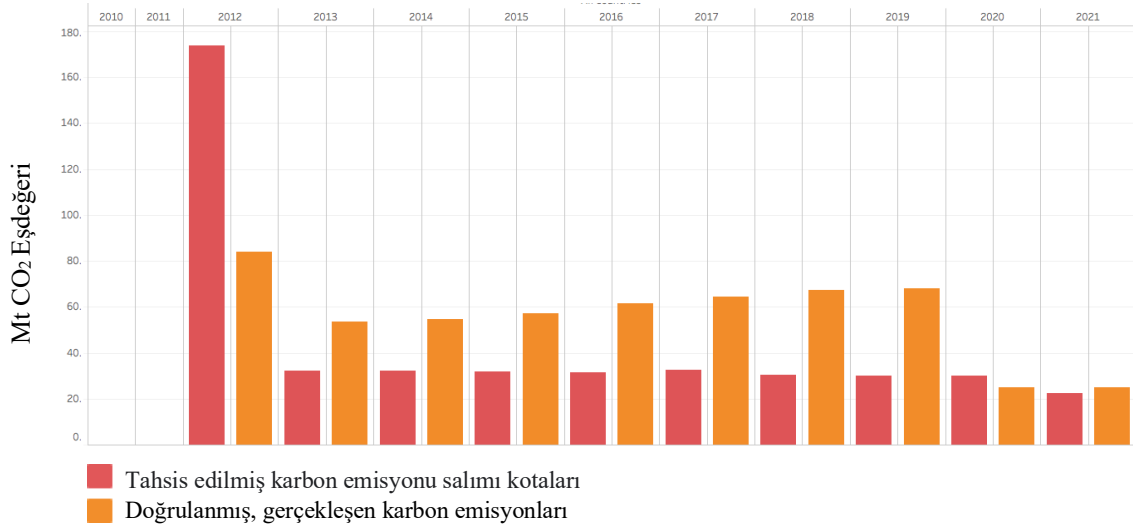
Grafik 3.3. 2005-2021 Yılları Arasında EU ETS Tarafından Verilen Karbon Emisyonu Kotaları ve Gerçekleşen Karbon Emisyonu Salımları (E. E. Agency, 2022)

Yukarıdaki Grafik 3.3’de görüleceği üzere yıllar bazında EU ETS içinde verilen kotalar giderek azaltılmıştır. 2012 yılında 2,054 Mt CO₂ seviyesinde olan kota, 2008-2012 yılları arası olarak belirlenen 2. ticaret döneminin tamamlanması ve 2013-2020 yılları arası olarak belirlenen 3. ticaret döneminin başlaması ile yarı yarıya azaltılarak büyük bir düşüş göstermiş, 1,013 Mt CO₂ seviyesine gelmiştir. 2013 yılından sonraki yıllarda da

miktarı sürekli olarak azaltıldığı gözükmektedir. Miktarın sürekli olarak azaltılmasının nedeni Avrupa Birliğinin 2030 hedeflerine ulaşabilmek için yapılmıştır.

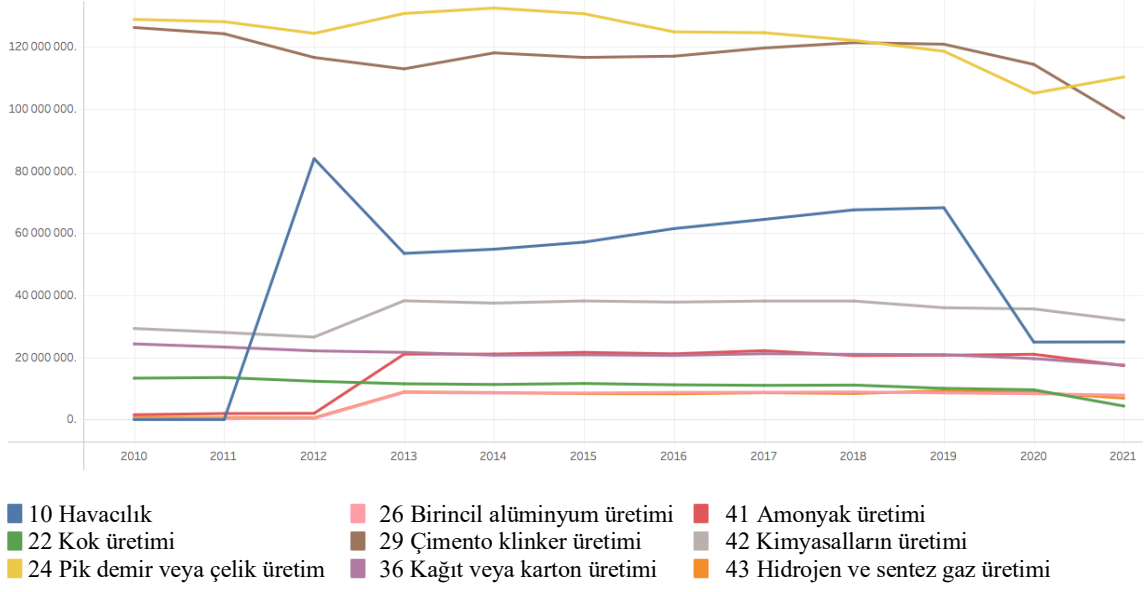
Karbon kotasının giderek azalması, işletmelere daha az kota tahsisini neden olmuştur. Bu durum beraberinde karbon kredisinin değerinin giderek artmasına ve işletmelerin karbon salımı miktarını azaltması yönünde daha çok çaba göstermesini beraberinde getirmiştir.

EU ETS kapsamında yer alan enerji yoğun sektörler ek olarak 2012 yılında havacılık sektörü de sisteme dahil edilmiştir. İlk yıl sektör için yüksek bir karbon emisyonu salımı kotası belirlenmesine rağmen sonraki yıllar Avrupa Birliği politikası kapsamında giderek düşürülmüştür.



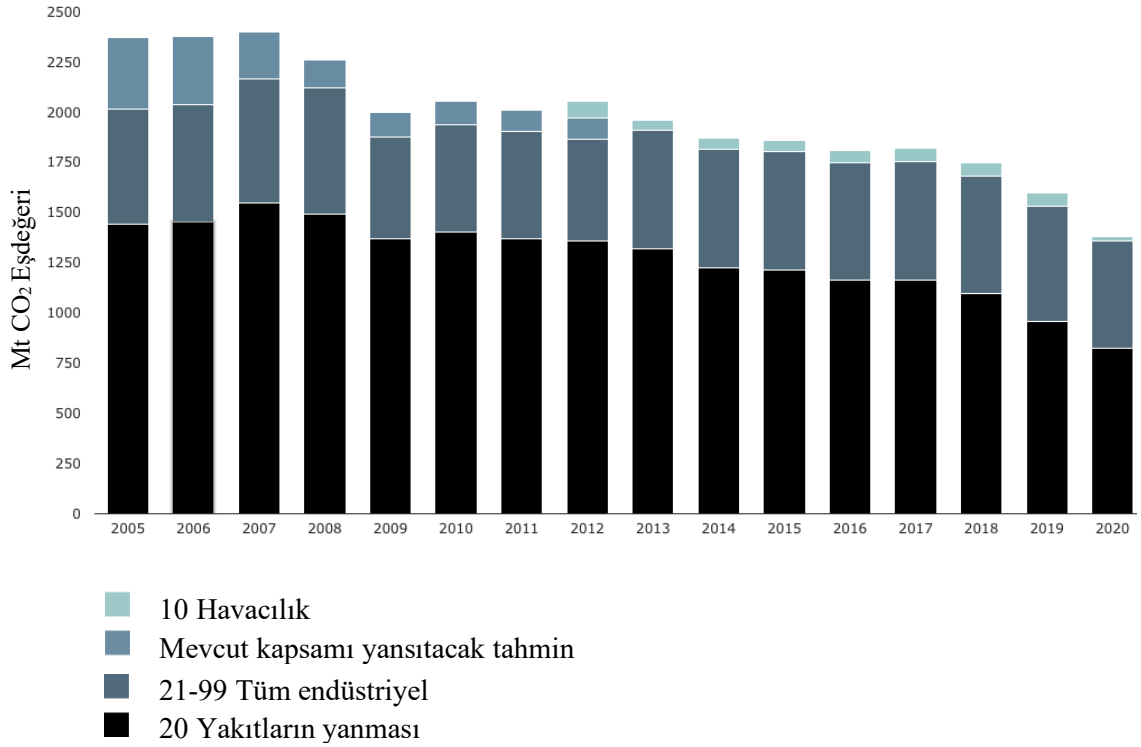
Grafik 3.4. 2012-2021 Yılları Arasında Havacılık Sektörüne EU ETS Tarafından Verilen Karbon Emisyonu Kotaları ve Gerçekleşen Karbon Emisyonu Salımları (E. E. Agency, 2022)

Enerji dışındaki bazı temel sektörlerin karbon salımı miktarı dağılımı aşağıdaki Grafik 3.5’de gösterilmektedir.



Grafik 3.5. Avrupa Birliği İçinde Bazı Sektörlerin Karbon Emisyonu Salımı Miktarlarındaki Tarihsel Değişim (E. E. Agency, 2022)

Enerji sektörü ve enerji dışı diğer sektörlerin oluşturduğu emisyon miktarı dağılımı ise aşağıdaki Grafik 3.6'da gösterilmektedir.



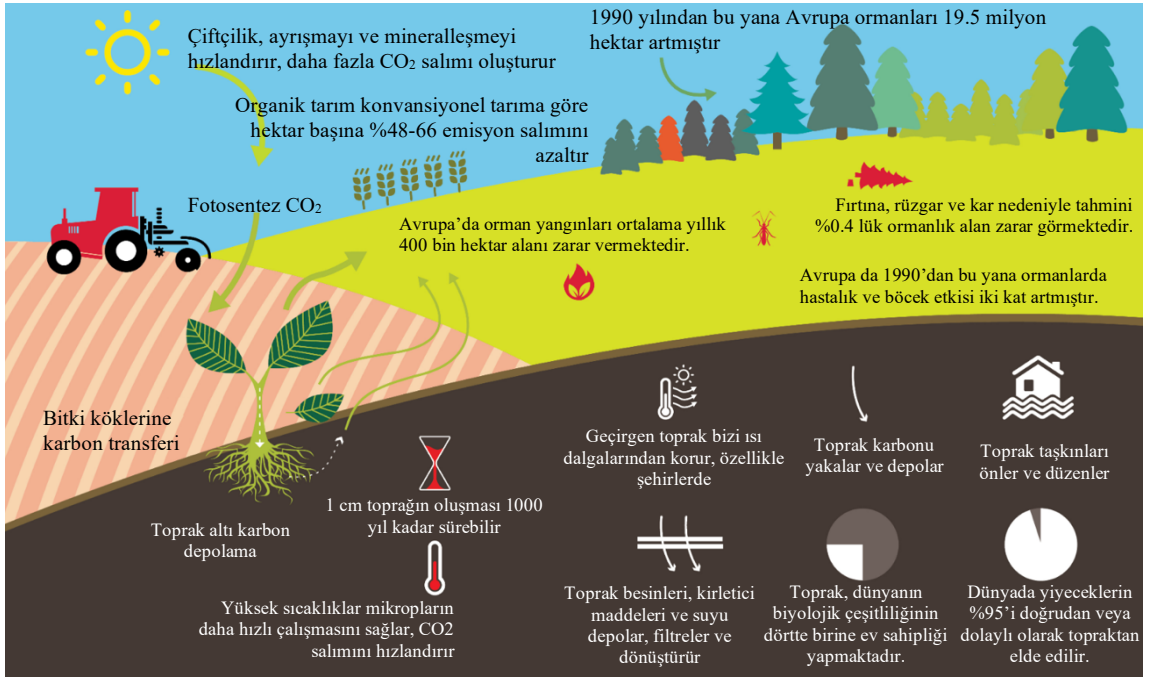
Grafik 3.6. EU ETS'deki Tüm Ülkeler İçin Faaliyet Türüne Göre ETS Emisyonları (E. E. Agency, 2022)

Yukarıdaki Grafik 3.6'nın sayısal verileri aşağıdaki Tablo 3.2'de listelenmektedir.

Tablo 3.2. EU ETS'deki Tüm Ülkeler İçin Faaliyet Türüne Göre ETS Karbon Emisyonları

Yıl	20 Yakıtların Yanması	21-99 Tüm Endüstriyel Tesisler	Mevcut Kapsamı Yansıtacak Tahmin	10 Havacılık
2005	1.444	571	355	
2006	1.456	580	339	
2007	1.546	619	234	
2008	1.494	625	140	
2009	1.370	509	122	
2010	1.403	536	113	
2011	1.372	532	107	
2012	1.360	507	103	84
2013	1.320	588		53
2014	1.224	590		55
2015	1.213	590		57
2016	1.166	584		61
2017	1.164	591		64
2018	1.096	587		67
2019	955	576		68
2020	822	534		25

Avrupa Birliği içindeki karbon salımı oranının yıllar içindeki azalması, işletmelerin daha az karbon salımı yapan üretim süreçlerine geçmesi, temiz enerji kullanımını artırmaları, kaçakların azaltılması gibi işlemlerin yanında atmosferdeki karbon miktarını doğal yollarla azaltan arazi kullanımı ve ormancılık alanında gerçekleştirdiği projelerle de sağlamaktadır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi uyarınca, atmosferden bir sera gazını uzaklaştıran herhangi bir süreç, faaliyet veya mekanizmaya "Sink" denir. Türkçe lavabo, yutak olarak çevrilmektedir. Avrupa Birliği Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde "Sink", atmosferdeki sera gazı, aerosol veya sera gazı bileşenini herhangi bir süreç, aktivite veya mekanizma azaltılması olarak tanımlanmaktadır.(Nations, 1992)

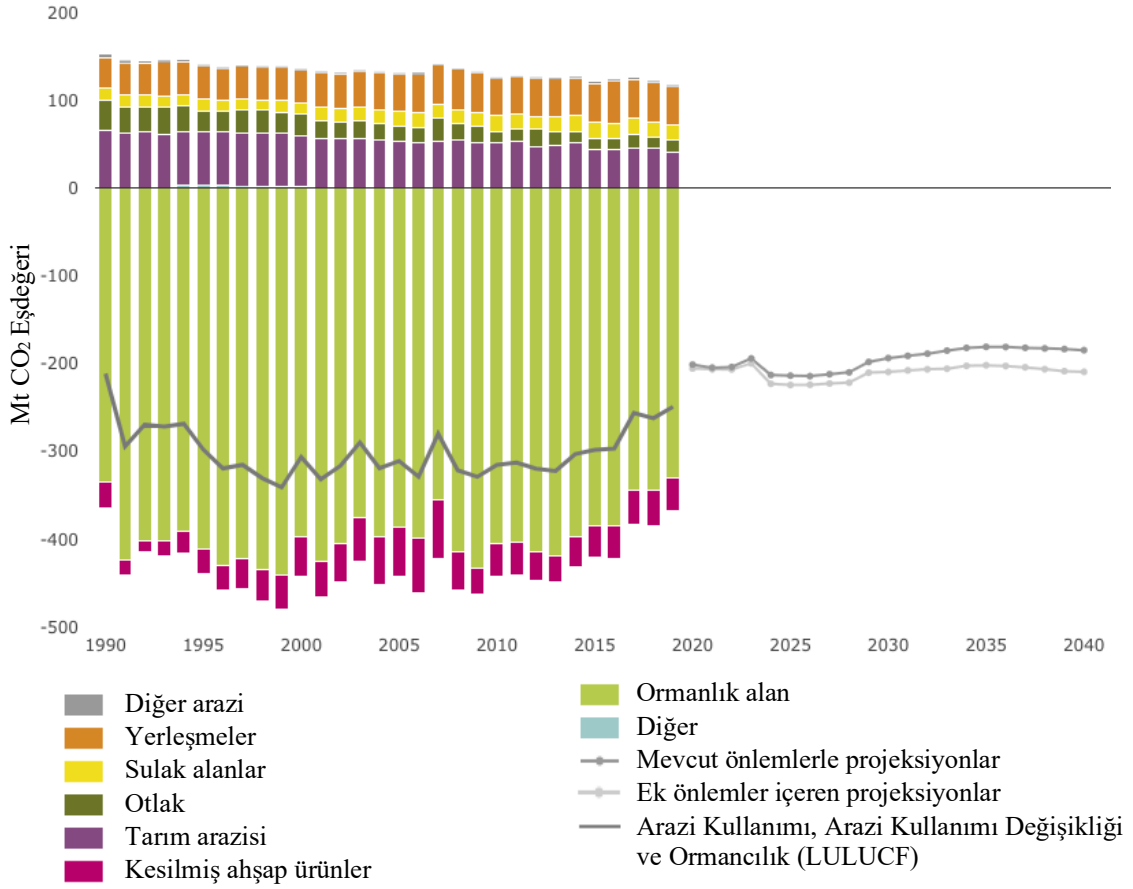


Şekil 3.1. Arazi Kullanımının CO2 Salımı Etkisi (Agency, 2019)

Arazi Kullanımı, Arazi Kullanımı Değişikliği ve Ormancılık (Land Use, Land-Use Change and Forestry-LULUCF) faaliyetleri yoluyla karasal yutakları etkiler, sonuç olarak, karasal biyosfer sistemi ile atmosfer arasındaki CO₂ alışverişi (karbon döngüsü) gerçekleşir. LULUCF faaliyetlerinin iklim değişikliğinin azaltılmasındaki rolü uzun zamandır bilinmektedir. İnsan faaliyetleri, karasal ekosistemin karbon havuzları arasındaki ve karasal ekosistem ile atmosfer arasındaki karbon stoklarındaki değişiklikleri etkiler. Azaltma, LULUCF sektöründe atmosferden sera gazlarının (GHG'ler) uzaklaştırılmasını artıran veya karbon stoklarının kaybını durdurarak karbon emisyonlarını azaltan faaliyetler yoluyla sağlanabilir.

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC), Birleşmiş Milletler iklim değişikliği ile ilgili bilimsel değerlendirme organıdır. IPCC'nin İklim Değişikliği ve Arazi Özel Raporunda, tarım, ormancılık ve diğer arazi kullanımını sera gazı emisyonlarının önemli bir net kaynağı olarak tanımlar ve karbon dioksit (CO₂), metan (CH₄) ve azot oksit (N₂O) emisyonlarının 2007-2016 yılları arasında toplam sera gazı emisyonu salımı içinde yaklaşık %23'lük pay aldığını gösterir. Ormanlar fotosentez yoluyla atmosferdeki karbondioksit oranının azalmasını

sağlamanın yanında, toprak içindeki karbonunda artışına neden olarak karbon salımı miktarının düşürülmesinde büyük bir katkı sağlar. (U. N. C. Change, 2022)



Grafik 3.7. Arazi Kullanımı Kategorisine Göre AB'de LULUCF Sektörü Emisyon Salımları ve Emisyon Yutağı (Agency, 2021b)

LULUCF faaliyetleri aracılığıyla Avrupa Birliği içinde yıllık atmosferden uzaklaştırılan sera gazı miktarı 249 Mt CO₂e'dir. Sektör, AB'nin 2050 yılına kadar net sıfır emisyon elde etmesine yardımcı olmada çok önemli bir rol oynayacak fakat mevcut durumdaki 250 Mt CO₂e'lik değer 2050 hedeflerine ulaşmada yeterli olmayacak. (Agency, 2021b) Avrupa Komisyonu bu değer artırılması için 14 Temmuz 2021'de, 2050 yılına kadar AB'de iklim nötrlüğünü nasıl sağlamayı amaçladığını ortaya koyan, 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarında en az %55 net azalmaya yönelik ara hedef oluşturan, 2021-2030 Arazi Kullanımı ve Ormancılık Yönetmeliği'ni kabul etti. Yönetmelik, arazi kullanımından kaynaklanan hesaplanan sera gazı emisyonların, sektördeki eylem yoluyla atmosferden CO₂'nin hesaplanmış eşdeğer bir uzaklaştırılmasıyla tamamen telafi edilmesini sağlamak için her üye devlet için bağlayıcı

bir taahhüt ortaya koymaktadır. Bu, no debit (borçsuz) kuralı olarak bilinir.(Europe Commission, 2021)

Tablo 3.3. Arazi Kullanımı Kategorisine Göre AB'de LULUCF Sektörü Karbon Emisyonu Salımları ve Karbon Emisyonu Yutağı

Yıl	LULUCF	Ek Önlemler İçeren Projeksiyonlar	Mevcut Önlemlerle Projeksiyonlar	Ormanlık Alan	Kesilmiş Edilmiş Ahşap Ürünler	Tarım Arazisi	Otlak / Sulak Alanlar / Yerleşmeler / Diğer Arazi
1990	-211,20			-335,40	-29,20	66,10	86,40
1995	-297,90			-411,70	-27,50	60,70	75,90
2000	-306,30			-396,80	-46	58,70	75,70
2005	-310,80			-386,60	-56,40	52	78,50
2010	-315,20			-404,50	-37,50	50,90	74,70
2015	-298			-385,10	-34,90	44,40	76,50
2019	-249,10			-329,40	-38,20	41,10	76,10
2020		-205,40	-201				
2021		-206,30	-204,40				
2025		-224,20	-213,50				
2030		-209,30	-193,50				
2035		-201,70	-180,70				
2040		-209,20	-184,50				

2019 yılında, Avrupa Birliği LULUCF kapsamında azaltılan karbon emisyonu miktarı 249 Mt CO₂e değerindedir. Bu rakam Avrupa Birliği içindeki toplam karbon emisyonu salımı değerinin %7'sine eşittir. Yukarıdaki Tablo 3.3'de gözükeceği üzere karbon emisyonu miktarının azalmasındaki en önemli rolü ormanlar üstlenmektedir. Kesilen orman ürünlerinin atmosferdeki karbon emisyonu miktarındaki azaltımı, kesilen ürünlerin içinde yer alan karbon miktarından oluşmaktadır.

İnsan kaynaklı orman alanlarının azalmasının yanından son yıllarda küresel ısınmanın etkilerinden biri olarak gerçekleşen orman yangını sayısının artması, ormanlık alanlarda yaşanan böcek salgınları gibi olumsuz etkilerin de devreye girmesi ile yeşil alanlar büyük bir düşüşün yaşandığı gözükmektedir.

AB tarafından 2021 yılında alınan yasa ile karbon emisyonu azaltımı değerlerinin artırılması hedeflenmektedir. 2030 yılında -193,5 Mt CO₂e olması tahmin edilen karbon salımı değerinin alınacak ek önlemler ile -201,7 Mt CO₂e seviyesine artırılacağı düşünülmektedir. Bu artış %4,23 lük bir iyileşmeye karşılık gelmektedir. Değerin çok düşük olması bu alanda ek önlemler alınması gereksinimi oluşturmaktadır.

4. KARBON MUHASEBESİ BİLGİ SİSTEMİNDE FAALİYET TABANLI MALİYETLEME

Küreselleşme ile oluşan rekabetçi dünya ekonomisi, işletmelerin tedarik, üretim, stok, pazarlama, satış ve dağıtım süreçlerinin teknoloji odaklı yeniden yapılandırılmasına yol açmış, yönetimde bilginin önemini artırmıştır. İşletmelerin rekabetçi ortamda varlıklarını sürdürebilmesi için gereksiz yere oluşan maliyetlerini engellemesi, ürün/hizmet başına optimum maliyeti yakalaması gerekmektedir. Bu gereksinimlerin sağlanabilmesi için zaman içinde tüm iş süreçlerinde oluşan veriler dijital ortamlara aktarılmaya ve işletme içinde birbiri ile entegre çalışacak yapılara dönüştürülmeye başlamıştır. İş süreçlerinde oluşan bu değişim kendini muhasebe alanında da göstermiş, muhasebe sistemlerini sadece finansal verileri işleyen sistemlerden çıkarıp, tüm iş süreçlerinin merkezinde, diğer iş birimleri ile entegre çalışan, anlık veri akışı sağlayan ve ihtiyaç olan verileri merkezi olarak oluşturan sistemler haline dönüştürmüştür.

Teknolojideki ve ekonomik düzendeki değişimler muhasebe sistemlerini de etkilemiş, oluşan yeni düzen muhasebeye olan ihtiyacı artırmıştır. Özellikle teknolojinin gelişimi ile oluşturulan maliyet muhasebesi yazılımlarını hızlı bir şekilde kullanılmaya başlamıştır.(Gülşah Atağan, 2022)

“Maliyet muhasebesi, bir işletmede üretilen mamul ve hizmetlerin elde edilmesinden bunların alıcılara ulaştırılmasına kadar geçen süreçte işletmenin yaptığı fedakârlıkların parasal ölçüsünü gösteren, birim maliyetleri hesaplayan ve bu maliyetlerin kontrolünü amaç bilen işlemler bütünüdür.”(Akdoğan, 1998) Bir başka deyişle geleneksel maliyet muhasebesi sistemleri, “teknolojinin sabit olduğu sınırlı üretim durumlarında, baskın faktörler olan direkt işçilik ve malzeme kullanılması durumunda faydalı bir maliyetleme sistemidir.”(Edward J. Blocher, 2001)

Bu tanım ışığı altında, maliyet muhasebesinin temel amacını işletmede üretilen mamul ve hizmetlerin birim maliyetlerinin doğru bir şekilde hesaplanması olarak tanımlayabiliriz. Maliyet muhasebesinin bu temel amacı, direkt işçilik ve direkt hammadde giderlerinin ve bu giderlerin dışında kalan genel üretim giderlerinin ise belirlenen dağıtım anahtarları ile her bir mamul ve hizmete yüklenmesi ile gerçekleştirilir.(Selim Bekçioğlu, 2022)

Direkt hammadde ve direkt işçilik maliyetleri doğrudan üretilen mamul veya hizmet ile ilişkilendirilebildiği için söz konusu maliyetlerin ürüne yüklenmesinde bir

problemlerle karşılaşmamaktadır. Genel üretim maliyetleri ise üretim faaliyetlerinin sürdürülebilmesi için gerekli diğer girdilere ait bulunan, fakat üretilen mamul veya hizmetlere direkt olarak yüklenemeyen giderlerdir.(Altuğ, 2006)

İşletmelerde üretilen ürün çeşitliğinin giderek artması, ürünlerde kullanılan ham maddenin giderek daha fazla tedarikçiden temin ediliyor olması, kullanılan ham maddenin, üretilen ürünün kalitesinin değişiklikler göstermesi gibi örneklendirilebilecek birçok etmen işletmelerin üretim süreçlerini etkilemektedir. Tüm üretim süreçlerinden oluşan genel üretim maliyetleri daha önceden teknolojinin yetersiz olması, daha az rekabetçi ortamda birim mamul veya hizmetin fiyatının belirlenmesinde büyük bir etken olarak görülmemesinden dolayı direkt işçilik ve direkt hammadde maliyetlerinde olduğu gibi doğrudan üretilen mamul veya hizmet ile ilişkilendirilmemekte, dağıtım anahtarları ile mamul veya hizmet maliyetlerine eklenmekteydi.

Küreselleşmenin etkisi ile rekabetin arttığı ve iş süreçlerinin giderek daha karmaşık hale geldiği, üretim yapısının karmaşıklaştığı, paralel yürüyen üretim süreçlerinin oluştuğu, birim zamanın değerinin giderek arttığı yeni düzende ise, genel üretim maliyetlerinin sadece üretilen mamul ya da hizmetin birim miktarı gibi tek bir dağıtım yöntemi ile ilişkilendirilerek birim mamul ya da hizmet maliyetinin elde edilmesinde doğru sonuçlar vermemeye başlamış, dağıtım ve yükleme anahtarlarının çeşitlenmesi gereksinimi oluşmuştur. Tüm bu gereksinimler maliyet muhasebesinin bu konuda yetersiz kalmasına neden olmuş, bu nedenle mamul ve hizmet maliyetini doğru bir şekilde hesaplayabilmesinde yeni yaklaşım ihtiyacı oluşmuştur.

Maliyet muhasebesinin yetersizliği üzerine geliştirilen yaklaşımlardan bir tanesi, yöneticilere çoklu anahtara dayanan maliyet dağıtım-yükleme yöntemi kullanımı gereksinimini karşılayacak Faaliyet Tabanlı Maliyetleme (FTM) yaklaşımıdır.(Weygandt, 2012) FTM üründen ziyade faaliyetleri odağa alan ve kaynakların faaliyetler tarafından tüketildiği baz alan bir yaklaşımdır. (Ekinci, 2022)

Faaliyet tabanlı maliyetleme yaklaşımı, en genel anlamıyla, maliyetlerin doğru bir biçimde hesaplanabilmesi için endirekt maliyetlerin ilk önce faaliyetlere yüklenmesini sağlayan, daha sonra faaliyetlerde yüklenen bu maliyetleri mamullere, hizmetlere ve müşterilere aktaran bir yöntem olarak tanımlanmaktadır.(Kaplan, 1998) Tanımdan da anlaşılacağı üzere bu yaklaşımın temel amacı, maliyet muhasebesinde maliyetlerin mamul ya da hizmetlere yüklenmesinde kullanılan üretim hacmine bağlı dağıtım araçlarının sebep olduğu yanlışlıkları ortadan kaldırmaktır.(Cooper, 1992)

Arzova'ya göre FTM, genel üretim maliyetlerini ürünler, hizmetler, üretim süreçleri gibi olgularla eşleştiren, böylece yönetim kadrosunun rekabetle alakalı stratejik kararlar alabilmelerini sağlayan bir maliyetleme sistemi olarak açıklanmıştır. (Arzova, 2002)

Bir başka tanımda faaliyet tabanlı maliyetleme sistemi; “bir işletmenin faaliyetlerinin, bu faaliyetleri oluşturan kaynakların, maliyet nesnelere ve maliyet taşıyıcılarının açıklıkla belirlendiği ve söz konusu unsurlarla daha doğru maliyet bilgilerinin tespit edilmesi hedefinde olan stratejik maliyet bilgi sistemi” olarak tanımlanmıştır.(Baki Yılmaz, 2022)

FTM sistemi özetle, bünyesinde finansal ve finansal olmayan verileri değerlendirebilme olanağına sahip bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sistem maliyet kalemlerine göre ürün maliyetlerini dağıtılmasından çok, iş akışlarını ele alarak maliyetleri tespit etmeye çalışmaktadır. Bu sayede maliyetler daha gerçekçi olarak tespit edilmekte ve böylece işletme yönetimlerine daha yararlı bilgiler sunmaktadır. (Gupta ve Galloway, 2003:132 akt.(Yavuzkurt, 2018))

FTM sistemi belli amaçların sağlanması açısından kullanılan bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bakımdan söz konusu bu amaçlar aşağıdaki şekilde sıralanması mümkündür.(Aslan, 2008: 526)

- Ürünlerin üretilmesi sırasında bir değer ifade etmeyen faaliyetlerle ilgili olarak maliyetlerin azaltılması veya bu maliyetlerin ortadan kaldırılması,
- Üretim süreci içerisinde bir değer oluşmasına neden olmayan faaliyetlerin tespit edilmesi maksadıyla etkin bir bilgi toplumunun kurulması,
- Maliyetlerin etkisiz dağıtımını nedeniyle oluşan hataların ortadan kaldırılması,
- Yönetim kadrosuna doğru maliyet bilgilerinin sağlanması,
- Ürün maliyetlerinin doğru şekilde tespit edilmesi,
- Üretim koşullarının daha iyi biçimde anlaşılması,
- İşletme faaliyetlerinin net bir şekilde incelenebilmesi,
- Kararların daha akılcı olarak alınabilmesi,
- Ürün karlılığının doğru biçimde tespit edilebilmesidir.

Öker, FTM'den yararlanması gereken firmaları aşağıdaki gibi sıralamıştır.(Öker, 2003: 34-35)

- **Endirekt maliyetlerin toplam maliyetlerdeki oranı fazla olan firmalar:** Geleneksel maliyetleme yöntemleri kapsamında direkt giderlerin kullanılması söz konusudur. Ancak endirekt maliyetlerde geleneksel yöntemlerin kullanılması pek mümkün değildir. Bu bakımdan endirekt maliyetleri olan işletmelerin FTM'den yararlanmaları gerekmektedir.
- **Endirekte giderlerin birim başına olmadığı firmalar:** Endirekt giderlerinin üretim birimi başına etkisi olmadığı durumlarda ve söz konusu giderlerin herhangi ürün partisine ait olduğu hallerde FTM'nin kullanılması etkili olacaktır.
- **Ürün çeşitliliği fazla olan firmalar:** Farklı tip ürünler üreten firmalar kapsamında kullanılan girdiler farklı biçimlerde üretecektir. Söz konusu bu haller bünyesinde FTM kullanımı yarar sağlayacaktır. Farklı ürünler denilince, firmaların ürettikleri eski ürünler dışında, üretimini yaptıkları ürünler, belli istekler doğrultusunda üretilen ürünler, seri biçimde üretilen ürünler ya da az üretilen lüks ürünler akla gelmelidir. Girdilerden değişik biçimlerde yararlanılmasını açıklarken; büyük parti malların üretiminde makinelerden kaynaklanan birim başı maliyet ve küçük parti malların üretimde makinelerden kaynaklanan birim başına maliyet olgularının kullanılması mümkündür. Söz konusu bu olgular kapsamında büyük partideki birim başına düşen maliyet, küçük partideki birim başına düşen maliyetten daha az olacaktır. Söz konusu bu olgunun takibi ancak FTM sisteminde yapılabilecektir.

FTM sistemleri, işletmelere tüm iş sürecini parçalara bölerek faaliyet kalemleri oluşturmasını ve oluşturulan tüm bu faaliyet kalemlerinin tekil olarak incelenebilmesini sağlamaktadır. Özellikle ürün ve hizmet çeşitliliği çok olan işletmelerde her üretim süreci ayrı bir faaliyet olarak tanımlanabilmekte, bu sayede her üretim süreci sonunda, bu üretim süreci içinde oluşan toplam maliyet üzerinden birim ürün ve hizmet maliyeti doğru bir şekilde elde edilebilmektedir. Süreç bazlı birim maliyetlerin elde edilebiliyor olması, işletmelerin ürün, hizmet fiyatlarını doğru belirlemesini, böylece zarar oluşmamasını sağlamaktadır. Aynı zamanda tüm iş süreçlerinde her faaliyet zincirin bir halkası olarak değerlendirilebilmektedir. Yönetim, en zayıf halkayı, halkaları tespit edebilmekte, bu halkaların güçlendirilmesi, iyileştirilmesi yönünde kararlar alabilmektedir. Gerekli durumlarda zayıf halka durumunda olan faaliyet süreçlerinin devam ettirilmemesi yönünde kararlar alarak tüm iş süreçlerinin eşzamanlı ve güçlü bir yapıda ilerlemesini sağlamaktadır.

Geleneksel maliyet muhasebesinde tüm üretim süreçlerinde oluşan genel gider kalemleri faaliyet bağımsız olarak ürün hizmet maliyeti olarak dağıtıldığından, birim ürün, birim hizmet maliyetlerinin doğru hesaplanmamasına neden olmakta ve işletmenin birim ürün, birim hizmet maliyetlerinin doğru tespit edememesinden dolayı, işletme tarafından çoğu zaman doğrudan görülemeyen zararların oluşmasına neden olabilmekteydi. Oysa FTM sisteminde her faaliyet kendi içinde değerlendirildiği ve bu faaliyet sonucu oluşan maliyetler, ürün ve hizmet birim maliyetlerinin belirlenmesinde kullanıldığı için yönetimin doğru veriler üzerinden kararlar alabilmesini sağlamaktadır.

Aslan FTM'den yararlanmak isteyen firmaların sahip olmaları gereken nitelikleri aşağıdaki 6 maddede sıralamıştır.(Aslan, 2008: 25 akt.(Yavuzkurt, 2018))

- Üretim süreçlerinde oldukça fazla endirekt girdi kullanmak durumunda olan firmalar,
- Söz konusu rekabet şartları altında maliyet bilgilerinin doğru olup olmadığından emin olmayan firmalar,
- Birden fazla ürün üreten ya da birden fazla hizmet sunan işletmeler,
- Üretim süreci dahilinde değişik ve kompleks maliyetlere sahip olan işletmeler,
- İşletme bünyesinde yapılan faaliyet değişikliklerine uyum sağlayamayan muhasebe sistemine sahip firmalar,
- İleri düzey bilgisayar teknolojisinin kullanıldığı firmalar

şeklinde sıralanması mümkündür.

Faaliyet Tabanlı Maliyetleme sisteminin ortaya atıldığında sisteme yönelik getirilen en büyük olumsuz görüş, sistemin yürütülebilmesinde işletmelere çok büyük iş yükü ve maliyet oluşturmasıydı. Yukarıda verilen FTM'den yararlanmak isteyen firmaların sahip olması gereken niteliklerden işletmenin ileri düzey bilgisayar teknoloji kullanması gereksinimi bu görüşleri desteklemektedir. Çünkü FTM, tüm iş süreçlerinin faaliyetlere ayrılması ve bu faaliyet süreci içinde gerçekleştirilen tüm işlemlere ait kayıtların ilgili faaliyet bazlı tutması ve bu verilerin ilgili faaliyet içinde değerlendirilmesi prensibini içermektedir.

Günümüzde teknolojinin gelişmiş olması, FTM sisteminin gelişmiş bir düzeyde kullanılabilmesini sağlayan en önemli faktördür. Gelişen teknoloji sayesinde artık tüm üretim süreçleri akıllı sensörler, görüntü işleme teknolojileri, konum verileri ile zaman bazlı olarak takip edilebilmektedir. Benzer şekilde çalışan personellerin bile gün içinde hangi zaman aralığında hangi iş üzerinde çalıştığı bilgisi dijital olarak kayıt altına

alınabilmektedir. Bu sayede bir ürün üretilirken hangi makinelerin ne kadar çalıştığı, üründe hangi ham maddelerin kullanıldığı, süreçle kimlerin ne kadar çalıştığı, süreçte oluşan atık miktarı gibi her türlü veri bilgisayar üzerine kayıt edilmektedir.

İşletmenin tüm iş süreçlerini merkezi olarak takip eden gelişmiş bilgisayar sistemleri, verileri anlık olarak işleyip raporlar üretebilmektedir. FTM sisteminde her bir faaliyet süreci de yazılımlar üzerinden takip edilebilmektedir. Bu açıdan FTM sistemleri, yöneticilerin karar süreçlerine yardımcı olan önemli bir yapıyı oluşturmaktadır. Yöneticiler FTM sistemleri üzerinden elde ettiği veriler ile faaliyetlerini değerlendirip, kararlar alabilmekte, faaliyet süreçlerini yönetip, geleceğe yönelik politikalarını belirleyebilmektedir. Sistem aynı zamanda işletmelere taktiksel kararlar almada destek görevi görmektedir.(Liu ve Pan, 2007: 250, akt. (Yavuzkurt, 2018))

Acar, FTM yapısının sahip olduğu özellikleri aşağıdaki biçimde sıralamıştır. (Acar, 2005: 105, akt.(Yavuzkurt, 2018)):

- Yönetim kadrosunun rekabet şartlarında stratejik kararlar alabilmesi açısından FTM sistemi bir destek unsurudur,
- Firmanın işleyişinin denetlenmesiyle etkinliğin artırılması ile maliyetlerin en düşük seviyeye çekilmesi açısından etkili bir yöntemdir,
- İşletme faaliyetlerinin geliştirilmesi ve rekabet yeteneğinin artırılması açısından etkili bir yöntemdir,
- İşletme faaliyetlerinin değerlendirilmesi ile farklılaşmaların ortaya konmasında etkili bir yapıdır.

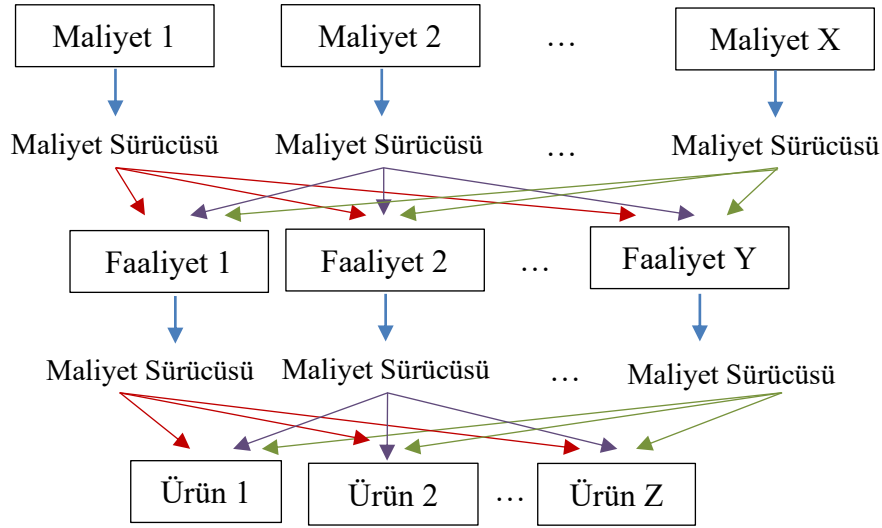
Bunlara ek olarak;

- Faaliyet bazlı maliyetlerin belirlenmesi ile işletmenin ürün, hizmet politikalarının belirlenmesinde önemli bir veri sağlar,
- Performans ölçümü ve maliyet yönetimini planlamasında kullanılır.
- Maliyetlerin gerçeğe en yakın oranda belirlenmesi ile birim fiyat belirleme süreçlerinde kullanılır.
- İşletme faaliyetlerinin yatırım, emek, zaman, getiri kriterlerinde değerlendirilmesini sağlar.
- Stok değerlendirme, bütçeleme ve müşteri karlılık analizlerine veri sağlar.
- Faaliyetlerin tamamlanma sürelerinden elde ettiği birim üretim süresi verileri ile

üretim süreçlerinin planlanmasında kullanılır.

- Faaliyet bazlı kazanç miktarlarının tespiti sayesinde işletmenin yatırım alanlarının ve politikalarının belirlenmesini sağlar.
- Tüm iş süreçleri o anki faaliyet özelinde zaman bazlı olarak kayıt altına alındığı için genel üretim giderlerini minimum seviyeye düşürür.
- Üretim planlaması, yatırım planlamasında kullanılır.

FTM sürecinin ilk aşaması faaliyetlerin belirlenmesi aşamasıdır. FTM'nin temeli faaliyetlerin maliyetleri tükettiği olgusu olduğu için, ilk adım olarak endirekt üretim maliyetleri faaliyetlere yüklenir. Faaliyetlere yüklenen maliyetler, faaliyet içindeki mamuller tarafından tükettiği kabulünden hareketle daha sonra mamullere yüklenir. Bu süreç kısaca "İki Aşamalı Süreç" adı verilmektedir. (Akın, 2022)



Şekil 4.1. Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Maliyet Akış Süreci

4.1. Faaliyetin Tanımı

Faaliyet tabanlı maliyetleme sistemiyle alakalı olgulardan bir tanesi olan faaliyet kavramı, bir oluşumu ve çalışmayı açığa çıkaran işlemlerin tamamı biçiminde açıklanabilir.(Hacırüstemoğlu ve Şakrak 2002: 28 akt.(Yavuzkurt, 2018)) Bu açıdan işlemler ise bir hedefe yönelik olmadan yapılan ayrıntıyla alakalı çalışmalar biçiminde açıklanabilir.

Faaliyetler sadece üretim süreci ile ilgili değildir. İşletme içinde gerçekleşen tüm işlemler ve işlem kümeleri bir faaliyet olarak tanımlanabilir. Burada önemli olan

tanımlanacak olan faaliyetin iş süreçleri içinde önemli bir veri sunuyor olması ve bir işlem sürecini grupluyor olmasıdır. Her bir faaliyet tanımlaması işletme içinde bir kaynak kullanımını sebep olacağı için kaynakların verimli kullanılabilmesi açısından tanımlanacak faaliyet sayısının da çok büyük değerlerde olmaması gerekmektedir. Tanımlanacak faaliyetler işletme içinde zamanla bir bakış açısını, ortak bir yapıyı ve ortak bir dili oluşturacaktır.

Örneğin işletme içinde her bir ürün üretimi bir faaliyet olarak tanımlanabilmekte iken, bu ürünün üretim süreci kendi içinde ham madde temini, üretim, bakım-onarım, paketleme, dağıtım süreci de bir faaliyet olarak tanımlanabilir. Burada önemli ölçüt karar vericilerin ilgili faaliyet tanımlamasında elde etmek istedikleridir. Karar vericiler, iş süreçleri, işletmenin faaliyette bulunduğu sektör, dönem, kısa ve uzun vadeli hedefleri doğrultusunda faaliyet tanımlamalarını gerçekleştirebilir.

Örneğin sınav organizasyonu yürüten bir işletme de bir zaman dilimi veya tekil bir sınav faaliyet olarak tanımlanabilirken, temel sınav süreci olan sınav hazırlık, soru hazırlama, doküman üretim ve sonlandırma, lojistik & sınav yapılması ve değerlendirme iş süreçlerinin hepsi ayrı bir faaliyet olarak da tanımlanabilir. Burada önemli olan kıstas daha önce de bahsedildiği gibi, işletme için sürdürülebilir ve yeterli sayıda, karar alıcılar için önemli bilgiler sunacak faaliyet alanlarının belirlenmesidir.

Geçmişte faaliyet maliyetlerini teknik alt yapı yetersizliğinin dolaylı birim faaliyet bazlı elde edilememekte, tüm faaliyetler sonucu oluşan maliyet belirlenen dağıtım anahtarı ile ürünlere aktarılmaktaydı. Günümüzde ise gelişen teknoloji sayesinde makinelerin hangi ürün için ne zaman, ne kadar, kimler tarafından kullanıldığı gibi birçok verinin takip edilebiliyor olması maliyetlerin faaliyet bazlı olarak aktarılabilmesine sağlamaktadır.

4.2. Dağıtım Anahtarlarının (Faaliyet Etkenleri, Sürücüler) Seçimi

Faaliyet etkenleri (taşıyıcılar), “faaliyet sürücüler” olarak adlandırılmaktadır. Faaliyet sürücüler, faaliyetlerin hangi kaynaktan tüketildiğini yansıtmaktadırlar. Hangi kaynağın hangi mamule nasıl yükleneceğini açıklayabilen dağıtım anahtarlarıdır.” (Bozkurt, 2010 akt.(Gençtürk & Mehmet, 2022)).

FTM sistemi dâhilinde geleneksel sistemdeki gibi mamul ile hizmetlere bir ya da iki adet dağıtım anahtarı yüklemek yerine, çoklu dağıtım anahtarları kullanmak daha akılcı olmaktadır.(Yavuzkurt, 2018) Dağıtım anahtarı sayısının fazla oluşturulması

geçmişe nazaran işletmelere çok fazla ek maliyet oluşturmamakla birlikte iş süreçlerinin takip edilebilmesi açısından sayısının çok fazla olması da önerilmemektedir.

Dağıtım anahtarı seçilirken, dağıtım anahtarlarıyla gerçekleştirilecek maliyet bilgilerinin kolay bulunabilir olması, dağıtım anahtarları ile faaliyetten kaynaklanan tüketim arasında ilişkinin kuvvetli olması dikkat edilmesi gereken unsurlardır.(Yavuzkurt, 2018)

Faaliyetler ve dağıtım anahtarları belirlendikten sonra maliyetler faaliyetlere aktarılır ve her bir faaliyetin maliyeti hesaplanır. Faaliyete ait maliyet hesaplaması yapıldıktan sonra hesaplanan maliyet, belirlenen dağıtım anahtarları ile mamullere dağıtılır. Mamule faaliyetlerden yüklenen maliyetlerin toplamı, mamulün genel üretim giderini toplamını verir. (İsmail Bekçi, 2011)

Yine sınav organizasyonu yürüten bir işletme üzerinden örneklendirecek olursak, sınav evrakı üretim faaliyeti içinde makine kullanım saatleri, lojistik sürecinde araçların kat ettikleri mesafe gibi farklı dağıtım anahtarları belirlenebilir.

Günümüzde teknoloji yardımı ile yazılımlar üzerinden faaliyetler belirlenip dağıtım anahtarları kolayca seçilebilmektedir. Teknoloji yeterliliği olmayan veya mevcut teknolojisi tüm iş süreçleri ile entegre çalışmayan işletmelerde yaşanan faaliyet bazlı verilerin elde edilmesindeki güçlükler, tüm süreç verilerinin tam, zamanında ve doğru olarak elde edilememesine neden olmaktadır. Verilerin elde edilmesi, dağıtım anahtarının seçimi, takibi ve maliyetlerin dağıtılması gibi süreçler, işletmeler için çok zaman almakta ve bir maliyet oluşturmaktadır. FTM'nin oluşturduğu bu eksikliklerin ortadan kaldırılması amacıyla "Zaman Etkenli Faaliyet Tabanlı Maliyetleme – Time-Driven Activity Based Costing" yaklaşımını, geleneksel FTM yaklaşımına karşın alternatif bir yaklaşım olarak ortaya konmuştur (Everaert ve Bruggeman, 2007: 16; Kaplan ve Anderson, 2007b: 5 akt.(Terzi & Serkan, 2022)).

4.3. Zaman Etkenli Faaliyet Tabanlı Maliyetleme

Zaman etkenli FTM'nin temelini gelişmiş teknolojik alt yapısı olmadığı için otomatik veri beslemesi olmayan işletmelerde faaliyet maliyetlerinin hesaplanmasında birim maliyetlerin kullanılması oluşturmaktadır.

FTM yöntemi, faaliyet etkenleri (transaction driver) olarak, makine kurulumu, satın alma emri veya müşteri talepleri gibi faaliyetleri kullanmaktadır. Zaman etkenli FTM ise, faaliyet etkenleri yerine, faaliyetlerin yerine getirilmesi için gerekli zamanı (kurulum

zamanı, sipariş emri işleme zamanı, madde taşıma zamanı vb. gibi), faaliyet sürelerini kullanılmaktadır. (Terzi & Serkan, 2022) Bu yaklaşımına göre birim kapasite maliyeti (zamanın birim maliyeti) ve faaliyetlerin süresi olmak üzere modelde iki parametre üzerinde durulmaktadır (Tutkavul ve Elmacı 2016a, 100 akt.(Taniş & Veyis, 2022)).

Zaman etkenli FTM’de birinci parametre olan birim kapasite maliyeti, faaliyet maliyetinin, kaynakların pratik kapasitesine bölümü ile bulunur. İşlemden teorik kapasite yerine pratik kapasitenin kullanılmasının nedeni, teorik kapasite içinde makine arızalarının tamir edilmesi, personelin iş zamanı içinde molaları gibi örneklendirilebilecek aktif çalışma dışı sürelerinde bulunması ve bu sürelerin seçili faaliyetin gerçek tamamlanma süresini içermemesinden kaynaklanmaktadır. Genelde pratik kapasite bulunurken gerçek bir ölçüm yapmak yerine işin türüne, faaliyet süreci içinde bulunan makine, iş süreci, iş gücüne bağlı olarak yüzdesel bir oran verilmektedir. Örneğin yeni alınmış, insan müdahalesinin çok az olduğu bir makine kullanımı için bu oran %90 olarak alınabilmekte iken, arıza verme oranı yüksek, insan müdahalesi yüksek bir makinede bu oran %80 olarak belirlenebilir. İşletmeler deneyimlerine dayanarak bu oranı belirleyebilirler.

$$\text{Birim Kapasite Maliyet} = \frac{\text{Birim Kapasite Maliyet}}{\text{Tedarik Edilen Kaynakların Pratik Kapasitesi}}$$

Örneğin bir işletmenin haftanın 5 günü, günde 8 saat çalışarak, X, Y ve Z adında 3 ürün ürettiğini düşünelim. Sırayla X, Y ve Z ürünlerinin birim üretim süresinin 1,5, 1 ve 1,8 dakika, 20 günlük üretim miktarlarının ise 5.000, 7.000 ve 8.000 adet olduğu düşünelim. İşletme üretimi 4 makine ile gerçekleştirme ve zaman içinde edindiği bilgilere dayalı olarak makinelerinin pratik kapasitesinin %80 olduğunu tespit ettiğini kabul edelim.

Tablo 4.1. X,Y,Z Ürünleri Birim Üretim Süresi ve Üretim Miktarı

Ürün Adı	Birim Üretim Süresi (dk.)	Üretim Miktarı (adet)
X	1,5	5.000
Y	1	7.000
Z	1,8	8.000

İşletmenin 1 aylık faaliyeti sonucu 768.000 TL toplam kaynak maliyeti olduğunu varsayarsak birim maliyet aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\text{Makine Pratik Kapasitesi} = \left[\begin{array}{c} \text{Günlük} \\ \text{Sayısı} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Günlük} \\ \text{Çalışma} \\ \text{Süresi} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Verimlilik} \\ \text{Oranı} \end{array} \right]$$

$$\text{Makine Pratik Kapasitesi} = 20 \times 8 \times 0,80$$

$$\text{Makine Pratik Kapasitesi} = 128 \text{ saat/makine} = 7.680 \text{ dakika/makine}$$

$$4 \text{ Makine İçin Pratik Kapasitesi} = 7.680 \times 4 = 30.720 \text{ dakika}$$

$$\text{Birim Kapasite Maliyet} = \frac{768.000}{30.720} = 25 \text{ TL/dakika}$$

Zaman etkenli FTM'de ikinci parametre ürünlerin faaliyetlerde geçirdikleri süreleri belirlemeye yarayan zaman denklemleri ile hesaplanmaktadır (Koşan 2013, 209 akt.(Taniş & Veyis, 2022)). Zaman denklemlerinin çıkış noktası, her durumda, her faaliyetin aynı miktarda kaynak tüketmediği ayrımından doğmaktadır (Bruggeman ve diğerleri 2005, 12 akt.(Taniş & Veyis, 2022)).

Zaman denklemi faaliyetin içinde yer alan parametrelere ve faaliyetin çevre ile etkileşimine bağlı olarak değişir. Everaert ve Bruggeman, genel zaman eşitliği aşağıdaki gibi tanımlamıştır. (Everaert ve Bruggeman, 2007: 17-18 akt.(Taniş & Veyis, 2022))

$$t_{jk} = \beta_0 + \beta_0.X_1 + \beta_1.X_2 + \beta_3.X_3 + \dots + \beta_P.X_P$$

Formülde yer alan parametrelerin açıklamaları aşağıdaki gibidir.

t_{jk} = j faaliyetinin k olayının yürütülmesi için gereksinim duyulan zaman

β_0 = j faaliyeti için sabit zaman miktarı, k olayının karakteristik özelliğinden bağımsız

$\beta_1 = X_2, X_3, \dots, X_P$ sabitken 1 numaralı zaman etkeninin bir birimi için harcanan zaman

$X_1 = 1$ numaralı zaman etkeni

P = yürütülen j faaliyeti için gereksinim duyulan zamanın belirlenmesinde kullanılan zaman etkenlerinin sayısı

Örneğin bir malın müşteriye sevk edilmesinde standart yükleme zamanı 5 dakika iken eğer bu mal kırılacak bir eşya ise, malın ayrıca koruyucu köpüklerle sarılması gerekir ki bu da fazladan zaman (örn.10 dakika) alır. Bu durumda yükleme faaliyeti ile ilgili

zaman denklemi şu şekilde ifade edilmektedir (Basık 2012, 343 akt.(Taniş & Veyis, 2022));

Sipariş standart yükleme zamanı = 5 dakika + 10 dakika (özel paketleme gerekiyorsa)

X,Y, Z ürünü için maliyet etken oranlarının hesaplanması:

Maliyet Etken Oranı = Birim Ürün Üretim Zamanı x Birim Kapasite Maliyeti

X ürünü maliyet etken oranı = 1,5 x 25 = 31,25 TL

Y ürünü maliyet etken oranı = 1 x 25 = 25 TL

Z ürünü maliyet etken oranı = 1,8 x 25 = 45 TL

Tablo 4.2. X,Y,Z Ürünleri Maliyet Etken Oranları

Faaliyet Adı	Birim Zamanlar (dakika)	Maliyet Etken Oranı (TL)
X ürünü üretimi	1,5	31,25
Y ürünü üretimi	1	25
Z ürünü üretimi	1,8	45

Toplam Üretim Dakikası = Birim Ürün Üretim Zaman x Üretim Miktarı

Ürün Toplam Maliyeti = Toplam Üretim Dakikası x Birim Kapasite Maliyeti

= Toplam Üretim Dakikası x (25 TL/dakika)

Tablo 4.3. X,Y,Z Ürünleri Üretim Süreleri ve Maliyetleri

Faaliyet Adı	Birim Ürün Üretim Zaman (dakika)	Üretim Miktarı (adet)	Toplam Üretim Dakikası	Ürün Toplam Maliyeti (TL)	Oran (%)
X ürünü üretimi	1,5	5.000	7.500	187.500	25,95
Y ürünü üretimi	1	7.000	7.000	175.000	24,22
Z ürünü üretimi	1,8	8.000	14.400	360.000	49,83
Kullanılan Kapasite Toplamı (KT)			28.900	722.500	
Pratik Kapasite Toplamı (PK)			30.720	768.000	
Kullanılmayan Kapasite AK = PK - KT			1.820	45.500	

İşletmenin 30.720 dakika pratik kapasite olduğu halde bunun sadece 28.900 dakikasını yani %94'lik bir kısmını kullandığı gözükmektedir. Verimliliğin, pratik kapasitenin teorik kapasiteye oranının, %80 olarak hesaplandığı bir süreçte pratik kapasite kullanımının %94 çıkması, faaliyet sürecinde verimliliğin yanlış hesaplandığını ve revize edilmesini gösterir. Bu durum çevresel etkenlere veya çalışan performanslarına bağlı geçici değişikliklerden kaynaklanabiliyor olabileceği için tek bir işlemde elde edilen veriler yerine bir süreç içinde elde edilen verilerin ortalaması alınarak karar verilmesi gerekir. Durum karar alıcılar tarafından takip edilip, gerekirse gerekli revizyonlar yapılabilir veya sorun kaynağı tespitine yönelik araştırmalar gerçekleştirilebilir.

İşletmede X,Y ve Z ürünlerinin üretimi için harcanan faaliyet zamanlarının toplam zamana oranlarının sırayla %25, %25 ve %50 olarak hesaplandığını düşünerek aynı işlemi geleneksel FTM ile yapacak olursak;

$$\begin{aligned} \text{Ürün Maliyet Dağıtımı} &= (\% \text{ oran}) \times \text{toplam maliyet} \\ \text{X ürünü maliyet dağıtımı} &= 0,25 \times 768.000 = 192.000 \text{ TL} \\ \text{Y ürünü maliyet dağıtımı} &= 0,25 \times 768.000 = 192.000 \text{ TL} \\ \text{Z ürünü maliyet dağıtımı} &= 0,50 \times 768.000 = 384.000 \text{ TL} \end{aligned}$$

olarak bulunur. Bu durumda ürünlerin maliyet etkeni oranları (maliyet dağıtımı / üretim miktarı) aşağıdaki tabloda olduğu gibi bulunur.

Tablo 4.4. FTM'de X,Y,Z Ürünleri Maliyet Etken Oranları

Faaliyet Adı	Üretim Miktarı (adet)	Harcanan Zaman (%)	Maliyet Dağıtımı (TL)	Maliyet Etken Oranı (TL)
X ürünü üretimi	5.000	25	192.000	38,4
Y ürünü üretimi	7.000	25	192.000	27,42
Z ürünü üretimi	8.000	50	384.600	48
Toplam	20.000	100	768.000	

X,Y ve Z ürünleri için birim ürün üretim maliyetleri sırayla zaman etkenli FTM'de 31,25 TL, 25 TL ve 45 TL, geleneksel FTM'de ise 38,4 TL, 27,42 TL ve 48 TL olarak elde edilmiştir. Burada oluşan fark kullanılmayan üretim kapasitesinin zaman etkenli FTM'de işleme alınmaması ve işletmede üretilen ürünlerin iş süreçlerinde harcadığı zamanın tam değerinin doğru tespit edilmemesi gibi etmenlerden kaynaklanmaktadır.

FTM sayesinde işletme tüm iş sürecini yalın bir şekilde görüp analiz edebilmektedir. İşletmelerin rekabetçi küresel ekonomide, kâr marjlarını koruyup devamlılığını sağlayabilmesi için faaliyetlerini ve bu faaliyetlerin neticelerini sık sık değerlendirmesi gerekmektedir.(Ekinci, 2022) FTM sayesinde tüm faaliyet süreçleri ve bu faaliyetlerde oluşan maliyetler detaylı olarak raporlanıp analiz edilebilmektedir. FTM faaliyetlerinin yeterince açık, net ve israftan arındırılmış olması işletme süreçlerinde yalınlığı sağlayacaktır.(İşbeceren, 2012) Ayrıca sistem, işletme süreçlerinde görünmeyen, işletmeye değer katmayan maliyetlerin tespit edilmesini de sağlamaktadır.

Değer katmayan maliyetler, ürün kalitesine herhangi bir etkisi olmayan, müşteri için veya işletmenin hedeflerine yönelik bir anlam taşımayan maliyetlerdir. Mesela kullanılacak malzemenin gereğinden fazla stok edilmesi ve depolarda bekletilmesi ve bu sürenin gereksiz uzun olması zaman ve kaynak israfından başka bir şey değildir(Savcı, 2012:64 akt. (Ekinci, 2022)). Bu maliyetlerin ortadan kaldırılması veya azaltılması, işletme karlılığında doğrudan pozitif etki oluşturacaktır.

FTM, faaliyet akışları analizi sonucu maliyetleri belirlediği için işletme için, önem taşımayan değer katmayan faaliyetlerin neden kaynaklandığı ve işletme için ne kadar maliyet oluşturduğu bilgisini sağlamaktadır. Bu sayede karar alıcılar bu maliyetlerin yok edilmesi veya azaltılması yönünde hedefe yönelik kararlar alıp, düzenlemeler yapabilmektedir.(Ekinci, 2022)

Değer katmayan maliyetler, işletmeler için doğrudan maddi ve zaman israfı oluşturmasının yanında, bu işlemlerin gerçekleştirilmesi sürecinde boşa harcanan zaman ve maddiyatın, işletme için pozitif etki oluşturacak veya doğrudan kazanç sağlayıcı daha işlemlerde kullanılamaması da işletmeler için olumsuzluklar oluşturmaktadır.

4.4. İşletme Faaliyetlerinde Karbon Salımı ve Takibi

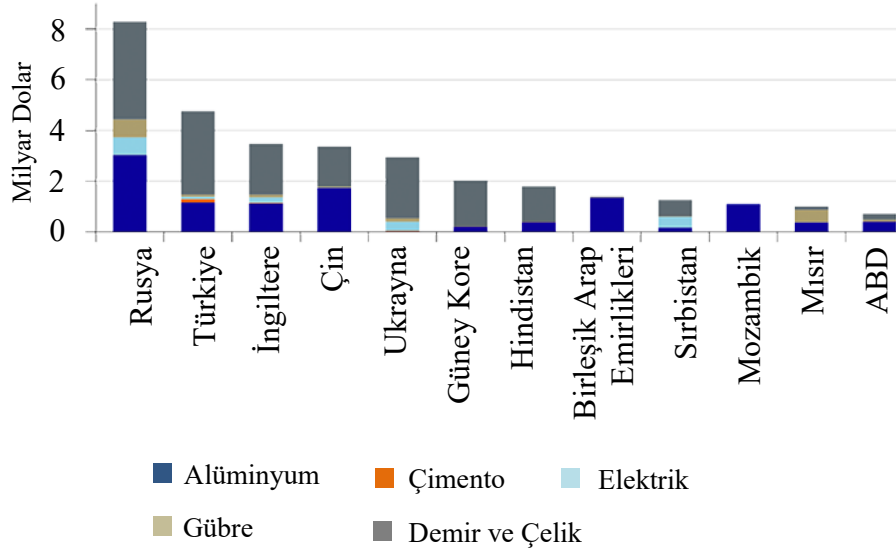
Atmosferi korumaya yönelik 1987 yılında uluslararası düzeyde gerçekleştirilen ilk anlaşma olan Montreal Protokolü'nden bu yana gerçekleştirilen mücadele kapsamı giderek genişletilmiş, uluslararası alanda alınan birçok karar ile ülkelerin uyması gereken yasal kurallar ve hedefler belirlenmiştir. Ülkelerin 2050 yılına sıfır karbon salımı sağlama hedefi, küresel ısınma ile mücadelede kapsamında belirlenmiş en önemli hedefi oluşturmaktadır.

Ülkeler, uluslararası düzeyde belirlenen hedeflerini ulaşabilmek için ulusal boyutta yasal düzenlemeler gerçekleştirmektedir. Ulusal alanda gerçekleştirilen çalışmaların

başında her işletme için karbon kotası belirlenmesi ve işletmelerin gerçekleştirdiği karbon salımı miktarının takip edilmesi, denetlenmesi gelmektedir. 2050 yılı yaklaştıkça, uluslararası ve ulusal boyutta alınan kararların sayısı giderek artmakta, buna paralel olarak işletmelerin sorumlulukları da artmaktadır. Gerçekleştirilen yasal düzenlemeler ülkelerin, işletmelerin uluslararası ticaretini engelleyecek boyutlara gelmektedir. Bu kapsamda gerçekleştirilmesi planlanan son uygulama Avrupa Birliği tarafından tasarlanan Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (Carbon Border Adjustment Mechanism– CBAM) çalışmasıdır.

Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizmasında, karbon salımı miktarının düşürülmesi yönünde yatırımlar yapmış, ürün başına daha az karbon salımı gerçekleştiren, bu nedenle birim ürün maliyeti yüksek olan işletmelerin, uluslararası alanda, birim ürün başına karbon salımı yüksek olan fakat birim ürün maliyeti düşük olan işletmeler ile rekabet edebilmesinin sağlanması amacıyla, yüksek karbon salımı yapan işletmelere ve ürünlerine vergi düzenlemeleri getirilmesi veya ticaret engeli konması gibi düzenleyici mekanizmalar planlanmaktadır. Böylece uluslararası alandan her ülke için bağlayıcı bir yapı oluşturulacak, işletmeler üretim merkezlerinin karbon salımı kontrolü uygulamayan coğrafyalara kaydırması engellenecektir. (İklim Haber, 2021)

Düzenlemenin üç yıllık bir geçiş sürecinden sonra 2026 yılında uygulamaya alınacağı planlanmaktadır. Düzenleme ilk süreçte Kapsam-1 doğrudan emisyon kaynakları olan elektrik, çimento, alüminyum, gübre ile demir ve çelik ürünleri ithalatını kapsayacaktır. Fakat ileriki süreçlerde Kapsam-2 ve Kapsam-3'ü içine alacak şekilde genişletilebilir.(Alexandra Dumitru, 2021) Aşağıdaki Grafik 4.1'de Avrupa Birliğine CBAM kapsamında ilk etapta belirlenen ürünlere ithal eden devletler listelenmektedir. Listeden de gözükeceği gibi Türkiye bu kapsamda en çok ürün ihraç eden ikinci ülke konumundadır. Aynı çalışmada Türkiye'nin Avrupa Birliği'ne ihracatının %55'inin CBAM kapsamında yer alan ürünlerden oluştuğu yer almaktadır.



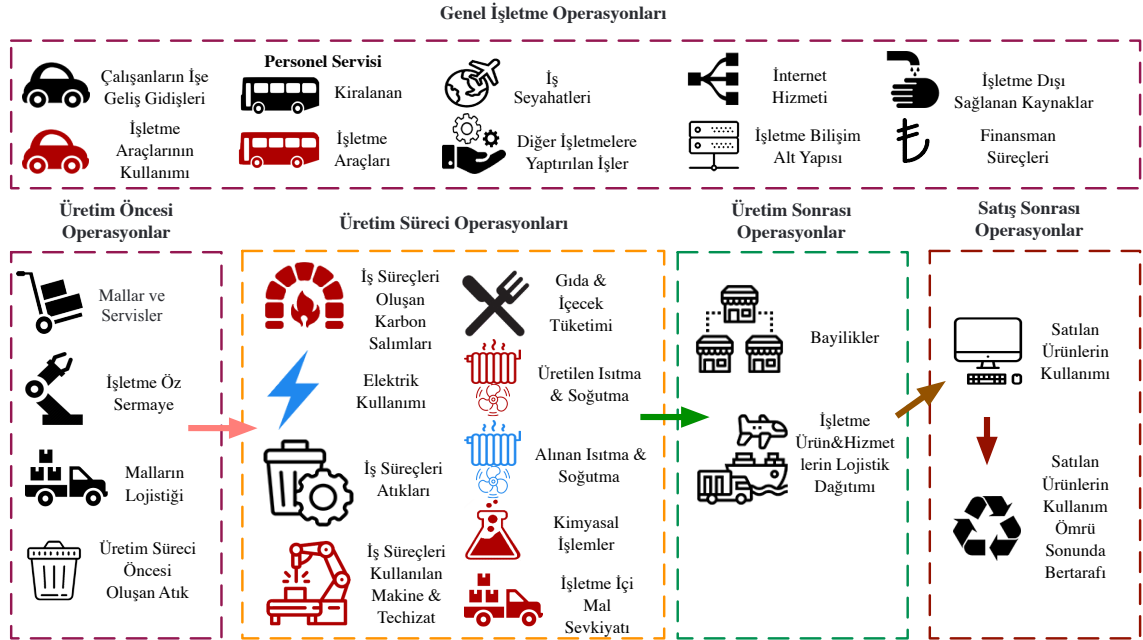
Grafik 4.1. Avrupa Birliğinin CBAM Kapsamında Ürünleri İthal Ettiği Ülkeler (Alexandra Dumitru, 2021)

Mevcut uluslararası ve ulusal düzenlemelere ek olarak Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması gibi yakın bir zamanda devreye girecek ek yaptırımlar, işletmeler için karbon salımı hesaplamalarını yapmasını bir tercih nedeninden zorunluluk haline getirmektedir.

Ülkemizde karbon salımı ile ilgili çalışmaların başlaması uzun yıllar öncesine dayanmasına karşın, yapılan çalışmaların kısıtlı düzeyde ve kapsam olarak sadece enerji yoğun sektörleri içerecek şekilde çok az bir sektörü kapsıyor olmasından dolayı, genel olarak bilinmemektedir. Ülkemizde 6 Ekim 2021 tarihinde Paris Anlaşmasının kabul edilmesi ve 7 Ekim 2021 tarihinde Resmi Gazete 'de yayımlanarak devreye girmesi ile yeni bir sürece geçilmiştir.

Karbon salımı hakkında işletmelerimizin çoğu yeterli bilgiye sahip değildir. Karbon salımı hakkında bilgisi olduğunu söyleyen birçok işletme, işletmelerin sorumluluğunda olan karbon salımı kaynaklarının, sadece fosil yakıtların kullanılması sonucu oluşacağını sanmaktadır. Oysa karbon salımı önceki bölümlerden de açıklandığı gibi işletmede sadece operasyon süreci içinde gerçekleşen fosil yakıt kullanımından kaynaklanan karbon emisyonlarından değil, ürün ve hizmetin üretim öncesi ve üretim sonrası süreçlerini de kapsayan geniş bir süreç içinde oluşan karbon emisyonu kaynaklarını kapsamaktadır. Aşağıdaki Şekil 4.2'de işletmelerde gerçekleşen bazı temel işlemler, Genel İşletme Operasyonları, Üretim Öncesi Operasyonlar, Üretim Süreci Operasyonlar, Üretim

Sonrası Operasyonlar ve Satış Sonrası Operasyonlar başlıkları altında gruplandırılarak gösterilmiştir. Karbon salımı önceki bölümlerde de yer aldığı şekilde Kapsam-1, Kapsam-2 ve Kapsam-3 başlıkları altında 3 kapsam altında değerlendirilmektedir.



Şekil 4.2. Örnek İşletme Faaliyetlerinin Karbon Salımı Kapsamları Bazlı Dağılımı

İşletmenin doğrudan faaliyetlerinin sonucu olarak atmosfere salınan karbon emisyonlarını kapsayan Kapsam-1, yukarıdaki Şekil 4.2’de bordo renkli işlemler olarak gösterilmiştir. Örneğin personel servisi sürecinde kullanılan işletmeye ait araçların yakıtıklarının yanması sonucu doğaya saldıkları karbon emisyonu miktarı, iş süreçlerinde kullanılan ısıtma, soğutma ünitelerinden sızan gazlar, kimyasal süreçler sonucu oluşan karbon emisyonları bunlara örnek olarak verilebilir.

İşletmenin sahip olmadığı kaynakların kullanılması sonucu oluşan dolaylı karbon emisyonları Kapsam-2, yukarıdaki Şekil 4.2’de mavi renkli işlemler olarak gösterilmiştir. İşletmelerin faaliyetleri sürecinde kullandıkları elektrik enerjisi, ısı, su buharı gibi kaynakların üretimi sürecinde doğaya salınan işlemler dolaylı karbon salım kaynaklarını oluşturmaktadır.

Kapsam-1 ve Kapsam-2 içinde olmayan, kurumların kendi faaliyetleri sürecinde kullandıkları ürün ve süreçlerin üretilmesi, gerçekleştirilmesi için diğer işletmeler tarafından gerçekleştirilen tüm dolaylı karbon emisyonları Kapsam-3 içinde değerlendirilmektedir. Yukarıdaki Şekil 4.2’de siyah renkli gösterilen tüm işlemler Kapsam-3 içinde değerlendirilmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi kapsam-3 geniş bir

süreç içinde yer alan çok geniş bir işlem sonucu oluşan karbon emisyonu salımlarını kapsamaktadır.

Ülkelerin 2050 hedeflerine ulaşması için işletmelere verdiği karbon kredisi miktarının giderek düşürülecek olması, karbon salımı kontrolü kapsamına alınan sektör sayısının genişletilmesi görüşü AU ETS içinde 2021 yılında 80 Euro seviyesine çıkan karbon kredisi fiyatını daha da artıracığı düşünülmektedir. Uluslararası alanda birçok ülkede uzun yıllardır uygulanan işletme karbon kotası uygulaması yakın bir zamanda ülkemizde de uygulanmaya başlayacaktır. Ayrıca Avrupa Birliği Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması gibi düzenlemeler ile işletmelerimizin uluslararası alanda faaliyet gösterebilmesi için karbon salımlarını hesaplaması ve karbon salımlarını düşürücü faaliyetlerde bulunması gerekmektedir.

Yukarıdaki Şekil 4.2'den de görüldüğü gibi karbon salımı sadece işletmenin üretim sürecinde gerçekleştirdiği faaliyetler esnasında değil, üretim öncesi ve sonrasını kapsayan geniş bir süreç içinde oluşmaktadır. Bu nedenle bu süreçlerde oluşan karbon salımı miktarının hesaplanması ve raporlanması sadece bilgisayar destekli sistemlerin kullanılması ile gerçekleştirilebilir. Zaman içinde işletmelerin muhasebe mesleğinden beklentilerinin sürekli olarak artması ve gelişen teknoloji sayesinde, muhasebe yazılımları sürekli olarak gelişmiş ve günümüzde işletmenin tüm birimleri ile entegre çalışan Kurumsal Kaynak Planlaması (Enterprise Resource Planning, ERP) sistemlerine dönüşmüştür. Günümüzde birçok ERP yazılımı aktif olarak kullanılmakta birlikte işletmeler tarafından alınmış fakat iş süreçlerine tam entegre edilemediği için kısmi olarak kullanılan veya kullanılmaktan vazgeçilmiş sistemlere de rastlanmaktadır. Yapılan çalışma kapsamında geliştirdiğim CoZeroTracker yazılımı, işletmelerin ERP sistemleri ile entegre veya harici olarak çalışabilecek, işletme iş süreçleri ve faaliyetleri sürecinde oluşan karbon salımı miktarını ve maliyetini faaliyet bazlı olarak hesaplanmasını sağlayacak, aynı zamanda işletmelerin faaliyet süreçleri içinde oluşan karbon salımının hangi iş sürecinde, ne kadar oluştuğunu detaylı olarak analiz edilebilmesini sağlayacak web tabanlı bir yazılımdır. Yazılım hakkında geniş bilgi sonraki bölümlerde verilecektir.

İşletmenin, karbon salımı miktarını düşürmesi, iş süreçlerini sıfır karbon salımı hedefinde planlayabilmesi ve sürdürülebilmesi, sadece bir yazılımın elde edilmesi ile mümkün olacak bir süreç değildir. İşletmenin bu yönde başarı sağlayabilmesi için yönetim kademesinden başlayarak tüm işletme çalışanları tarafından sürecin sahiplenilmesi ve desteklenmesi gerekmektedir. Bu süreçte öncelikli olarak karbon salımı

ve kaynakları konusunda üst yönetimin bilinçlendirilmesi daha sonra üst yönetimden çalışanlara doğru incek şekilde her çalışan düzeylerine yönelik bilgilendirici toplantılar yapılması ve süreç hakkında bilgi verilmesi gerekmektedir. Sürecin, küresel boyutta iklim değişikliği ile mücadele kapsamında, temiz, yaşanabilir bir gelecek hedefi doğrultusunda yürütülüyor olması çalışanların sürece daha çabuk benimsemesini sağlayacaktır.

Yönetimin karbon salımı azaltıcı yönde hedeflerini belirleyebilmesi ve hedeflere ilişkin yol haritalarını planlayabilmesi için işletme süreçlerini faaliyet bazlı değerlendirmesi ve her faaliyet sürecinde oluşan karbon salımı miktarını analiz edebiliyor olması gerekmektedir. Faaliyet bazlı karbon salımı değerleri elde edildikten sonra yüksek karbon salımı oluşturan veya işletme için değer oluşturmadığı halde karbon salımı yüksek olan faaliyetler incelenerek politikalar belirlenmeli ve düzeltici faaliyetler yürütülmelidir.

Karbon salımı oluşturan işlem, bir aracın kullanılması, bir makinenin x saat çalışması, çalışma ortamlarının ısıtılması veya personel yemekhanesinde çıkan yemek kaynaklı olabilir. Üretim süreçlerinde kullanılan her malzemenin, harcanan her enerjinin, yenilen her yemeğin karbon salımı gerçekleştirdiği unutulmamalıdır. Örneğin bir kg patatesin oluşması için 2,8 kg, 1 kg sığır etinin oluşması için 27 kg, 1 L süt için 1,1 kg karbon salımı gerçekleşmektedir. İthal muzun karbon salımı miktarı 1 kg'a bulabilmekte iken, yerli muzun karbon salımı miktarı 0,4 kg seviyesindedir. Bu bilincin tüm çalışanlar tarafından benimsenmesi, çalışanların işlerini bu bilinç ile gerçekleştirmesi, işletmenin hedeflerine daha kolay ulaşmasını sağlayacaktır.

Yöneticilerin doğru kararlar alabilmesi için doğru veriler içeren ve detaylı bir rapora ihtiyacı vardır. Çok küçük bir işletmede bile yüzlerce veri kaynağı olduğu düşünüldüğünde, bu verilerin doğru bir şekilde kayıt altına alınabilmesinde teknolojiye ek olarak verilerin işletme çalışanları tarafından sisteme doğru aktarılabilmesi de önemlidir.

İklim değişikliği, global boyutta mücadele edilmesi gereken günümüzün en öncelikli sorunudur ve bu konuda her bireyin üzerine düşen görevler vardır. Bu kapsamda işletme içi gerçekleştirilecek farkındalık ve bilinçlendirme, iş süreçlerindeki oluşturacağı etkiye ek olarak, işletme dışında yaşantılarında da bilinçli davranılmasını sağlayacaktır. İnsanların gereksiz yanan bir lambayı kapatmasının, fazladan bir A4 kâğıdını harcamamasının kendi ve nesillerinin daha sağlıklı bir geleceğe kavuşturacağını bilinci ile hareket etmesi hem kişisel hem de işletme boyutunda büyük tasarruflar sağlayacaktır.

Bu yönde yapılan çalışmalar zamanla toplum düzeyinde bilgi seviyesini artıracaktır, mücadelenin kitlesel yürütülmesini sağlayacaktır.

Toplumun bilinçlenmesi aynı zamanda karbon salımı miktarını azaltıcı yönde faaliyet gösteren işletmelere ilgiyi artıracak, oluşan bu ilgi diğer işletmelerin de bu yönde faaliyetlere yönelmesini sağlayacaktır. İşletmelerin karbon salımı miktarını düşürücü yönde gerçekleştirdiği çalışmalar, dolaylı yoldan yapılan bir reklam görevi de yürütecektir.

Avrupa Birliği tarafından tasarlanan sınırdaki karbon düzenlemesi mekanizması gibi politikalar karbon salımı miktarını azaltma yönünde belirlenen kurallara uymayan veya bu yönde çalışmalar gerçekleştirmeyen işletmelerin uluslararası alanda ticaret yapmasını bile engelleyebilecektir. Bu durum birçok işletme tarafından olumsuz bir durum olarak görünüyor olmasına rağmen, çalışmaları erken başlamış, karbon salımı miktarını belirlenen sınırlar içinde tutarak veya eskiye göre düşürerek belirlenen kriterleri sağlayan işletmeler için ticaretini artırma, yeni pazarlara girebilme veya rekabet avantajı sağlayabileceği gibi fırsatlar oluşturabilecektir. Aynı zamanda işletme adının ön plana çıkması bir pazarlama stratejisi olarak da kullanılabilir. Bu nedenle işletmelerin karbon salımı sürecini sadece bir zorunluluk olarak görmemesi, bunun yeni bir pazarlama stratejisi olarak da görmesi ve bu yönde çalışmalar yapması gerekmektedir.

Toplumun bilinçlenmesi sonucu insanların karbon salımı az olan veya karbon salımı miktarını azaltıcı yönde çalışmalar yapan işletme ürünlerini tercih etme durumu giderek artmaktadır. Örneğin THY son zamanlarda uçuşlarında bio yakıt denemesi yapmış ve gerçekleştirdiği bu çalışmaların dünya basınında yer alması ile kurum sıfır maliyet ile büyük bir reklam tanıtımı sağlamıştır. Ayrıca kurum bunu bir pazarlama stratejisi olarak kullanarak dünya genelinde çevreci bir hava yolu şirketi olarak markasını ön plana çıkarmasını, kişilerin markayı tercih etmesini sağlayabilecektir.

Karbon salımı miktarını azaltma yönünde çalışmalar yürüten işletmelerin ürünleri, fiyat dezavantajlı bile olsa, bilinçli müşteriler tarafından tercih edilmektedir. Bu durum bilinçli toplumun karbon salımı miktarını azaltma yönünde gerçekleştirebileceği çalışmalardan biridir ve bilinç düzeyi arttıkça bu yönde gerçekleştirilen faaliyetler artmaktadır.

İşletmelerin temiz enerji alanında gerçekleştirdiği çalışmalar, devlet tarafından faizsiz veya düşük faizli kredi, vergi indirimi, ürün alma garantisi gibi çalışmalar ile de desteklenebilmektedir. İşletmelerin bu destekleri incelemesi ve yatırımlarını yaparken

karbon salımı miktarını azaltıcı çalışma planları oluşturması gerekmektedir. Örneğin bir işletme, fabrika çatısına güneş panelleri koyarak hem enerji maliyetlerini düşürebilir hem de temiz enerji kaynağı kullanımına geçmesi ile gerçekleştirdiği karbon salım miktarını düşürebilir, sağlayacağı bu karbon miktarındaki düşüşü uluslararası alanda sertifikalandırarak kazanç bile sağlayabilir. İşletme kendisi için izin verilen hedeflerin altında bir karbon salımı gerçekleştirmesi durumunda elde edeceği bu karbon salım hakkını diğer işletmelere satarak aynı zamanda finansal bir getiri de sağlayabilir. Ülkemizde özellikle temiz enerji sektöründe faaliyet gösteren birçok işletme sağladığı karbon salımı miktarını düşürücü projelerinden elde ettiği krediyi gönüllü ve uluslararası karbon borsalarında satarak yüksek miktarlarda finansman kaynağı sağlamıştır.

İşletmelerin yıllar içinde karbon salımı miktarını faaliyet ve ürün bazlı olarak takip edebilmesi ve bu süreçlerde karbon azaltıcı iyileştirmeler gerçekleştirmesi ile işletmenin yaptığı çalışmalar raporlandırılmış olacaktır. Elde edilen bu raporlar devletin getirdiği karbon kotası zorunluklarını karşılamak için kullanılabilmesi gibi müşterileri memnuniyeti sağlamak, işletmenin bu alanda gerçekleştirdiği başarıyı tüm kesimler ile paylaşarak işletme itibarını yükseltmek için de kullanılabilir.

İşletmelerin karbon salımı miktarını azaltmak için gerçekleştirebileceği faaliyetlerin en kolayını Kapsam-1 ve Kapsam-2 içinde gerçekleştirilen karbon salımı miktarının düşürülmesi için gerçekleştireceği çalışmalardır. Kapsam-1 içinde yer alan doğrudan karbon salımı gerçekleştiren kaynakların başında ısınma ve araçlardan salınan karbon emisyonu gelmektedir. Bina içi yalıtımın artırılması, işletme araçlarının yenilenmesi veya gereksiz yere kullanılmamasının sağlanması, büyük araçlar yerine iş sürecine aksatmayacak daha az yakıt tüketen veya elektrikli araçların temin edilmesi, toplu taşıma süreçlerine ağırlık verilmesi bu alanda yapılabilecek çalışmaların başındadır. Gereksiz enerji harcayan kaynakların kapatılması, tasarruflu ışık kaynaklarına geçilmesi, güneş panelleri rüzgar türbinleri ile enerji tüketimini yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirmesi ise Kapsam-2 içinde yer alan enerji kaynaklı karbon salımının düşürülmesi için yapılabilecek çalışmalardan bazılarıdır.

Şekil 4.2’de örneklendirildiği gibi siyah renk ile çizilmiş her bir işlem Kapsam-3 içinde yer almaktadır. Kapsam-3 içinde karbon salımı kaynağı sayısının çok olması ve salımın gerçekleştiği periyodun çok uzun bir zaman dilimini kapsıyor olması, işletmenin gelişmiş bir yazılım kullanması gereksinimini zorunluluk haline getirmektedir. Küçük bir işletmede bile Kapsam-3 içinde değerlendirilecek en temelinden onlarca tedarikçi, ham

madde, lojistik süreci, kendi içinde oluşturacağı kombinasyon nedeniyle binlerce verinin işlenmesini gerektireceği için elle yürütülmesini imkansız kılmaktadır. İşletme açısından toplam karbon salımı kaynaklarının hesaplanabiliyor olmasının yanında, oluşan karbon salımı kaynaklarının düşürülmesi yönünde kararlar alınabilmesi için, gerçekleşen salımın hangi işletme sürecinde, ne kadar oluştuğunun tespit edilebiliyor olması gerekmektedir.

İşletmede karbon salımı kaynaklarının hangi işlemler sonucunda oluştuğunun doğru olarak tespit edilebilmesi, tüm süreçlerini faaliyet bazlı değerlendirmesi gereksinimini oluşturmaktadır. Karbon kredisi, karbon vergisi gibi uygulamaların hayata geçirilmesi ile karbon salımının işletmeler için bir maliyet kalemi oluşturması ve bu maliyetin ürün maliyetleri üzerinde doğrudan bir emtia gibi ek maliyet kalemi yaratması, ürün-hizmet maliyetlerinin doğru tespit edilebilmesi için FTM sistemi içinde değerlendirilmesini gerektirmektedir. Bu sayede işletme;

- Her bir faaliyeti sürecinde oluşan karbon salımı miktarını görebilecektir.
- Faaliyet süreçlerinde oluşan karbon salımı miktarlarını analiz ederek işletme hedeflerine ulaşmak için karbon salımı miktarını düşürme yönünde hangi süreçlerde iyileştirme yapabileceğini tespit edebilecektir.
- Faaliyet sürecinde oluşan karbon salımı maliyetlerini ürün-hizmet maliyetlerine ekleyerek gerçek ürün-hizmet maliyetlerini hesaplayabilecektir.
- Karbon salımı maliyetlerinin ürün-hizmet maliyetlerine eklenmesi sayesinde ürün-hizmet fiyatlarını gerçeğe yakın değerleri üzerinde belirleyebilecektir.
- İşletme içindeki yüksek karbon salımı gerçekleştiren makine veya cihazları tespit edebilecektir.
- Cihaz yenilemesi maliyeti, karbon salımı maliyeti, yeni cihaz performansının işletmeye getireceği avantajlar gibi verileri karşılaştırarak kullanılan makinelerinin yenileme sürecini planlayabilecektir. Örneğin lojistik sürecin yoğun olduğu bir işletmede eski model dizel yakıt tüketen birim km başına yüksek miktarda karbon salımı oluşturan bir taşıt, işletme için önceden sadece yakıt masrafı oluşturmakta iken, yasal zorunlulukların devreye girmesi ile faaliyet sürecinde oluşturduğu karbon salımı ek bir maliyet kalemi oluşturacaktır. Lojistik loğun bir işletmede bu aracın karbon salımı düşük bir araç ile değiştirilmesi hem işletmenin toplam karbon salımının düşmesini sağlayacak hem de işletmenin karbon salımı maliyetlerini düşürecektir.
- Gelen siparişlerden oluşabilecek karbon salımı maliyetlerini hesaplayarak işi

yapma yapmama kararını verebilecektir. Örneğin bir işletmeye aynı sürede bitirebileceği ve karbon maliyeti devreye alınmadan önce aynı miktarda iş yükü oluşturup, aynı miktarda getiri sağlayacak iki sipariş geldiğini düşünelim. Bu siparişlerden biri karbon salımı yüksek olan bir süreç, diğeri ise karbon salımı daha düşük bir süreçte üretiliyor ise işletme gelen siparişlerden karbon salımı daha düşük siparişi tercih ederek karbon salımı maliyetlerini düşürebilir.

- İşletme belirlenen dönemler içinde elde ettiği karbon salımı miktarını yetkili kurumlara raporlayabilecektir.
- İşletme karbon salımı miktarını azaltıcı faaliyetleri sonucu elde ettiği toplam karbon salımı miktarındaki düşüşü yetki kurumlara raporlayabilecektir.
- İşletme karbon salımı miktarındaki düşüşü aynı zamanda reklam faaliyeti şeklinde kullanabilecektir.

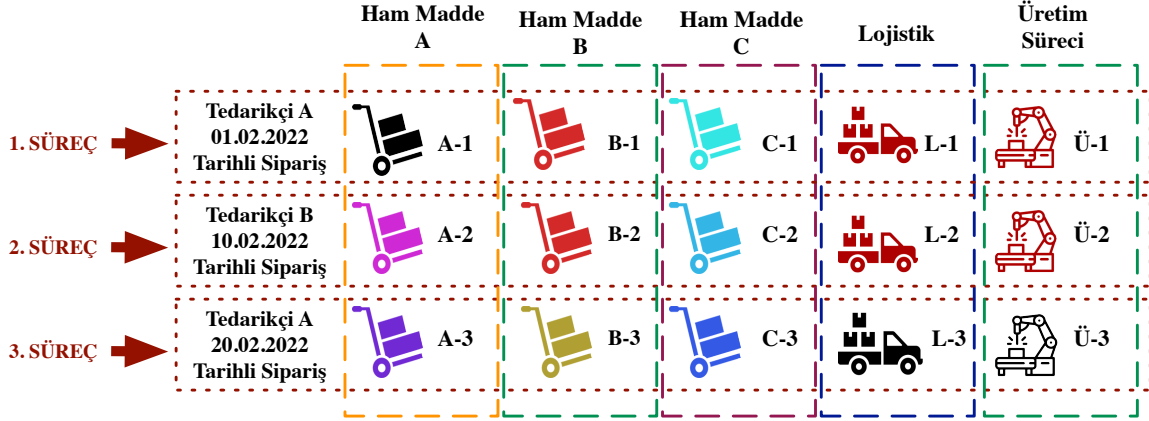
Bir faaliyet sonucu oluşan karbon salımı, o faaliyet içindeki bileşenlere bağlı olarak değişmektedir. Bir işletmenin üretim sürecinde kullandığı ham madde, başka bir işletmenin ürünü olduğu için, bu ürünlerin oluşturulması farklı zamanlarda farklı araçlar ve süreçler ile gerçekleştirilebileceğinden kullanılan her bir ham maddenin birim karbon salımı değeri farklılık gösterebilmektedir. Bir işletmede farklı zamanlarda üretilmiş aynı üründe bile üretim zamanındaki bileşenlere bağlı olarak birim karbon değerlerinde farklılıklar gözükabilir. Üretim sürecindeki hava sıcaklığı bile bir değişken olarak üretim sürecini etkilemektedir. Sıcak bir havada yapılan üretimde ortam sıcaklığının veya üretim alanının sıcaklığının istenen değerlere getirilmesi için daha az bir enerji harcanırken, soğuk bir havada yapılan üretimde aynı koşulların sağlanabilmesi için çok daha fazla enerji kullanımı gereksinimi oluşacaktır. Bunu bir örnekle açıklayalım;

Bir işletmenin X ürününü üretebilmek için kullandığı ham maddeler ve üretim süreci adımları aşağıdaki Şekil 4.3’de gösterilmektedir.

X ürününü üretebilmek için kullanılan;

- Ham maddelerden üretim sürecinden kaynaklanan karbon salımı: Kapsam-3
- Lojistik süreçte kullanılan araçların yaktığı yakıt kaynaklı karbon salımı: Kapsam-1
- Üretim sürecinde kullanılan makinelerin harcadıkları elektrik kaynaklı karbon salımı: Kapsam-2

içinde oluşan karbon salımı kaynaklarına örnek olarak verilebilir.



Şekil 4.3. Bir İşletmede X Ürünü Üretim Süreci Bileşenleri

İşletme üretim merkezine taşıdığı A, B ve C ham maddelerini kullanarak X ürününü üretmektedir. X ürünü oluşturmak için kullanılan hammadde adetleri, lojistik süreçte araçların kat ettikleri mesafeler ve üretim sürecinde kullanılan makinelerin özellikleri ve çalışma süreleri aşağıdaki Tablo 4.5’de verilmektedir. Üretim süreci yukarıdaki Şekil 4.3’de gösterildiği gibi 3 farklı zaman diliminde gerçekleşmiştir.

Tablo 4.5. X Ürünü Üretim Sürecinde Kullanılan Ham Madde Miktarları

Hammadde	Kullanım Adeti
A	1.000
B	500
C	200

Üretim süreçleri sonunda oluşan X ürün miktarları süreç bazlı aşağıdaki Tablo 4.6’da verilmektedir.

Tablo 4.6. Üretim Süreçleri Sonucu Oluşan X Ürünü Adetleri

Üretim Süreç Numarası	Süreç Sonu Elde Edilen X Ürünü Adeti
1	100
2	102
3	108

Yukarıdaki Şekil 4.3’de yer alan üretim süreçlerinde kullanılan ham maddeler, tedarikçilerin farklı üretim süreçlerinde ürettiği ham maddeler olduğu için, her bir hammaddenin birim karbon emisyonu miktarı birbirinden farklılık gösterebilmektedir. Yukarıdaki Şekil 4.3’de aynı birim karbon salımı değerine sahip ham maddeler aynı renk,

farklı birim karbon salımı değerine sahip ham maddeler ise farklı renklerde gösterilmiştir. Ham madde A, 1. süreçte (A-1) ve 3. süreçte (A-3) aynı tedarikçiden alınmasına rağmen, tedarikçi tarafından farklı zamanlarda ürettiği için birim karbon emisyonu değerleri birbirinden farklıdır. Ham madde B’de ise, 1. süreçte (B-1) ve 2. süreçte (B-2) farklı tedarikçiden alınmasına rağmen birim karbon emisyon değerleri aynıdır. Birim karbon emisyonu tedarikçilere bağlı bir durum değil, üretim sürecine bağlı olarak değişen bir değerdir. X Ürünü üretiminde kullanılan ham maddelerin birim karbon emisyonu değerleri aşağıdaki Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7. X Ürünü Üretiminde Kullanılan Ham Maddelerin Birim Karbon Emisyonu Değerleri

Ham Madde	Birim Karbon Emisyonu Değeri (kg)	Ham Madde	Birim Karbon Emisyonu Değeri (kg)	Ham Madde	Birim Karbon Emisyonu Değeri (kg)
A-1	2	B-1	2	C-1	3
A-2	2,4	B-2	2	C-2	2,8
A-3	1,7	B-3	1,8	C-3	2,9

Üretim süresince kullanılan araçlara ait temel bilgiler ve araçların süreç içinde kat ettikleri mesafeler aşağıdaki Tablo 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8. X Ürünü Üretiminde Lojistik Süreçlerde Kullanılan Araçların Özellikleri ve Süreç Boyunca Araçların Kat Ettiği Mesafeler

Lojistik	Yakıt Türü	Ortalama Yakıt Tüketimi (lt/100km)	Lojistik Süreçte Kat Ettiği Mesafe (km)
L-1	Dizel	7	1.200
L-2	Dizel	7	1.300
L-3	LPG	8	1.000

Üretim süresince kullanılan makinelerin temel bilgiler ve süreç içinde kullanım sürelerine ilişkin veriler aşağıdaki Tablo 4.9’da yer almaktadır.

Tablo 4.9. X Ürünü Üretiminde Makine Kullanım Saatleri ve Makinelerin Birim Saat Enerji Tüketimleri

Üretim Süreci	Süreçte Kullanılan Makine	Makine Elektrik Tüketimi (kWsa)	Üretim Süreci (saat)
Ü-1	M1	18	70
Ü-2	M1	18	75
Ü-3	M2	14	80

İşletmede X ürünü üretimi sonunda gerçekleşen karbon salımı Kapsam-1, Kapsam-2 ve Kapsam-3 içinde oluşan karbon salımı toplamına eşittir. Kapsam-1 içinde oluşan karbon salımı lojistik süreçlerde fosil yakıtların yakılmasından dolayı atmosfere salınan karbon salımından kaynaklanmaktadır. Burada birim fosil yakıtın yakılması sonucu oluşan karbon salımı miktarına ihtiyaç vardır. <https://ecoscore.be/en/info/ecoscore/CO2> adresinden temin edilen, fosil yakıt kullanımını sonucu oluşan karbon salımı miktarı verileri aşağıdaki gibidir.(ecoscore, 2022)

1 litre dizel 835 gramdır. Dizel, %86,2 karbon veya dizel litre başına 720 gram karbondan oluşur. Bu karbonu yakmak için 1.920 gram oksijene ihtiyaç vardır.

$$\begin{aligned} \text{1 Litre Dizel Yakıt Kullanımı} &= 720 + 1.920 \\ \text{Sonucu Oluşan CO}_2 \text{ Salımı} &= 2.640 \text{ gram CO}_2/\text{litre} \end{aligned}$$

1 litre benzin 750 gramdır. Petrolün %87'si karbondan veya bir litre benzinde 652 gram karbondan oluşur. Bu karbonu yakmak için 1.740 gram oksijene ihtiyaç vardır.

$$\begin{aligned} \text{1 Litre Benzin Yakıt Kullanımı} &= 652 + 1.740 \\ \text{Sonucu Oluşan CO}_2 \text{ Salımı} &= 2.392 \text{ gram CO}_2/\text{litre} \end{aligned}$$

1 litre LPG 550 gramdır. LPG, %82,5 karbondan veya litre LPG başına 454 gram karbondan oluşur. Bu karbonu yakmak için 1.211 gram oksijene ihtiyaç vardır.

$$\begin{aligned} \text{1 Litre LPG Yakıt Kullanımı} &= 454 + 1.211 \\ \text{Sonucu Oluşan CO}_2 \text{ Salımı} &= 1.665 \text{ gram CO}_2/\text{litre} \end{aligned}$$

Kapsam-2 içinde elektrik kullanımı nedeniyle oluşan karbon miktarı elektrik üretim tekniğine göre değişmektedir. Fosil yakıtlar kullanılarak elektrik üretimi yüksek miktarda karbon salımı oluştururken, yenilenebilir enerji kaynaklarında elde edilen elektrik üretimi çok daha düşük miktarda karbon salımı oluşturmaktadır. Bu nedenle küresel boyutta karbon salımı miktarını azaltmak için fosil yakıt kullanımını azaltıcı ve yenilenebilir enerji kaynaklarını artırıcı projeler desteklenmektedir. Aşağıdaki Tablo 4.10'da elektrik enerjisi üretimi sürecinde üretim tekniğine bağlı olarak oluşan karbon salımı miktarları yer almaktadır.

Tablo 4.10. 1 kWsa Elektrik Üretiminde Üretim Tekniğine Bağlı Olarak Gerçekleşen Karbon Salımı Miktarı (Steen, 2020)

Üretim Tekniği	Kaynak	Gr CO ₂ /kWsa
Kömür	Yanma	900
Doğal Gaz	Yanma	400
Nükleer	Uranyum Zenginleştirme	4
Rüzgar	Dönüştürme	10-30
Güneş Panelleri (fotovoltaik)	Dönüştürme	100-200

Yukarıdaki Tablo 4.10 incelendiğinde nükleer enerji kaynaklarından elde edilen enerjide oluşan karbon salımı miktarın diğer üretim tekniklerinde oluşan karbon salımı miktarının çok altında kaldığı gözükmemektedir. Bu fark nedeniyle önceleri yenilenebilir enerji kaynakları arasında gösterilmeyen nükleer enerji son zamanlarda temiz enerji kaynağı olarak değerlendirilmeye başlamıştır.

Örneğimizde işletmenin kullandığı enerji kaynağının kömür santralinden elde edilen enerji olduğu düşünülerek 1 kWsa enerji sonucu oluşan karbon salımı miktarı 900 gr. olarak işleme alınacaktır.

$$\text{Kapsam 1 Karbon Emisyonu Miktarı} = \left[\begin{array}{c} \text{Toplam} \\ \text{Harcanan} \\ \text{Yakıt} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Birim Yakıt} \\ \text{Karbon Emisyon} \\ \text{Değeri} \end{array} \right]$$

Tablo 4.11. Kapsam 1 İçinde Oluşan Karbon Emisyon Miktarı

Üretim Süreci	Taşıt (km)	1 L Yakıt Yanması Sonucu Oluşan Karbon Emisyonu (kg)	100km'de Ortalama Yakıt Tüketimi (L)	Karbon Salımı Formülü	Gerçekleşen Karbon Emisyonu Miktarı (kg)
1	1.200	2,64	7	$1200 \times (7/100) \times 2,64$	221,76
2	1.300	2,64	7	$1300 \times (7/100) \times 2,64$	240,24
3	1.000	1,665	8	$1000 \times (8/100) \times 1,665$	133,2

$$\text{Kapsam 1 Karbon Emisyonu Miktarı} = \left[\begin{array}{c} \text{Toplam} \\ \text{Harcanan} \\ \text{Elektrik kWsa} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Birim Enerji} \\ \text{Karbon Emisyon} \\ \text{Değeri} \end{array} \right]$$

Birim Enerji Emisyon Değeri = 0.9 kg / kWsa

Tablo 4.12. Kapsam 2 İçinde Oluşan Emisyon Miktarı

Üretim Süreci	Süreçte Kullanılan Makine	Makine Elektrik Tüketimi (kWsa)	Üretim Süreci (saat)	Karbon Salımı Formülü	Gerçekleşen Karbon Emisyonu Miktarı (kg)
1	M1	18	70	18 x 70 x 0,9	1.134
2	M1	18	75	18 x 75 x 0,9	1.215
3	M2	14	80	14 x 80 x 0,9	1.008

$$\text{Kapsam 3 Karbon Emisyonu Miktarı} = \left[\begin{array}{c} \text{A-N} \\ \text{Birim} \\ \text{Karbon} \\ \text{Emisyonu} \\ \text{Değeri} \end{array} \times 1.000 \right] + \left[\begin{array}{c} \text{B-N} \\ \text{Birim} \\ \text{Karbon} \\ \text{Emisyonu} \\ \text{Değeri} \end{array} \times 1.000 \right] + \left[\begin{array}{c} \text{C-N} \\ \text{Birim} \\ \text{Karbon} \\ \text{Emisyonu} \\ \text{Değeri} \end{array} \times 1.000 \right]$$

Tablo 4.13. Kapsam 3 İçinde Değerlendirilen Ham Madde Kullanımından Oluşan Karbon Emisyonu Miktarı

Ham Madde	Birim Karbon Emisyonu Değeri (kg)	Kullanım Sayısı	Ham Madde Kullanımından Oluşan Karbon Emisyonu Miktarı (kg)
A-1	2	1.000	2.000
A-2	2,4	1.000	2.400
A-3	1,7	1.000	1.700
B-1	2	500	1.000
B-2	2	500	1.000
B-3	1,8	500	900
C-1	3	200	600
C-2	2,8	200	560
C-3	2,9	200	580

Tablo 4.14. Kapsam 3 İçinde Oluşan Toplam Karbon Emisyonu Miktarı

Üretim Süreci	Ham Madde A	Ham Madde B	Ham Madde C	Gerçekleşen Karbon Emisyonu Miktarı (kg)
1	2.000	1.000	600	3.600
2	2.400	1.000	560	3.960
3	1.700	900	580	3.180

$$\text{Üretim Sürecinde Oluşan Toplam Karbon Emisyonu Miktarı} = \left[\begin{array}{c} \text{Kapsam 1'de} \\ \text{Oluşan} \\ \text{Karbon} \\ \text{Emisyonu} \\ \text{Miktarı} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{Kapsam 2'de} \\ \text{Oluşan} \\ \text{Karbon} \\ \text{Emisyonu} \\ \text{Miktarı} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{Kapsam 3'de} \\ \text{Oluşan} \\ \text{Karbon} \\ \text{Emisyonu} \\ \text{Miktarı} \end{array} \right]$$

$$1 \text{ Birim X Ürünü Üretimi Sonucu Oluşan Karbon Emisyonu Miktarı} = \frac{\text{Üretim Süreci Oluşan Toplam Karbon Emisyonu (Kapsam 1 + Kapsam 2 + Kapsam 3)}}{\text{Süreçte Üretilen Toplam Ürün Miktarı}}$$

Tablo 4.15. Üretim Süreci Oluşan Toplam Karbon Emisyonu Miktarı ve Birim Ürün Karbon Emisyonu

Üretim Süreci	Kapsam 1	Kapsam 2	Kapsam 3	Gerçekleşen Toplam Karbon Emisyonu Miktarı (kg)	Üretilen Ürün Sayısı	Birim X Ürünü Üretiminde Oluşan Karbon Emisyon Değeri (kg)
1	221,76	1.134	3.600	4.955,76	100	49,56
2	240,24	1.215	3.960	5.415,24	102	53,09
3	133,2	1.008	3.180	4.321,2	108	40,01

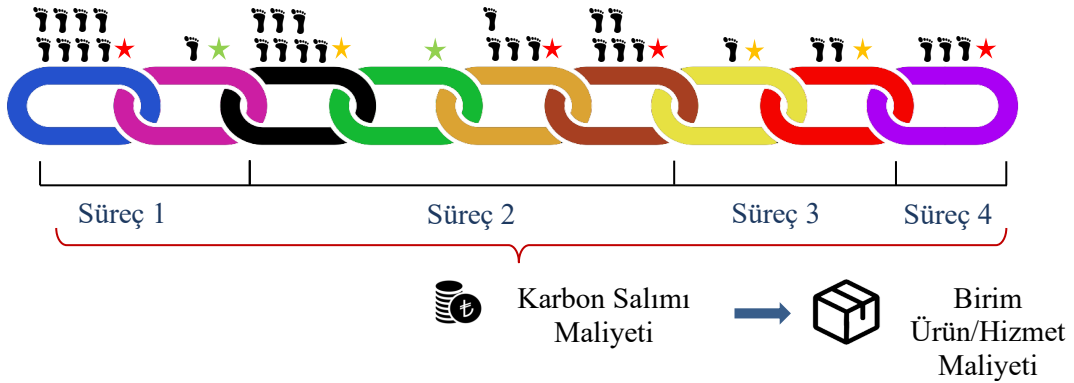
Yukarıdaki Tablo 4.15’de görüldüğü gibi bir işletmede aynı ham maddelerin kullanılması ile aynı ürün elde ediliyor olsa bile üretim zamanı, kullanılan ham maddenin yapısı, çalışan personelin üretim sürecindeki performansı, üretim sürecindeki havanın sıcaklığı gibi ilk bakışta fark edilemeyen birçok etmen üretim süreçlerini etkilemektedir. Üretim süreçlerine etkileyen etmenler sonucu her bir süreç sonucu oluşan toplam karbon emisyonu değeri birbirinden farklılıklar göstermektedir. İşletme örnekte 1. ve 3. üretim süreçlerinde aynı tedarikçiden ham madde almasına rağmen iki süreç sonunda da farklılıkların olduğu gözükmemektedir.

Örnekten de görüleceği üzere işletmelerin karbon salımı değerlerini doğru olarak hesaplayabilmesi için gerçekleştirdiği tüm süreçlere ait verileri sürekli olarak kayıt altına alması gerekmektedir. Sadece 3 ham madde, 1 lojistik ve 1 üretim işlemi içeren, yukarıdaki işletme örneğinde bile karbon hesaplamasının ne kadar uzun sürdüğü göz önüne alındığında, yüzlerce, binlerce ham madde kullanan, onlarca tedarikçiden ham madde alan, üretim süreçleri iç içe geçmiş gerçek işletmelerde bu işlemin gerçekleştirilebilmesinin sadece gelişmiş yazılımlar ile yapılabileceği açıktır.

Örnekte süreç Kapsam-1, Kapsam-2 ve Kapsam-3 olarak 3 bölüme ayrılarak yapılmıştır. Bu bölümlendirme işlemi, hem tüm sürecin küçük parçalar halinde daha kolay yapılabilmesini sağlamak hem de tüm sürecin parça bazlı analiz edilebilmesini sağlamaktadır. Bu işlem, işletmenin tüm sürecinin faaliyetlere bölünmesi ve faaliyet bazlı analiz edilmesidir.

İşletmenin iş sürecini faaliyetlere bölmesi, faaliyet tabanlı maliyetleme ile karbon maliyetini birim ürün maliyetine aktarabilmesini ve işletmenin her bir faaliyetinde oluşan toplam karbon salımı değerleri elde edebilmesini sağlamaktadır. Böylece işletme, yasal sınırları sağlamak için karbon salımı miktarını düşürmesi gereksinimi, sıfır karbon salımı hedefine ulaşma veya başka bir amaç için mevcut karbon salımı miktarını düşürmek istediğinde, hangi iş süreçlerinde, nerede, ne kadar, karbon salımı oluştuğunu bilecek ve çalışmalarını bu doğrultuda şekillendirebilecektir.

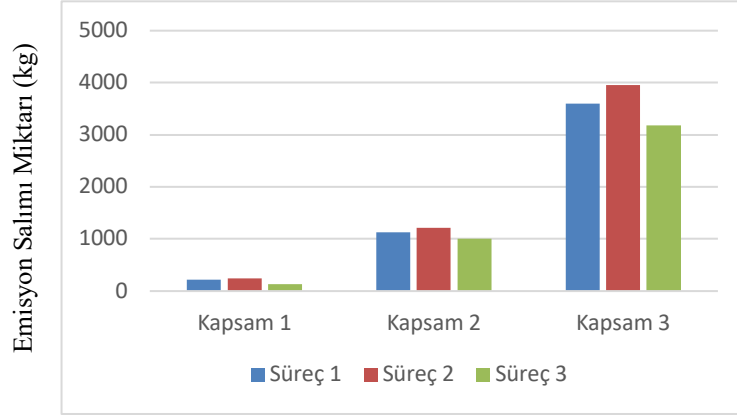
İşletmede karbon salımı kaynakları ve bu kaynaklarda oluşan karbon salımı miktarları güçleri birbirinden farklı halkalardan oluşan zincir halkası gibidir. İşletme yönetimi her bir faaliyeti ve faaliyet adımlarını bir zincir halkası gibi inceleyip, güçlü bir zincir elde etmek için, en zayıf halkayı bulup bu halkayı iyileştirmesi gibi, karbon zincirinde de işletme için sağladığı getiriye oranla çok fazla karbon emisyonu salımı yapan halkayı bulması gerekmektedir. Bir faaliyete ait süreçler aşağıdaki Şekil 4.4'de örneklendirilmiştir. Her süreç kendi içinde süreç adımlarından oluşmakta ve bu adımlar karbon salımına neden olmaktadır. İşletme yönetimi faaliyeti adımları arasında süreçlerin devamlılığı için düşük seviyede olmasına rağmen gerçekleştirdiği karbon salımı miktarı yüksek olan faaliyet adımını bularak, karbon salım miktarını düşürme yönünde çalışmalarını bu halkadan başlatacaktır.



Adımın işletme için önemi derecesi en yüksek seviyeden en düşük seviyeye doğru sıralanışı kırmızı, sarı, yeşil yıldız şeklinde gösterilmiştir. ★ ★ ★

Şekil 4.4. İşletme Faaliyet Süreçlerinde Karbon Salımı Takibi

Yönetim aynı zamanda faaliyetlerde oluşan karbon salımı miktarının tarihsel değişimini de analiz edebilecektir. Yukarıdaki örnekte 3 üretim süreç içinde gerçekleşen karbon salımı oranları gözükmemektedir. Aşağıdaki Grafik 4.2’de yukarıda analiz edilen süreç verilerinden elde edilen karbon salımı miktarının kapsam bazlı dağılımları ve süreçlerde gerçekleşen değişim gösterilmektedir.



Grafik 4.2. Faaliyet Bazlı Karbon Salımı Değişimi

Örnekteki veriler üzerinden oluşturulan yukarıdaki Grafik 4.2 incelendiğinde 2. üretim sürecinde tüm faaliyet aşamalarında karbon salımı miktarında artış olduğu gözükmemektedir. İşletme yöneticileri zaman içindeki verileri inceleyerek, uyguladığı politikaların faaliyetler üzerindeki etkisini inceleyebilecek, bu inceleme verileri ışığında gelecek süreç planlarında uygulayacağı politikaları şekillendirebilecektir.

Örnekte Kapsam-3 de 2 faaliyette verilerin çok artmış olması ham maddelerin alındığı tedarikçinin değerlendirilmesini de sağlayacaktır. Önceden işletmeler için birim ham madde ücreti kendi başına bir tercih sebebini oluşturmak iken, önceleri ham madde kalite maliyetinde olduğu gibi, günümüzde karbon maliyeti de tedarikçi değerlendirme, ham madde seçimi sürecinde bir parametre olarak devreye girmektedir.

Yukarıdaki Grafik 4.2’ de gözüktüğü üzere, her süreç sonunda oluşan X ürünü için elde edilen birim karbon emisyonu değeri birbirinden farklılık göstermektedir. Değerler arasında %50’ye yakın fark olması, işletmenin her üretim sürecinde birim ham madde kaynaklı karbon emisyonu kaynaklarının neden işleme katılması gerektiğini açıklamaktadır. Aynı tedarikçiden bile olsa, her üretim sürecinde oluşan karbon emisyonlarının birbirinden farklılık oluşturulması, işletmelerin her üretim sürecinde ilgili üretim sürecinde kullanılan bileşenlere (malzeme, işçilik, makine vb.) ait veriler üzerinden işlem yapmasını gerektirmektedir.

Örnekten elde edilen bir diğer güzel sonuçta karbon salımının kapsamlarının toplam karbon salımı içindeki oranlarıdır. Aşağıdaki Grafik 4.3’de, 3 süreçte gerçekleşen karbon salımının süreç içinde gerçekleşen toplam karbon salımı içindeki payları gösterilmektedir.



Tablo 4.16. Kapsam Bazlı Karbon Salımı Değerlerinin Toplam Karbon Emisyonu Miktarı İçindeki Oranları

Üretim Süreci	Kapsam 1	Kapsam 2	Kapsam 3	Kapsam-1 Oranı	Kapsam-2 Oranı	Kapsam-3 Oranı
1	221,76	1.134	3.600	4,47	22,88	72,64
2	240,24	1.215	3.960	4,44	22,44	73,13
3	133,2	1.008	3.180	3,08	23,33	73,59

Örnekteki ham maddelere ait verilen birim karbon emisyonu değerleri örnek olarak belirlenmiş değerlerdir. Örnekte karbon salımı Kapsam-3 içinde sadece 3 ham madde değerlendirilmiş olmasına rağmen Kapsam-3 içinde oluşan karbon salımının tüm süreç karbon salımı içindeki oranının %70’in üzerinde olduğu görülmektedir. Önceki bölümlerde de açıklandığı şekilde gerçek iş süreçlerinde de birçok sektörde Kapsam-3 içinde oluşan karbon salımı miktarının diğer kapsamlara göre daha fazla olmaktadır. Dağılım önceki bölümlerde “Kapsam 3 Karbon Emisyonunun Sektörlere Göre Dağılımı” grafiğinde sektör bazlı olarak gösterilmiştir.

Kapsam-3 içinde gerçekleşen karbon salımının, sadece üretim sürecinde kullanılan ham maddeleri değil, geniş bir etki alanı içinde gerçekleştirilen faaliyetler sonucu oluşan karbon salımı kaynaklarını kapsadığı düşünüldüğünde, işletmelerin doğru verileri elde edebilmesinde gelişmiş bir yazılıma ihtiyacının zorunluluk olduğu tekrar gözükmemektedir.

5. KARBON MUHASEBESİ MUHASEBELEŞTİRME YÖNTEMLERİ VE ÖRNEK UYGULAMA

Karbon emisyonunun muhasebeleştirilmesine yönelik geçmişte standartlaşma çalışmaları yapılmasına rağmen günümüzde başarıya ulaşmış bir standart çalışması mevcut değildir. Uluslararası Muhasebe Standartları Kurulu (International Accounting Standards Board - IASB)'nin Uluslararası Finansal Raporlama Yorum Komitesi (International Financial Reporting Interpretations Committee - IFRIC), karbon emisyonunun (emisyon haklarının) mevcut muhasebe standartları kapsamında nasıl uygulanacağını açıklamak için "IFRIC 3 Emisyon Hakları" ile ilgili yorumunu 2004 yılında tamamlamıştır. IFRIC, IASB tarafından oluşturulan standartlara ilişkin yorumlar yayınlayan bir komitedir.(www.iasplus.com/en/standards/ifric)(Öktem, 2022)

Gerçekleştirilen çalışmada, gerçekleşen karbon emisyonunun finansal tablolara aktarılmasında IAS 38:Maddi Olmayan Duran Varlıklar, IAS:37 Karşılıklar, Koşullu Borçlar ve Koşullu Varlıklar ile IAS 20:Devlet Teşviklerinin Muhasebeleştirilmesi ve Devlet Yardımlarının Açıklanması standartlarının dikkate alınması öngörmüştür.(Durgut, 2022) Fakat IASB, 2005 yılında IFRIC 3 Emisyon Hakları ile ilgili yorumunu geri çekilmiştir.

IASB tarafından IFRIC 3 Emisyon Hakları yorumunun geri çekilmesi ve sonraki yıllarda herhangi bir standartlaştırma çalışmasının gerçekleştirilmemesi nedeniyle mevcut durumda gerçekleşen karbon emisyonunun muhasebeleştirilmesine yönelik yayınlanmış bir standart bulunmamaktadır. Yayınlanmış belirli bir standart bulunmaması durumlarına IAS-8 10., 11. ve 12. paragrafında, işletmelerin sorunun çözümünde benzer veya ilişkili konularla ilgili diğer standart ve yorumların getirdiği hükümleri ve varlık, yükümlülük, gelir ve gidere ilişkin kavramsal çerçevede açıklanan tanımları, kayıtlara alma kriterlerini ve ölçme yaklaşımlarını dikkate alması gerektiği, ayrıca işletme yönetiminin, söz konusu sorunun çözümünde dikkate alınan kaynaklarla çelişmedikleri sürece muhasebe standardı geliştirmek için benzer bir kavramsal çerçeve kullanan diğer standart koyucu organların en son standartlarını, diğer muhasebe literatürünü ve kabul görmüş sektör uygulamalarını da göz önüne alabileceği belirtilmektedir.(Board, 2005) Bu kapsamda, karbon bilgilerinin muhasebeleştirilmesine yönelik IAS 8 hükümlerine bağlı olarak çeşitli muhasebe yaklaşımları kullanılmaktadır. Uygulamada kullanılan diğer yöntemler ise Devlet Teşvikleri ve Net yükümlülük yöntemleridir.

2007 yılına Uluslararası Emisyon Ticareti Birliği'nin Price Waterhouse Coopers ile birlikte kota altı salınım nedeniyle oluşan ve satışa konu edilebilen karbon emisyonu haklarının muhasebeleştirilmesi yöntemini araştıran anket çalışmasında, şirketlerin %76'sının iz bedelle, %14'ünün IFRIC'nin yaklaşımını benimseyerek bilançoda gerçeğe uygun değer ve ertelenmiş gelir hesapları ile, %10'unun ise gerçeğe uygun değer ve gelir tablosu hesaplarını kullanarak muhasebeleştirdiği tespit edilmiştir. Şirketlerin büyük çoğunluğunun net yükümlülük yaklaşımını benimsediği gözükmektedir.(Demirci & Olgun, 2019)

5.1. Karbon Bilgilerinin Finansal Tablolarda Raporlanmasına Yönelik Muhasebe Yaklaşımları

Karbon emisyonunun muhasebeleştirilmesine ilişkin geliştirilen yaklaşımlar IFRIC 3 Yaklaşımı, Net Yükümlülük Yaklaşımı ve Devlet Teşvikleri Yaklaşımı şeklinde üçe ayrılmaktadır.(Demirci & Olgun, 2019)

- **IFRIC-3 Yaklaşımı:** IFRIC 3 yorumunu dikkate alınarak, IAS 38 Maddi Olmayan Duran Varlıklara ilişkin standartla ilişkilendirilerek 2004 yılında geliştirilmiş olan bu yaklaşımda, piyasadan satın alınan veya hükümetin verdiği karbon emisyonu kredisi (karbon emisyonu kotası) IAS 38 kapsamında maddi olmayan varlık şeklinde kayda alınmakta ve daha sonra maliyet bedeli veya yeniden değerlendirme yöntemi ile değerlendirilmektedir.(Ali Altınbay & Golagan, 2016) IFRIC-3 Yaklaşımı, verilen kredinin başlangıçta gerçeğe uygun değer üzerinden muhasebeleştirmeyi öngörmektedir.(Haupt ve Ismer, 2011: 7 akt.(Durgut, 2022)) Piyasadan satın alınan veya hükümetin verdiği karbon emisyonu kredisi için ödenen tutarın, gerçeğe uygun değerden az olması, gerçeğe uygun değerden muhasebeleştirmeyi etkilemeyecek olup; gerçeğe uygun değer ile ödenen değer arasındaki fark IAS 20'ye göre devlet yardımı olacaktır.(Romic, 2010: 49 akt.(Durgut, 2022)) Finansal tablolarda ertelenmiş gelir olarak yer alan devlet yardımı, ilgili emisyon kotasının satıldığına veya elde tutulduğuna bakılmaksızın sistematik şekilde gelir kaydedilecektir.(Haupt ve Ismer, 2011: 7 akt.(Durgut, 2022))
- **Net Yükümlülük Yaklaşımı:** Net Yükümlülük Yaklaşımı'nda karbon salımı kredileri nominal değer üzerinden kayıt altına alınır ve karşılık her ne olursa olsun

net yükümlülük olarak finansal tablolara aktarılır. Bu yaklaşım, Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sitemi katılımcılarının büyük çoğunluğu tarafından da kabul edilmektedir.(Haupt ve Ismer, 2011: 7 akt.(Durgut, 2022)) Devlet yardımı şeklinde verilen krediler, IAS 20’de sunulan alternatif muhasebe uygulamalarına uygun olarak nominal değerden muhasebeleştirilmesi durumunda ilk kayıta krediler alındığı zaman, nominal değer sıfır olduğundan, ertelenmiş gelir veya varlık olarak kaydedilmeyecektir. Net yükümlülük yaklaşımının en önemli özelliği, yalnız bedel ödenen kredilerin kayda alınmasıdır. Bu bağlamda devlet tarafından verilen krediler ne maddi olmayan varlık ne de devlet yardımı şeklinde kayda alınmaktadır.(Durgut, 2015: 29) İşletmelerin, devlet tarafından belirlenen karbon salımı kotasını aşan karbon salımı miktarı için yükümlülük altına gireceği ve bu durumun işletmesi için bir ek bir maliyet kalemi oluşturması veya tersi bir durumda, kendisi için belirlenen karbon salımı kotasından daha az karbon salımı gerçekleştirmesi nedeniyle elinde bulunan karbon kredisi fazlasını, karbon kredisi ihtiyacı olan işletmelere satması sonucu ek bir gelir kaynağı elde etmesi durumlarının, işletmenin finansal yapısını etkileyeceği düşünüldüğünde, net yükümlülükler yaklaşımının finansal tablolarda gerçeğe daha uygun sonuçlar oluşturacağı düşünülmektedir.

- **Devlet Teşvikleri Yaklaşımı:** Bu yaklaşıma göre verilen karbon salımı kredileri, devlet yardımı ile birlikte gerçeğe uygun değerinden, maddi olmayan varlık olarak muhasebeleştirilir. Bu yaklaşımda karşılıkların muhasebeleştirilmesi, IFRIC 3 yaklaşımının aksine, işletmenin yeterli miktarda kredisi varsa emisyonların mukayyet değeri üzerinden, yoksa açığı gidermek için ihtiyaç duyulan emisyon kredilerinin piyasa değeri üzerinden gerçekleştirilir.(Romic, 2010: 50 akt. (Durgut, 2022)) Gerçeğe uygun değeri ile izlenen varlıklara ilişkin teşvikler, finansal durum tablosunda (bilançoda) ertelenmiş gelir olarak veya varlığın defter değerinden indirilerek gösterilir.(Öktem, 2022)

5.2. Karbon Bilgilerinin Muhasebeleştirilmesi Örneği

Mevcut durumda karbon emisyonu salımının muhasebeleştirilmesinde yayınlanmış geçerli bir standart yoktur. Örnek senaryoda yer alan veriler, genel olarak kullanılan IFRIC 3, Net Yükümlülük ve Devlet Teşviki Yaklaşımlarına göre muhasebeleştirilecektir.

Örnek Senaryo: A şirketi, emisyon ticareti sistemine dahil olarak faaliyette bulunmaktadır. Devlet, her şirkete özel karbon salımı kotası belirlemekte ve sene başında şirketlere aktarmaktadır. A şirketi adına belirlenen karbon emisyonu salımı kotası 1.000 ton CO₂ olarak belirlenmiştir. Karbon ticaret sisteminde ton başına karbon fiyatının değişimi aşağıdaki Tablo 5.1’de yer almaktadır. Şirket aylık olarak karbon salımı miktarını takip etmektedir. Şirket ilk 6 aylık periyotta gerçekleştirilen karbon salımı miktarı incelendiğinde yıl sonuna kadar 1.200 ton CO₂ karbon salımı gerçekleştirebileceğini hesaplamış ve oluşabilecek 200 ton CO₂ kota fazlasını 1 temmuz 2021 tarihinde peşin olarak satın almıştır. İşletmenin dönem sonu gerçekleştirdiği karbon salımı miktarı hesaplamalarına uygun olarak 1.200 CO₂ olarak gerçekleşmiştir.

Tablo. 5.1. Örnek Uygulama Karbon Fiyatı Değişimi

Tarih	01/01/2021	01/07/2021	31/12/2021
Fiyatı (TL)	1.000	1.200	1.400

5.2.1. IFRIC-3 Yaklaşımına Göre Çözüm

Devlet tarafından işletmeye verilen 1.000 ton CO₂ kredisi, işletmeye verildiği tarihte ve gerçeğe uygun değerinde kayıt altına alınmaktadır. 01/01/2021 tarihinde işletmeye sağlanan karbon emisyonu kredisi tutarı;

$$\begin{aligned}\text{Karbon Emisyonu Kredisi Tutarı} &= 1.000 \text{ ton CO}_2 \times 1.000 \text{ TL/CO}_2 \\ &= 1.000.000 \text{ TL}\end{aligned}$$

olarak hesaplanmaktadır. Tutarın muhasebe kaydı aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmektedir. Karbon salımının muhasebeleştirilmesine yönelik yapılan çalışmaların çoğunda emisyon hakları için 260-Haklar Hesabı kullanılmıştır. Bu hesabın yanında 180-Gelecek Aylara Ait Giderler Hesabı’nı kullanan çalışmalar da yapılmıştır. Örnek senaryonun muhasebeleştirilmesi sürecinde, Durgut’un ve diğer başka araştırmacıların çalışmalarında yer aldığı şekilde, karbon emisyonu kredileri maddi olmayan varlık şeklinde değerlendirilip 260 Haklar Hesabı’nda izlenecek, devletin sağladığı karbon emisyonu kredileri 382 Ertelenmiş Gelir Hesabı’nda, kullanım karşılıkları ise 374 Emisyon İzinleri Karşılığı Hesabı’nda kayıt edilecektir.(Durgut, 2022)

01.01.2021			
260 Haklar Hesabı		1.000.000,-	
Karbon Emisyonu Hakları			
382 Ertelenmiş Gelir Hesabı			1.000.000,-
Devlet Teşvikleri			
(Devlet tarafından tahsis edilen karbon emisyon sertifikalarının kaydı) (1.000 ton CO ₂ x 1.000 TL/CO ₂ = 1.000.000 TL)			

İşletme başka bir işletmeden 1 temmuz 2021 tarihinde peşin olarak 200 ton CO₂ kredisini satın almıştır. Satın alma sürecinde 1 ton CO₂ kredisi 1.200 TL'dir. Yapılan ödeme karbon kredisi ve %18 KDV kadar olacaktır. Gerçekleştirilen ödeme;

$$\begin{aligned}
 \text{Satın Alınan Karbon Emisyonu Kredisi Tutarı} &= 200 \text{ ton CO}_2 \times 1.200 \text{ TL/CO}_2 + \text{KDV} \\
 &= 240.000 \text{ TL} + \text{KDV} \\
 &= 283.200 \text{ TL}
 \end{aligned}$$

olarak hesaplanmaktadır. Tutarın muhasebe kaydı aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmektedir.

01.07.2021			
260 Haklar Hesabı		240.000,-	
Karbon Emisyonu Hakları			
191 İndirilecek KDV		43.200,-	
100 Kasa Hesabı			283.200,-
(Piyasadan satın alınan karbon emisyon sertifikası) (200 ton CO ₂ x 1.200 TL/CO ₂ = 240.000 TL)			

IFRIC 3 yaklaşımında işletmeler emisyon kredileri için karşılık ayırmak zorundadır. Karşılık ayırma sürecinde ya her kredi edinim tarihinde piyasa fiyatı üzerinden karşılık ayrılarak dönem sonunda söz konusu karşılık yeniden değerlendirme ile değerlendirilir ya da kredilerin dönem içinde edinildiği tarihte herhangi bir karşılık ayrılmayıp dönem sonunda piyasa fiyatı üzerinden toplu olarak karşılık ayrılır.(Durgut, 2022) Dönem sonunda piyasa fiyatı üzerinden toplu olarak karşılık ayrılması seçildiğinde gerçekleştirilecek karşılık tutarı, dönem içindeki toplam karbon salımı miktarının, dönem sonu birim karbon fiyatının çarpımı ile bulunur.

$$\begin{aligned}
 \text{Ayrılacak Karşılık} &= 1.200 \text{ ton CO}_2 \times 1.400 \text{ TL/CO}_2 \\
 &= 1.680.000 \text{ TL}
 \end{aligned}$$

İşletmelerde oluşan karbon salımı miktarı iş süreçleri sonucu oluşmakta ve işletmelere bir maliyet yüklemektedir. Gerçekleşen maliyetin Genel Üretim Giderleri Hesabında kayıt altına alınması iş faaliyetleri maliyetlerinin gerçeğe uygun olarak hesaplanabilmesi sağlayacaktır.

31.12.2021	
730 Genel Üretim Giderleri Hesabı	1.680.000,-
374 Emisyon İzinleri Karşılığı Hesabı	1.680.000,-
(Dönem sonunda piyasa fiyatı üzerinden toplu olarak karşılık ayrılması) (1.200 ton CO ₂ x 1.400 TL/CO ₂ = 1.680.000 TL)	

Dönem sonu işlemlerinde yapılacak bir diğer işlem, dönem içi gerçekleştirilen emisyon kredisi kayıtlarının maliyet bedeli veya yeniden değerlendirme yöntemi ile yeniden değerlendirilmesidir. Dönem içinde 01/01/2021 ve 01/07/2021 tarihlerinde kayıt altına alınan 1.000.000 TL ve 240.000 TL tutarında kayıtlar haklar hesabına aktarılmıştır. Dönem sonu gerçekleştirilen toplam karbon salımının değeri ise 1.680.000 TL'dir. Değer arasında oluşan fark;

$$\begin{aligned} \text{Yeniden Değerleme Farkı} &= 1.680.000 - (1.000.000 + 240.000) \\ &= 440.000 \text{ TL} \end{aligned}$$

olarak hesaplanmaktadır. Değerleme sonucu pozitif bir fark elde edildiği için bu değer 525 Maddi Olmayan Duran Varlık Yeniden Değerleme Artışları Hesabına kaydedilebilir.

31.12.2021	
260 Haklar Hesabı	440.000,-
Karbon Emisyonu Hakları	
525 Maddi Olmayan Duran Varlık Yeniden Değerleme Artışları Hesabı	440.000,-
(Emisyon izinlerinin yeniden değerlendirilmesi farkı kaydı) (1.680.000 TL - (1.000.000 TL + 240.000 TL) = 440.000 TL)	

Dönem sonu işlemleri içinde öncelikli sırada yer alan, dönem içi kayıt altına alınan emisyon kredilerinin dönem sonunda yeniden değerlendirilmesi işleminden sonra gerçekleştirilecek işlem, dönem içinde kullanılan kredilerin kullanım kayıtlarının yapılması gerekmektedir.

31.12.2021			
374 Emisyon İzinleri Karşılığı Hesabı		1.680.000,-	
525 Maddi Olmayan Duran Varlık Yeniden Değerleme Artışları Hesabı		440.000,-	
260 Haklar Hesabı Karbon Emisyonu Hakları			1.680.000,-
570 Geçmiş Yıllar Karları Hesabı			440.000,-
(Kullanılan Kredilerin kullanım kayıtlarının yapılması)			

Devlet tarafından sağlanan karbon emisyonu kredisi, gerçekleştiği tarihte ve gerçeğe uygun değeri üzerinden 382 Ertelenmiş Gelir Hesabı'nda kayıt altına alınmıştır. Bu değerın dönem gelir ve giderleri ile ilişkilendirilecek dönem sonu kaydının gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

31.12.2021			
382 Ertelenmiş Gelir Hesabı Devlet Teşvikleri		1.000.000,-	
679 Diğer Olağan Dışı Gelir ve Karlar Hesabı			1.000.000,-
(Devlet tarafından sağlanan karbon emisyon kredisinin dönem gelir ve giderleri hesaplarına aktarılması)			

İşletme bu senaryoda tüm karbon emisyonu kredilerini kullanmıştır. İşletmenin elinde kullanmadığı kredi olsaydı, dönem sonunda bu kredi için ayırdığı karşılık değerini dönemsellik kavramı gereğince 730 Genel Üretim Giderleri Hesabı'ndan alarak 180 Gelecek Yıllara Ait Giderler Hesabı'na aktarması gerekmektedir.

31.12.2021			
180 Gelecek Yıllara Ait Giderler Hesabı		xxx,-	
730 Genel Üretim Giderleri Hesabı			xxx,-
(Dönem sonu kullanılmayan kredilerin sonraki dönemlere devredilmesi)			

İşletmenin kullanım fazlası karbon emisyonu kredisini başka bir işletmeye satması durumunda 260 Haklar Hesabı'nda satılan karbon emisyonu kredisi düşülecek ve ayırdığı karşılık için iptal kaydı yapılacaktır.

XX.XX.XXXX	
100/120 Kasa / Bankalar Hesabı	xxx,-
260 Haklar Hesabı Karbon Emisyonu Hakları	xxx,-
(Satılan kredilerin satış kaydı)	

31.12.2021	
374 Emisyon İzinleri Karşılığı Hesabı	xxx,-
180 Gelecek Yıllara Ait Giderler Hesabı	xxx,-
(Satılan kredilere ayrılan karşılıkların iptal kaydı)	

Satış tarihindeki karbon emisyonu kredisinin satış değeri ile karbon emisyonu kredisinin kayıtlardaki değeri arasındaki farka bağlı olarak gerçekleştirilen değerleme işlemi kayıt altına alınır.

XX.XX.XXXX	
525 Maddi Olmayan Duran Varlık Yeniden Değerleme Artışları Hesabı	xxx,-
570 Geçmiş Yıllar Karları Hesabı	xxx,-
(Satılan kredilerin değerlendirme kaydı)	

5.2.2. Net Yükümlülükler Yaklaşımına Göre Çözüm

Net yükümlülük yaklaşımının temelini yalnız bedeli ödenen kredilerin kayda alınması oluşturmaktadır. Bu nedenle devlet tarafından verilen krediler yukarıdaki IFRIC-3 yaklaşımı çözümde olduğu gibi maddi olmayan varlık veya devlet yardımı şeklinde kayda alınmamaktadır. Dönem içinde bedel ödenen tek işlem, işletmenin başka

bir işletmeden 1 temmuz 2021 tarihinde peşin olarak aldığı 200 ton CO₂ kredisini işlemidir. İlgili işlemin kaydı aşağıdaki gibi kayıt altına alınır.

01.07.2021			
260 Haklar Hesabı		240.000,-	
Karbon Emisyonu Hakları			
191 İndirilecek KDV		43.200,-	
100 Kasa Hesabı			283.200,-
(Piyasadan satın alınan karbon emisyon sertifikası) (200 ton CO ₂ x 1.200 TL/CO ₂ = 240.000 TL)			

Dönem sonu yapılacak işlem ise dönem içinde kayıt altına alınan hakların 730 Genel Üretim Giderleri Hesabı'na ile kapatılmasıdır.

31.12.2021			
730 Genel Üretim Giderleri Hesabı		240.000,-	
260 Haklar Hesabı			240.000,-
Karbon Emisyonu Hakları			
(Dönem içi satın alınan kredilere ait kayıtların gider hesaplarına aktarımı)			

Gerçekleştirilen kayıttan da görüleceği üzere işletme kayıtlarında sadece işletme tarafından gerçekleştirilen ödemeye ilişkin bir kayıt oluşmaktadır.

5.2.3. Devlet Teşvikleri Yaklaşımına Göre Çözüm

Dönem başı devlet tarafından sağlanan karbon emisyonu kredisinin kayıt altına alınması ve dönem içi satın alınan karbon salımı kredisinin kayıt süreci IFRIC 3 yaklaşımı ile aynıdır. Dönem sonunda ise dönem sonunda oluşan karbon salımı kredisi fiyat farkları tablolara aktarılmamakta, sadece dönem içinde kayıt altına alınan emisyon hakları genel üretim giderleri hesabına aktarılmaktadır.(Demirci & Olgun, 2019)

$$\begin{aligned}\text{Dönem içi oluşan karbon emisyonu hakları} &= 1.000.000 + 240.000 \\ &= 1.240.000 \text{ TL}\end{aligned}$$

31.12.2021			
730 Genel Üretim Giderleri Hesabı		1.240.000,-	
260 Haklar Hesabı			1.240.000,-
Karbon Emisyonu Hakları			
(Dönem başı ve içinde edinilen kredilere ait kayıtların gider hesaplarına aktarımı) (1.000.000 TL + 240.000 TL = 1.240.000 TL)			

Dönem içi oluşan ertelenmiş gelir hesabı yine 679 Diğer Olağan Dışı Gelir ve Karlar Hesabı ile kapatılır.

31.12.2021			
382 Ertelenmiş Gelir Hesabı		1.000.000,-	
Devlet Teşvikleri			
679 Diğer Olağan Dışı Gelir ve Karlar Hesabı			1.000.000,-
(Devlet tarafından sağlanan karbon emisyon kredisinin dönem gelir ve giderleri hesaplarına aktarılması)			

Üç yaklaşımda işletme kayıtlarında yer alan gelir ve gider kalemlerini aşağıdaki Tablo 5.2’de yer almaktadır.

Tablo 5.2. Örnek Uygulama Gelir Gider Kayıtları

Uygulama	IFRIC 3 Yaklaşımı	Net Yükümlülükler Yaklaşımı	Devlet Teşvikleri Yaklaşımı
Gelirler	440.000 + 1.000.000		1.000.000
Giderler	(1.680.000)	(240.000)	(1.240.000)
Net Etki	(240.000)	(240.000)	(240.000)

Yukarıdaki Tablo 5.2’de görüldüğü üzere üç uygulama sonucunda gelir tablosuna etki eden net etki değeri aynıdır. Fakat IFRIC 3 ve Devlet Teşviki uygulamalarında gelir ve gider değerlerindeki yüksek değerlere sahip olduğu, bunun etkisi olarak da gelir tablosunun değerlerini artıracak gözükmektedir. Devlet tarafından verilen hak nedeniyle işletmenin gelir tablosu değerlerinde yüksek değerlerin yer alması gerçeğe uygun bir yaklaşım göstermemektedir. Bu nedenle karbon emisyonunun muhasebeleştirme sürecinde benimsenen ve en yaygın olarak kullanılan yöntem net yükümlülükler yaklaşımıdır.

6. KARBON EMİSYON MUHASEBESİ BİLGİ SİSTEMİ YAZILIMININ (COZeroTracker) GELİŞTİRİLMESİ VE SINAV SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Atmosferdeki zararları gazların miktarını azaltmayı hedefleyen 1987 yılında uluslararası düzeyde gerçekleştirilen ilk anlaşma olan Montreal Protokolü'nden sonra odak nokta doğrudan küresel ısınma ile mücadeleye dönmüş ve uluslararası alanda bu yönde birçok antlaşma yapılmıştır. 2015 yılında kabul edilen Paris Anlaşması, sahip olduğu yaptırım ve teşvik gücü düzenlemeleri ile iklim değişikliğine karşı küresel çapta verilen mücadelede tarihsel bir dönüm noktasını oluşturmaktadır.

Türkiye 6 Ekim 2021 tarihinde Paris Anlaşması'nı onaylamış, 7 Ekim 2021 tarihinde Resmi Gazete 'de yayımlayarak anlaşma koşullarını yürürlüğe almış ve anlaşmayı kabul ettiğini 11 Ekim 2021 tarihinde Birleşmiş Milletler Sekretaryasına bildirerek Paris Antlaşmasına taraf olan 192'inci ülke olarak, küresel iklim değişikliği ile mücadelede yasal zorunlulukları ve hedefleri olan yeni bir süreci resmi olarak başlatmıştır.

Birleşmiş Milletler Sekretaryasına verilen "Türkiye Cumhuriyeti Niyet Edilen Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkı" belgesinde Türkiye geliştirmekte olan bir ülke olarak sürdürülebilir kalkınma sürecine devam etmesi gerektiğini belirterek, referans senaryoya göre 2030 yılında sera gazı emisyonlarını %21 oranına kadar azaltacağını ve küresel ölçekte 2°C hedefine ulaşmak için düşük karbonlu kalkınma yolunu destek olacağı beyan etmiştir.

Zamanla yapılan antlaşmaların kapsamaları ve yaptırımları sürekli olarak genişlemiş, ülkeleri ve işletmeleri bağlayıcı kotalar oluşturulması ve maddi yaptırımlar uygulanması boyutuna gelmiştir. Avrupa Birliği'nin 2050 yılına kadar iklim açısından nötr ilk kıtaya dönüştürmesi hedefi doğrultusunda, küresel iklim değişikliği ile mücadele kapsamı giderek genişletilme ve yeni zorunluluklar getirilmektedir. Şu anda geçiş süreci planlaması yapılan ve üç yıllık bir geçiş sürecinden sonra 2026 yılında uygulamaya alınması planlanan Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması bu yönde yapılan çalışmalardan bir tanesidir. Avrupa Birliği planladığı bu uygulama ile belirlediği kriterlere uymayan Avrupa Birliği dışındaki işletmelerin birlik ile ticaretine ek vergi düzenlemeleri getirme veya ticaret yapmasını engelleme gibi düzenlemeler gerçekleştirilmesi planlanmaktadır.

Paris Antlaşması ile küresel iklim değişikliği ile mücadele kapsamında her ülkeye gerçekleştirdikleri karbon salımı miktarını sınırlamalar getirilmiştir. Ülkeler kendisi için belirlenen bu kotayı belirlediği sektörlerde faaliyette bulunan işletmelerine karbon salımı kotası belirleyerek sağlamayı çalışmaktadır. Bu kapsamda işletmeler faaliyetleri sonucu oluşan karbon salımından sorumlu tutulmakta, işletmeler tarafından gerçekleştirilen karbon salımları kayıt altına alınıp, takip edilmekte ve belirlenen sınırlar içinde olup olmadığına göre yaptırımlar uygulanmaktadır. Ülkemizde bu süreç Paris Anlaşması'nın resmi olarak henüz yeni kabul edilmiş olduğundan genel olarak uygulanmamakla birlikte çok yakın bir zamanda gerçekleştirilecek yasal düzenlemeler ile geniş bir sektör üzerinde uygulanmaya başlayacaktır.

Avrupa Birliği bünyesinde işletmelerin gerçekleştirdiği sera gazı emisyonu salımı miktarları 2005 yılından bu yana Avrupa Birliği Emisyon Takip Sistemi üzerinde kayıt altına alınmaktadır. Sistem yeni katılımcı ülkelerin devreye girmesi ve Avrupa Birliği tarafından belirlenen karbon salımı takip edilen sektörlerin kapsamının zaman içinde genişletilmesi ile sürekli olarak büyümüştür. Sistem üzerinden her işletmeye bir karbon salımı hedefi belirlenmekte ve işletmelerin bu hedeflerini uyması beklenmektedir. İşletmelerin belirlenen hedeflerinden fazla gerçekleştirdikleri karbon salımı miktarını karşılayabilmesi için, karbon salımı fazlası veren işletmelerden kredi alabilmesi veya karbon salımı miktarını azaltıcı projelere destek olarak karbon kredisi elde edebilmesi yönünde Avrupa Birliği Karbon Ticareti Sistemi (AU ETS) oluşturmuştur.

AU ETS karbon ticareti sisteminde 1 ton CO₂ salımı 2005 yılında 20 Euro civarında işlem görürken, zaman içinde arz / talep dengesine göre fiyatı sürekli olarak yükselmiş ve 2021 yılında tarihi zirvesi 80 Euro civarına çıkmıştır. Ülkelerin 2050 sıfır karbon hedefleri tutturmaları için karbon salımı kotalarını düşürecek olması ve takip sisteminin daha fazla sektörü kapsayacak şekilde genişletileceği, bu değerlerin daha da yükseleceği beklentisi doğurmuştur. Ülkemizin, 2053 yılı sıfır karbon salımı hedefine yakalayabilmesi için getireceği yasal düzenlemelere ek olarak uluslararası alanda alınacak Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması gibi düzenlemeler, ülkemiz işletmelerinin faaliyetlerinde büyük değişikliklere gitmesi zorunluluğu oluşturacaktır. Ülkemizde karbon salımı hakkında genel olarak bilgi düzeyinin düşük olmasının yanında, konu hakkında bilgisi olan birçok kişinin sadece Kapsam-1 karbon salımı kaynakları bildiği, Kapsam-2 hakkında bilgisi olan kişinin az olduğu, Kapsam-3 hakkında ise çok az olduğu görülmektedir.

Kapsam-3 içine giren sera gazı emisyonu kaynakları çok geniş bir yelpazede ve oluşum zaman aralığı bakımından çok geniş bir zaman periyodunu kapsamaması nedeniyle hesaplaması Kapsam-1 ve Kapsam-2 ye göre çok zordur. Faaliyet tabanlı maliyetleme bölümünde de açıklandığı gibi Kapsam-3'ü oluşturan faaliyet süreçleri içindeki bileşenlere ait veriler her faaliyet sürecinde değiştiği için sabit parametreler üzerinden hesaplamalar yapılamamaktadır. Her bir faaliyet süreci içindeki bileşenlere ait veriler, her faaliyet süreci içinde yeniden elde edilmeli ve hesaplamalara dahil edilmelidir.

Bu karmaşık ve yürütülmesi zor olan sürecin üstesinden gelebilmek için tüm iş süreçlerinin ve verilerin dijital olarak bir program üzerinden takip edilebilmesi, işletmenin karbon salımı miktarını doğru olarak hesaplayabilmesi için bir zorunluluk oluşturmaktadır.

Ülkemizdeki işletmelerin yakın zamanda yasal bir zorunluluk olarak uygulamaya başlayacağı karbon muhasebesi süreci ve bu sürecin işletme faaliyetleri üzerindeki etkisinin gösterilmesi ve işletmelerimiz bu süreçlerde oluşabilecek gereksinimlerin karşılanabilmesi için Faaliyet Tabanlı Karbon Emisyon Muhasebesi Sistemi CoZeroTracker yazılımı geliştirilmiştir. Yazılım, işletmelerin faaliyet süreçleri sonucu oluşan ERP sistemleri ile entegre veya harici olarak çalışabilen, işletme iş süreçleri ve faaliyetleri sistem üzerinden dinamik bir yapıda tanımlanabilen, her bir faaliyet süreci içinde oluşan karbon salımı miktarını hesaplayıp ve raporlandırabilen, hesapladığı karbon miktarını ve karbon maliyetini faaliyet içinde maliyet kalemi olarak toplam faaliyet maliyetine ekleyebilen, bütünlük bir sistemdir. Sistem, ülkemizin 2053 hedeflerini ulaşması ve uluslararası alanda rekabet ortamında işletmelerimizin ek bir maliyete katlanmadan karbon salımı maliyetini faaliyet bazlı hesaplayabilmeleri ve iklim değişikliği ile mücadelemizi artırmak için ücretsiz olacak web üzerinden kullanılabilir olacaktır.

6.1. Karbon Emisyon Muhasebesi Bilgi Sistemi Yazılımı - CoZeroTracker

İşletmelerin küresel ekonomik düzeninde sürdürülebilirliğini sağlayabilmesi için öncelikli olarak tüm iş süreçlerinde oluşan maliyetleri bilmesi ve bu maliyetleri faaliyetlerine aktararak gerçek ürün-hizmet fiyat politikalarını, üretim, yatırım planlarını planlayabilmesi gerekmektedir.

Gelişen teknoloji, işletme yazılımlarının tüm iş birimleri ve iş süreçleri ile etkileşim sağlayan ve entegre olarak çalışan bütünlük bilgi sistemleri haline gelmesine

sağlamıştır. İşletmeler tüm süreçlerini ERP sistemleri olarak tanımlanan bütünlük bilgisi sistemi yazılımları üzerinden, dış kaynaklardan elde ettikleri veriler ile analiz ederek yürütmektedir.



Şekil 6.1. İşletme Veri Kaynakları

Karbon salımı, karbon salımı kaynakları, faaliyet süreçleri içinde oluşan karbon salımı miktarının hesaplanması ve takip edilmesi, karbon salımı nedeniyle oluşan karbon maliyeti, karbon maliyetinin faaliyetler üzerinde oluşturacağı etki, birçok işletme için içinde birçok bilinmezlik içeren yeni bir süreci başlatmıştır. Mevcut ERP sistemlerinde de bu konu üzerinde henüz düzenlemeler gerçekleştirilmemiş olması veya gerçekleştirilen düzenlemelerin çok sınırlı kalması, işletmelerin kafasındaki bilinmezlikler daha da artırmaktadır.

Faaliyet süreçleri ile entegre olarak faaliyet ve faaliyet adımları içinde gerçekleşen karbon salımı miktarı ve maliyeti konusunda bilgi alabileceği bir mekanizma yoktur. Karbon hesabı ve karbon maliyeti konusunda çalışması olmayan ve faaliyet sonucu yüksek karbon salımı gerçekleştiren işletmelerin gerçekleştirdikleri yüksek miktardaki karbon salımı yüksek karbon maliyeti oluşturacak, bu durum da karbon maliyetini düşünmeden fiyat politikası oluşturan, üretim planları yapan işletmenin tüm mali hedeflerini bozabilecektir. Özellikle küresel ekonomik düzende yaşanan rekabet nedeniyle ürün fiyatının doğru belirlenebilmesi çok önemlidir. Örneğin 2021 yılında 1 ton CO₂ değeri 80 Euro civarına çıkmış, bu değer elektrik temininde, kömür kullanımında €0.04/kWsa, gaz kullanımından €0.02/kWsa ek maliyet oluşturmuştur. İşletmelerde oluşan toplam karbon salım miktarının faaliyet kalemleri bazlı olarak hesaplanamaması işletmeler için büyük bir bilinmezlik ve risk oluşturmaktadır. Bu sorunların ortadan kaldırılabilmesi için çalışma kapsamında, tüm işletme süreçlerinde oluşan karbon salımı

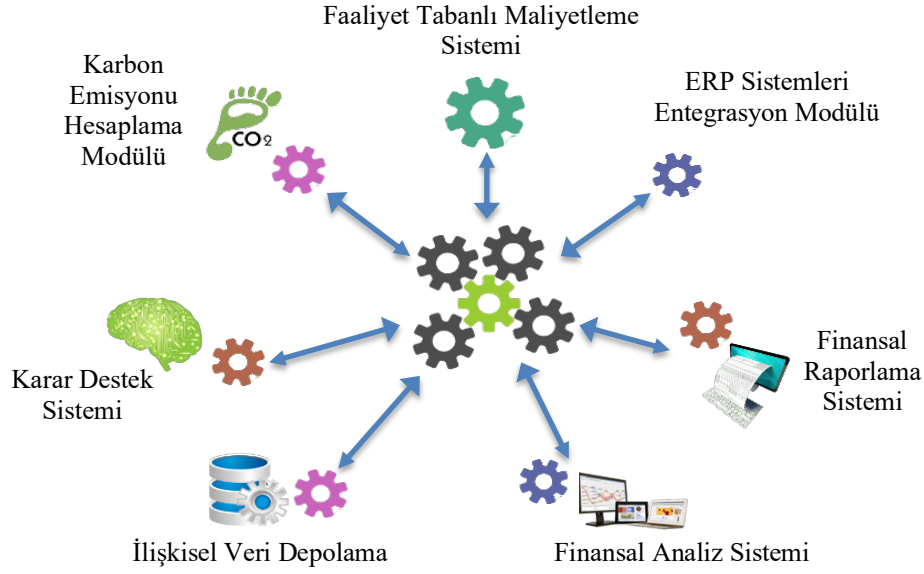
miktarlarını, süreç ve süreç bileşeni bazlı hesaplayıp, maliyetlendiren ve faaliyet süreçlerine aktarımını yapan, süreç içindeki tüm verileri detaylı olarak karar alıcılara raporlandırabilen CoZeroTracker yazılımı tasarlanmıştır. Yazılım sayesinde hem işletmeler tüm faaliyetleri sonucu atmosfere saldığı karbon salım miktarını takip edebilecek, hem de karbon salımının işletmesine oluşturacağı maliyetleri üretim faaliyetlerine aktararak gerçek üretim maliyetlerini hesaplayabilecektir.

Sistemin oluşturulmasındaki amaçların bir tanesi de, yasal zorunluluk mevcut durumda olmamasına rağmen, sürdürülebilir bir kalkınma, yaşanabilir bir gelecek için işletmelerin faaliyetleri sonucunda ne kadar karbon salımı gerçekleştirdiklerini hesaplayarak farkındalıklarının artmasının sağlanmasıdır. Sisteme kullanan işletmeler elde edecekleri değerleri takip ederek gelecekte zorunluluk haline gelecek düzenlemeler için planlamasını yapabilecektir.

İşletmeler aynı zamanda sistem üzerinden aldıkları raporları, yıllar içindeki gerçekleştirdikleri karbon salımlarını, müşterilerini bilinçlendirmek ve aynı zamanda temiz bir gelecek için çalışan bir işletme olduğunu müşterilerine aktarabilmek için kullanabilecektir. İşletme sistem üzerinden elde edeceği süreç içinde gerçekleştirdiği çalışmalar sonucu elde ettiği karbon salımı miktarındaki düşüş miktarını gösteren raporları bir reklam aracı olarak da kullanabilecektir.

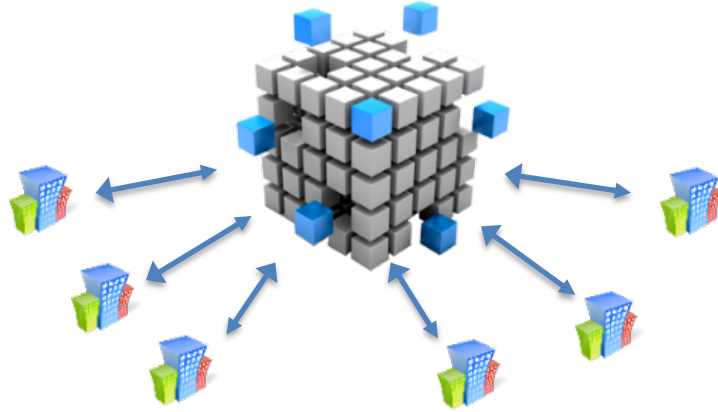
Sistemin aynı zamanda herkese açık bir yapısı olacağı için bilinçli tüketiciler tarafından takip edilip, bu yönde çalışma yapan firmaların incelenmesi içinde kullanılacaktır. Bilinçli müşteriler, diğer işletmeler yanında sisteme kaydı olan, zaman içinde gerçekleştirdikleri çalışmalar ile daha az karbon salımı yönünde ilerlemeler kaydeden işletmeleri seçecektir.

Yazılımın temel olarak aşğıdaki Şekil 6.2’de gözüktüğü gibi 7 bileşenden oluşmaktadır.



Şekil 6.2. CoZeroTracker Bileşenleri

Proje kapsamında farklı işletme türleri için kullanılacak, her işletmenin kendi tanımlamalarını yapabileceği, dinamik bir yapı oluşturulmasına önem verilmiştir. Sistem tekil olarak işletme verilerini barındırmakla birlikte, ulusal boyutta sistemi dahil olan tüm işletmelerin verilerini barındıracağından dolayı merkezi bir kayıt, takip ve analiz sistemi olarak da kullanılabilir.



Şekil 6.3. CoZeroTracker Merkezi Yapısı

Sistemde merkezi bir yetkilendirme sistemi vardır. Sisteme giren kullanıcının yetki düzeyine göre arayüz şekillenmektedir. Kullanıcı sadece yetkili olduğu işletme sayfalarına erişebilmektedir. Eğer bir kullanıcı birden fazla işletme için yetkili ise sisteme girişte hangi işletme adına bağlantı yapacağı sorulmakta, kullanıcının seçimine göre işletme sayfasına erişilmektedir.

6.2. Faaliyet Tabanlı Karbon Emisyon Muhasebesi Sistemi CoZeroTracker Yazılımı Bileşenleri ve Yazılımının Sınav Sektöründe Uygulaması

CoZeroTracker yazılımı önceki bölümlerde de bahsedildiği üzere, işletme faaliyetleri sürecinde oluşan karbon salımı miktarını sistem üzerinde tanımlanmış faaliyetler kapsamında hesaplayıp, oluşan karbon salımı maliyetini diğer üretim maliyetlerine ekleyerek, faaliyet süreci sonunda oluşan gerçek üretim maliyetlerinin ve buna bağlı olarak birim ürün maliyetlerinin tespit edilmesini, kayıt altına alınmasını ve raporlandırılmasını sağlayan bütünlük bilgisi sistemidir. Sistem aynı zamanda işletmenin tüm faaliyetlerinde oluşan karbon miktarını da hesaplamakta ve raporlandırmaktadır.

Sistem bileşenlerinin açıklanması sınav faaliyeti yürüten bir işletmenin faaliyet bazlı karbon salımı miktarının hesaplanması süreci içinde anlatılacaktır.

6.2.1. Sınav Sektörü

Sınav kelimesini Türk Dil Kurumu, “Öğrencilerin veya bir işe girmek isteyenlerin bilgi derecesini anlamak için yapılan yoklama, imtihan, test” olarak tanımlamaktadır. İmtihan, test olarak da kullanılan sınav terimi, kişilerin belirli bir konu hakkında edindiği bilgiyi ölçmek için kullanılan bir uygulamadır. İlk kez okula başladığımız yıllarda, eğitim öğretim sürecimiz içinde derslere ait öğrendiğimiz bilgiyi ölçmek için hayatımıza giren sınav uygulamalarına yaşantımızın birçok evresinde farklı amaçlarda içinde bulunmuşuzdur. Belli bir yere girmeyi isteyen adayların, belirlenen konulara ait bilgi düzeylerinin ölçülmesi ve adayların başarı düzeylerine göre sıralanması amacıyla oluşturulmuş seçme sınavları bu sınavlardan bir tanesidir.

Bilgi düzeyi ve yeterliliğin ölçülmesi ve sıralama gerektiren her süreçte sınav uygulaması yapılmaktadır. Genelde belirlenen süre sınırı içinde adaylardan soruların doğru cevaplarının verilmesi veya verilen işin tamamlanması şeklinde gerçekleştirilir. Genelde, soru kökü ve soru seçeneklerinden oluşan çoktan seçmeli sorulardan oluşturulan test sınavları gerçekleştirilir. Adaylardan test sınavındaki soruları belirlenen zaman süreci içinde çözmesi ve doğru seçeneği cevap kağıtlarına (optik forma) işaretlemesi istenir. Test sınavlarından farklı olarak açık uçlu, sözlü, yetenek sınavları gibi örneklendirilebilecek birçok farklı türde sınavlar gerçekleştirilmektedir.

Eğitim süreçlerinde başarı ölçmek için kullanılan sınav uygulamaları, işe alma, yerleştirme veya görevde yükselme gibi örneklendirilecek birçok süreçte de

kullanılmaktadır. Sınavlar kurum içi süreçler için kullanılabilmesi gibi birden fazla merkezde gerçekleştirilen merkezi sınav statüsünde de gerçekleştirilmektedir. Burada yer alan merkezi sınav kavramı genelde bir kurumun birden çok ilde gerçekleştirdiği sınav organizasyonları için kullanılan tanımlamadır. Ülkemizde kendi kurumunda eğitim gören öğrencileri ve çalışanları dışında özel adaylara yönelik sınav organizasyonu düzenleyen kurumların başında Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi (ÖSYM) gelmektedir. ÖSYM merkezi yapısı ve gerçekleştirdiği faaliyetlere ilişkin kısa bilgiler sınav sektörün büyüklüğünün anlaşılabilmesi için yararlı olacaktır.

ÖSYM yıl içinde YKS, KPSS, YDS, ALES, DGS gibi örneklendirebilecek birçok merkezi sınav organizasyonu düzenlemektedir. Kurumun 2021 yılı faaliyet raporunda kurum ve faaliyetleri hakkında temel bilgiler verilmektedir. Rapora göre 2021 yılında kurumda Sürekli İşçi, Görevlendirme Personel ve ÖSYM Personeli çalışan türlerinde, 14 farklı kadroda 703 personel görev yapmıştır. Kurum 155.433 m²'lik yüz ölçümü üzerinde, 18 taşınmazda faaliyet yürütmüştür. ÖSYM tarafından 2021 yılında gerçekleştirilen sınavlara ait açıklanan bilgilere aşağıdaki gibidir.(Türkiye Cumhuriyeti Ölçme, 2022b)

Tablo 6.1. ÖSYM 2021 Yılı Faaliyet Verileri (Türkiye Cumhuriyeti Ölçme, 2022b)

İşlem	Sayı
Sınav Katılan Aday Sayısı	8.763.064
Gerçekleştirilen Sınav Sayısı	56
Gerçekleştirilen Test Sayısı	223
Testlerde Kullanılan Soru Sayısı	11.355
Kamu Kurum ve Kuruluşları İçin Yapılan Merkezi Yerleştirme İşlemi	37
Kullanılan	
Şehirlerarası Nakil Aracı (Kamyon, Tır, Panelvan)	1.787
Şehir İçi ve Şehirler Arası Nakil Aracı	15.945
Sınav Binası	30.820
Salon Sayısı	496.830
Kırtasiye Seti	8.768.664
Maske	10.266.149
Dezenfektan	45.508
Dezenfektan Mendil	10.266.149
Eldiven	2.476.594
Siperlik	64.903
Tek Kullanımlık Önlük	61.908

2021 yılı sınavlarında görevlendirilen görevlilere ve kurumun koordinatörlük yapısına ilişkin verilen rakamlar aşağıdaki Tablo 6.2 ve Tablo 6.3 de yer almaktadır.

Tablo 6.2. ÖSYM 2021 Yılı Sınavlarında Gerçekleştirilen Görev Sayısı (Türkiye Cumhuriyeti Ölçme, 2022b)

Görev Türü	Görev Sayısı
Salon Başkanı ve Gözetmen	902.931
Bina Sınav Sorumlusu	31.120
Bina Cihaz (Kamera) Görevlisi	23.939
Engelli Salon Görevlisinin (Okuyucu, İşaretleyici)	10.209
Nakil Kuryesi	17.133
Sınav Evrakı Koruma Görevlisi	3.782
Nüfus Müdürlüğü Görevlisi	3.888
Emniyet Görevlisi	127.359
Cezaevi Görevlisi	3.803
Cezaevi Öğretmeni	2.075
Diğer Görevliler	252.881
Toplam	1.379.120

Tablo 6.3. ÖSYM 2021 Yılı Sınav Koordinatörlüğü Sayısı (Türkiye Cumhuriyeti Ölçme, 2022a)

İşlem	Sayı
Genel Sınav Koordinatörlüğü	3
Yurt Dışı Sınav Koordinatörlüğü	2
İl Sınav Koordinatörlüğü	91
İlçe Sınav Koordinatörlüğü	104
Toplam	200

Kurumun gerçekleştirdiği sınav sürecinde oluşturduğu sınav evrakı ve hazırladığı soru sayısı verileri aşağıdaki Tablo 6.4 ve Tablo 6.5’de verilmiştir.

Tablo 6.4. ÖSYM 2021 Yılı Sınavlarında Değerlendirilen Sınav Evrakı (Türkiye Cumhuriyeti Ölçme, 2022a)

İşlem	Sayı	Sayfa Sayısı
Soru Kitapçığı	8.737.674	
Cevap Kâğıdı	8.734.866	
Bina Tutanağı	31.095	538.699
Salon Tutanağı	587.629	9.070.178
Açık Uçlu Kitapçık	4.344	87.563

Tablo 6.5. ÖSYM 2021 Yılı Sınavlarında Hazırlanan Soru Sayıları (Türkiye Cumhuriyeti Ölçme, 2022a)

Soru Faaliyeti	Soru Sayısı
Yazılan Soru Sayısı	33.171
Gerçekleştirilen Denetim Sayısı	85.806
Testte Çıkan Soru Sayısı	11.355
İptal Edilen Soru Sayısı	4

ÖSYM tarafından hazırlanan “Aday Atama Süreci”, “Cevap Kâğıdı Basımı ve Onayı Süreci”, “Ek Atama Talimatı”, “ÖSYM Harcama Yönergesi”, “ÖSYM Sınav Uygulama Yönergesi” gibi örneklendirilebilecek süreçler, usuller ve talimatlarının sayısı 95 adettir. Kurumun 2020 ve 2021 yıllarına ait gelirleri aşağıdaki Tablo 6.6’de verilmiştir.

Tablo 6.6. ÖSYM 2020-2021 Yılları Gerçekleşen Gelir (TL) (Türkiye Cumhuriyeti Ölçme, 2022a)

	2020 Yılı Gerçekleşen (KDV Hariç)	2021 Yılı Gerçekleşen (KDV Hariç)
Gelir Toplamı	860.512.257,62	767.630.225,19

Tablo 6.7. ÖSYM 2021 Yılları Gerçekleşen Giderler (TL) (Türkiye Cumhuriyeti Ölçme, 2022a)

	2021 Yılı Gerçekleşen (KDV Hariç)
Personel Maaşları	69.578.076,92
Sınav Görevlileri Ücretleri	346.421.480,72
Soru Hazırlama ve Denetim Giderleri	8.518.231,57
Araştırma ve Geliştirme Faaliyetleri	584.084,72
Sosyal Güvenlik Kurumlarına Devlet Primi Giderleri	13.237.261,99
Mal ve Hizmet Alımları	333.291.317,91
Cari Transferler	1.740.055,77
Mamul Mal Alımları	649.580,97
Gayri Maddi Hak Alımları	1.487.714,60
Bina Bakım Onarım Giderleri	715.746,25
Toplam	776.223.551,42

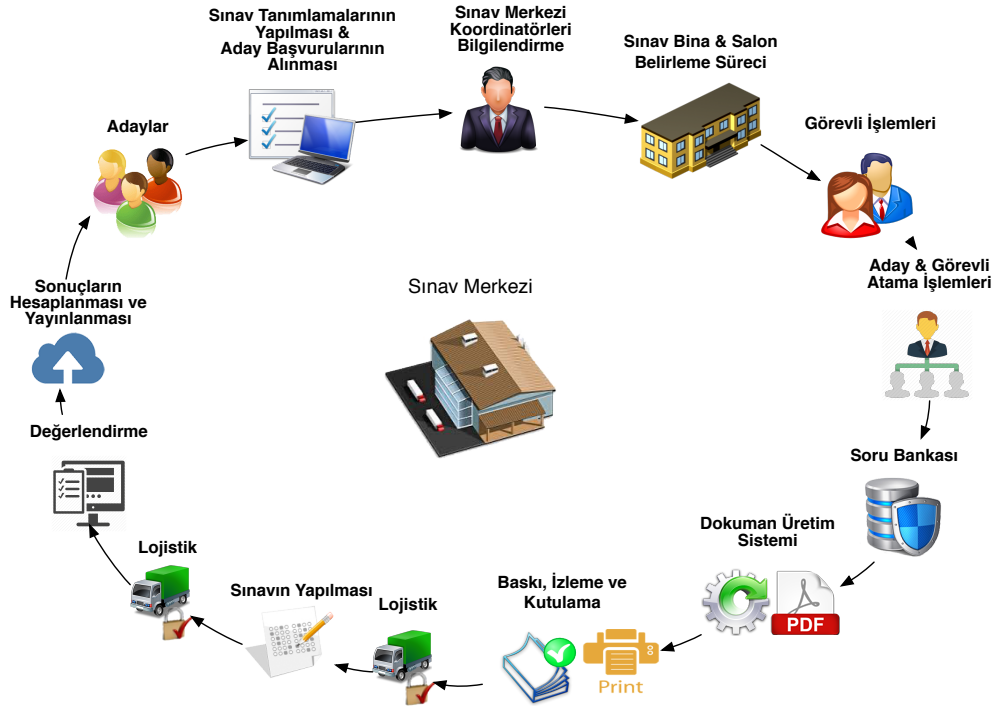
Yukarıdaki Tablo 6.6’da görüleceği üzere ÖSYM 2020 yılında gerçekleştirdiği 900 milyon TL’ye yakın gelir ile ülkemizdeki birçok sanayi kurumundan daha fazla gelir elde etmiştir. Elde edilen bu gelir mal ve hizmet alımları kalemi, sınavlarda testlerin baskıya hazırlanması, soru kitapçıklarının basılması, paketlenmesi, adayların kullanımına sunulan kalem, silgi, kalemıraş malzemeleri, kamera kayıtları, sınav merkezlerinin online izlenmesi, nakliye, sınav uygulamalarına ilişkin her türlü organizasyon, sınav

sonuçlarının değerlendirilmesi ve adaylara duyurulması gibi cari harcamalar için kullanılmıştır. (Türkiye Cumhuriyeti Ölçme, 2022a)

Kurumun yıl içinde gerçekleştirdiği sınavlarda kullandığı sınav evrakının bir kısmına yer verildiği Tablo 6.4’de kitapçık ve cevap kağıtları dışındaki sınav evrakı sayfa sayısının 10 milyona yakın olduğu görülmektedir. Sınava giren her adayın optik formunun 1 sayfadan, kitapçığının ise 16 sayfadan oluştuğunu varsayarsak yaklaşık 160 milyon sayfalık bir sınav evrakı miktarı elde edilmektedir. Ortalama 1 adet A4 sayfanın karbon ayak izi 4,46 gr. olarak kabul edilirse, kurumun sadece kullandığı kağıt boyutunda oluşturduğu karbon salımı miktarı 713.600 kg. olarak hesaplanmaktadır.

ÖSYM dışında kendi kurum öğrencileri için sınav düzenleyen Milli Eğitim Bakanlığı ve Açıköğretim Fakültesi olan üniversitelerde milyonlarca öğrencisinin başarısını ölçebilmek için sınav organizasyonları gerçekleştirmektedir. Sınavlar sadece ÖSYM, MEB ve üniversiteler tarafından değil özel işletmeler tarafından da gerçekleştirilmektedir. Görevde yükselme, işe alım, belgelendirme gibi farklı amaçlar için sınav ihtiyacı olan kamu ve özel kurum ve kuruluşlar, özel veya kamu kurumlarından sınav organizasyonu talep edebilmektedir. Bu sınavlardan en yaygınları kurumların ihtiyacı olan personeli istihdam edebilmek için gerçekleştirdiği işe alım sınavları ile kurum içindeki personelin görevde yükselebilmesi için gerçekleştirdiği görevde yükselme sınavlarıdır.

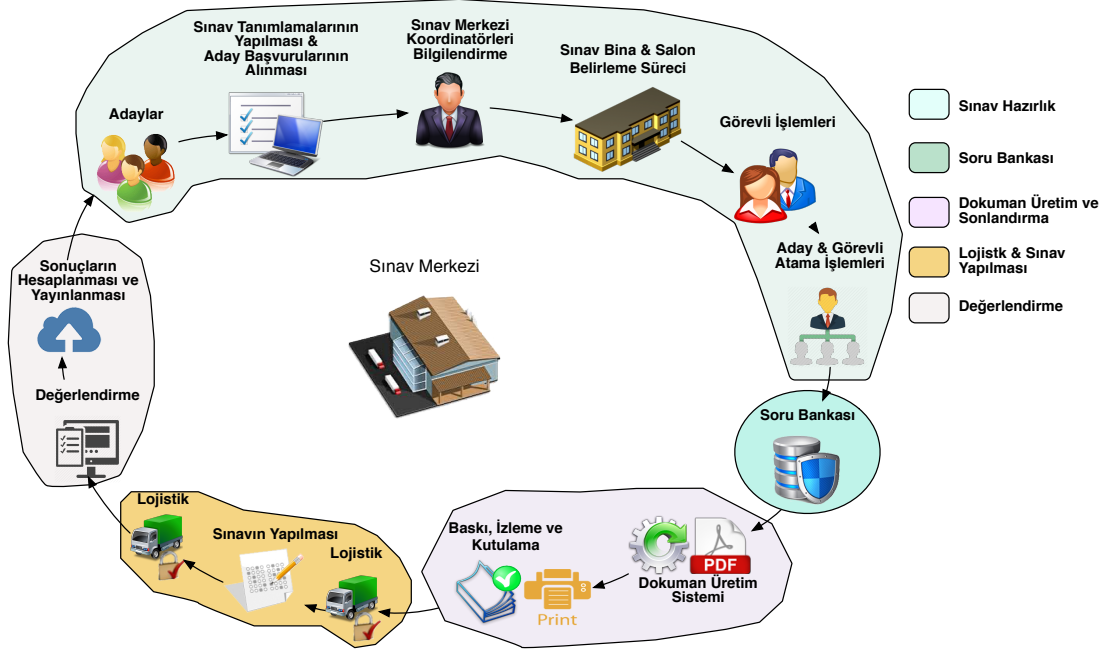
ÖSYM faaliyet raporunda yer alan verilerden de görüleceği üzere sınav organizasyon süreci karmaşık bir süreçtir. Temel olarak sınav sürecinin akışı aşağıdaki Şekil 6.4’de gösterilmiştir.



Şekil 6.4. Sınav Organizasyon İş Süreci Akışı

Yukarıdaki Şekil 6.4 temel bir sınav akışını göstermektedir. Bu temel iş süreçlerinin dışında sınav faaliyeti kapsamına giren ham madde temini, personel istihdamı gibi örneklendirilebilecek daha birçok alt iş süreci de vardır. Yukarıdaki süreç, işletmede bir sınav faaliyetinin tanımlanmasından, sınav sonuçlarının hesaplanması ve adaylara duyurulması sürecine kadar geçen ve ön planda olan temel işlemleri göstermektedir.

Sınav süreci gerçekleştirilen benzer faaliyetler bazında aşağıdaki Şekil 6.5’de gösterildiği gibi Sınav Hazırlık, Soru Hazırlama, Doküman Üretim ve Sonlandırma, Lojistik & Sınavın Gerçekleştirilmesi ve Değerlendirme başlıkları altında 5 faaliyet grubu içinde gruplandırılabilir. Bu gruplamalar sınav sürecinin açıklanabilmesi için benzer iş süreçlerinin gruplandırılması şeklinde oluşturulmuş örnek bir bölümlendirme değildir. İşletmelerde karar alıcıların takip etmek istediği iş kalemlerine göre oluşturulacak faaliyet grubu sayısı artırılıp düşürülebilir. Esas olarak yukarıdaki Şekil 6.4’de görülen her resim kendi içinde birçok işlemin gerçekleştirildiği bir faaliyet sürecini tanımlamaktadır.

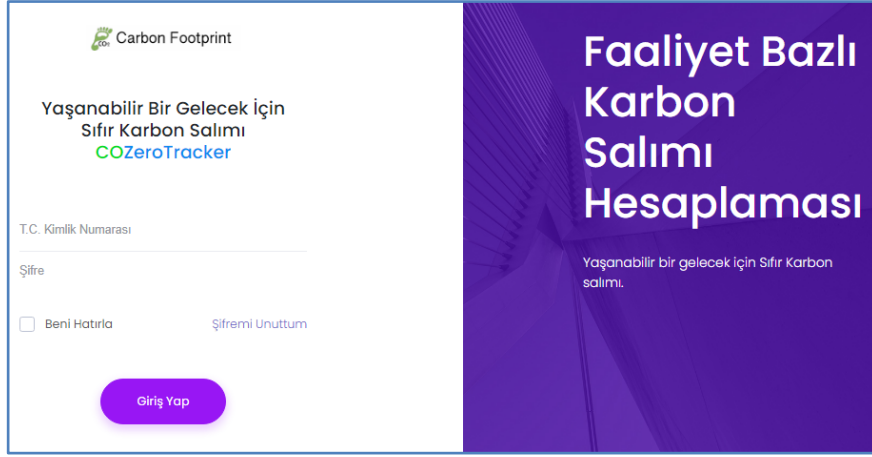


Şekil 6.5. Sınav Organizasyon Süreci İş Akışı Süreci Faaliyet Grupları

İleriki süreçte örnek bir sınav süreci adımları CoZeroTracker yazılımı üzerinden takip edilecek ve seçilen sınava ilişkin elde edilen veriler raporlandırılıp, tartışılacaktır.

6.2.2. CoZeroTracker Yazılımı Bileşenleri ve Bilişim Sistemi Yazılımlarında Olması Gereken Özellikler

Programın oluşturulmasındaki temel amaç olan yaşanabilir bir gelecek için sıfır karbon salımının sağlanması hedefinde işletmelerimizi bilinçlendirmek, işletmelerin karbon salımı kaynaklarını tespit etmesini sağlamak ve yasal karbon salımı hesaplaması süreçlerinde ek bir maliyete katlanmadan işletmelerin faaliyetlerini sürdürebilmesini sağlamaktır. <https://sifir-karbon.com/> web adresinde yayında olan program bu hedefler doğrultusunda ücretsiz olarak kullanıcıların erişimine açılacaktır. İşletmelerin ihtiyaçları ve gereksinimler doğrultusundan yazılımda yapılabilecek geliştirmeler modül sayılarında, sıralamalarında değişiklikler yaratabilir. Temel modüller üzerinden programın bileşenleri anlatılacaktır.



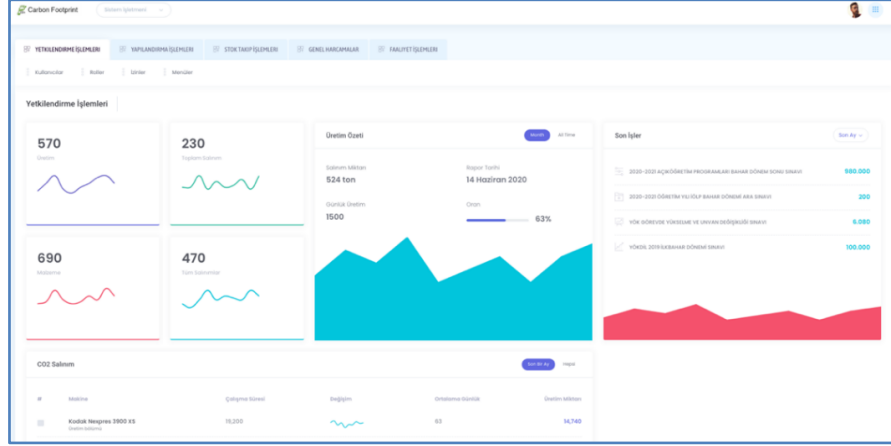
Resim 6.1. CoZeroTracker Giriş Ekranı

Sisteme giriş yapmak isteyen işletme ve yetkili kullanıcıya ait bilgi doğrulamaları tamamlandıktan sonra ilgili yetkili kişiye programa giriş yetkisi tanımlanmaktadır. Yetkili kullanıcı sisteme giriş yaptıktan sonra arzu ederse diğer işletme çalışanlarını tanımlayabilmekte ve sistemde hangi modüllere yetkili olacağını belirleyerek yetkilendirebilmektedir. Bu sayede işletme yetkilisi program içindeki yapılacak iş süreçlerini farklı kişilere dağıtabilmektedir. Sisteme girişte kullanıcı bazlı oluşturulan şifre yetkilendirme sistemi sayesinde yetkisiz kullanıcıların sisteme girişi ve verilere erişimi engellenmektedir.

Günümüzde kullanıcıların kullanıcı adı ve tek bir şifre ile sistemlere giriş yapabilmesi, kullanıcıların dikkatsizliği ve bilinçsizliği nedeniyle şifrelerinin başkaları tarafından çalınması olaylarının giderek artmasından dolayı güvensiz bulunmaktadır. İki faktörlü doğrulama sistemleri, kullanıcıların sistemlere giriş yaptıktan sonra gerçek yetkili kullanıcı olup olmadığının doğrulanması için geliştirilmiş ve kişinin gerçek kişi olup olmadığını kişinin sistem üzerinde tanımladığı ikincil bir iletişim kanalı (mobil, sms vb.) üzerinden doğrulayan sistemlerdir.

Yetkili kullanıcılar sisteme giriş yapıldığında işletme faaliyetlerine ait özet bilgilerin yer aldığı bilgi akışı sayfası (dashboard) açılmaktadır. Kullanıcı, özet olarak görmek istediği verileri bu sayfayı ekleyerek önemli gördüğü bilgileri anlık olarak hızlı bir şekilde takip edebilmektedir. Sayfaya eklenen veriler belirlenen kullanıcının istediği boyutta oluşturulan pencereler şeklinde listelenir ve kullanıcı tarafından tüm sayfada nerede gözükeceği düzenlenebilir. Pencerde içinde gösterilmek istenen veri, işlem listesi şeklinde veya verilerden elde edilen bir grafik şeklinde yer alabilir. Bu işlem kullanıcının kullanmak istediği veri türünün gösterilme türüne göre değişir.

Sisteme giren kullanıcılar bilgi akışı sayfasını kendi iş süreçlerine bağlı olarak özelleştirebilir. Şirket yöneticileri için yürütülen faaliyetler ve bu faaliyetlerin hangi adımda olduğu anlık olarak takip edilmek istenen bir veri iken, satın alma süreci sorumlusu işletme içindeki ham madde stoklarını takip etmek isteyebilir.



Resim 6.2. Bilgi Akışı Sayfası (Dashboard)

Örneğin işletmede kullanılan makinelere ait karbon salım miktarları aşağıdaki Resim 6.3'deki resimde yer aldığı gibi bilgi akış sayfasında listelenebilir. Kullanıcı, işlemler hakkında detaylı bilgi gereksinimi durumundan ilgili pencere üzerinden doğrudan işlem sayfasına erişerek detaylı bilgiye erişebilir. Bilgi akışı sayfası, işletme faaliyetlerini işlem bazlı veya grafik şeklinde özet olarak gösterdiği için yöneticiler tarafından sürekli takip edilen sayfalardır.

#	Makine	Çalışma Süresi	Değişim	Ortalama Günlük	Üretim Miktarı
	Kodak Nexpres 3900 XS Üretim bölümü	19,200		63	14,740
	Finisher Üretim	24,310		39	16,010
	Yakıt Ulaşım	9,076		105	37,200
	Isınma Isınma	11,094		16	8,520

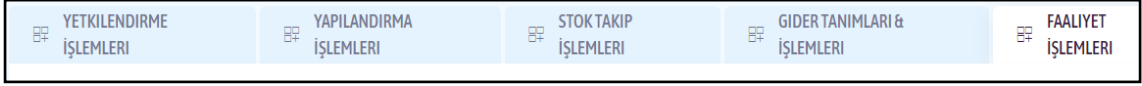
Resim 6.3. Bilgi Akış Sayfası Portlet Görünümü

CoZeroTracker programı temel olarak 5 ana gruptan oluşur. Bunlar;

- Yetkilendirme İşlemleri
- Yapılandırma İşlemleri

- Stok Takip İşlemleri
- Gider Tanımları & İşlemler
- İşletme Faaliyet Süreçleri

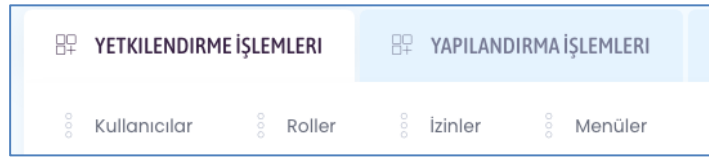
olarak adlandırılmıştır.



Resim 6.4. CoZeroTracker Ana Modülleri

6.2.2.1. Yetkilendirme İşlemleri





Yetkilendirme işlemleri sistem yöneticisi tarafından kullanılan içinde Kullanıcılar, Roller, İzinler ve Menüler başlıklarında alt modülleri olan bölümdür. Kullanıcıların program modüllerinden hangilerine erişim sağlayıp sağlayamayacağı bu panel üzerinden belirlenmektedir. Bu sayede sistem üzerinde gerçekleştirecek işlemlerin sadece işletme yönetimi tarafından yetkilendirilmiş kullanıcılar tarafından yapılabilmesi sağlanmaktadır.



Resim 6.5. Yetkilendirme İşlemleri Paneli

6.2.2.1.1. Kullanıcılar

İşletmede çalışan personelin bilgilerinin girildiği bölümdür. Sistem üzerinde yeni kullanıcı tanımlaması, kullanıcı bilgileri üzerinde güncelleme ve kullanıcı rol tanımlamaları gerçekleştirilmektedir.

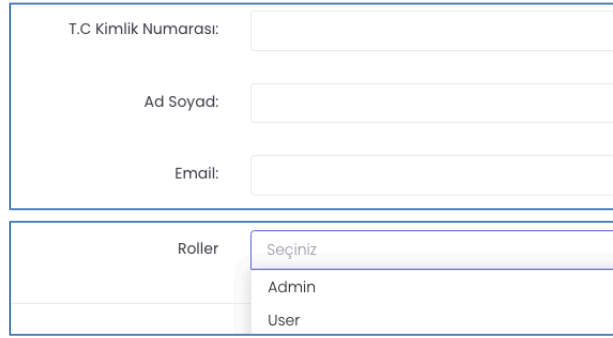
T.C Kimlik Numarası	Ad Soyad	E-Mail	Güncelleme Tarihi	İşlemler
1111111110	Admin	admin@admin.com	12/08/2020 18:50:09	 
1111111111	Demo Kullanıcı	user@user.com	12/08/2020 18:44:55	 

Resim 6.6. Kullanıcılar Listesi Görünümü

Sisteme kayıt olan her kullanıcının kişisel bir şifresi vardır. Kullanıcı temel bilgileri girildikten sonra kullanıcı rol seçimi yapılır ve kullanıcı oluşturulur. Sistem

üzerinde tanımlanan kullanıcılar panel üzerinde kişisel bilgilerini doldurarak sisteme kayıt olabilir ve kişisel şifreleri alabilir. Kullanıcı sisteme girdiğinde tanımlı olduğu işletmeye ait kendisi için tanımlanan rollerin yetkileri dahilinde sistem modüllerine erişebilir.

Yukarıdaki Resim 6.6’da işletmenin kayıt ettiği kullanıcılar listelenmektedir. Programın genel yapısında veri listeleme ekranlarında her satırın en sağ kolonunda ilgili satıra yönelik yapılabilecek işlemler listelenmektedir. Resimde kullanıcı bilgilerinin en sağındaki kolonda yer alan mavi renkli buton bilgilerin düzenlemesi panelini açan “Düzenleme” butonu, onun yanındaki kırmızı renkli buton ise seçili satırdaki verilerin silinmesini yarayan “Sil” butonudur. Panel üzerindeki bu butonlar kullanılarak veriler üzerinde güncellemeler yapılabilir, gereksiz olan, ihtiyaç kalmamış veya hatalı girilen veriler silinebilir.



T.C Kimlik Numarası:	<input type="text"/>
Ad Soyad:	<input type="text"/>
Email:	<input type="text"/>
Roller	<input type="text" value="Seçiniz"/> <input type="text" value="Admin"/> <input type="text" value="User"/>

Resim 6.7. Kullanıcı Bilgileri Giriş Paneli

6.2.2.1.2. Roller

Sisteme giriş yapan kullanıcıların yaptıkları iş, sorumlu oldukları bölümler veya çalışma düzenleri gibi farklı gruplara ayırmak için kullanılır. İşletmeler faaliyet alanlarına bağlı olarak kendi rol tanımlamalarını sistem üzerinden girebilir. Örneğin yönetici, üretim sorumlusu, veri giriş sorumlusu gibi oluşturulan rol tanımlamaları yapılarak işletme için çalışan personeller sınıflandırılabilir. Rol tanımlamaları sahip olduğu dinamik yapısı sayesinde istenildiği kadar detaylandırılabilir. Örneğin sadece Cari Hesap Kartı Tanımlayıcılar şeklinde, sadece sistem üzerinde var olan bir işleme özel rol tanımlamaları bile yapılabilir. Burada dikkat edilmesi gereken çok detaya girilmesi durumunda kişilere rol ataması yapılması sırasında doğru yetkinin seçilmesi sırasında zorluk oluşturabilmesi durumu ile rol-kişisi sürecinde yaşanabilecek takip etme zorluğudur. İşletme içinde personeller farklı birimlere geçebilmekte veya işletmeden ayrılabilir. Bu gibi

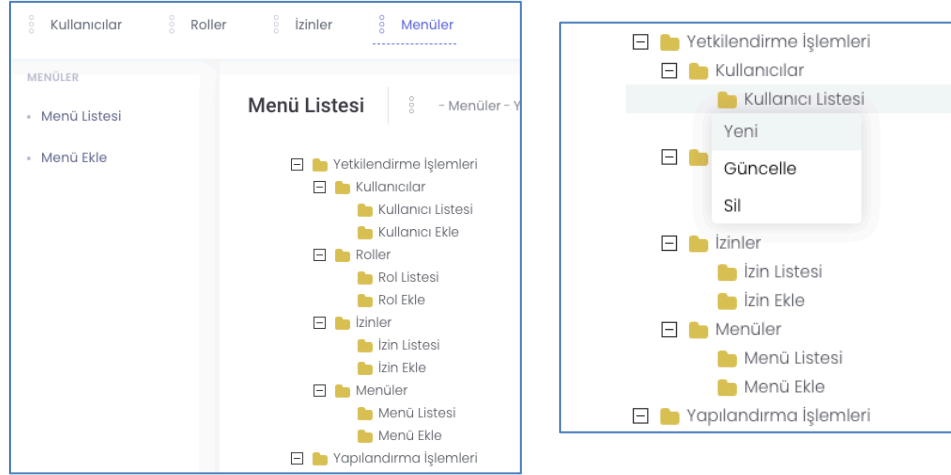
durumlarda çalışanlar üzerine verilen yetkilerin takip edilmesi, önceki görevinden kalan yetkilerin alınması ve varsa yeni yetki tanımlamaların yapılması gerekmektedir. Rol sayısının çok olduğu durumlarda kişilerin üzerinde var olan yetkilerin takibi süreci zorlaşacağı için çok fazla rol tanımlaması yapılmaması genel olarak tavsiye edilmektedir. Rol sayısını belirleyen bir diğer durum işletmelerin büyüklükleridir. Küçük çaplı işletmelerde personel sayısının az olmasından dolayı birçok iş aynı kişiler tarafından yürütülmektedir. Bu durumda olan işletmeler için yönetici, yazılım sorumlusu, çalışan tarzı 3 farklı rol tanımlaması yeterli olabilirken, çalışan sayısı çok fazla olan, her iş süreci (örneğin satın alma, üretim, lojistik vb.) veya faaliyet alanı için ayrı personel çalıştıran işletmelerde, çalışanların yaptıkları işlerdeki yetki sınırlamalarına bağlı olarak rol tanımlamaları yapılabilir.

6.2.2.1.3. İzinler

Sistem üzerinden oluşturulan rollerin sistem içinde hangi modüllere erişebileceğini tanımlamalarının yapıldığı kısımdır. Sistem sorumlusu bu yapı sayesinde sistem üzerinde tanımlı rollerin sistem içinde hangi modüllere erişebileceğini düzenleyerek sadece yetkilendirilmiş kişilerin seçilen modül işlemlerini yapabilmesini sağlar. Örneğin yönetici rolü için sistem içinde bulunan tüm modüllere girebilir yetkisi tanımlanabilirken, Veri Giriş Sorumlusu rolü için sadece Yapılandırma İşlemleri ana modülü ve alt modüllerine erişim izni verilebilir. Roller bölümünde verilen Cari Hesap Kartı Tanımlayıcılar şeklindeki bir rol tanımı için sadece ilgili hesap kartının giriş ve düzenleme yetkisi verilmesi şeklinde çok detaylı bir yetki tanımlaması bile gerçekleştirilebilir. Gerçekleştirilen bu tür yetkilendirmeler ile işletme içi kritik işlemlere sadece yetkili personelin erişebilmesi sağlanmaktadır.

6.2.2.1.4. Menüler

Sistemde var olan modüllerin web sayfasındaki hangi menü altında, hangi isim ile yer alacağını girişinin yapıldığı ve düzenlenebildiği modüldür. Sistem yöneticisi panel üzerinden çalışanların rollerine uygun menüleri hiyerarşik olarak düzenleyebilir veya gruplandırabilir.



Resim 6.8. Menüler Listesi ve Hiyerarşik Yapısı Düzenleme

Panel üzerinde aynı zamanda ilgili menüye hangi rol tanımlamalarının erişebileceği de seçilebilir. Aşağıdaki Resim 6.9'da “Kullanıcılar” menüsüne erişebilecek kullanıcı grupların düzenlenmesi işlemi gösterilmektedir. Resimde yapılan “Kullanıcılar” menüsüne “Admin” rolü tanımlaması ile seçilen menüye sadece “Admin” yetkisine sahip kişilerin girişine izin verilmekte, bu role sahip olmayan “Kullanıcılar” linkine erişimi engellenmiş olmaktadır.

Menü Güncelleme Formu

Üst Menü	<input type="text" value="Kullanıcılar"/>
Menu Adı	<input type="text" value="Kullanıcı Listesi"/>
Levels	<input type="text" value="4"/> x v
Roller	<input type="text" value="x Admin"/> x

Resim 6.9. Menü Yetkilendirme İşlemleri

6.2.2.2. Yapılandırma İşlemleri

Yapılandırma işlemleri yazılımın ikinci ana modülünü oluşturmaktadır. Bu modül altında modül adından da anlaşılacağı üzere işletmenin bina, çalışan, ürün, cihaz, malzeme tanımlamaları gibi hiç değişmeyen veya çok az sıklıkla değişen, genel olarak işletme tarafından genellikle bir defa girilecek temel tanımlamaların yapıldığı modüldür. Yazılımın diğer modüllerinde kullanacağı temel veriler bu modülden girildiği için işletme

sistemi kullanmaya başladığında öncelikli olarak bu modüllerde yer alan verilerini tamamlaması gerekmektedir. Yapılandırma İşlemleri, Firma Bilgileri, Bina İşlemleri, Oda İşlemleri, Çalışanlar, Araçlar, Ürünler ve Cihazlar olmak üzere 8 alt modülden oluşmaktadır.



Resim 6.10. Yapılandırma İşlemleri Modülü

6.2.2.2.1. Firma Bilgisi

Sisteme kayıtlı olan işletmeye ait temel verilerin girildiği bölümdür. İşletme/Firma adı, adresi, iletişim bilgileri, vergi numarası gibi temel bilgiler panel üzerinden girilmektedir. Sisteme girilen bu bilgiler sistem üzerinde elde edilen çıktılarda ve sistem üzerinden gerçekleştirilen bilgilendirmelerde kullanılmaktadır.

Resim 6.11. Firma Bilgileri Giriş Paneli

6.2.2.2.2. Bina Bilgileri

İşletmenin faaliyetlerini yürüttüğü binaların tanımlamalarının yapıldığı bölümdür. Bina bilgileri tanımlanırken adı, adresi, iletişim bilgileri gibi temel bilgilerin yanında her bina için bir bina kodu tanımlaması yapılması da istenir.







Sistemin genelinde veri giriş süreçlerinde istenen kod tanımlaması sisteme girilen verilerin işlemler sırasında takip edilebilmesi ve anlaşılmasının kolaylaştırması amacıyla oluşturulmuş etiket mantığını oluşturmaktadır. Sistem yöneticisi tarafından belirlenecek akıllı kod yapıları ile sistem verilerinin anlaşılabilirliğinin artırılmasının yanında sistem üzerinde verilerin gruplandırılması süreçlerinde veya verilerin sıralanması süreçlerinde

de kullanılabilir. Örneğin bina kodu için yapılan 026001, 026002 ve 026003 kodları tanımlamasında verilen kodun ilk üç hanesi il plaka kodu, diğer üç hanesi ise il içindeki binaların sıralaması olarak işlem göreceği bir kod mantığı oluşturulabilir. Böylece sistem verileri içinde 015007 kodlu bir bina kodu ile karşılaşıldığında bu binanın 015 – Burdur ilindeki bir bina olduğu kolayca anlaşılabilir. Akıllı kod mantığı işletme büyüklüğü ve faaliyet alanlarına göre daha da detaylandırılabilir. Örneğin üretim yapılan binalara “U”, yönetim süreçlerinin yürütüldüğü binalara “Y” harfleri eklenerek binalara verilecek kod yapısı “026Y001”, “026U001” ve “026U002” şeklinde bir idari, iki üretim binası kod yapısı oluşturulabilir.

Akıllı kod yapısı aynı zamanda filtreleme süreçlerinde de kullanılabilir. Örneğin bina arama paneli üzerinde oluşturulmuş kelime içi metin arama filtresine “026%” girildiğinde sisteme kayıtlı tüm binalar içinden bina kodunun ilk üç karakteri “026” olan tüm binalar filtrelenebilir. Benzer şekilde yukarıdaki örnekteki gibi bina türü için bina kodu içine tek bir harf eklendiğinde arama filtresine “%Y%” girilmesi durumunda sisteme kayıtlı tüm binalar içinden yönetim süreçlerinin yürütüldüğü binalar filtrelenebilir.

Kod yapısı kendi içinde bir hiyerarşik yapıya sahip olduğu için ekran üzerinde listelenen verilerde kod bazlı sıralatılarak verilerin de aynı hiyerarşik sıralamada gösterilmesi sağlanır. Örnekteki veriler kod bazlı sıralandığında öncelikle kod yapısının ilk üç hanesi il plaka kodu olduğu için il bazlı, daha sonraki harf binanın türünü belirttiği için bina türü bazlı, son olarak da son üç karakterden dolayı yöneticilerin verdiği kod bazlı sıralanacaktır. Böylece verilerin görüntülenmesinde ve raporlanmasında anlaşılabilirlik artacaktır.

Aşağıdaki Resim 6.12’de, sistem üzerinde tanımlanan örnek binalar listelenmektedir. Yetkili kullanıcı gerekli bilgileri girerek sistem üzerinde işletmenin faaliyetlerinin yürütüldüğü binaları sistemi tanımlar.

Kod	Ad	Güncelleme Tarihi	İşlemler
026001	Cozero Sınav Merkezi	2022-06-01 15:45:53	 
026002	Cozero Matbaa	2022-06-01 15:46:46	 
026003	Cozero Üretim	2022-06-01 15:47:22	 

Resim 6.12. Bina Listesi Paneli

6.2.2.2.3. Oda İşlemleri

Sisteme girilen binalar içinde yer alan oda bilgilerinin girişinin yapıldığı modüldür. Tanımlanan oda kafamızda ilk canlanan çalışanların ofisleri dışında bina içindeki bir üretim alanı, bir çalışma alanı da olabilmektedir. İşletmenin faaliyet süreçleri içinde işlem yapılan her alan oda olarak tanımlanabilir. Oda tanımlamaları aşağıdaki Resim 6.13’de yer aldığı “Tarayıcı Odası”, “Baskı Sistemleri Odası” gibi odanın kullanım amacına veya içinde çalışan personelin gerçekleştirdiği işe bağlı olarak isimlendirilerek gerçekleştirilir.

Oda tanımlamaları yapılırken bina ekleme sürecinde olduğu gibi her oda için bir oda numarası girişi yapılmaktadır. Oda numaraları bina numaralarında olduğu gibi akıllı kod yapısı ile oluşturulması durumunda raporlama, filtreleme sürecinde daha hızlı veri erişimleri elde edilmesini, sistem üzerinden oda seçimi yapılması sürecinde istenen oda bilgisine daha hızlı erişim sağlanabilmesini sağlar. Oda bilgileri sisteme girilirken odanın m² bilgisi gibi bilgiler de alınmaktadır. Bu tarz alınan ek bilgiler, üretim maliyetlerinin m² cinsinden ilgili odalara ve odalarda gerçekleştirilen faaliyetlere aktarılması süreçlerinde kullanılabilmesi için gerekmektedir. Örneğin ısınma giderinin bina için faaliyetlerin yürütüldüğü odalara dağıtılması sürecinde odaların m² değerleri kullanılabilir. Benzer şekilde farklı kalemlerin üretim süreçlerinde kullanılması için de kullanılabilir.

Bina Adı	Oda Numarası	Ad	Güncelleme Tarihi	İşlemler
Sınav Evrakı Baskı Merkezi	001	Baskı Sistemleri Odası	2022-06-20 19:30:36	 
Sınav Organizasyon Binası	011	İş Analisti Odası	2022-06-19 15:38:48	 
Sınav Evrakı Baskı Merkezi	008	Sunucu Odası	2021-01-24 11:18:38	 
Sınav Evrakı Baskı Merkezi	007	1. Nolu Üretim Alanı	2021-01-23 20:30:11	 
Sınav Evrakı Baskı Merkezi	006	Sınav Görevlendirme - Organizasyon Odası	2020-08-12 20:42:14	 

Resim 6.13. Oda Listesi Paneli

6.2.2.2.4. Çalışanlar

Şirket bünyesinde çalışan personel bilgilerinin girişinin yapıldığı modüldür. Veri girişi sırasında çalışana ait temel kişisel verilerin (ad, soyadı, iletişim bilgileri, görevi, görev yeri vb.) yanında, personelin işletmenin hangi binasında ve odasında görev yaptığı bilgisi de alınmaktadır. Sisteme kişilerin aylık aldıkları maaş bilgileri de girilmektedir. Sistem üzerinde her faaliyet sürecinin maliyetinin gerçeğe en yakın değerinde

hesaplanabilmesi için faaliyeti oluşturan tüm bileşenler sistem üzerinde tanımlanmakta ve bu bileşenlerin ilgili faaliyet sürecinde ne kadar kullanıldığı bilgisi sisteme girilmektedir. İşletme faaliyetinin tanımlanma süreçleri ileriki faaliyet tanımlama bölümünde detaylı olarak anlatılacaktır. Faaliyet tanımlama sürecinin çalışan tanımlamaları ile ilişkili olan bölümü ilgili faaliyetin oluşturulması sürecinde ne kadar insan kaynağı kullanıldığının çalışan boyutunda tanımlanması şeklindedir. Sistem üzerinde bir faaliyetin tamamlanma sürecine kadar geçen zaman diliminde hangi personelin kaç saat ilgili faaliyet kapsamında çalıştığı bilgisi girilmektedir. Bu sayede ilgili faaliyetin gerçek direk işçilik saati bilgisine yazılım sayesinde erişilebilmektedir.

Çalışanların hangi faaliyette ne kadar çalıştığının hesaplanamadığı sistemlerde direk işçilik maliyetleri özellikle görev yeri birden fazla bölümü kapsayan çalışanlarda genelde genel yönetim giderleri üzerinden dağıtılarak yapılmaktadır. Bu durum da dağıtım anahtarları ile faaliyetlere yüklenen maliyetler gerçek faaliyet maliyetlerini tam yansıtamaması, faaliyet maliyetlerinin hatalı olması gibi sorunları ortaya çıkarmaktadır. Örneğin bir üretim sorunlusu işletme içinde üretilen tüm üretim süreçlerinden sorumludur ve işletme içindeki mesaisi bu üretim süreçlerinin yürütülmesinin sağlanması ve takibi ile geçmektedir. Bir işletmede 3 ürün üretiminin olduğunu varsayalım. Üretilen ürünlerin iki tanesi işletmede yıllardır üretilen ve üretim süreci çok karmaşık olmayan ürünlerin üretim sürecini oluşturduğu ve üretim sorumlusunun bu ürünlerin üretim faaliyeti sürecinde 5 günlük haftalık çalışma saatinin sadece yarım gününü ayırdığını düşünelim. Üçüncü ürün üretim süreci biraz karmaşık, yeni bir üretim süreci veya başka nedenlerden dolayı üretim sorumlusunun 5 günlük haftalık çalışma saatinin 4 gününü ayırdığını düşünelim. İşletmede 2 ürün için toplam haftada 1 gün zaman ayrılırken, 3. ürünün üretim süreci kaynaklı durumlarından dolayı haftanın 4 günü zaman ayrılmaktadır. 1 aylık üretim sürecinde birinci üründen aylık 500, ikinci üründen aylık 600, üçüncü üründen aylık 50 adet ürün üretildiğini ve üretim sorumlularının maliyetinin aylık 40.000 TL olduğunu düşünelim. Üretim sorumlusu maliyetinin üretim faaliyetlerine üretilen ürün sayısı bazlı dağıtıldığını düşündüğümüzde üretim sorumlusunun maliyetinin üretim süreçlerine dağılımı;

$$\text{Toplam üretilen ürün sayısı} = 500 + 600 + 50 = 1.150 \text{ adet}$$

- Birinci ürün üretim sürecine = üretim sorumlusu maliyeti x (500/1.150)
= 40.000 x (500/1.150)
= 17.391 TL

- İkinci ürün üretim sürecine = üretim sorumlusu maliyeti x (600/1.150)
= 40.000 x (600/1.150)
=20.869 TL
- Üçüncü ürün üretim sürecine = üretim sorumlusu maliyeti x (50/1.150)
= 40.000 x (50/1.150)
= 1.739 TL

şeklindedir.

Yukarıdaki hesaplamadan da görüleceği üzere üretim sorumlusu maliyetinin üretilen ürün sayısı bazında dağıtılması durumunda maliyetin büyük bölümünün birinci ve ikinci ürün üretim sürecine aktarıldığı görülmekte, üçüncü üretim sürecine aktarılan maliyetin ise çok düşük olduğu görülmektedir. Oysa gerçekte üretim sorumlusu birinci ve ikinci ürün üretim süreçleri ile toplamda sadece haftanın bir günü ilgilenmekte, haftanın kalan dört günü üçüncü ürünün üretim sürecinde görev almaktadır. Üretim sorumlusunun üretimler üzerindeki asıl maliyeti;

- Birinci ürün üretim sürecine = üretim sorumlusu maliyeti x (0,5 gün / 5 gün)
= 40.000 x (0,5/5)
= 4.000 TL
- İkinci ürün üretim sürecine = üretim sorumlusu maliyeti x (0,5 gün / 5 gün)
= 40.000 x (0,5/5)
= 4.000 TL
- Üçüncü ürün üretim sürecine = üretim sorumlusu maliyeti x (4 gün/5 gün)
= 40.000 x (4/5)
= 32.000 TL

şeklindedir.

Yukarıdaki örnekten görüleceği üzere çalışanların hangi işlem sürecinde ne kadarlık mesai harcadığı önemlidir ve faaliyet süreçlerine ait maliyet çalışması yapılırken buna dikkat edilmesi gerekmektedir. Teknolojinin iş süreçlerinde günümüzdeki kadar yaygın kullanılmadığı geçmiş dönemlerde çalışanların iş bazlı çalışma sürelerinin takip edilmesi çok zor bir süreç iken, günümüzde teknolojinin iş süreçleri ile bütünleşik çalışması sayesinde hesaplamalar gerçek veriler üzerinden ve kolayca gerçekleştirilmektedir. Çalışanların hangi iş sürecinde ne kadar çalıştığının takibi sürecinde, kart basma, bilgisayar üzerinden iş onaylama, konum bazlı takip gibi birçok uygulama kullanılmaktadır.

Kart basma süreci en basit haliyle çalışanların bölümler arasında geçişlerinde kullanılabilir. Böylece bir çalışanın hangi bölüme saat kaçta girdiği ve çıktığı takip edilebilir. Yukarıdaki örnekten devam edecek olursak üretilen üç ürünün üretim alanına giriş ve çıkış süreleri arasındaki zamanlar toplanarak çalışanın toplam harcadığı zaman bulunabilir. Bilgisayar üzerinden iş onaylama sürecinde ise yine basit bir yapıda her çalışan yaptığı işe başlamadan bilgisayar veya bir uygulama üzerinde çalıştığı işi seçebilir ve işe başladığını, işi tamamladığı bilgisini girebilir. Konum bazlı yapıya örnek olarak çalışanların yaka kartlarına alıcı verici takılarak işletme içindeki buldukları konumlar takip edilebilir ve konum yerlerinde üretilen ürünler ile çalışanların o bölgede harcadıkları zamanlar hesaplanarak maliyet hesaplamaları gerçekleştirilebilir.











Bina Kodu	Bina Adı	Oda Numarası	Ad Soyad	E-Mail	Görevi	Güncelleme Tarihi
026001	Cozero Sınav Merkezi	001	İbrahim Ergün	xxxx@gmail.com	OCE Personeli	2020-08-12 20:47:34
026001	Cozero Sınav Merkezi	002	Asuman Ergün	xxx@gmail.com	Proje Yürütücüsü	2020-08-12 20:48:37
026001	Cozero Sınav Merkezi	005	erdinc ergün	erdincergun@gmail.com	Yönetici	2020-08-12 20:51:14

Resim 6.14. Personel Listesi Paneli

6.2.2.2.5. Araçlar

İşletme bünyesinde kullanılan araçların tanımlandığı paneldir. Fosil yakıt kullanan araçlardan doğaya salınan karbon emisyonu, Kapsam-1 karbon salımı kaynaklardan bir tanesidir. İşletmelerin faaliyet alanına bağlı olarak büyük miktarlarda karbon salımı oluşturabilir. Örneğin lojistik faaliyeti yürüten bir işletmede gerçekleşen karbon salımının büyük bölümü doğal olarak araçlarda yakılan fosil yakıtlardan oluşacaktır.

Araçlardan gerçekleştirilen karbon salımı aracın türü, yaşı, sahip olduğu teknoloji ve kullandığı yakıt türüne göre değişebilmektedir. Örneğin yaşı büyük, motor hacmi yüksek, eski teknoloji, dizel yakıt kullanan bir araç çok fazla karbon salımı gerçekleştirmekte iken yeni teknolojiye sahip, motor hacmi düşük, LPG veya elektrik ile çalışan araçlar çok daha düşük seviyede karbon salımı gerçekleştirmektedir. 1 L dizel yakıt yakıldığında atmosfere salınan karbon emisyonu miktarı 2,64 kg, 1 L LPG yakıt yakıldığında atmosfere salınan karbon emisyonu miktarı ise 1,665 kg'dır.

ID	Şirket Ad	Araç Tipi	Araç Adı	Model Yılı	Karbon Emisyonu	Yakıt Miktarı	İşlemler
1	CoZeroTracker Ltd. Şti.	Otomobil	Ford Fiesta (İdari)	2002	3	8.12 lt / 100 Km	 
2	CoZeroTracker Ltd. Şti.	Minibüs	Ford Transit	2015	8	9.2 lt / 100 Km	 
3	CoZeroTracker Ltd. Şti.	Kamyon	Ford Trucks	2015	12	10 lt / 100 Km	 
4	CoZeroTracker Ltd. Şti.	Minibüs	Minibüs Wosvagen 14 BAUM	2016	14	8 lt / 100 Km	 
5	CoZeroTracker Ltd. Şti.	Otomobil	Honda z	2019	0.8	8 kw / 100 Km	 

Resim 6.15. Araçlar Listesi Paneli

Sisteme veri girişi sırasında her araç için detaylı olarak karbon salım miktarı değerlerinin hesaplanmasında kullanılacak temel verilerin girilmesi istenmektedir. İşletmelerin faaliyetleri sürecinde aracın kat ettiği mesafeye bağlı olarak toplam doğaya saldığı karbon miktarı, sisteme girilen bu temel veriler üzerinden hesaplanarak raporlanmaktadır.

Aşağıdaki Resim 6.16’da araç tanımlama paneli görülmektedir. Panel üzerinde araca ait temel veriler girilmektedir. Araç tipi, yakıt tipi gibi değerler sistemde var olan ön tanımlı veriler üzerinden seçim yapılarak belirlenmektedir.

Firma : CoZeroTracker Ltd. Şti.

Araç Ad : Honda z

Model Yılı : 2019

Araç Tipi : Otomobil x v

Yakıt Tipi : Elektrik x v

Yakıt Miktarı : 8 kw x v

Referans Değer : 100 Km x v

Karbon Emisyonu : 0.8

Resim 6.16. Araç Tanımlama Paneli

Ön tanımlı veriler yazılımlar üzerinde kullanıcıların veri giriş sürecinin kolaylaştırılması, girilen veriler arasında tutarlılığın sağlanması ve sistem içinde yapılacak olan işlemlerde gruplandırma yapılabilmesi için oluşturulan yapılardır. Sistemlerde genelde yazılıma gömülü olarak gelir veya sistem yöneticisinin yazılımda bir defaya özgü tanımlanması ile oluşturulur. Araçlar formunda araç tipi aşağıdaki Resim 6.17’de gözüktüğü gibi Minibüs, Otomobil, Traktör, Kamyon ve Otobüs seçeneklerinden, yakıt tipi ise aşağıdaki Resim 6.18’de gözüktüğü gibi Motorin, Benzin, Elektrik ve Gaz (LPG) seçeneklerinden oluşmaktadır.

Araç Tipi :	Otomobil
Yakıt Tipi :	
Yakıt Miktarı :	Otomobil
Referans Değer :	Otomobil

Resim 6.17. Araç Türü Seçimi İşlemi

Yakıt Tipi :	Benzin
Yakıt Miktarı :	
Referans Değer :	Benzin

Resim 6.18. Yakıt Tipi Seçimi İşlemi

Kullanıcılar, veri giriş sürecinde ön tanımlı veriler üzerinden seçim yaptığı için tanımlanmak istenen veride tutarlılık sağlanır. Örneğin yakıt tipi alanı yukarıdaki Resim 6.18’de görüldüğü şekilde ön tanımlamaları içermeseydi ve veri giriş alanı kullanıcılar tarafından doldurulacak yapıda boş bir veri giriş alanı olarak oluşturulmuş olsaydı, kullanıcıların sisteme girdiği veriler “dizel”, “Dizel”, “Lpg”, “LPG”, “Gazlı”, “Elektrikli”, “Elektrikli Araç” gibi örneklendirilebilecek bir çok farklı yazımda olabilirdi. Böyle bir durumda hem veriler üzerinde işlem yapmak zorlaşır, hem de verilerin incelenmesi sürecinde tutarsızlıklar, karmaşalar ortaya çıkar. Yukarıdaki örneklemede “Elektrik”, “Elektrikli”, “Elektrikli Araç” esas itibari ile aynı yakıt tipini ifade etmesine rağmen bu şekilde girilmiş bir veride 3 farklı yakıt tipi olarak işlemlere girecektir.

Bu tarz sorunların ortadan kaldırılması, analiz ve raporlamaların sağlıklı yapılabilmesi için yazılım genelinde olabildiğince ön tanımlı veri yapıları kullanılmaya çalışılmıştır. Yazılım veri giriş formlarında yapılan bir diğer işlem verilere ait referans değerlerinin dinamik olarak seçilebilmesidir. Araçlar formunda alt tarafta yer alan Referans Değer bölümü formda tanımlanan kaydın işlemler sırasında hangi referans değeri üzerinden işleme alınacağını tanımlamaktadır. Referans değerinin birimi ön tanımlı veriler (adet, saniye, dakika, saat, L, kg, gr, km vb.) içinden seçilmektedir.

Yakıt Miktarı :	8	kw
Referans Değer :	100	Km
Karbon Emisyonu :	0.8	

Resim 6.19. Referans Değer Seçimi İşlemi

Araç tanımlaması formunda yer alan yukarıdaki Resim 6.19’da gözüktüğü şekilde referans belirleme alanında seçilen 100 Km değeri, bu aracın 100 km yol kat etmesi

durumunda 8 kWsa elektrik harcayacağını ve 0.8 kg karbon emisyonu salımı gerçekleştireceğini göstermektedir. Yazılım süreci içinde aracın faaliyet içinde kat ettiği toplam km değeri bu referans değeri ile işleme alınarak araç kullanımı sürecinde yakıt kaynaklı oluşan karbon salımı değeri hesaplanmaktadır.

İşletme faaliyet süreçlerinde kullanılan cihazlar, makineler zamanla değişmektedir. Örneğin araçların kullandığı yakıt eskiden sadece fosil yakıtlar kullanıldığı için birimi hep L olarak hesaplanırken günümüzde elektrikli araçların da devreye girmesi ile artık kWsa cinsinden yakıt kullanımı verilerinin de süreçlere dahil edilmesi gerekmektedir. Bu durum birçok yazılım için yapısal bir düzenleme gerektirirken, CoZeroTracker yazılımının alt yapısının dinamik değişken ve referans değeri tanımlaması şeklinde yapıldığı için istenen yeni değerlerin tanımlanması kolayca yapılabilmektedir.

Yapılandırma İşlemleri içinde tanımlanan veriler genelde bir defa girilen ve sürekli kullanılan verilerden oluşmasına rağmen yıllar içinde zamanın oluşturduğu yıpranma nedeniyle belli zaman periyotlarında kontrol edilmesi ve güncellenmesi gereken veriler de içerebilir. Örneğin bir binanın m²'si binaya ek genişletme yapılmadığı süreci değişmeyen sabit olarak tanımlanacak bir veridir. Araçların ortalama yakıt tüketimi değerleri ise orta vadede değişiklik gösterebilecek bir değerdir. Aracın motorundaki ve parçalarındaki eskime zamanla daha fazla yakıt tüketmesine neden olabilir. Bu tür veriler sistem üzerinde anlık olarak güncellenebilmekte, böylece doğru verilerin elde edilebilmesi sağlanmaktadır.

6.2.2.2.6. Malzemeler

Malzemeler modülünde işletmenin faaliyetleri sürecinde kullandığı ham madde ve yarı mamuller tanımlanmaktadır. Hizmet alımları da birim cinsinden sistem içinde kullanılan bir malzeme gibi tanımlanabilir. İşletme faaliyet süreci adımlarında kullanılan ham madde ve yarı mamuller sistemde ön tanımlı listeler içinden seçileceği için öncelikli olarak bu modülden tanımlanması gerekmektedir..

Grup	Stok Kodu	Malzeme Adı	Birim	Değer	Karbon Emisyonu	Güncelleme Tarihi	İşlemler
Malzemeler	153.001.001	Paket Lastiği	adet	1	0.03	2021-01-24 15:29:41	Ekle Sil
Malzemeler	153.002.001	A4 Kağıt (80 Gr)	adet	1	0.01	2021-01-24 15:30:31	Ekle Sil
Malzemeler	153.002.002	A4 Kağıt (110 Gr)	adet	1	0.01	2021-01-24 15:30:59	Ekle Sil
Malzemeler	153.002.003	Karton (A4 Boyut)	adet	1	0.01	2021-01-24 15:32:34	Ekle Sil
Malzemeler	153.003.001	KODAK Mürekkep (Kırmızı)	lt	1	0.11	2021-01-24 15:31:29	Ekle Sil

Resim 6.20. Malzemeler Listesi Paneli

Sistem üzerinde kullanılan malzemeler kullanım amaçları, yapısı, cinsi ve ürün grubuna göre farklı gruplamalar altında takip edilebilir. Bu gruplamalar, malzemelerin seçilmesi ve listelenmesi gibi süreçlerde işlemlerin kolaylaştırılması amacıyla yapılmaktadır. Programda bu gruplandırmalar Malzeme Grubu başlığında yapılmaktadır. Sisteme malzeme girişi sırasında önceki bölümlerde olduğu gibi akıllı kod girişi yapılması istenmektedir. Bu bölümde her malzeme için bir stok kodu oluşturulmaktadır. Akıllı kod yapısı önceki bölümlerdeki örneklerde olduğu gibi malzemelerin türü, kullanım yeri gibi seçilecek kısıtlara göre oluşturulabilir. Oluşturulabilecek farklı bir akıllı kod yapısı da malzeme bilgilerinin muhasebe verileri ile tutumlu olması için her malzeme için tek düzen hesap planındaki gibi hesap kodu ve hiyerarşisi şeklinde oluşturulmasıdır. Örnekte verilen 153.002.001 kodu bu mantık kullanılarak oluşturulmuştur. Kod yapısında yer alan ilk 3 karakter “153” Tek Düzen Hesap Planındaki Ticari Mallar hesabını, ikinci sıradaki “002” kodu bu grup altında oluşturulmuş ilk malzeme grubunu, üçüncü sıradaki “001” kodu ise malzeme grubu içindeki ürün sıra kodunu göstermektedir. İkinci sıradaki “002” örnek olarak kâğıt grubu malzemeleri içermesi düşünülerek “Kâğıt Grubu” olarak tanımlanabilir. Akıllı kod yapısı hiyerarşi seviyesi, işletmelerin büyüklüğüne ve kullandığı malzeme çeşitliliğine göre artırılabilir. Yukarıdaki yapıda kod içindeki her bir seviyede 3 karakter kullanılmıştır. Bu yapı ile 999 adet malzeme grubu ve her grupta 999 adet malzeme tanımlanabilir.

Her bir seviyede 999 adet malzeme tanımlamasının yapılabilmesine rağmen kod tanımlamasını yeni yapacak bir işletmenin bütün malzemelerini bir grup altına yüksek rakamlar oluşturacağı şekilde tanımlaması, örneğin sistemi ilk kurulum sürecinde malzeme kodunu 800-900 seviyelerine getirmesi, tavsiye edilmemektedir. Bunun birçok

nedeni vardır. Birinci nedeni kod yapısı ilk kurulduktan sonra yıllar boyunca aynı yapı üzerinden kullanılması ve yıllar içinde nitelik değişikliği veya yeni gereksinimlerden dolayı sistemde yeni malzeme tanımlamaları yapılacaktır. İlk süreçte kod seviyelerinin düzgün belirlenmemesi ve seviye içindeki kod sınırının limitlere yakın doldurulması, zaman içinde oluşabilecek bu tarz gereksinimlerin karşılanamaması durumunu ortaya çıkarabilecektir. Böyle bir durumda kod seviyesi yapısına yeni bir seviye eklenmesi veya verilerin farklı seviyeler altında listelenmesi çözüm yollarına başvurulacaktır. Kod seviyelerindeki değişiklik mevcut tüm kodların güncellenmesine neden olacağı için sistemdeki tüm kodların sıfırdan tanımlanmasını gerektirecek, bu durum hem işletme için büyük bir maliyet oluşturacak hem de işletmenin eski verileriyle bağlantının kopmasına neden olacaktır. Eski veriler ile bağlantının kopması yıllar bazında veri analizlerinin yapılmasını güçleştirecektir. Bu süreç işletmedeki tüm süreçlerin yeniden tanımlanması yani işletmede sistemin sıfırdan kurulması gibi büyük bir süreç oluşturacaktır. Bu durumun hem iş gücü hem de maliyet olarak işletmelere büyük zararının olmasının yanında, çalışanların malzeme grupları ve malzeme kodlarını uzun süreler kullanımı sonucu kodları ezberleme bilgi birikimleri de yok olacaktır. Çalışanlar hem kod sistemindeki değişiklik sonucu oluşan yeni sistemi ezberlenmeye çalışacak hem de eski bilgi birikimi nedeniyle yanlışlıkla önceki sistem kod yapısını kullanmaları ihtimali hatalı iş süreçlerinin yürütülmesi riski oluşturacaktır.

Bir kod seviyesinde yer alacak veri sayısının çok olmasının oluşturabileceği bir diğer sorun da kod yapısının kullanıcılar tarafından anlaşılmasındaki ve ezberlenmesindeki yaşatabileceği sorunlardır. Örneğin 153.XXX şeklinde bir yapı oluşturulması planlanıp 400 kalemde oluşan bir malzeme tanımlamasını 153.001'den başlayarak 153.400'e kadar kodlama ile sisteme girmek, veri üzerindeki hâkimiyeti güçleştirmekte, bu durumda verinin ezberlenmesini de güçleştirmektedir. 153.XXX yapısı yerine örnekte verildiği gibi 153.XXX.XXX yapısı oluşturulduğunu düşündüğümüzde örneğin birinci seviyede 10 grup tanımlaması yapıldığını ve her grup içinde yer alacak veri sayısının aynı olacağını düşünürsek oluşacak kod sistemi 153.001.001'den başlayıp 153.010.040 ile bitecektir. Böyle bir yapıda yığın parçalara ayrıldığı için daha anlaşılabilir ve takip edilebilir bir yapıya dönüşmüş olacaktır.

153.XXX.XXX kod seviyesi küçük bir işletme için örnek olarak verilmiş bir yapıdır. Önceden bahsedildiği gibi kod yapısı seviyesi yöneticilerin beklentileri, kullanılan malzeme çeşidi, gerçekleştirilen faaliyet yapısı gibi birçok nedene bağlı olarak

genişletilebilir. Seviye yapısının sağlayacağı bir avantaj da veri analizlerinde yapılacak filtrelemelerde istenen verilere daha kolay erişilmesini sağlamasıdır. Örneğimizdeki 153.002.001 kodu A4 Kâğıt (80 gr) için oluşturulmuştur. Örneğin stok sorumlusu sistem üzerinden “153.002” kodu ile yapacağı bir filtreleme ile kâğıt grubundaki toplam malzeme stokuna elde edebilir.

rnek yapı 153.002(1.Seviye:Kâğıt Grubu).XXX(2.Seviye:Kağıt Boyutu).XXX(3.Seviye: Kağıt Türü) olarak da oluşturulabilirdi. Burada ikinci seviye A3, A4, A5 gibi kâğıt boyutlarını, nc seviye ise 80 gr. 100 gr. 110 gibi kağıt kalınlıklarını ierebilirdi. Böyle bir yapıda sistem üzerinden “153.002.001” şeklinde yapılacak bir sorgulama ile rneğin A3 boyutundaki ürün stoklarına ulaşılabılırdi.

The screenshot shows a web form titled "Malzeme Düzenleme Formu". The form contains the following fields:

- Malzeme Grubu: Malzemeler (dropdown menu)
- Stok Kodu: 153.002.001
- Malzeme Adı: A4 Kağıt (80 Gr)
- Miktar/Değer: 1
- Birim: adet (dropdown menu)
- Karbon Salınımı: 0.01

A "Kaydet" (Save) button is located at the bottom right of the form.

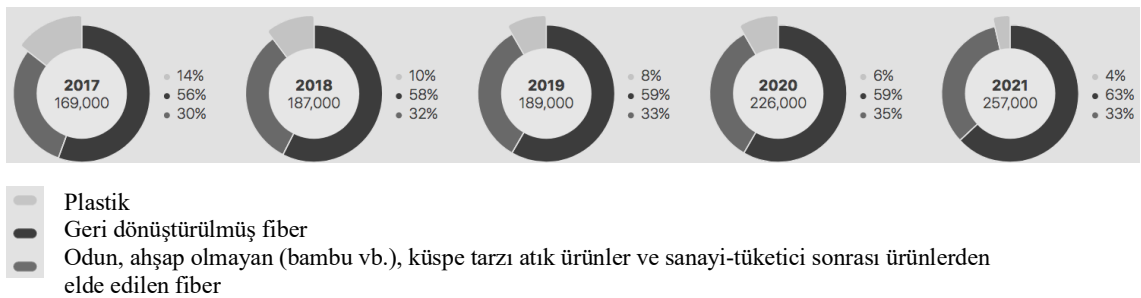
Resim 6.21. Malzeme Düzenleme Formu

Malzemelerin sisteme girilmesinde temel birim değer (adet, L, kg, m³ vb.) dinamik olarak seçilebilmektedir. Bu değer sistem içinde stok giriş işlemlerinde ve üretim süreçlerinde baz alınacak değerleri oluşturur. Üretim süreci sonunda elde edilen ürünün gerçekleştirdiği gerçek karbon salım miktarının hesaplanabilmesi için üretim sürecinde kullanılan malzemelerin de gerçekleştirdiği karbon salım değerlerinin biliniyor olması gerekmektedir. Bu nedenle sisteme her girilen malzeme tanımlaması sırasında bu malzemenin elde edilmesi sırasında (retim, nakliyat vb.) harcanan karbon salım miktarlarının da sisteme girilmesi istenmektedir.

İşletme dışı kaynaklardan temin edilen ve ürün, hizmet üretim sürecinde kullanılan malzemeler karbon salımı kapsamlarından Kapsam - 3 (Scope-3) Dolaylı Sera Gazı Emisyonları (Sahip Olunmayan) içinde değerlendirilmektedir. Grafik 2.6’da “Satın Alınan Mallar ve Hizmetler” başlığında oluşan karbon salımı miktarı toplam gerçekleşen

karbon salımı miktarı içinde büyük bir yüzdesel alanı kapladığı gözükmektedir. Bu bakımdan işletmelerin üretim süreçlerine yönelik temin ettiği mal ve hizmetler nedeniyle oluşturdukları karbon salımının doğru hesaplanabilmesi için tüm karbon salımı kaynaklarının oluşturduğu birim karbon salımı miktarlarının kayıt altına alınması gerekmektedir. Bu sayede üretim süreci sonunda kullanılan toplam malzeme miktarı üzerinden ürünün oluşturulması sürecinde malzeme kaynaklı karbon salımı miktarı hesaplanabilecek ve raporlandırılabilir. Karar alıcılar elde edecekleri bu raporlar üzerinde yapacakları analizler ile işletme karbon salımı kaynaklarını görebilecek, toplam karbon salımı miktarını artıran malzemeleri tespit edebilecek, toplam karbon salımının düşürülmesi için hangi malzeme veya hizmet kalemi üzerinde çalışmalar yapabileceğini planlayabilecektir. Üretim sürecinde kullanılan karbon salımı yüksek bir malzemeyi daha az karbon salımı ile üreten başka bir tedarikçiden temin etmek veya bu malzemeyi başka bir malzeme ile değiştirmek yapılabilecek çalışmalara örnek olarak verilebilir.

Örneğin Apple firması karbon salımı konusunda bilinçli firmalardan bir tanesidir. Firma uzun senelerdir karbon salımı miktarını düşürme yönünde çalışmalar yapmaktadır. Firma ürünleri içinde tüm karbon salımı kaynaklı malzemelerin minimum seviyeye çekilmesi yönde çalışmalar yürütmektedir. Aşağıdaki Resim 6.22’de firmanın ürün ambalajlarda kullandığı plastik miktarındaki değişim gözükmektedir. 2017 yılında %14 civarında olan plastik kullanımı gerçekleştirilen düzenlemeler ile 2021 yılında sadece %4’e kadar düşmüştür.









Resim 6.22. Apple Firması Ürünlerinde Kullanılan Plastik Miktarının 2017-2021 Yılları Arasında Arasındaki Değişimi (Apple, 2021)

Firma 2025 yılına kadar ürün paketlenme süreçlerinde plastik kullanımını tamamen bitirmeyi hedeflemektedir. Benzer şekilde ürünlerinde %100 geri dönüştürülebilen alüminyum kullanımını ağırlık vermektedir. Firma 2030 yılında net-sıfır sera gazı emisyonu salımı hedefini sağlamayı planlamaktadır. Firmanın bu başarısının altında

yatan en büyük etmen sistemde kullandığı her bir malzeme ve hizmetin karbon salımı miktarını raporlandırması, takip etmesi ve bu kaynaklardan oluşan karbon salımı miktarını düşürmek için plan projeler oluşturarak yürütmesidir.

6.2.2.2.7. Cihazlar

İşletmenin faaliyet sürecinde kullandığı makine ve teçhizatları, cihazlar başlığı altındaki bu modül üzerinden tanımlanmaktadır. Cihazların ürün, hizmet üretimi sürecinde oluşturduğu maliyet cihazın bu süreçte kullanım süreleri ile doğru orantılıdır. Önceki bölümlerde açıklandığı gibi, hangi cihazın, hangi faaliyet sürecinde, hangi ürün için, ne kadar kullanıldığı, günümüzde teknolojinin yardımı ile dijital ortamda kayıt altına alınabilmektedir. Cihazlar kullanım sürecinde doğrudan veya dolaylı yollarla karbon salımı oluşturabilmektedir. Örneğin çalışma sürecinde fosil yakıt kullanan cihazlar Kapsam-1 içinde doğrudan karbon salımı, elektrik kullanan cihazlar Kapsam-2 içinde dolaylı karbon salımı oluşturmaktadır.

Oda Bilgisi	Adı	Marka	Model	Model Yılı	Yakıt Tipi	Enerji Miktarı	Karbon Emisyonu	Güncelleme Tarihi	İşlemler
Baskı Sistemleri Odası	Kyocera Yazıcı	Kyocera	TASKalfa 9003i	2019	Elektrik	0.12 kw / 1 Saat	0.108	2022-06-20 19:39:31	 
Sunucu Odası	HPE Srv DL380 Gen10 Xeon Silver	HP	DL380	2015	Elektrik	23 kw / 1 Saat	8	2021-01-24 11:20:46	 
Sunucu Odası	HP 2530-24G-PoE+ Switch	HP	2530-24G-PoE	2015	Elektrik	12 kw / 1 Saat	4	2021-01-24 11:21:48	 

Resim 6.23. Cihaz Listesi Paneli

Cihaz bilgileri girişinde, malzeme tanımlamaların yapılması sürecinde olduğu gibi detaylı bilgi girilmesi talep edilmektedir. İlgili cihazın hangi binada, hangi salonda bulunduğu, adı, markası, modeli, üretim yılı gibi temel bilgileri yanında sistem üzerinden seçilen referans değeri için gerçekleştirdiği yakıt tüketimi ve karbon salım miktarı da sisteme girilmektedir.

Bina	026001 - Sınav Evrakı Baskı Merkezi	x v
Oda	Oda Seçiniz	x v
Adı	Kyocera Yazıcı	
Marka	Kyocera	
Model	TASKalfa 9003i	
Model Yılı	2019	
Yakıt Tipi	Elektrik	x v
Yakıt Miktarı	0.12	kw x v
Referans Değeri	1	Saat x v
Karbon Emisyon Değeri	0.108	

Resim 6.24. Cihaz Tanımlama Paneli

Veri girişlerinde olabildiğince ön tanımlı veri listelemeleri yapılmıştır. Sistemde tanımlanan bu veriler diğer modüllerde olduğu gibi faaliyet içinde bileşen olarak raporlandırılacaktır. Faaliyet raporlarında cihaz bazlı oluşan maliyetin yanında cihazın kullanımı süreci sonunda oluşan karbon salımı ve karbon maliyeti de raporlanacaktır. Yöneticiler bu sayede hem faaliyet süreçlerinin gerçek maliyetini görebilecek hem de cihazın faaliyet süreci içinde oluşturduğu maliyeti karbon salımı maliyeti bazlı da görebilecektir. Karbon salımının işletmeler için bir maliyet kalemi olmadığı bir süreçte cihazın kullanımı süreci sonunda oluşan karbon salımının miktarı çoğu işletme için önemli değilken karbon salımının da işletmelere bir maliyeti olacağı yeni düzende kullanılan her cihazın gerçekleştirdiği karbon salımı miktarı önemli ve takip edilmesi gereken bir veri olacaktır. İşletmelerde karbon salımı yüksek olan bir cihazın kullanılması sonucu yüksek karbon maliyeti ortaya çıkacağı için ürün maliyetleri etkilenecek, rekabetçi ortamda ürün fiyatları maliyet artışı oranında artırılamayacağı için birim ürün getiri oranları değişecek, bazı durumlarda negatife bile düşebilecektir. Bu gibi durumlar nedeniyle işletmeler getiri oranı düşük ürünlerin üretiminden vazgeçilmesi, üretilen ürün miktarlarında değişikliklere gidilmesi gibi kararlar almak zorunda kalabilecektir.


Benzer süreçler ürünlerin üretim süreci planlanmasını da etkileyecektir. Karbon Ticareti ve Karbon Piyasaları bölümünde verilen örnekte elde edilen X ve Y makineleri kullanılarak yapılan üretimlerde gerçekleşen karbon salımı miktarı arasında 9.300 kg. fark oluşmuş, bu durumun işletmeye, 1 ton CO₂ kredisinin 80 Euro olduğu bir durumda 744 Euro'luk bir üretim maliyeti farkı oluşturduğu tespit edilmişti. Örnekte de görüldüğü

üzere karbon maliyeti üretim süreçlerinin planlanmasında önemli bir etmen oluşturmaktadır. Karbon salımının sadece hesaplanabilen maliyetinin yanında işletme prestiji ve müşteriler üzerindeki etkisi bakımından da bir tercih nedeni oluşturduğu unutulmamalıdır.

Karar alıcılar sistem içinde cihazların doğrudan maliyetlerine ek olarak karbon maliyetlerini analiz edip cihazların bakımı, yenilenmesi gibi kararları alabilecektir.

6.2.2.2.8. Ürünler

İşletmenin faaliyeti sonucu ortaya çıkan ürün/hizmetlerin tanımlandığı bölümdür. Modül kapsamında yapılan tanımlamalar ürün olarak ifade edilecektir. Sistemde öncelikli olarak ürün adı, kodu gibi temel ürün bilgileri tanımlanır. Ürün kodunun önceki bölümlerde anlatıldığı gibi akıllı kod yapısında tanımlanması bundan sonraki süreçlerde faydalı olacaktır.



Resim 6.25. Ürün Tanımlama Paneli

Sistem üzerinde tanımlanan her ürün, ürün listesi bölümünde listelenmektedir. Yazılım ara yüzlerinin sahip olduğu bir diğer özellik listelenen verilerin başlıklarına tıklandığında listelenen verilerin seçili başlığa göre sıralanmasıdır. Bu özellik sayesinde listelenen veriler içinden istenen verilere daha kolay erişim sağlanmaktadır. Örneğin tarih bazlı sıralama ile istenilen tarihteki, ürün kodu veya adı alanları bazlı sıralamalar yapılarak istenen harf sıralamasındaki bir kayıta hızlı bir şekilde erişilebilir.

Her listeleme formu üzerine içinde “Ara” ifadesi yer alan bir filtreleme paneli de mevcuttur. Tüm kayıtlar arasından filtreleme paneline girilen değeri içeren kayıtlar çekilerek ekranda listelenmektedir. Bu yapı sayesinde istenilen veri listesine hızlı bir erişim sağlanabilmektedir. Örneğin “SNV” ifadesi girildiğinde ürün kodu içinde “SNV” içeren tüm kayıtlar listelenecektir. Sisteme girilen örnek veriler aşağıdaki Resim 6.26’da görüldüğü şekilde listelenmektedir.

Ürün Kodu	Ürün Adı	Güncelleme Tarihi	Ürün Reçetesi	İşlemler
PKT-001	Salon Sınav Paketi	2020-08-12 21:04:14	(+)	 
SNV-001	Sınav Kutusu	2020-08-12 21:03:57	(+)	 
SKS-001	Kutu Sevkiyat	2021-01-23 20:49:11	(+)	 
PLJ-001	Personel Sevkiyat	2021-01-23 20:49:32	(+)	 
PKT-002	Cezaevi Salon Paketi	2021-01-24 02:02:33	(+)	 

Resim 6.26. Ürün Listesi Görünümü Paneli

Tanımlama işlemi tamamlandıktan sonra yapılması gereken ürünü oluşturan maliyet kalemlerinin sistem üzerinden tanımlanmasıdır. Burada ürünü oluşturan maliyet kalemleri, muhasebe sistemlerinde alışkanlıkların korunması adına Ürün Reçetesi olarak ifade edilmiştir. Muhasebe sistemlerinde kullanılan ürün reçetesi işlemi genel olarak bir ürünün üretimi sürecinde kullanılan ham maddeleri içermektedir. Bu yazılımda ise sadece ham maddeler değil, ürünü oluşturan tüm bileşenler ürün reçetesi başlığı altında sisteme girilmektedir. Cihazlar, Araçlar, Malzemeler ve Personel ürün bileşenlerini oluşturmaktadır.

Örneklendirecek olursan eskiden bir kek için tanımlanan ürün reçetesinde un, şeker, yağ, kabartma tozu vb. ham maddeler tanımlanırken, bu yazılımda ham maddelerin yanında keki üreten çırpıcı, pişiren makine gibi cihazların, kullanılan araçların, süreci gerçekleştiren personelin ne kadar çalıştığı verileri de ürün reçetesinde tanımlanmaktadır. Çünkü tüm bu kalemler ürünün üretim sürecinde bir maliyet kalemini oluşturmaktadır.

Ürün maliyet kalemleri girişine, sistem üzerinden ilgili ürün satırında yer alan Ürün Reçetesi kolonu altında yer alan (+) sembolü Maliyet Ekle butonundan erişilir. Sistem üzerinden ilgili ürün için Cihazlar, Araçlar, Malzemeler ve Personel başlıklarında 4 maliyet kalemi girişi yapılabilir. Maliyet Ekle butonuna basıldığında aşağıdaki Resim 6.27’de görünen panel açılacaktır. Buradan öncelikle 4 maliyet kalemi içinden biri seçilmektedir.

Reçete Bileşen Türü Seçiniz

Reçete Bileşeni

Adet

Toplam

Cihazlar

Araçlar

Malzemeler

Personel

Resim 6.27. Ürün Reçetesi Tanımlama Paneli

Örneğin ürün listesinde yer alan PKT-001 ürün koduna sahip Salon Sınav Paketi, sınavda adayların kullandığı optik formları ve salon görevlilerin kullanacağı tutanak, aday kontrol listesi gibi formları içeren bir pakettir. Salon Sınav Paketi'nin ürün reçetesi aşağıdaki Tablo 6.8'de listelenmektedir.

Tablo 6.8. Örnek Ürün Reçetesi Bileşenleri

Maliyet Bileşeni Türü	Bileşen Adı	Ürün	Adet
Malzeme	Salon Paketi Kapağı	A4 (110 gr.)	1 adet
Malzeme	Salon Başkanı Talimatı	A4 (110 gr.)	1 adet
Malzeme	Salon Kontrol Listesi	A4 (110 gr.)	1 adet
Malzeme	Optik Form	A4 (110 gr.)	16 adet
Malzeme	Şeffaf Poşet	A3 Baskılı Güvenlik Mühürlü Plastik Poşet	1 adet
Malzeme	Paket Lastiği	Paket Lastiği	2 adet
Cihaz	Baskı Cihazı	Kyocera Yazıcı	1 dk.
Cihaz	Shrink Cihazı	Shrink	0,1 dk.
Personel	Paketleme Personeli	Paketleme Personeli	0,4 dk.

Ürün reçetesinden görüleceği gibi reçete sadece ham madde tanımlamalarını içermemekte, ilgili ürünün üretimi sürecinde hangi cihazın ne kadar çalıştığı, hangi personelin ne kadar sürede ilgili işlemi tamamladığı da tanımlanmaktadır. Böylece ürüne ait gerçek maliyet değerine erişim sağlanabilmektedir.

İşletme faaliyetlerine ve türlerine göre ürün reçetesinde yer alan ürün reçetesi bileşenlerinin sayısı değişebilmektedir. Örneğin bir lojistik işlemde sadece araçlar reçete bileşenlerini oluşturabilecek iken başka bir ürün de yukarıdaki örnekte yer alan Salon Sınav Paketinin oluşturulması sürecindeki gibi birden fazla reçete bileşenlerini kapsayabilmektedir.

Ürün reçetesi girilirken panelden öncelikle hangi maliyet bileşeninin (Cihaz, Araç, Malzeme, Personel) girileceği seçilmektedir. Yapılan seçimlere ilişkin gelen formlar ve açıklamaları aşağıdaki gibidir.

- i. **Cihazlar:** Seçilen ürünün oluşturulması için işletmede daha önceki süreçlerde tanımlanmış olan cihazlardan hangisinin ne kadar süre ile kullanıldığı bilgisinin

girildiği bölümdür. Aşağıdaki Resim 6.28’de girilen veri bir sınav salon paketinin üretimi için 1 adet Kyocera Yazıcı makinesinin 1 dakika çalışması gerektiğini göstermektedir.

Reçete Bileşen Türü	Cihazlar
Reçete Bileşeni	Kyocera Yazıcı
Adet	1
Toplam	1

Resim 6.28. Ürün Reçetesi Cihaz Ekleme Paneli

Yapılan işlemin gerçekleşme süresine uygun parametre girişi panel üzerinden yapılabilmektedir. Seçim saat, saniye bile olsa hesaplamalar ortak eşitleme zaman dilimi olan dakika cinsine çevrilerek yapılmakta, sisteme girilen verilerin süreleri ise girilen zaman değişkeni üzerinden gösterilmektedir.

- ii. Araçlar:** Seçilen ürünün oluşturulması için işletmede var olan araçların hangisinin/hangilerinin ne kadar kullanıldığı bilgisinin girildiği bölümdür. Örneğin 100 sınav paketi oluşturulduğunda ilgili paketler 1 km mesafedeki bir depoya nakil ediliyor ise 1 Salon Sınav Paketi için ilgili araç 0.01 km yol kat ediyor gibi bir çıkarım ile veri girişleri tanımlanabilir. Gerçekleşmiş bir faaliyete ait veri girişi elde edilen veriler üzerinden gerçekleştirileceği için gerçek maliyetlerin elde edilmesini sağlayacaktır. Sisteme veriler ileride gerçekleşecek bir faaliyetin maliyetinin hesaplanması için giriliyor ise paket başına 0.01 km verisi örneğindeki gibi eski faaliyet süreçlerinden elde edilen değerler üzerinden veri girişi yapılabilir. Panel üzerinden sistemde ön tanımlı veriler arasından seçimler yapılarak ürünün oluşması sırasında kullanılan araçlar ve araçların ne kadar kullanıldığı verileri sisteme girilir.

Reçete Bileşen Türü	Araçlar	x v
Reçete Bileşeni	Ford Fiesta (Idari)	x v
Adet	1	
Toplam	0,01	Km x v

Resim 6.29. Ürün Reçetesi Araç Ekleme Paneli

- iii. Malzemeler:** Seçilen ürünün oluşturulması için kullanılan malzemelerin girişinin yapıldığı bölümdür. Malzemeler modülünde tanımlanan her kayıt reçete bileşeni olarak seçilebilir.

Reçete Bileşen Türü	Malzemeler	>
Reçete Bileşeni	Paket Lastiği	>
Adet	1	

Resim 6.30. Ürün Reçetesi Malzeme Ekleme Paneli

- iv. Personel:** Seçilen ürünün oluşturulması sürecinde çalışan personellerin ve çalışma sürelerinin sisteme girildiği bölümdür. Aşağıdaki Resim 6.31’de yapılan seçim ile 1 adet Salon Sınav Paketi oluşturulması sürecinde “Baskı Personeli” görev türündeki 1 personelin 0.4 dakika çalıştığı görülmektedir. Görev türlerin kişi ve iş bazlı detaylı olarak tanımlanması faaliyet süreçleri sonunda toplam çalışma zamanları raporlarında detaylı rapor elde edilmesini sağlayacaktır. Bu verileri personel performans değerlendirmesi, personelin iş alanlarının planlanması gibi süreçlerde karar alıcılar için yararlı veriler oluşturacaktır.

Reçete Bileşen Türü	Personel	
Görev Türü	Baskı Personeli	
Adet	1	
Toplam	0,4	Dakika

Resim 6.31. Ürün Reçetesi Çalışan Ekleme Paneli

Ürün reçetesi bileşenleri girildikten sonra aşağıdaki Resim 6.32’de gözüktüğü gibi ürünü oluşturan tüm bileşenler, bu bileşenlerden kaç tane ve ne kadar süre kullanıldığı listelenmektedir.

Ürün Adı	Adet	Toplam	Güncelleme Tarihi	İşlemler
A4 Kağıt (110 Gr)	16	1 adet	2022-06-21 01:24:03	⊗
A4 Kağıt (80 Gr)	144	1 adet	2022-06-21 01:25:35	⊗
Şeffaf Poşet (A3 Baskılı)	2	1 adet	2022-06-21 01:25:51	⊗
Paket Lastiği	2	1 adet	2022-06-21 01:26:07	⊗
Baskı Personeli	1	0.4 Dakika	2022-06-21 01:26:54	⊗

Resim 6.32. Örnek Ürün Reçetesi Bileşenleri

Ürün reçetesi genelde işletmeler tarafından bir kez tanımlanmakta ve işletme faaliyetleri süreci içinde rutin olarak kullanılmaktadır.

6.2.2.3. Stok Takip İşlemleri

Yazılımın üçüncü temel modülü işletmenin cari işlemlerinin takip edildiği, ürün alımı yaptığı firma bilgilerini tanımlandığı ve stok takip süreçlerinin yürütüldüğü Stok Takip İşlemleri modülüdür.

YETKILENDİRME İŞLEMLERİ	YAPILANDIRMA İŞLEMLERİ	STOK TAKIP İŞLEMLERİ
Müşteri/Tedarikçi Firmalar	Cari İşlemler	Stok Özeti

Resim 6.33. Stok Takip İşlemleri Modülü Bileşenleri

Modül üzerinden gerçekleştirilen işlemler aşağıda maddelendirilmiştir.

6.2.2.3.1. Müşteri/Tedarikçi Firmalar

İşletmenin faaliyette bulunduğu firmaların tanımlamalarının yapıldığı bölümdür.

Kod	Ad	Adres	Güncelleme Tarihi	İşlemler
320.001.001	Mopak Kağıt Karton	Kemalpaşa OSB Mah. Sanayi Cad. No:12 Kemalpaşa-İZMİR	23/01/2021 21:06	 
320.001.002	Alkim Kağıt	Kemalpaşa O.S.B. Kirovası Mevkii Kemalpaşa 35730 İzmir - Türkiye	23/01/2021 21:08	 
320.002.001	TeknikPlus Security Seals	Yaylacık Mah. 44. Sok. No: 7/1 16280 Nilüfer / BURSA	23/01/2021 21:10	 
320.003.001	Gönpa Elektronik A.Ş.	Atatürk Oto Sanayi Sitesi 2. Kısım 14 Sokak Yeni Sosyal Tesis Binası No:457/1 34485 Maslak / İSTANBUL	23/01/2021 22:04	 

Resim 6.34. Müşteri/Tedarikçi Firmalar Listesi

Firma tanımlaması yapılırken firmanın temel bilgilerinin girilmesinin yanında her firma için bir Firma Kodu girilmesi istenmektedir. Girilecek kod işletmenin firmaları takip edebilmesini ve gruplandırabilmesini sağlayacak şekilde, aşağıdaki Resim 6.35’de gözüktüğü gibi akıllı bir kod yapısında oluşturulabilir. Malzeme tanımlamalarında olduğu müşteri, tedarikçi firma tanımlamaları yapılırken de tek düzen muhasebe kodları (120.xxx.xxx ve 320.xxx.xxx) kullanılmıştır. Hesap kodlarındaki seviye örnekte hesap ana kodundan sonra iki kademe olarak oluşturulmuştur. Oluşturulabilecek seviye sayısı önceki bölümlerde de açıklandığı gibi işletmenin faaliyet alanını, büyüklüğü gibi değişkenlere bağlı olarak değişmektedir.

Firma Kodu	320.001.001
Firma Adı	Mopak Kağıt Karton
Adres	Kemalpaşa OSB Mah. Sanayi Cad. No:12 Kemalpaşa-İZMİR
Vergi Numarası	0000000001
Vergi Dairesi	İzmir
Telefon	0 (555) 555 5555

Resim 6.35. Müşteri/Tedarikçi Firma Tanımlama Paneli

6.2.2.3.2. Cari İşlemler

Firmalardan satın alınan malzemelerin listelendiği bölümdür. Firma adı, fatura numarası, fatura tarihi, fatura tutarı ve sisteme giriş tarihi bazlı veriler filtrelenebilmektedir. Listede ilgili fatura kaydı solunda yer alan artı (+) simgesine basıldığında ilgili işlemde yer alan kalemler hızlı bir şekilde görüntülenebilmektedir. Benzer şekilde sağ tarafta yer alan butonlar kullanılarak da ilgili kayıt üzerinde işlemler gerçekleştirilebilir.

Firma	Fatura Numarası	Fatura Tarihi	Fatura Tutarı	Güncelleme Tarihi	Detay	İşlemler
+ Mopak Kağıt Karton	1000001	06/01/2021	₺28.320,00	23/01/2021 21:55:06	🔍	🔗 🗑️
- Mopak Kağıt Karton	1000002	08/01/2021	₺41.300,00	23/01/2021 21:53:40	🔍	🔗 🗑️
A4 Kağıt (110 Gr) 20000 adet					₺23.000,00	
Karton (A4 Boyut) 10000 adet					₺12.000,00	
+ Alkim Kağıt	1000007	12/01/2021	₺540.000,00	24/01/2021 11:37:38	🔍	🔗 🗑️

Resim 6.36. Cari İşlemler Listesi

Yukarıdaki örnekte Mopak Kağıt Karton firmasından 08/01/2021 tarihinde 1000003 fatura numaralı işlem ile 20.000 adet A4 Kağıt (110 Gr) ve 10.000 Adet Karton (A4 Boyut) alındığı bunların fiyatının kdv hariç sırayla 23.000 TL ve 12.000 TL, toplamda KDV dahil 41.300 TL olduğu görülmektedir.

Yeni bir kayıt girilmek istendiğinde öncelikli olarak işlemin hangi firmadan yapıldığı seçilir, fatura numarası, tarihi ve diğer bilgiler girilir.

Firma	Mopak Kağıt Karton	✕	▼
Fatura Numarası	1000002	Fatura Tarihi	08/01/2021

Resim 6.37. Satın Alma Faturası Tanımlama Paneli

Fatura ile ilgili genel tanımlamalar girildikten sonra faturada yer alan malzemeler eklenir. Bir fatura için birden fazla malzeme girişi yapılabilir. İlgili veriler girildikten sonra kaydet butonuna basılarak kayıt oluşturulur.

Fatura Kalemleri:								
Malzeme:	Paket Lastiği	Adet:	10000	Tutar:	32.451,00	KDV:	18	🗑️ Sil
Malzeme:	A4 Kağıt (110 Gr)	Adet:	4000	Tutar:	500,00	KDV:	8	🗑️ Sil
Malzeme:	Seçiniz	Adet:	Adet Giriniz	Tutar:	0,00	KDV:	0	🗑️ Sil
+ Kalem Ekle			Kaydet					

Resim 6.38. Faturada Kalemleri Ekleme Paneli

6.2.2.3.3. Stok Takip

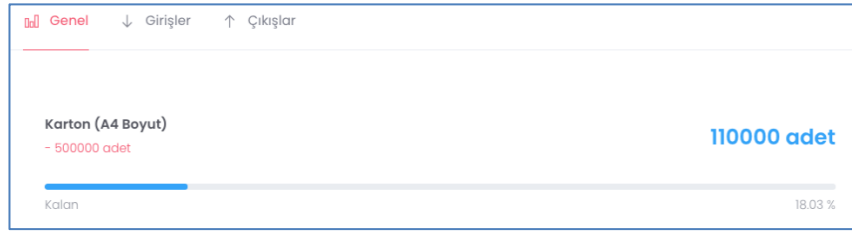
Firmalardan satın alınan malzemelerin listelendiği bölümdür. Firma adı, fatura numarası, fatura tarihi, fatura tutarı ve sisteme giriş tarihi parametreleri üzerinden filtrelenebilmektedir. Listede ilgili fatura kaydı solunda yer alan artı (+) simgesine basıldığında ilgili işlemde yer alan kalemler hızlı bir şekilde görüntülenebilmektedir. Benzer şekilde sağ tarafta yer alan butonlar kullanılarak da ilgili kayıt üzerinde işlemler gerçekleştirilebilir.



Malzemeler	Giriş	Çıkış	Kalan	Birim
Paket Lastiği	600000	500000	100000	adet
A4 Kağıt (80 Gr)	3015000	-	3015000	adet
A4 Kağıt (110 Gr)	4020000	3751000	269000	adet
Karton (A4 Boyut)	610000	500000	110000	adet
KODAK Mürekkep (Kırmızı)	1000	-	1000	lt
KODAK Mürekkep (Mavi)	4000	-	4000	lt

Resim 6.39. Malzeme Girdi/Çıktı Listesi

Sol tarafta yer alan malzemeler listesinden istenilen malzeme seçilerek malzeme hakkında detaylı bilgiye erişilmektedir. Böylece sistem üzerindeki stok kontrolü yapılabilmektedir.



Resim 6.40. Seçili Malzeme Stok Durumu

Örneğin yukarıdaki Resim 6.40'da Karton (A4 boyut) malzemenin mevcut stok durumu gözükmektedir. Malzemenin giriş çıkış hareketleri takip edilmek istenirse, resimdeki formda gözükten Girişler ve Çıkışlar butonu kullanılmaktadır.

- i. **Girişler:** İlgili malzemenin işletme kayıtlarına giriş, satın alma süreci kayıtlarını göstermektedir. Listelemede ürünün hangi firmadan, hangi fatura numarası ile, ne zaman ve ne kadar alındığı bilgileri listelenmektedir.

Genel			
Girişler		Çıkışlar	
Firma	Fatura Numarası	Fatura Tarihi	Miktar
ABC Kağıt İmalat Sanayi	153001	01/01/2022	3000000 adet

Resim 6.41. Malzemenin Satın Alma Kayıtları Listesi

- ii. **Çıkışlar:** İlgili malzemenin işletme faaliyetleri sürecinde hangi faaliyetlerde kullanıldığı bilgisi yer almaktadır. Aşağıdaki Resim 6.42’de seçili malzemenin kullanıldığı faaliyet isimleri, faaliyette kullanılan miktarlar ve maliyetleri listelenmektedir. İşletme stokları FİFO yöntemi ile izlenmektedir. Bir faaliyet sürecinde kullanılan malzeme işletme tarafından ilk alınan malzemedен çekilmektedir. İlk alınan malzeme stoku bittikçe sırayla ileri tarihli satın alınan malzeme stokları kullanılmaktadır.

Faaliyet	Miktar	Tutar
X Kurumu 2022 Yılı Görevde Yükselme Sınavı	- 3392 adet	₺2.374,40
X Kurumu 2022 Yılı Görevde Yükselme Sınavı	- 384 adet	₺268,80
X Kurumu 2022 Yılı Görevde Yükselme Sınavı	- 74880 adet	₺52.416,00

Resim 6.42. Seçili Malzemenin Kullanıldığı Faaliyetler

6.2.2.4. Gider Tanımları & İşlemleri

İşletme faaliyetleri sürecinde genel gider türlerinin tanımlandığı ve tanımlanan bu gider türlerine ilişkin işletmelerin gerçekleştirdiği işlemlerin kayıt altına alındığı bölümdür.

YETKILENDİRME İŞLEMLERİ	YAPILANDIRMA İŞLEMLERİ	STOK TAKIP İŞLEMLERİ	GİDER TANIMLARI & İŞLEMLERİ
Sabit Gider Türleri	Sabit Giderler	Yakıt Birim Fiyatları	Personel Giderleri

Resim 6.43. Gider Tanımları & İşlemleri Modülü

6.2.2.4.1. Sabit Gider Türleri

İşletmeye ait sabit gider kalemlerinin tanımlandığı bölümdür. Tanımlanan sabit gider türleri işletmenin belli periyotlar içinde ödeme yaptığı harcama kalemlerini içermektedir. Elektrik, su, doğal gaz gideri bu gider kalemlerine örnek olarak verilebilir.

İşletme tarafından belli periyotlar içinde sürekli olarak gerçekleştirilen faaliyetler bu panel üzerinden tanımlanarak iş süreçlerinin daha hızlı yürütülmesi sağlanmaktadır. Ayrıca işletme yıl içindeki her ay ortalama ne kadar bir maliyeti olduğunu görebilmekte, gelecek aylarda oluşabilecek sabit giderlerini hesaplayarak gelir gider dengesindeki planlamalarını yapabilmektedir.



Ad	Birim Türü	Güncelleme Tarihi	İşlemler
Elektrik Gideri	kw	16/01/2021 22:41	 
Su Gideri	m3	16/01/2021 22:41	 
Doğal Gaz Gideri	m3	16/01/2021 22:41	 

Resim 6.44. Sabit Gider Türü Tanımlama Paneli











İşletmeler için oluşabilecek bir diğer gider kalemi de karbon kredisi maliyetidir. Yetkili kurumlar tarafından belirlenen faaliyet dönemi içinde işletmelerin salım yapabileceği karbon miktarları belirlenmekte ve işletmelerin kendileri için belirlenen karbon salımı miktarını aşmaması beklenmektedir. Belirlenen karbon salımı miktarından daha fazla salım yapan işletmeler gerçekleştirdikleri limit üstü karbon salım miktarına eşdeğer karbon kredisini karbon ticareti sistemleri içinden temin etmesi gerekmektedir. Esas olarak işletmeler kendisi için belirlenen limitler üzerinde karbon salımı yapıyor ise limiti aşan her 1 ton karbon salımına karşılık olarak ek bir maliyet ile karşı karşıya kalacaktır. Bu ülkelerin politikalarına ve yasal düzenlemelerine göre karbon kredisi, karbon vergisi gibi farklı düzenlemeler altında gerçekleştirilmektedir. Avrupa Birliği bünyesinde işletmeler kendileri için belirlenen karbon kotalarını tutturabilmek için AU ETS sisteminden karbon kredisi kullanarak gerçekleştirmektedir.

İşletmelerin faaliyetleri sonucu oluşan karbon salımı miktarı işletme faaliyetleri süreci sonunda elektrik, su, doğal gaz kullanımı gibi bir maliyet kalemi oluşturmaktadır. Bu maliyetin diğerlerinden tek farklı bir yakıt kaynağının kullanımı sonucu oluşmaması, işlemler sonucu oluşan karbon salınımı kaynaklı olmasıdır. Bu açıdan elektrik, su, doğal gaz kullanımında olduğu gibi karbon salımı miktarı da bir emtia gibi sabit bir gider kaynağı olarak değerlendirilebilir. İşletme karbon kredisini işletmesi için sabit bir gider türü olarak sistem üzerinden tanımlayabilmektedir. Süreç içinde temin edilen krediler bir emtia şeklinde, miktar, ücret, tarih, kurum gibi bilgiler ile girilmektedir. Sisteme girilen krediler karbon salımı stokunu oluşturmakta, sistem içinde gerçekleştirilen her bir faaliyet

işlemi sonunda gerçekleşen karbon salımı miktarı, karbon stokundan düşmektedir. Sistem içinde gerçekleştirilen faaliyetler sonucu oluşan toplam karbon salımı miktarı sisteme girilen karbon kredisi maliyeti ile çarpılarak ilgili faaliyetin oluşması sürecinde oluşabilecek karbon salımı maliyeti hesaplanmaktadır.

6.2.2.4.2. Sabit Giderler

Tanımlanan sabit gider kalemleri ile zaman içinde gerçekleştirilen işlemlerin listelendiği bölümdür. Örneğin aylık ödenen elektrik, su, doğal gaz gibi giderler her ay sonunda sisteme girilmektedir.

Tür	Tarih	Toplam Değer	Birim	Birim Tutar	Toplam Tutar	Güncelleme Tarihi	İşlemler
Elektrik Gideri	01/01/2021	580	kw	₺5,17	₺3.000,00	23/01/2021 22:09	 
Elektrik Gideri	15/01/2021	600	kw	₺6,33	₺3.800,00	23/01/2021 22:10	 
Elektrik Gideri	20/01/2021	500	kw	₺6,40	₺3.200,00	24/01/2021 11:05	 
Su Gideri	01/01/2021	500	m3	₺3,00	₺1.500,00	24/01/2021 10:43	 
Doğal Gaz Gideri	01/01/2021	300	m3	₺34,33	₺10.300,00	24/01/2021 10:44	 

Resim 6.45. Zaman İçinde Gerçekleştirilen Sabit Gider İşlemler Listesi

Gidere ait veriler sisteme girilirken giderin gerçekleştiği tarih, ilgili gider kaleminden harcanan değer ve bu miktar için ödenen tutar bilgisi sisteme girilmektedir. Elektrik, su, doğalgaz gibi tanımlanan sabit gider kalemleri için yapılan ödemeler yukarıdaki Resim 6.45’de görüldüğü şekilde listelenmektedir.

Daha önceki bölümlerde sistemde kullanılan malzemelerin FİFO yapısında o anki stoklarda ilk giren malzemenin maliyetinin, malzemenin kullanıldığı faaliyetin toplam maliyetinin hesaplanmasında kullanıldığından bahsedilmişti. Benzer şekilde sistem faaliyetleri sonucu oluşan sabit gider kalemleri, örneğin faaliyet sonucu oluşan elektrik kullanımı, faaliyetin olduğu zaman aralıklarındaki kaynakların maliyetinin hesaplanmasında kullanılmaktadır. Örneğin yukarıdaki Resim 6.45’de yer alan işlemlerden 01/01/2021 tarihindeki 580 kWsa elektrik gideri için 3.000 TL ödeme yapılmış, bu kullanıma ilişkin birim enerji fiyatı 5.17 TL/kWsa olarak bulunmuş, 15/01/2021 tarihinde ise 600 kWsa’lık bir elektrik harcaması olmuş, bu harcamaya

karşılık 3.800 TL’lik bir ödeme yapılmış ve bu kullanıma ilişkin birim enerji fiyatı 6.33 TL/kWsa olarak bulunmuştur.

İşletme içinde 01/01/2021 tarihinden önce gerçekleşen bir faaliyette, bir makinenin kullanımını vb. işlemler sonucu elektrik kullanımı olduysa, sistem bu elektriğin birim fiyatını 5.17 TL/kWsa olarak işleme alacak, 01/01/2021 tarihi ile 15/01/2021 tarihi arasında gerçekleşen bir faaliyette oluşan elektrik kullanımlarında ise birim fiyatı 6.33 TL/kWsa olarak hesaplanarak ilgili dönemlerde gerçekleşen faaliyetlerin maliyetleri hesaplanacaktır.

Bu sayede her faaliyetin gerçekleştiği zamandaki gerçek maliyet verileri üzerinde maliyeti hesaplanmaktadır. İşletme yönetimi bu sayede gerçek maliyet verisi üzerinden başta birim ürünü fiyatı belirleme işlemi olmak üzere tüm iş süreçlerini gerçeğe en yakın veriler üzerinden hesaplayabilmeyi sağlamaktadır. Aynı zamanda, işletme faaliyetlerinde maliyet değişimlerinin zaman içindeki değişimini görebilmekte, geleceğe yönelik kararlarını bu veriler üzerinden gerçekleştirebilmektedir.

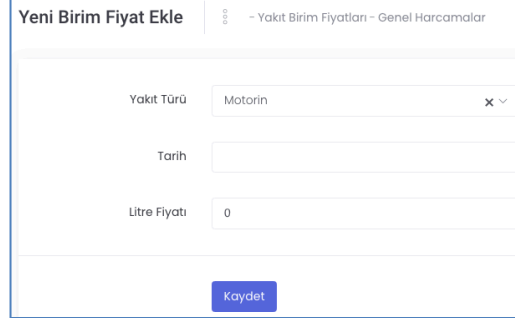
Tür	Elektrik Gideri	x v
Tarih	13/10/2022	
Harcanan Değer	456	
Toplam Tutar		3.000,00

Resim 6.46. Sabit Gider Giriş Paneli

6.2.2.4.3. Yakıt Birim Fiyatları

Sabit gider kalemlerinde olduğu gibi işletme faaliyetleri sürecinde kullanılan araçların yakıt giderleri de sürekli değişiklik gösterebilmektedir. Faaliyet süreçlerinde gerçekleşen yakıt kullanımının faaliyet maliyetlerine eklenmesi yukarıdaki elektrik sabit gider işlemindeki gibi zaman ve zaman dilimindeki yakıt fiyatı üzerinde gerçekleştirilmektedir. Sistemde yakıt giderleri yakıt türü ve tarih seçimi yapılarak sisteme girilir. İşletme içindeki faaliyetin gerçekleştiği zaman diliminde yakıt fiyatı ne kadar ise, gerçekleştirilen yakıt tüketimi maliyeti o anki birim yakıt fiyatı üzerinden hesaplanır. Birim yakıt fiyatı belirleme işlemi aşağıdaki Resim 6.47’de gösterildiği gibi yakıt türü, giriş tarihi ve birim litre fiyatı girilerek gerçekleştirilmektedir. Sistemde ön

tanımlı bulunan yakıt türleri arasından yakıt türü seçimi yapıldıktan sonra tarih ve birim litre fiyatı sisteme girilerek tanımlama gerçekleştirilir.



Resim 6.47. Yakıt Birim Fiyatı Tanımlama Paneli

6.2.2.4.4. Personel Giderleri

İşletmede çalışan personelin ücret bilgilerinin girişinin yapıldığı bölümdür. Yapılandırma İşlemleri adımıyla tanımlanan görev türlerinde çalışan personelin maaş bilgileri sisteme girilmektedir. Sistemde tanımlanan değerler, faaliyet süreçlerinde personelin çalışma sürelerine göre hesaplanarak faaliyetlere aktarılmaktadır. Faaliyet maliyetindeki direk işçilik maliyeti, kişilerin doğrudan faaliyet süreci içinde geçirdiği süreler üzerinden hesaplandığı için faaliyete eklenen işçilik maliyeti gerçek manada ilgili faaliyetin gerçekleştirilmesi için gerekli olan işçilik maliyetini gösterir.

Personel Türü	Yıl	Ortalama Saatlik Ücret	Ortalama Maaş
Harmanlama Personeli	2022	₺39,77	₺7.000,00
Bina Yönetim	2022	₺68,18	₺12.000,00
Müclür	2021	₺68,18	₺12.000,00

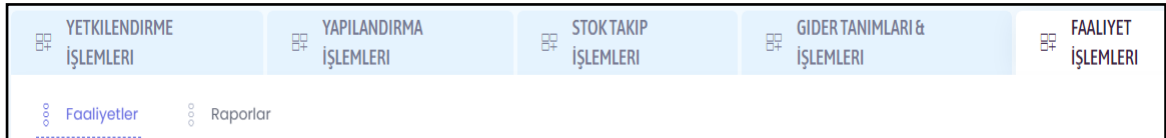
Resim 6.48. Personel Maaş Bilgileri Giriş Paneli

Sisteme girilen personel tanımlamalarının detaylı yapılması ve personel giderlerinin girilmesi, faaliyet süreci bileşenleri girişinde faaliyet süreci ile ilgili personelin seçimini kolaylaştıracak ve bu bağlı olarak faaliyet maliyeti içindeki personel maliyetinin doğru hesaplanmasını sağlayacaktır. Bu nedenle personel türü tanımlaması yapılırken olabildiğince çalışanların nitelikleri, seviyeleri, maaşları gibi çalışanlar arasında ayırım oluşturan kriterler göz önüne alınması gerekmektedir

Örnek olarak yazılımcı tanımı, iş olarak bilgisayar yazılımı yapan kişilere verilen genel tanımlamadır. Oysa yazılım işi, arayüz, veri tabanı, sunucu yazılımları gibi örneklendirilebilecek birçok dala ayrılmaktadır. Yazılım geliştirme sürecinde kullanılan yazılım dilleri (c, .net, php, java, javascript vb.) bile yazılımcılar arasında bir ayrım oluşturmaktadır. Örneğin iş ilanlarında .net yazılım dilini bilen, 10 yıl deneyimli, ara yüz tasarımcısı aranıyor tarzı, yazılımcıların temel niteliklerini vurgulayan iş ilanları yayınlanmaktadır. Örnek ilan metninde olduğu gibi çalışanların iş deneyimleri de çalışanlar arasında bir statü oluşturan ayırt edici bir özellik taşımaktadır. Tüm bu durumlar dikkat edilerek personel tanımlamalarının girişi yapılmaktadır.

6.2.2.5. Faaliyet İşlemleri

Sistemin son ana modülü “Faaliyet İşlemleri” modülüdür. Bu modül işletme faaliyetlerinin tanımlandığı ve faaliyet raporlarının elde edildiği, sistemin en önemli modülüdür. Bundan önceki modüllerde sisteme girilen veriler bu modülde tanımlanacak faaliyet akışlarına ait verilerin elde edilebilmesi sürecinde kullanılacaktır. Sistem, işletme yöneticileri tarafından sistemde tanımlanacak faaliyetlere ilişkin maliyet verisini ve gerçekleşen toplam karbon salımı miktarını hesaplayacak, elde ettiği toplam karbon salımı miktarının maliyetini çıkararak toplam faaliyet maliyetine ekleyecek ve tüm süreç adımlarını raporlandırabilecektir.



Resim 6.49. Faaliyet işlemleri Modülü

6.2.2.5.1. Faaliyetler

Faaliyetler işletme içinde yürütülen işlem veya işlem gruplarına verilen isimdir. Bir faaliyet, bir siparişin hazırlanma süreci gibi işletme içinde gerçekleştirilen uzun bir iş süreci veya bir üretim bandında sadece bir makinenin üretim süreci gibi çok kısa bir iş süreci olabilir. Tanımlanacak olan faaliyetin kapsamı, şirketin iş süreçlerini nasıl gruplandığına, yöneticilerin hangi iş süreçleri verisini elde etmek istemesine veya faaliyet süreçlerini sisteme giren personelin sorumluluk alanları gibi birçok etmene bağlı olarak değişebilir. Örneğin sınav organizasyonu yapan bir işletme için her bir sınav ayrı

bir faaliyet olarak tanımlanabilir. Bu tanımlama mantığı ile işletmenin sınav süreci içinde gerçekleştirdiği tüm faaliyet giderleri gerçekleştirilen sınav faaliyetlerine aktarılabilir, böylece ilgili sınavın işletme için oluşturduğu maliyet hesaplanabilir. Bir başka yapıda sınav süreci 6.2.1 bölümünde gösterildiği gibi Sınav Hazırlık, Soru Hazırlama, Doküman Üretim ve Sonlandırma, Lojistik & Sınavın Gerçekleştirilmesi ve Değerlendirme şeklinde 5 adet faaliyete bölünerek de tanımlanabilir. Bu tanımlama ile işletme tüm sınav maliyetini tek bir rapor halinde değil, faaliyet süreci bazında elde edebilecek ve inceleyebilecektir.

Paris anlaşmasının ülkemizde kabulü ile başlayan yeni süreç beraberinde işletmelere ve ticaret sistemine birçok yenilikler, düzenlemeler getirecektir. İşletmeler açısından getireceği en büyük değişiklik, gerçekleşen her bir karbon salımının artık işletmeler için bir sorumluluk oluşturacak olmasıdır. Bu kapsamda önceki bölümlerde de açıklandığı şekilde işletmelerin karbon salımı miktarını takip etmesi, kayıt altına alması ve izin verilen limitlere getirmesi gerekmektedir. Karbon salımı açısından nötr değere erişme hedefi 2050 yılına kadar tüm ülkelerin ana hedefini oluşturmaktadır. İşletmeler için izin verilen karbon salımı sınırları mevcut durumda bile birçok işletme tarafından sağlanamamaktayken, ülkelerin 2030 ve 2050 yılları hedeflerini tutturabilmesi için işletmelere verdiği karbon salımı kotasını düşürmesi gereksinimi, işletmelerin karbon salımlarını mevcut durumun çok altına düşürmesini gerektirecektir.

Bir işletmenin karbon salımı miktarını düşürebilmesi kısa sürede gerçekleştirilebilecek bir durum değildir. Karbon salımı işletmenin üretim öncesi, üretim süreci ve üretim sonrasını kapsayan geniş bir zaman diliminde oluşmakta ve gerçekleşen karbon salımının büyük bölümü işletmenin doğrudan faaliyeti esnasında oluşmamaktadır. Örneğin iş süreçlerinde kullanılan ham madde tamamen işletmenin dışardan aldığı bir karbon kaynağıdır. İşletme içinde oluşan karbon salımı kaynaklarının çoğu da işletme içinde kullanılan araç, makine gibi değiştirilmesi kolay olmayan yüksek maliyetli araçlardan oluşabilmektedir. Örneğin işletmenin kullandığı fosil yakıt ile çalışan bir fırın, fosil yakıtları yakarak doğrudan karbon salımı gerçekleştiren bir cihazdır. Bazı sistemlerde bir cihazın değiştirilmesi tüm üretim sisteminin değiştirilmesini gerektirebilmektedir. Bu tarz makinelerin ve sistemlerin değiştirilmesi çok yüksek maliyetler oluşturabileceği için işletmeler için imkansız durumlar oluşturabilir. Bu gibi nedenlerden dolayı işletmenin çok fazla karbon salımı yapan cihazları yeni cihazlar ile değiştirerek toplam karbon salımı miktarını hızlı bir şekilde düşürmesi genel olarak

gerçekleştirilememektedir. Karbon salımı miktarını düşürme yönünde yapılacak her bir çalışma işletme için bir maliyet kalemi oluşturabileceği için yapılacak işlemin getiri, maliyet verileri göz önüne alınarak gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Bu kapsamda işletmelerin karbon salımı miktarını düşürebilmesi için yapması gereken en önemli işlem mevcut durumda hangi işlemde ne kadar karbon salımı gerçekleştiği bilgisine sahip olması gereksinimidir. İşletmeler karbon salımı miktarını düşürücü yönde faaliyetlerini planlayıp, yürütebilmesi için faaliyet süreç kalemlerinde oluşan karbon salımı miktarını bilmelidir.

İşletme faaliyet tanımlamaları yaparken kendisi için ek bir iş yükü maliyeti çıkarmayacak kadar detaylandırma yapılması, iş süreçlerinde oluşan karbon salımı kaynaklarını tespit edebilmek ve gerçekleşen karbon salımı miktarını düşürme yönünde politikalar belirleyebilmek için yararlı olacaktır.

Faaliyetin işletme için takip edilmesi gereken bir süreci içermesi, faaliyetin de kendi içinde alt faaliyet parçaları altında takip edilebilmesinin sağlanması için tasarlanan yazılımda her bir faaliyet altında istenildiği kadar alt faaliyetlerin tanımlanması sağlanmıştır. Yazılımda bu alt faaliyetler süreç olarak tanımlanmakta ve takip edilmektedir. Gerçekleştirilen bu yapı sayesinde örneğin her bir sınav ayrı bir faaliyet olarak takip edilebilecek, sınav faaliyeti kendi içinde alt süreç adımlarına bölünecek ve süreç bazlı analiz edilebilmesi sağlanmış olacaktır. Aşağıdaki Resim 6.50'de sistem üzerinde tanımlanan örnek faaliyetler başlıkları listelenmektedir.

Faaliyet Adı	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Güncelleme Tarihi	Süreç Ekle	Faaliyet İşlemleri	Rapor	İşlemler
X Kurumu 2022 Yılı Görevde Yükselme Sınavı	09/01/2022	20/02/2022	2022-06-14 20:10:16				
A Kurumu İşe Alım Sınavı	06/02/2022	24/04/2022	2022-06-14 20:11:18				

Resim 6.50. Faaliyet Listesi Paneli

Faaliyet tanımlaması yapılırken öncelikli olarak faaliyetin adı, başlangıç ve bitiş tarihleri girilmektedir. Faaliyet ismi verilirken açık ifadeler ile faaliyetin kapsamını vurgulayabilecek isimlendirme yapılması anlaşılabilirliğin sağlanması adına önemlidir.

Faaliyet Adı	<input type="text"/>
Başlangıç Tarihi	<input type="text"/>
Bitiş Tarihi	<input type="text"/>

Resim 6.51. Faaliyet Tanımlama Paneli

Faaliyet tanımlaması yapıldıktan sonra ilgili faaliyetin süreç akışının, bileşenlerinin tanımlanması aşamasına geçilir. İlgili faaliyet satırı üzerinde Süreç Ekle butonuna basılarak süreç tanımlama ekranına erişilir.

Süreçler, ilgili faaliyetin alt faaliyet süreçleridir. Tüm işlemler temel olarak başlangıç, işlem ve sonuç adımlarından oluşur. İşletme yöneticileri önceki bölümlerde anlatıldığı gibi işletme amaçları doğrultusunda faaliyetlerini alt süreçlere ayırabilir. Faaliyetin alt süreçlere bölünmesi hem işlemlerin kolay takip edilebilmesini, hem de süreç temelli elde edilecek raporlar ile faaliyet aşamalarının daha iyi analiz edilebilmesini sağlamaktadır.

Sınav organizasyonu gerçekleştiren bir işletme için her bir sınav sürecinin bir faaliyet olarak tanımlanması, sınav temelli maliyet çıkarabilmesi ve verilerin analiz edilebilmesi açısından uygun bir tanımlama olacağından bahsetmiştik. Yukarıdaki Resim 6.50’de yer alan faaliyetler listesinde de görüldüğü gibi faaliyet tanımlamalarının sınav bazlı olarak “X Kurumu 2022 Yılı Görevde Yükselme Sınavı” ve “A Kurumu İşe Alım Sınavı” şeklinde yapıldığı görülmektedir. Sınav sektörü iş akışı döngüsü Şekil 6.4’de gösterilmişti. İş süreci olarak sınavın tanımlanmasından, sınav faaliyetinin sonu gibi görülebilecek sınav sonuçlarının hesaplanması ve yayınlanması aşamasına kadar geçen iş akışı temel olarak Sınav Hazırlık, Soru Hazırlama, Doküman Üretim ve Sonlandırma, Lojistik & Sınav Yapılması ve Değerlendirme başlıklarında beş temel alt sürece bölünmüştü. X Kurumu 2022 Yılı Görevde Yükselme Sınavı için faaliyet süreçleri, 5 temel alt süreç ve bu 5 temel alt sürece ek olarak, faaliyet atıklarının bertaraf edilmesi sürecini de kapsayacak şekilde Geri Dönüşüm süreci de eklenerek 6. süreç şeklinde tanımlanmıştır.

Süreç Adı	Güncelleme Tarihi	İşlemler
Sınav Hazırlık	2022-06-14 22:20:28	 
Soru Hazırlama	2022-06-14 22:20:34	 
Dokuman Üretim ve Sonlandırma	2022-06-14 22:20:40	 
Lojistik & Sınav Yapılması	2022-06-14 22:20:44	 
Değerlendirme	2022-06-14 22:21:39	 
Geri Dönüşüm	2022-06-14 22:21:39	 

Resim 6.52. Faaliyet Süreçleri Görünümü

Süreç tanımlamaları yapıldıktan sonra her bir süreç bileşenlerinin sistem üzerinde tanımlanması gerekmektedir. Süreç bileşenleri Faaliyet İşlemleri butonu üzerinden tanımlanmaktadır. Süreç bileşeni giriş paneli görüntüsü aşağıdaki Resim 6.53'deki gibidir.

X Kurumu 2022 Yılı Görevde Yükselme Sınavı

Süreç

Süreç Bileşen Türü

Süreç Bileşeni

Adet

Toplam

Resim 6.53. Faaliyet Süreci Bileşeni Tanımlama Paneli

Süreç bileşenleri tanımlamasında öncelikli olarak tanımlanan sürecin faaliyetin hangi süreci ile ilgili olduğu seçilmektedir.

Süreç

Süreç Bileşen Türü

Süreç Bileşeni

Sınav Hazırlık

Soru Hazırlama

Dokuman Üretim ve Sonlandırma

Lojistik & Sınav Yapılması

Resim 6.54. Faaliyet Süreci Seçimi

Seçilen süreç için eklenecek süreç bileşeninin girişi, önceki bölümlerde anlatılan Ürün Reçetesi tanımlama süreci ile aynı yapıda gerçekleştirilmektedir. Ürün reçetesi tanımlama sürecinde olduğu gibi öncelikle süreç bileşeni kaynağının ve süreç bileşen türünün seçilmesi gerekmektedir. Süreç bileşen türü seçim listesinde, ürün reçetesi tanımlama sürecinde bulunan Cihazlar, Araçlar, Malzemeler ve Personel seçimlerine ek olarak Ürünler alanı da yer almaktadır. Ürünler bölümünde yapılan tanımlamalar süreç içinde kullanılabilir bir bileşen olarak seçilebilmektedir.

Süreç Bileşen Türü	Seçiniz
Süreç Bileşeni	<input type="text"/>
Adet	Cihazlar Araçlar Malzemeler Personel Ürünler
Toplam	

Resim 6.55. Süreç Bileşeni Listesi

Yukarıdaki Resim 6.55’de gözüktüğü gibi 5 tür süreç bileşeni içinden eklenecek veriye içeren bileşen seçimi yapılır. Cihazlar, Araçlar, Malzemeler ve Personel bileşen türlerinin tanımlanması, ürün reçetesi sürecinde olduğu şekilde ilerlemektedir. Ürün reçetesi tanımlama sürecinden farklı olarak bu aşamada süreç bileşeni olarak sistemde tanımlanmış olan ürünler seçilebilmektedir. Örneğin daha önceli işlemlerde oluşturduğumuz Salon Sınav Paketi esas olarak Baskı ve Kutulama Süreci içinde oluşturulan bir üründür. Ürün tanımlanmasında ürünün oluşması için gerekli tüm bileşenler seçilmiştir. Örnek olarak tanımlanan sınavda 200 Salon Sınav Paketi kullanıldığını ilişkin örnek veri girişi aşağıdaki Resim 6.56’de gözüktüğü gibi gerçekleştirilmektedir.

Süreç	Dokuman Üretim ve Sonlandırma	x v
Süreç Bileşen Türü	Ürünler	x v
Süreç Bileşeni	Salon Sınav Paketi	x v
Adet	200	

Resim 6.56. Süreç Bileşeni Olarak Ürün Girişi Örneği

Seçilen faaliyete ait tüm süreçlerin işlem adımları tamamlandıktan sonra ilgili faaliyete ait detaylı raporlar elde edilebilir durumuna gelinmiştir. Seçilen faaliyete ilişkin raporlar butonuna basıldığında aşağıdaki Resim 6.57’de gözüktüğü gibi faaliyet raporu elde edilmektedir.

X Kurumu 2022 Yılı Görevde Yükselme Sınavı 09/01/2022 - 30/02/2022			Sınav Hazırlık İş Süreci				
Harcanan Tutar Tüm Faaliyet ₺2.122,00	Araç Sayısı Toplam Kullanılan Araç Sayısı 1	Motorin 2.208 lt * ₺8,00 ₺17,66	Personel (1 adet)	Tüketim 24 saat	Tüketim Tipi 0 kg	Toplam Tutar ₺1.900,00	
Elektrik Tüketimi 290 kw * ₺0,00	Çalışan Personel Sayısı 24 saat * ₺12,50	Benzin 0 lt * ₺0,00	Personel (1 adet)	Tüketim 16 saat	Tüketim Tipi 0 kg	Toplam Tutar ₺1.000,00	
Karbon Salımları		Gaz 0 lt * ₺4,50 ₺0,00	Personel (1 adet)	Tüketim 1.036,8 kw	Tüketim Tipi Elektrik	Toplam Tutar ₺1.296,00	
			Personel (1 adet)	Tüketim 3.392 adet	Tüketim Tipi A4 Kağıt (80 Gr)	Toplam Tutar ₺2.374,40	
				Toplam	Toplam 884,064 kg	Toplam Tutar ₺12.170,40	

Sabit Gider Ortalama Birim Fiyatları
Yakıt Ortalama Birim Fiyatları

Resim 6.57. Faaliyet Raporu Görünümü

Yukarıdaki Resim 6.57’de yer alan 3 resim, faaliyet raporunun yukarıdan aşağı doğru sıralı bileşenlerini göstermektedir. Raporun en üstünde Resim 6.57’de sol üstteki resimde gözüktüğü gibi ilgili faaliyete ilişkin temel verilerin yer aldığı özet sayfası yer almaktadır. Özet sayfasında, faaliyet kapsamında oluşan toplam maliyet, elektrik tüketimi, personel gideri, kullanılan araç sayısı, kullanılan yakıt miktarları ve maliyetleri gibi birçok temel verinin yanında ilgili faaliyet süreci sonunda gerçekleşen toplam karbon salımı miktarı ve bu karbon salımı miktarının işletmeye olan maliyeti gibi işletme karar alıcıları için en temel veriler bu bölümde listelenmektedir.

Rapor ekranında özet bilgilerden sonra Resim 6.57’de üst sağ taraftaki resimde gözüktüğü gibi faaliyeti oluşturan tüm süreçler ve süreç bileşenleri listelenmektedir. Süreci oluşturan bileşenlerin süreç içinde ne kadar kullanıldığı, bu kullanım sonucu oluşan karbon salımı miktarı ve süreç maliyeti sırayla listelenmektedir. Süreç bileşenleri verilerinin toplamı her bir süreç başlığı altında, süreç verilerin toplamı da faaliyet verisi altında gösterilmektedir.

Sınav Hazırlık İş Süreci						
Sıra	Bileşen Türü	Adı	Tüketim	Tüketim Tipi	Karbon Salımı	Toplam Tutar
1	Personel (1 adet)	Personel	24 saat		0 kg	₺1.500,00
2	Personel (1 adet)	Personel	16 saat		0 kg	₺1.000,00
		⋮	⋮		⋮	
5	Cihaz	Dell PowerEdge R710	1.036,8 kw	Elektrik	868,8 kg	₺1.296,00
6	Malzeme	A4 Kağıt (80 Gr)	3.392 adet		15,264 kg	₺2.374,40
Toplam					884,064 kg	₺12.170,40

Resim 6.58. Süreç Bileşenleri Listesi

İşlemler sonucu oluşan karbon salımı miktarının hesaplanması ve hesaplanan karbon salımı miktarının işletmeler için oluşturduğu karbon maliyetinin faaliyet maliyetine eklenmesi, işletmenin faaliyet maliyetini doğru hesaplamasını, buna bağlı olarak da birim ürün fiyatını gerçeğe en yakın değerinde hesaplamasını sağlayacaktır. Birim ürün fiyatının doğru belirlenmesi, işletmenin ürün karlılık oranlarının doğru hesaplanmasını sağlayacak, bu veriler de işletme üretim politikalarını belirleyecektir.

Karbon maliyeti önceki bölümlerde örneklendirildiği gibi işletmeler için ek bir maliyet oluşturmaktadır. Bu maliyet miktarı yüksek karbon salımı gerçekleştiren işletmeler için yüksek ek maliyetler oluşturabilecektir. Küreselleşme ile rekabetin arttığı, ürün başına kar oranlarının düştüğü günümüzde, işletmelerin karbon maliyetlerini doğru yönetememesi işletmelerin faaliyetlerini sürdürülebilirliğini engelleyebilecektir.

Elde edilen faaliyet raporunda karbon salımı miktarlarının süreç ve süreç bileşeni bazlı listeleniyor olması işletmenin karbon salımı miktarını düşürmesi için hangi süreçler üzerinde odaklanması gerektiğinin tespiti için yararlı bir veri oluşturmaktadır. İşletme yönetimi tüm süreçler içinde en yüksek karbon salımı kaynaklarını hızlı bir şekilde tespit edebilecek, kaynağın özelliklerine göre karbon salımı miktarını düşürücü faaliyetlerin hangi işlemlerden başlayacağı kararını kolayca belirleyebilecektir. İşletme faaliyet süreçleri içinde oluşan karbon salımı miktarları sistem içinde kayıt altında olması, zaman içinde elde edilen verilerin karşılaştırılabilmesini sağlayacaktır. Bu sayede hem maliyet karşılaştırmaları hem de karbon salımı miktarları karşılaştırmaları sistem üzerinden gerçekleştirilebilecektir.

Raporun son bölümünde Resim 6.57'deki altta yer alan resimde görüldüğü gibi faaliyet süreci içinde kullanılan sabit gider kalemlerinin zaman bazlı maliyetleri listelenmektedir. Sabit gider kalemleri sisteme tarih bazlı kayıt edilmektedir. Süreç içinde

sabit gider kalemleri birim maliyetlerinde fiyat farklılıkları olabilmektedir. Gerçekleştirilen faaliyetin gerçekleştiği zaman aralığındaki gerçek maliyetinin hesaplanabilmesi için kullanılan sabit gider kalemlerin de kullanıldığı zaman dilimi içindeki fiyatları üzerinden hesaplanması gerekmektedir. Örneğin elektriğin birim fiyatına süreç içinde politika değişimleri veya gelen zamlar nedeniyle değişmiş olabilir. Sistem bu tarz değişikliklerin gerçekleştiği zamana kadar kullanılan miktarı, o anki birim fiyat üzerinden hesaplamaktadır. Örneğin bir faaliyet sürecinde kullanılan 100 kWsa elektriğin 40 kWsa'lık kısmı elektrik birim kWsa fiyatı 1 TL iken, kalan 60 kWsa'lık kısmı ise zam gelmesi nedeniyle elektrik birim kWsa 1.25 TL olduğu zamanda kullanılmış olabilir. Sistem gerçekleşen işlemin gerçekleştiği tarihte oluşturduğu maliyeti hesaplayarak raporlandırmaktadır. Aşağıdaki Resim 6.59'da elektrik kullanımına ilişkin örnek bir gösterim yer almaktadır.

Sabit Gider Ortalama Birim Fiyatları		
Elektrik Gideri		
Tarih Aralığı	İşleyen Gün	Birim Fiyat
12/08/2020 - 31/08/2020	18	₺5,60
31/08/2020 - 01/11/2020	61	₺5,60
Ortamala		₺5,60
Su Gideri		
Tarih Aralığı	İşleyen Gün	Birim Fiyat
12/08/2020 - 31/08/2020	18	₺2,45
31/08/2020 - 01/11/2020	61	₺2,45

Resim 6.59. Sabit Giderlerin Faaliyet Süreci İçindeki Maliyeti

Benzer bir hesaplama işlemi araçların kullandığı yakıt maliyetlerinin hesaplanması içinde kullanılmaktadır. Aracın kullanıldığı zaman periyodu içinde birim yakıt maliyeti ne kadar ise toplam yakıt maliyeti bu birim maliyet değeri üzerinden hesaplanmaktadır. Böylece faaliyet maliyeti, faaliyetin gerçekleştiği zaman dilimi içinde oluşan gerçek maliyet verileri üzerinden hesaplanması sağlanmaktadır. Her bir faaliyet sürecinin sistem üzerinden hesaplanarak kayıt altına alınması, zaman içinde gerçekleşen benzer faaliyetlerin verilerinin karşılaştırılabilmesini de sağlamaktadır. Yakıt giderleri üzerinden örneklendirecek olursak örneğin bir işletmenin İstanbul'da bulunan fabrikasından, Ankara'da bulunan şubesine olan haftalık mal sevkiyatı haftalık faaliyet olarak kayıt altına alınıp, yıl içindeki faaliyet maliyetleri karşılaştırılarak faaliyet maliyetlerindeki değişimler analiz edilebilmektedir. Böylece işletme fiyat politikasını doğru

belirleyebilmekte, gelecek dönemlerde oluşabilecek maliyetleri ön görebilmekte ve iş süreçlerini planlayabilmektedir.

Yakıt Ortalama Birim Fiyatları		
Dizel		
Tarih Aralığı	İşleyen Gün	Birim Fiyat
12/08/2020 - 31/08/2020	18	5,93
31/08/2020 - 01/01/2021	122	5,93
	Ortamala	5,93
Benzin		
Tarih Aralığı	İşleyen Gün	Birim Fiyat
12/08/2020 - 31/08/2020	18	5,98
31/08/2020 - 01/01/2021	122	5,98

Resim 6.60. Yakıt Giderlerinin Faaliyet Süreci İçindeki Maliyeti

6.2.2.5.2. Raporlar



Resim 6.61. Raporlar menüsü Görünümü

Raporlar bölümü işletme faaliyetleri verilerinin toplu olarak alınabildiği bölümdür. Seçilen zaman dilimi içinde gerçekleşen işletme faaliyet süreci verileri listelenmekte, excel dosyası olarak bilgisayara indirilebilmektedir. Karbon Salınımı Raporu seçilen zaman diliminde gerçekleşen faaliyetleri, faaliyetlerde oluşan karbon salımı miktarını ve tüm faaliyetlerde oluşan toplam karbon salımı miktarını listelemektedir. Bu rapor ile işletme hem yıl içinde gerçekleştirdiği karbon salımı kotasını takip edebilmekte, hem de yasal düzenlemeler sonucu yetkili organlara vermesi gereken karbon raporunu için verileri sağlamaktadır. Benzer şekilde işletme yönetimi için gerekli olan raporlar sistem üzerinde alınabilmektedir.

6.2.3. CoZeroTracker Yazılımı Sınav Süreci Uygulaması

İşletme faaliyetleri sürecinde Kapsam-1, Kapsam-2, ve Kapsam-3 içinde gerçekleşen karbon salımı hesaplanmasının ve oluşan karbon salımı miktarının işletme maliyetleri üzerindeki etkisinin gösterilmesi için örnek bir uygulama yapılacaktır. Uygulama senaryosunda örnek bir sınav süreci faaliyet olarak CoZeroTracker programı üzerinde tanımlanacak ve faaliyet sürecinde oluşan karbon salımı miktarı ve karbon maliyeti hesaplanacaktır. Elde edilen karbon salımı maliyeti, faaliyet maliyetine eklenerek sınavın gerçek maliyeti hesaplanması sağlanacaktır.

Sınav süreci önceki bölümlerde açıklandığı gibi temel olarak sınavın tanımlanmasından başlayan, sınav sonuçlarının hesaplanması ve yayınlanması aşamasına kadar geçen bir iş sürecini kapsamaktadır. Karbon salımı açısından ise faaliyetin kapsamı, Kapsam-3 içinde gerçekleşen karbon salımı kaynaklarından dolayı çok daha geniş bir zaman dilimini kapsamaktadır. Kapsam-1, Kapsam-2 ve Kapsam-3 dâhilinde oluşan karbon salımı miktarının gösterilebilmesi için, örnek uygulamada bu kapsamlarda oluşan karbon kaynaklarına yer verilecektir. Böylece işletmelerin, ileri süreçte yasal bir zorunluluk olarak takip etmesi gerekeceği karbon salımı sürecini ve karbon salımı kaynaklarını daha iyi anlamasının sağlanması hedeflenmektedir.

Kapsam-3 birçok kişi tarafından bilinmeyen fakat birçok sektörde işletmelerin gerçekleştirdiği karbon salımı miktarı içinde büyük bir paya sahip olan karbon salımı kaynaklarını kapsamaktadır. Kapsam-3'ün daha iyi anlaşılabilmesi için sınav faaliyeti, daha önceki "faaliyetler" bölümünde de bahsedildiği gibi, Geri Dönüşüm sürecini de içerecek şekilde 6 alt sürece (Sınav Hazırlık, Soru Hazırlama, Doküman Üretim ve Sonlandırma, Lojistik & Sınav Yapılması, Değerlendirme ve Geri Dönüşüm) bölünmüştür. Süreçler içinde birçok işlem gerçekleştirilmektedir. Uygulamanın amacının sınav sürecinde gerçekleştirilen işlemlerin detaylı analizi olmadığı için süreç içinde gerçekleşen temel işlemlerden bahsedilecektir.

Faaliyet süreçlerine açıklamadan önce bu iş süreçleri içinde oluşan karbon salımı kaynaklarının hesaplanmasına ilişkin temel açıklamalar yapılacak, örnekler verilecektir. Örnek uygulamamızı yapabilmek için öncelikle bu süreç içinde yer alan karbon kaynaklarının ve bu kaynakların oluşturacağı karbon salımı miktarlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Örnek uygulama içinde yer alan Kapsam-1 ve Kapsam-2 dâhilinde oluşan karbon salımı miktarının hesaplanması için temel alınacak fosil yakıt ve elektrik enerjisi kaynaklı

karbon salımı miktarları önceki bölümlerde verilmişti. Örnek uygulama kapsamında kullanılacak veriler aşağıdaki Tablo 6.9 ve Tablo 6.10'da özetlenmiştir. Tablo 6.9 ve Tablo 6.10'da yer verilen veriler ve aşağıdaki süreçlerde kullanılacak olan birim karbon salımı verileri daha önceki bölümlerde açıklandığı üzere yapılan bazı çalışmalardan elde edilmiş olan, asıl olarak üretim tekniği, üründe kullanılan malzemenin türü, üretimde kullanılan enerji kaynağının türü, üretim yapılan coğrafya gibi birçok değişkene bağlı olarak değişkenlik gösterebilecek verilerdir. Çalışma kapsamında hesaplamalarda kullanılan veriler birçok çalışma içindeki verilerin karşılaştırılması sonucunda ortalama değere sahip olan kaynaklardan alınmış verileri içermektedir. Gerçekleştirilen çalışma örnek bir faaliyet sürecindeki karbon maliyetinin faaliyet tabanlı maliyetlendirme sürecini kapsamaktadır. İşletme tarafından gerçekleştirilecek gerçek bir iş sürecinde tüm temel veriler temin edildiği kaynak üzerinden elde edilerek sisteme girilmeli ve hesaplamalar bu veriler üzerinden gerçekleştirilmelidir.

Tablo 6.9. Sınav Faaliyeti Kapsam-1 Grubu İçinde Yer Alan Karbon Salım Kaynakları

Kaynak	Tür	Birim	CO ₂ Salımı Miktarı (kg)
Fosil Yakıt	Dizel	L	2,64
Fosil Yakıt	Benzin	L	2,392
Fosil Yakıt	LPG	L	1,665

Tablo 6.10. Sınav Faaliyeti Kapsam-2 Grubu İçinde Yer Alan Karbon Salım Kaynakları

Kaynak	Tür	Birim	CO ₂ Salımı Miktarı (kg)
Kömür Santrali Elektrik Kullanımı	Elektrik	kWsa	0,9
Güneş Santrali Elektrik Kullanımı	Elektrik	kWsa	0,15

Sınav sürecinde Kapsam-3 içinde gerçekleşen karbon salımı kaynakları ham madde, lojistik, geri dönüşüm süreçlerinden oluşmaktadır. İş süreçlerinde en çok kullanılan ham madde sınav evrakının basıldığı kâğıt, evrakın muhafaza edilmesi için kullanılan poşet, kutu ve kilit gibi plastik ürünlerden oluşmaktadır.

Fosil yakıtlardan oluşturulan plastiğin üretim sürecinde gerçekleştirdiği karbon salımı miktarı, plastiğin türüne bağlı olarak değişmekle birlikte 1,7 ile 3,5 kg arasında değişmektedir.(gaia, 2021) İşlenmiş plastiğin (LDPE veya PET, polietilen) karbon ayak izi, bir kg plastik için yaklaşık 6 kg CO₂'dir. (Juerg) Plastik bir poşetin ağırlığı, büyüklüğü

ve kalınlığına göre karbon salımı miktarı değişmektedir. Ortalaması 32,5 gr. olan bir poşet 200 gr. karbondioksit salımı gerçekleştirmektedir.(T. f. Change)

Sınav evrakını taşınacağı plastik kutuların kapağı ile birlikte ortalama ağırlığının 600 gr. olduğu ve bir plastik kutunun 20 sınav kullanıldığı varsayılırsa;

$$\begin{aligned} \text{Bir Kutunun Sınav Başı} \\ \text{Oluşturacağı Karbon} \\ \text{Salımı} &= \frac{\left[\begin{array}{c} 0,6 \text{ kg} \\ \text{(Kutu} \\ \text{Ağırlığı)} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} 6 \text{ kg} \\ \text{(1 kg} \\ \text{Plastik CO}_2 \\ \text{Salımı)} \end{array} \right]}{\left[\begin{array}{c} 20 \\ \text{(Kutu Kullanım Ömrü)} \end{array} \right]} \\ &= 0,18 \text{ kg CO}_2 \text{ eşdeğeri} \end{aligned}$$

olarak elde edilmektedir.

Sınav evrakı kutuları güvenlik gerekçesi ile plastik güvenlik kilitleri ile kilitlenmektedir. Şerit şeklindeki plastik kilidin bir ucunda kilitli bir kanal mevcuttur. Diğer ucu ise şerit şeklindedir. Şerit şeklindeki uç halka oluşturacak şekilde kilitli kanal içinden geçerek kilitlenme işlemi gerçekleştirilmektedir. Kilitler kesilerek açılmakta, bir daha kullanılamamaktadır. Ortalama ağırlığı 10 gr. olan bir plastik güvenlik kilidinin oluşturacağı karbon salımı;

$$\begin{aligned} \text{1 Adet Plastik Güvenlik} \\ \text{Kilidi Karbon Salımı} &= \left[\begin{array}{c} 0,01 \text{ kg} \\ \text{Kilit} \\ \text{Ağırlığı} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} 6 \text{ kg} \\ \text{(1 kg Plastik} \\ \text{CO}_2 \text{ Salımı)} \end{array} \right] \\ &= 0,06 \text{ kg CO}_2 \text{ eşdeğeri} \end{aligned}$$

olarak elde edilmektedir.

Sınav evrakının sınav paketi içinde dağılmadan durabilmesinin sağlanması için paket lastikleri ile sarılmaktadır. Her sınav paketi için 2 adet paket lastiği kullanılmaktadır. Paket lastikleri sınav süreci kopabilmekte veya tahrip edilebilmektedir. Bu nedenle bir paket lastiğinin tekrar kullanılma oranı %80 olarak baz alınabilir. Ortalama ağırlığı 5 gr. olan bir plastik paket lastiğinin oluşturacağı karbon salımı;

$$\begin{aligned}
1 \text{ Adet Plastik Paket} \\
\text{Karbon Salımı} &= \begin{bmatrix} 0,005 \text{ kg} \\ \text{Lastik} \\ \text{Ağırlığı} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 6 \text{ kg} \\ (1 \text{ kg Plastik} \\ \text{CO}_2 \text{ Salımı}) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,8 \\ (\text{Kullanım} \\ \text{Ömrü}) \end{bmatrix} \\
&= 0,024 \text{ kg CO}_2 \text{ eşdeğeri}
\end{aligned}$$

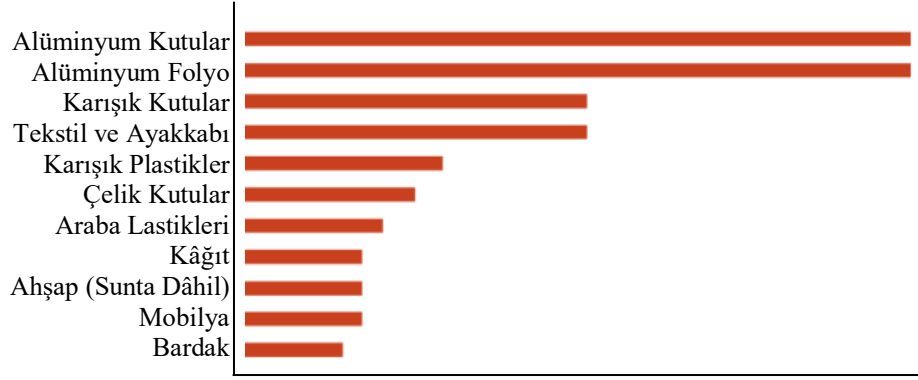
olarak elde edilmektedir.

Plastikler fosil yakıtlarının dönüşümü ile oluşturulmuş, genellikle %80 karbon içeren malzemedir. İçeriğinde yüksek miktarda karbon içermesinden dolayı yakılması durumunda doğaya yüksek miktarda karbon salımı açığa çıkarır. 1 kg plastiğin yakılması, oksitlenen karbon kütlelerinin stokiometrik oranıyla 2,9 kg CO₂ eşdeğeri karbon salımına neden olmaktadır. (Deviatkin & Grönman, 2021)

Plastiğin yanması sonucu doğaya salınan karbon miktarı nerdeyse kendi kütlelerinin 3 katına yakındır. Plastikte olduğu gibi her malzemenin gireceği tepkime sonucu oluşturacağı çıktılar ve bu çıktıların miktarları, malzemenin ve gerçekleşen kimyasal işlemin türüne göre değişmektedir.

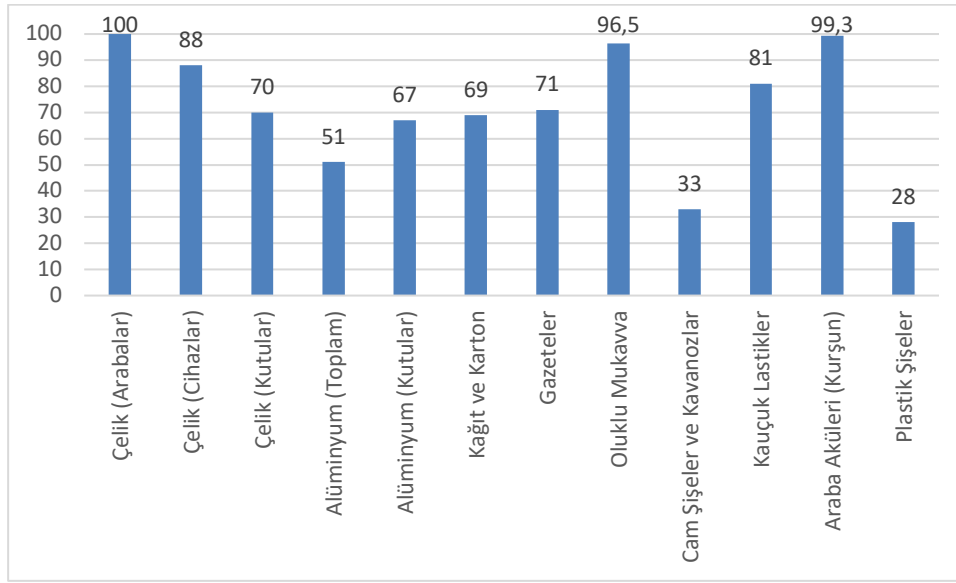
Yanma sonucu birçok malzemenin kimyasal yapısı değişmekte, hem doğa için daha zararlı yapılar haline gelmekte, hem de oluşturduğu sera gazları ile atmosferimizi kirletmektedir. Oysa bu malzemelerin birçoğu geri dönüştürülerek yeniden kullanılabilir duruma getirilebilmektedir. Sürdürülebilir kalkınma, yaşanabilir bir gelecek için oluşturulan projelerin temelini kullanılan ürünlerin geri dönüştürülmesi ile yeniden ekonomiye, kullanıma kazandırılması, artık miktarının minimize edilmesini sağlayacaktır. Malzemelerin yapı özelliklerine bağlı olarak geri dönüştürme oranları değişmektedir. Günümüz teknolojileri ile geri dönüşüm oranı en yüksek olan materyal alüminyum'dur. Örneğin tek bir alüminyum kutu geri dönüşümü sayesinde, yepyeni bir alüminyum kutu yapmak için gereken enerjiden yaklaşık yüzde 95 kadar daha az bir enerji harcanır.(Swan, 2022) Önceki bölümlerde Apple firmasının karbon salımı miktarını sıfırlamak için gerçekleştirdiği çalışmalardan bahsetmiştik. Firma bu doğrultuda paketleme sürecinde kullandığı malzemeler içindeki plastik kullanımını mevcut durumda %95 oranında düşürdüğünü, 2025 yılında ise sıfırlamayı hedeflemiştir. Benzer şekilde başta bilgisayar kasalarında olmak üzere ürünleri içindeki alüminyum kullanım oranını artırarak, ürünlerinin geri dönüşüm oranlarını artırmaktadır.

Aşağıdaki Grafik 6.1'de bazı malzemelerin geri dönüşüm oranları gösterilmektedir.



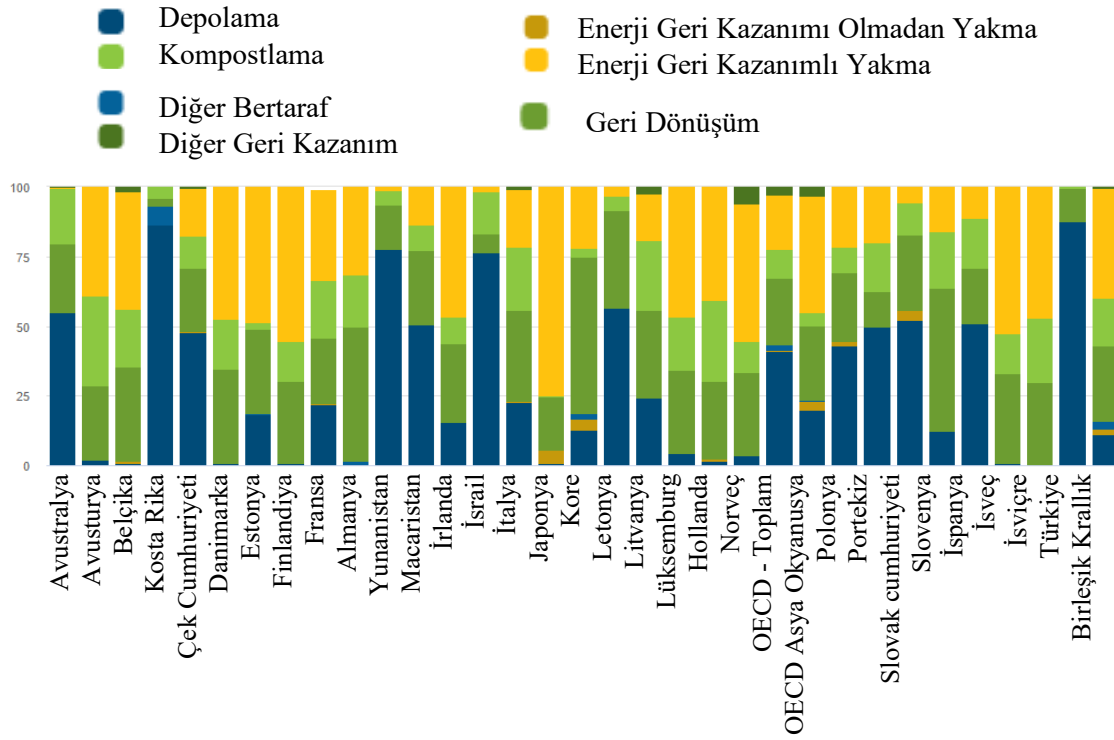
Grafik 6.1. Metaryallerin Geri Dönüşüm Miktarları (Swan, 2022)

Amerika’da geri dönüştürülen ürünlerin miktarına ilişkin yapılan bir çalışmada aşağıdaki Grafik 6.2’de sonuçlar elde edilmiştir.



Grafik 6.2. 2021 Yıllı ABD’de Gerçekleştirilen Ürün Geri Dönüşüm Oranları (Woodford, 2021)

OECD ülkelerinde ise 2019 yılında atıklara yönelik yapılan işlemlerin yüzdeleri dilimli olarak dağılımı aşağıdaki Grafik 6.3’deki gibidir. Koyu mavi olarak gözüken “Depolama” işlemi atıkların hiçbir işlem yapılmadan biriktirilmesini göstermektedir.



Grafik 6.3. 2019 Yılında OECD Ülkelerinde Yerel Yönetimler Tarafından Toplanan Atıkların İşlenme Oranları (OECD, 2021)

Yukarıdaki Grafik 6.3’de gösterilen veriler aşağıda Tablo 6.11’de listelenmiştir.

Tablo 6.11. 2019 Yılına Ait OECD Ülkelerinde Atık Geri Dönüşüm Oranları(OECD, 2021)

Ülke/Birlik	Depolama (%)	Enerji Geri Kazanımı Olmadan Yakma (%)	Diğer Bertaraf (%)	Geri Dönüşüm (%)	Kompostlama (%)	Enerji Geri Kazanımlı Yakma (%)
Avustralya	55,032			24,573	19,833	0,562
Avusturya	2,051			26,475	32,563	38,911
Belçika	0,926	0,53	0	34,122	20,557	42,301
Kosta Rika	86,458		6,738	2,961	3,772	0,015
Çek Cumhuriyeti	47,939	0,085		22,838	11,694	16,87
Danimarka	0,918	0	0,017	33,545	17,973	47,547
Estonya	18,147	0	0,418	30,299	2,68	48,374
Finlandiya	0,773	0,022	0,177	29,323	14,14	55,564
Fransa	21,971	0,177	0	23,64	20,693	32,898
Almanya	0,216	0,356	1,2	47,999	18,655	31,574
Yunanistan	77,652	0		15,994	5,034	1,32
Macaristan	50,594	0		26,51	9,312	13,585

Tablo 6.12. (Devamı) OECD Ülkelerinde Atık Geri Dönüşüm Oranları (OECD, 2021)

Ülke/Birlik	Depolama (%)	Enerji Geri Kazanımı Olmadan Yakma (%)	Diğer Bertaraf (%)	Geri Dönüşüm (%)	Kompostlama (%)	Enerji Geri Kazanımlı Yakma (%)
İrlanda	15,528	0,009	0	28,237	9,714	46,513
İsrail	76,45			6,841	15,054	1,655
İtalya	22,541	0,639		32,46	22,914	20,489
Japonya	0,927	4,657		19,188	0,377	74,85
Kore	12,657	3,998	1,886	56,523	3,195	21,742
Letonya	56,4			35,419	4,866	3,317
Litvanya	24,493	0,001	0	31,271	25,234	16,774
Lüksemburg	4,4	0	0	29,698	19,234	46,67
Hollanda	1,408	1,079		27,72	29,173	40,62
Norveç	3,709	0	0	29,909	10,95	49,462
Polonya	43,027	1,4		25,03	9,043	21,5
Portekiz	49,837	0	0	12,782	17,568	19,814
Slovak Cumhuriyeti	52,192	3,724	0	26,864	11,748	5,467
Slovenya	12,401	0,073	0	51,47	20,268	15,692
İspanya	51,052	0	0	19,671	18,293	10,984
İsveç	0,75	0	0	32,463	14,159	52,629
İsviçre	0	0	0	29,89	23,112	46,998
Türkiye	87,67	0	0,002	11,947	0,382	0
Birleşik Krallık	11,201	2,031	2,733	26,921	17,407	39,321
OECD - Toplam	40,94	0,585	1,934	24,002	10,36	19,504
OECD Asya Okyanusya	19,93	3,24	0,45	26,66	4,54	42,02

Yukarıdaki Grafik 6.3, Tablo 6.11 ve Tablo 6.12'deki verilerden de gözükeceği üzere, maalesef Türkiye'de oluşan atıkların 87,67'lik kısmı hiçbir işleme tabi tutulmadan biriktirildiği gözükmektedir. Bu oran ile Türkiye OECD ülkeleri arasında ilk sırada yer almaktadır. Geri dönüştürülen atık oranı ise sadece %11,9'dur. 2017 yılında başlatılan Sıfır Atık Projesi Türkiye'deki tüm resmi ve özel kurumlara kapsayacak şekilde giderek genişlemektedir. Sıfır Atık Projesi'ne ek olarak, birçok yerel yönetimin atık bertaraf tesisleri kurması, özel sektörün de atıkları işleme yönünde projelere giderek daha fazla yatırım yapması ile Türkiye'deki geri dönüşüm oranını, Türkiye toplam kurulu gücü içindeki yenilenebilir enerji oranındaki hızlı artışta yakalanan başarıda olduğu gibi, büyük bir hızla artıracaktır. Toplumun daha fazla bilinçlenmesi bu alanda gerçekleştirilen

çalışmaların daha hızlı başarıya ulaşmasını sağlayacaktır. Karbon salımının azaltılması konusundaki bilinçlenme doğrudan atıkların geri dönüştürülmesi yönünde bilinçlenmeyi de artıracaktır.

Sınav süreci sonunda oluşan ürünün büyük çoğunluğu kâğıt ve plastikten oluşmakta ve bu ürünler geri dönüşüm sürecinde kullanılabilir. Aday soru kitapçığı, aday cevap anahtarı gibi bazı sınav evrakının sınavdan sonra yasal olarak belli bir süre bekletilmesi gerekmektedir. Yasal süresi tamamlanan veya doğrudan imha edilebilecek sınav evrakının geri dönüşüm sürecine gönderilmesi ile işletme hem doğrudan ek gelir elde edecek hem de geri dönüşüm süreci nedeniyle sağlayacağı karbon salımı azaltımı işletmenin gerçekleştirdiği toplam karbon salımı miktarını düşürücü yönde katkı sağlayacaktır. Aynı zamanda sürdürülebilir ekonomiye katkı sağlanmış olacaktır.

Sınav sürecinde en çok kullanılan ham madde sınav evrakının basıldığı kâğıttır. Avrupa Kağıt Endüstrileri Konfederasyonu (Confederation of European Paper Industries - EPI) bir sayfa A4 sayfasının oluşturduğu karbon ayak izini 4,64 gr. - 4,29 gr. değerleri arasında hesaplamıştır.(Dias & Arroja, 2012) Önceki bölümlerde örneklendirildiği gibi üretim sürecinde kullanılan ham maddenin türü, ham maddenin işletmeye getirilme sürecinde oluşan karbon salımı, üretim sürecinde kullanılan enerjinin üretim kaynağı gibi birçok faktör elde edilen ürünün birim karbon salımı değerini etkilemektedir. Çalışma kapsamında ortalama olarak birim 80 Gr A4 kâğıt karbon ayak izi değeri 4,46 gr., 110 Gr A4 kâğıt karbon ayak izi değeri ise 6,9 gr. olarak hesaplamalara katılacaktır.

Sınav evrakı baskı sürecinde kullanılan makinelerin elektrik ve mürekkep tüketimi diğer bir karbon salımı kaynağını oluşturmaktadır. Lazer teknoloji kullanılan yazıcılar baskı sürecinde öncelikli olarak baskı yüzeyini ısıtmaktadır. İnkjet baskı teknolojisi ise boyayı kâğıt üzerine püskürtme veya yer çekimi ile düşürme şeklinde çalışmaktadır. Yapılan bir çalışmada yazıcının türüne ve kullanım düzenine bağlı olarak İnkjet teknolojisinin lazer teknolojisinden %90'a kadar daha fazla enerji verimli olabileceğini göstermiştir. (The Recycler, 2022)

Baskı sürecinde kullanılan mürekkebin 1 kilogramının yaşanan döngüsü içinde oluşturduğu karbon salımı miktarı aşağıdaki Tablo 6.13'de gösterilmektedir.

Tablo 6.13. Yazıcı Mürekkebinin Oluşturduğu Karbon Salımının Kapsam Bazlı Miktarı (gr CO₂) ve Yüzdesele Dağılımı ((EuPIA), 2020)

	İşlenmemiş İçerikler (Kapsam-3)	Enerji Kullanımı (Kapsam-2)	Paketleme (Kapsam-1)	Toplam0 (Yaşam Süreci)
Karbon Salımı (gr)	3.074,6	119,6	70,2	3.264,4
Yüzdesele Oran	% 94,2	% 3,7	% 2,2	% 100

Ortalama olarak bir kartuş normal doluluk oranlarında 2.500-3.000 sayfa baskı alabilmektedir. Sınav evrakı içinde resim içeren evrak olabildiği için doluluk oranı normal baskı evrakına göre 3 kat daha dolu olabilmektedir. Bu nedenle çalışma kapsamında ortalama bir kartuşun basacağı sınav evrakı sayısı 1.000 sayfa olarak alınacaktır. Her yazıcı üzerinden kaç adet kâğıt bastığı, kartuş değişim zamanları gibi verilere erişilebilmektedir. İş tipine göre kartuş başı üretim miktarı sistem verileri üzerinden elde edilip sisteme aktarılabilir. 1.000 adet baskı sürecinde 3.264,4 gr. karbon salımı oluştuğuna göre bir A4 evrakı basımı sürecinde 3,264 gr. karbon salımı gerçekleşecektir.

Kapsam-3 içinde değerlendirilen karbon salımı kaynaklarından biri de iş süreçlerinin gerçekleştirilmesi sürecinde kullanılan makine ve teçhizat ediniminden kaynaklanan karbon salımı miktarıdır. Örnek olarak 2 işlemcili (Intel Xeon), 12GB of RAM'li Dell PowerEdge R710 sunucunun karbon ayak izi firma tarafından yapılan hesaplamalarda 6.360 kg CO₂ eşdeğeri olarak bulunmuştur.(Stutz, 2011) Firma yaptığı hesaplamada oluşan bu salımın yüzde 90'ından fazlasının kullanım sürecinde gerçekleşen karbon salımı nedeniyle oluştuğunu hesaplamıştır.

Sunucu hızların ve kapasitelerin teknolojideki gelişmeler nedeniyle her geçen sene yeni çıkan yeni sunucuların gerisinde kalması, zaman geçtikçe bakım maliyetlerinin artması gibi nedenlerden dolayı sunucuların kullanım ömrü ortalama 4 yıl olarak hesaplanmaktadır. Seçilen sunucu boş iş yükünde çalıştığında 148W ve tam iş yükünde (işlemsel, CPU yüklemesi %100) 285W enerji tüketimi yapmaktadır.(Stutz, 2011)

Ortalama olarak 216W güç kullanımı üzerinden işlem gerçekleştirilebilir. Sunucunun 4 yıl boyunca günde 24 saat ve haftada 7 gün çalıştığı varsayıldığında;

$$\begin{aligned} \text{Saat Başı Sunucu Karbon Salımı Miktarı} &= \frac{6.360 \text{ kg CO}_2}{(365 \text{ gün} \times 24 \text{ saat}) \times (4 \text{ yıl})} \\ &= \frac{6.360 \text{ kg CO}_2}{35.040 \text{ saat}} = 0,181 \text{ kg CO}_2/\text{saat} \end{aligned}$$

olarak elde edilmektedir.

2019 yılında işletme yerinde çalıştırılan sunucular ile bulut tabanlı çalıştırılan sunucuların gerçekleştirdikleri karbon salımı miktarının hesaplanmasına ilişkin yapılan bir çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıdaki Tablo 6.14’de yer almaktadır.

Tablo 6.14. Sunucuların Enerji Kaynağına Bağlı Gerçekleştirdiği Karbon Salımı Miktarı (Kalle, 2020)

Enerji kaynağı	Yıllık CO ₂ e Salımı Miktarı (kg)
%100 yenilenebilir Enerji Kaynağı Kullanan Bulut Sunucu	160
Yenilenebilir Enerji Kaynağı Kullanmayan Bulut Sunucu	458
%100 Yenilenebilir Enerji Kaynağı Kullanan Şirket İçi veya Veri Merkezi Sunucusu	320
Yenilenebilir Enerji Kaynağı Kullanmayan Şirket İçi veya Veri Merkezi Sunucusu	916

Hesaplama İskandinav enerji emisyon faktörü olarak 0,33852 CO₂e / kWsa değeri kullanılmıştır. Raporda görüleceği üzere yerelde barındırılan sunucular daha fazla karbon salımı ortaya çıkarmaktadır. Bunun temel nedeni bulut sistemlerde makine kaynaklarının sunucu havuzu içindeki kaynakların paylaşımı ile elde edilmesi ve sistemlerin, ısı yalıtımı, enerji verimliliği konularında optimize yapılar olarak kurulmasıdır. Global düzeyde hizmet veren bazı bulut sistem hizmet sağlayıcıların enerji kullanım kaynakları hakkında aşağıdaki bilgi vermiştir.(Kalle, 2020)

- Google Cloud – %100 yenilenebilir enerji
- Microsoft Azure – %100 yenilenebilir enerji
- Amazon AWS – ABD Batı (Oregon), Avrupa (Frankfurt), Avrupa (İrlanda), GovCloud (ABD-Batı), Kanada (Merkez) dışındaki tüm konumlar için yenilenebilir olmayan enerji
- Oracle – Birleşik Krallık dışında yenilenebilir olmayan enerji
- IBM – yenilenebilir olmayan enerji
- Alibaba – yenilenebilir olmayan enerji

Kurumların küresel ekonomik düzende birbiri ile rekabet edebilmesi için maliyetlerini minimum seviyede tutması gerekmektedir. Bu nedenle yukarıdaki listede olduğu gibi birçok kurum yüksek enerji maliyetlerinden kaçabilmek için yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapmaktadır. Yukarıdaki listede yer alan yenilenebilir enerji kaynağı kullanmayan birçok kurum çalışmanın üzerinden geçen süreçte enerji dönüşümü

sürecini tamamlamış bile olabilir. Bulut sistem hizmeti veren birçok kurum yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırımın yanında sunucuların soğutulması sürecinde oluşan yüksek enerji maliyetlerinden kaçınmak için veri merkezlerini soğuk iklim koşullarına sahip bölgelere kurmaktadır. Böylece doğanın soğutma enerjisi yardımı ile enerji maliyetlerini düşürmektedir.

Sınav sürecinde gerçekleşen operasyonlar bir tanesi de sınav evrakı ve sınav görevlileri lojistik süreçleridir. Sınav evrakı lojistik süreci, sınav evrakının sınav merkezi ile sınav binaları arasındaki lojistik sürecini, sınav görevlisi lojistik süreci ise sınav görevlilerinin sınav merkezlerine ulaşım süreçlerini kapsamaktadır. Bireysel olarak bir yere erişim sürecinde oluşturduğumu karbon salımı miktarının hesaplanmasına yönelik yapılan bir çalışmada elde edilen veriler aşağıda Tablo 6.15’de yer almaktadır.

Tablo 6.15. Ulaşım Araçları Kullanımında Neden Olunan Kişisel Karbon Salımı Miktarı (<https://www.co2everything.com/>)

Ulaşım Aracı	10km Mesafede Oluşan CO ₂ Emisyonu Miktarı (kg)
Binek Araç	1,97
Uçak (yolcu başına)	1,46
Motosiklet	1,13
Otobüs	1,03
Tren	0,37
Bisiklet	0

Günlük olarak tüketilen yiyecek ve içeceklerden bazılarının karbon ayak izleri Kişisel Karbon Ayak İzi bölümünde Tablo 2.1’de yer almaktadır. Bu verilere ek olarak personel yemekhanesi menüsünde yer alabilecek yiyecek ve içecekler nedeniyle neden olunacak karbon salımı miktarlarını aşağıdaki Tablo 6.16’de verilmektedir.

Tablo 6.16. Bazı Yiyecek ve İçeceklerin Neden Olduğu Karbon Salımı Miktarı (<https://www.co2everything.com/>)

Yiyecek & İçecek	Miktar	CO ₂ Emisyonu Miktarı (kg)	Yiyecek & İçecek	Miktar	CO ₂ Emisyonu Miktarı (kg)
Bir Domates	1 Adet (150 gr.)	0,32	Gazlı İçecek	1 Teneke (330ml)	0,17
Bir Muz	1 Adet	0,11	Peynir	Bir porsiyon (100 gr)	2,79
Bir Elma	1 Adet	0,06	Tavuk	Bir porsiyon (100 gr)	1,82
Bir portakal	1 Adet	0,05	Balık	Bir porsiyon (100g)	1,34
Bir fincan Kahve	15 gr.	0,40	Yumurta	2 Küçük (100g)	0,53
Süt	Bir bardak (250ml)	0,80	Patates	Bir (100 gram)	0,05

Yapılan bir çalışmada bir kg ekmeğin üretimi sürecinde oluşan karbon salımı miktarı 460 gr olarak hesaplanmıştır.(Brankatschk & Finkbeiner, 2017) Bir çalışan için hazırlanan yumurta, peynir, süt, elma ve 300 gr. ekmekten oluşan bir sabah kahvaltısı nedeniyle gerçekleştirilen karbon salımı miktarı yaklaşık olarak 5,5 kg değerindedir. Öğle yemeğinde verilebilecek tavuk, muz, gazlı içecek ve ekmekten oluşan bir menünün oluşturacağı karbon salımı miktarı ise 1,7 kg değerindedir. Yiyeceklerin yerli veya ithal olmasına göre neden olunan karbon salımı miktarında değişiklikler göstermektedir. Örneğin ithal bir kg muzun oluşturduğu karbon salımı miktarı, muzun ithal edildiği ülke ve nakliye süreçlerine bağlı olarak 0,45 ile 1,04 kg arasında değişmektedir. (Iriarte, Almeida, & Villalobos, 2014) Ülkemizin ekvator bölgesine uzaklığı nedeniyle ithal bir muzun ülkemizde tüketimi tahmini olarak kg başına 1 kg karbon salımı oluşturacağı düşünülrse, bu değer yerli bir muzun iki katı olacaktır. Karbon salımı ile mücadelede yediğimiz yiyeceklerin bile öneminin olduğu unutulmamalıdır.

Sınav organizasyon sürecinde kullanılan malzemelerin oluşturduğu karbon salımı miktarları aşağıdaki Tablo 6.17’de özetlenmiştir.

Tablo 6.17. Sınav Faaliyetinde Kapsam 3 Grubu İçinde Yer Alan Karbon Salım Kaynakları

Kaynak	Tür	Birim	Birim Ağırlığı (kg)	Oluşan CO ₂ Salımı Miktarı (kg)
Kâğıt (80 Gr)	Kâğıt	1 adet A4	0,00499	0,0045
Kâğıt (110 Gr)	Kâğıt	1 adet A4	0,00686	0,0069
Plastik Poşet	Plastik	1 kg	1	6
Mürekkep	Boya	1 adet A4		0,003264
Baskılı Poşet	Plastik	1 adet	0,0325	0,2
Kutu	Plastik	1 adet	0,6	0,18
Güvenlik Kilidi	Plastik	1 adet	0,01	0,06
Paket Lastiği	Plastik	1 adet	0,005	0,024

Sınav sürecinde oluşan karbon salımı miktarının ve karbon maliyetinin hesaplanabilmesi, karbon salımı maliyetinin faaliyet maliyetleri içindeki yerinin gösterilebilmesi için “Faaliyetler” bölümünde sisteme girilen X Kurumu 2022 Yılı Görevde Yükselme Sınavı senaryolaştırılacak ve Tablo 6.17’deki veriler üzerinden hesaplanacaktır.

X Kurumu 2022 Yılı Görevde Yükselme Sınavı süreci 10/01/2022-18/02/2022 tarihleri arasında gerçekleştirilen bir dönemi kapsamaktadır. Senaryo sınav sürecine ilişkin temel veriler aşağıda listelenmiştir.

- Sınav 05-06/02/2022 tarihlerinde 4 oturum şeklinde gerçekleştirilecektir.
- Sınava giren her aday 4 oturumda sınava girecektir.
- Her bir sınav kitapçığı 24 imajdan oluşmaktadır.
- Sınav Eskişehir ve İstanbul Sınav merkezlerinde yapılacaktır.
- Sınava 1.560 aday katılacaktır.
- Görevliler sınav yapılan kurumun çalışanları olduğu için görevli ücreti ödemesi yapılmayacaktır.
- Sınav soruları kurum tarafında hazırlanarak işletmeye teslim edilecektir.

Sınav faaliyeti süreçleri ve bu süreçler içinde gerçekleştirilen işlemleri Sınav Hazırlık İş Süreci, Soru Hazırlama İş Süreci, Doküman Üretim ve Sonlandırma İş Süreci, Lojistik & Sınavın Gerçekleştirilmesi İş Süreçleri, Değerlendirme İş Süreci ve Geri Dönüşüm İş Süreci başlıklarında 6 aşamada maddelendirilmiştir.

i. Sınav Hazırlık İş Süreci: Sınava ait protokol çalışmasının yapılması sürecinden sınav evrakının basımı sürecine kadar geçen süreç olarak değerlendirilecektir. Süreç içinde gerçekleştirilen işlemlerden bazıları aşağıdaki Tablo 6.18'deki iş süreci takviminde listelenmiştir.

Tablo 6.18. Sınav Hazırlık İş Süreci Takvimi

Süreç Adımları	Tarih
Sınavı Yapılacak Kurum ile İletişimin Sağlanması, Sınav Protokolünün Yapılması	10-12/01/2022
Aday Başvuru Sayfasının Düzenlenmesi ve Başvurularının Alınması	13-21/01/2022
Sınav Bina Salon Bilgilerinin Tanımlanması, Aday ve Görevli Atamalarının Yapılması	24-28/01/2022
Aday Sınav Giriş Belgesi ve Görev Belgelerinin İlanı	31/01/2022
Sınav Web Sayfalarının Çalışması & Verilerinin Saklanması	10/01-18/02/2022

Yukarıdaki Tablo 6.18’de yer alan takvimde, Sınav Hazırlık İş Süreci adımları ve adımların gerçekleşme tarihleri yer almaktadır. Adımların kısa açıklamaları ve bu adımlarda gerçekleştirilen işlemler aşağıdaki gibidir.

- **Sınavı Düzenlenecek Kurum ile Sınav Protokolünün Hazırlanması, Onaylanması:** Sınavı talep eden kurum ile sınavı organize edecek işletme arasında gerçekleştirilen, sınavın aşamaları, sınavın gerçekleştirileceği sınav merkezleri, sınav konuları, sınav kuralları gibi sınav sürecini tanımlayan temel verileri içeren ve taraflar arasında yasal düzenlemelerin gerçekleştirildiği süreçtir. İş adımı, iş analisti bir personelin kurum ile iletişime geçerek 2 günlük bir çalışma süreci ile taslak protokolün hazırlanması ve sonraki 3 gün içinde kurum yetkilileri ile yüz yüze yapılan bir görüşme ile protokolün tamamlanmasını ve imzalanmasını içermektedir.

Tablo 6.19. Protokol Hazırlama Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri

Bileşen Türü	Bileşen Adı-İşlem	İşlem/Malzeme	Oluşan Katkı
Personel	Protokol hazırlama süreci	3 gün x (8 saat)	24 saat
Dokuman	Taslak ve nihai protokol dökümleri	A4 (80 gr.) baskısı	100 adet

- **Aday Başvuru Sayfasının Düzenlenmesi ve Başvuruların Alınması:** Aday başvuru sayfası protokolda yer alan bilgiler dâhilinde bir iş analisti ve bir yazılımcı personel tarafından geliştirilmekte ve test edilmektedir. Sınav başvurusu yapacak adaylar Aday Başvuru Sayfası üzerinden kişisel bilgilerini (adres, iletişim, sınav alanı, vesikalık fotoğrafı vb.) tanımlayarak sınav başvurularını gerçekleştirmektedir.

Tablo 6.20. Başvuru İşlemleri Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri

Bileşen Türü	Bileşen Adı-İşlem	İşlem/Malzeme	Oluşan Katkı
Personel	Başvuru sayfası yazılımı düzenlenmesi	2 gün x (8 saat)	16 saat
Personel	Başvuru sayfası kontrolü ve testi	7 gün x (8 saat)	56 saat

Aday başvuru süreci tamamlandığında sınava 1.560 adayın başvurduğu tespit edilmiştir. Başvuru yapan adayların 1.248 tanesi Eskişehir Sınav Merkezi'ni, 312 tanesi İstanbul Sınav Merkezini seçmiştir.

- **Sınav Bina Salon Bilgilerinin Tanımlanması, Aday ve Görevli Atamalarının Yapılması:** Sınavın gerçekleştirileceği sınav bina ve salon bilgileri sisteme girilmektedir.

Tablo 6.21. Bina Tanımlama , Aday/Görevli Atama Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri

Bileşen Türü	Bileşen Adı-İşlem	İşlem/Malzeme	Oluşan Katkı
Personel	Sınav merkezleri ile iletişim ve sistem veri girişi	5 gün x (8 saat)	40 saat

Adayların sınav salonlarına yerleştirilmesi ile sınavın gerçekleştirildiği 1 oturma için elde edilen sınav salonu ve sınav binası kullanım sayıları aşağıdaki Tablo 6.22'de verilmiştir.

Tablo 6.22. Sınav Merkezlerinde Oturma Bazlı Aday, Bina ve Salon Dağılımı

Sınav Merkezi	Aday Sayısı	Kullanılan Salon Sayısı	Kullanılan Bina Sayısı
İstanbul Sınav Merkezi	312	26	4
Eskişehir Sınav Merkezi	1248	104	13

Sınav için gerçekleştirilen görevlendirmelerde aşağıdaki kurallar uygulanmaktadır.

Her sınav binasına;

- 1 adet Bina Sınav Sorumlusu
- 1 adet Bina Sınav Sorumlusu Yardımcısı
- 1 adet Bina Yöneticisi
- 2 adet Hizmetli
- 2 adet Bina Güvenlik Görevlisi
- 2 adet Yedek Görevli
- Salon sayısı kadar Salon Başkanı
- Salon sayısı kadar Gözetmen

Her sınav koordinatörlüğüne;

- 1 adet Koordinatör
- 1 adet Koordinatör Yardımcısı
- 1 adet Koordinatörlük Personeli

- 1 adet Hizmetli
- Minimum 2 adet Taşıyıcı
- Minimum 2 adet Şoför
- Minimum 2 adet Şehir İçi Sınav Evrakı Nakil Görevlisi

Görevlendirme kurallarına göre gerçekleştirilen görevli atama işlemi sonunda elde edilen veriler aşağıdaki Tablo 6.23’de verilmiştir. Atamada koordinatörlük görevlileri dâhil tüm görevlilerin 4 oturumda görev yaptığı varsayılmıştır.

Tablo 6.23. Sınav Merkezi Bazlı Görevli Sayısı Dağılımı

Sınav Merkezi	Bina Görevli Sayısı	Koordinatör Görevli Sayısı	Toplam Görevli Sayısı
İstanbul Sınav Merkezi	352	40	392
Eskişehir Sınav Merkezi	1.300	40	1.340
Toplam Görevli Sayısı	1.652	80	1.732

- **Aday Sınav Giriş Belgesi ve Görev Belgelerinin İlanı:** Aday giriş belgeleri ve sınav görevli belgeleri sistem üzerinden erişime açılır. Adaylar ve görevliler sistem üzerinden aldıkları belgeleri sınav günü yanlarında getirirler. Her görevli oturum başına görev kartı dökümü, her aday ise sınav başına sınav giriş belgesi dökümü almaktadır.

Tablo 6.24. Sınav Giriş ve Görev Belgeleri Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri

Bileşen Türü	Bileşen Adı-İşlem	İşlem/Malzeme	Oluşan Katkı
Belge	Belge dökümü	A4 (80 gr.) baskısı	Aday + Görevli sayısı = 3.292 A4 baskı

- **Sınav Web Sayfalarının Çalışması & Verilerinin Saklanması:** Aday başvurularının alındığı web sayfası gibi sınav sürecinin işleyişi sürecinde kullanılan tüm yazılımlar sunucular üzerinde çalışmaktadır. Çalıştırılacak olan yazılımın türü, kullanım amaçları, hizmet vereceği kitlenin büyüklüğü gibi birçok etmene bağlı olarak sunucu sayısı ve özellikleri değişmektedir. Milyonlarca kişiye hizmet veren bir işletmenin kesinti yaratmadan hizmet sağlayabilmesi için, yedekliği ve güvenliği sağlanmış, gelebilecek yüke göre kaynaklarını genişletebilen bir veri merkezine sahip olması gerekmektedir. Senaryo kapsamında işletmenin aynı

özelliklerde 2 adet web, 2 adet veri tabanı, 1 adet soru bankası sunucusu olduğunu düşünülmektedir. Yukarıda 1 adet Dell PowerEdge R710 sunucu için saat başı karbon salımı miktarı 0,181 kg CO₂ olarak elde edilmiştir. Bu veriler üzerinde gidildiğinde sınav süreci boyunca oluşan sunucu kaynaklı karbon salımı miktarı;

$$\begin{aligned} \text{Sunucu Kaynaklı Karbon} \\ \text{Salımı Miktarı} &= (5 \text{ sunucu}) \times (40 \text{ gün} \times 24 \text{ saat}) \times 0,181 \text{ kg CO}_2 \\ &= 868,8 \text{ kg} \end{aligned}$$

olarak elde edilmektedir.

Tablo 6.25. Sunucu Tabanlı Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri

Bileşen Türü	Bileşen Adı-İşlem	İşlem/Malzeme	Oluşan Katkı
Sunucu	5 Adet Sunucu	Dell PowerEdge R710	868,8 kg

ii. Soru Hazırlama İş Süreci: Sınava ait sorularının hazırlanması ve onaylanması sürecini içermektedir. Süreç içinde gerçekleştirilen işlemlerden bazıları aşağıdaki Tablo 6.26'daki iş süreci takviminde listelenmiştir.

Tablo 6.26. Soru Hazırlama İş Süreci Takvimi

Süreç Adımları	Tarih
Sınav Sorularının Hazırlanması	13-20/01/2022
Soruların Denetlenmesi, Düzenlenmesi ve Teslimi	21-28/01/2022

Yukarıdaki Tablo 6.26'da yer alan takvimde, Soru Hazırlama İş Süreci adımları ve adımların gerçekleşme tarihleri yer almaktadır. Adımların kısa açıklamaları ve bu adımlarda gerçekleştirilen işlemler aşağıdaki gibidir.

- **Sınav Sorularının Hazırlanması:** Soru bankası yazılımı üzerinden sınav soruları seçimi gerçekleştirilir. Örnek kitapçık çıktısı alınır. Her bir kitapçık 24 imajdan oluşmaktadır. Bu değer 12 A4 sayfasına karşılık gelmektedir. Kitapçık grup sayısı 4 ve sınavın 4 oturum da gerçekleştirileceği bilgileri ışığında basılacak taslak döküm sayfa sayısı = (4 oturum) x (4 grup) x (12 sayfa)
= 192 sayfa A4 (80 gr.)

Tablo 6.27. Sınav Soruları Hazırlama Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri

Bileşen Türü	Bileşen Adı-İşlem	İşlem/Malzeme	Oluşan Katkı
Personel	Soru seçimi ve taslak soruların dökümü	6 gün x (8 saat)	48 saat
Belge	Taslak döküm	A4 (80 gr.)	192 sayfa A4

- **Soruların Denetlenmesi, Düzenlenmesi ve Teslimi:** Seçilen sorular ve sorulara ait cevap anahtarları kontrol edilir. Varsa düzenlemeler gerçekleştirilir. Düzenlemeler yapıldıktan sonra nihai soru onayı için kitapçık soruları ve cevap anahtarı dökülerek imzalanır. Sorular güvenli ortamda baskı merkezine iletilir.

Tablo 6.28. Sınav Soru Denetleme Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri

Bileşen Türü	Bileşen Adı-İşlem	İşlem/Malzeme	Oluşan Katkı
Personel	Soru, cevap anahtarı kontrolü, düzenleme	6 gün x (8 saat)	48 saat
Belge	Taslak döküm	A4 (80 gr.)	192 sayfa A4

- iii. **Dokuman Üretim ve Sonlandırma İş Süreci:** Sınav evrakı basımı ve basılan evrakın paketlenip kutulanması süreçlerini içermektedir. Süreç içinde gerçekleştirilen işlemlerden bazıları aşağıdaki Tablo 6.29'daki iş süreci takviminde listelenmiştir.

Tablo 6.29. Dokuman Üretim ve Sonlandırma İş Süreci Takvimi

Süreç Adımları	Tarih
Salon Sınav Paketi Üretimi	31/01-02/02/2022
Bina Sınav Sorumlusu Paketinin Üretimi	
Bina Yedek Paketinin Üretimi	
Sınav Paketlerinin Kutulanması, Kilitlenmesi, Depolanması	

Yukarıdaki Tablo 6.29'da yer alan takvimde, Dokuman Üretim ve Sonlandırma İş Süreci adımları ve adımların gerçekleşme tarihleri yer almaktadır. Adımların kısa açıklamaları ve bu adımlarda gerçekleştirilen işlemler aşağıdaki gibidir.

- **Salon Sınav Paketi Üretimi:** Salon Sınav Paketi, ürün reçetesi bölümünde de bahsedildiği gibi sınavın gerçekleştirildiği sınav salonunda gerekli olan sınav

evrakını içeren, güvenli poşet içinde muhafaza edilen sınav paketidir. Sınavda kullanılan salon sayısı ve sınava giren aday sayısı üzerinden yapılan hesaplamada her salonda bulunan aday sayısının ortalama değeri 12, her binada bulunan salon sayısının ortalama değeri 8 olarak bulunmuştur. Bu değerler pandemi sürecinde salondaki adaylar arasında mesafe bırakıldığı bir sınav sürecinde elde edilen verilerdir. Salondaki ortalama aday sayısının düşük olmasının bir nedeni de yardımcı engelli adayların tek kişilik salonlarda sınava girmesi nedeniyle ortalama değerler üzerindeki etkisinden kaynaklanmaktadır. Kapak, optik form ve yönerge gibi salon bazlı sınav evrakı içeren bir Salon Sınav Paketi 16 adet 110 gr. A4 sayfasından oluşmaktadır.

Her bir sınav salonunda 12 adayın bulunduğu tespit edilmişti.

$$\begin{array}{l} \text{Salon Başı Adaylar} \\ \text{İçin Üretilen} \\ \text{Kitapçık Sayfa} \\ \text{Sayısı} \end{array} = \left[\begin{array}{c} 12 \\ \text{(Aday} \\ \text{Sayısı)} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} 12 \\ \text{(Kitapçık Sayfa} \\ \text{Sayısı)} \end{array} \right] = 144 \text{ sayfa} \\ \text{(80 gr A4)}$$

Dakikada 50 A4 basan bir yazıcıda %80 verimlilik üzerinden içinde 16 sayfa 110 gr. A4 içeren bir Salon Sınav Paketi evrakının basımı için gereken süre;

$$\begin{array}{l} \text{Salon Sınav Paketi} \\ \text{Evrakının Baskı Süresi} \end{array} = \left[60 / 50 \right] \times 16 \times 0,8 \\ = 15,36 \text{ saniye olarak hesaplanır.}$$

Salon soru kitapçıklarının üretim süreci için gereken süre ise;

$$\begin{array}{l} \text{Salon Soru Kitapçıkları} \\ \text{Baskı Süresi} \end{array} = \left[60 / 50 \right] \times 144 \times 0,8 \\ = 138,24 \text{ saniye olarak hesaplanır.}$$

Toplam bir Salon Sınav Paketi üretimi için (138,24 + 15,36) 153,6 saniye yani 2,304 dakika yazıcı çalışacaktır.

Örneklendirilen sınava ilişkin Salon Sınav Paketi bileşenleri aşağıdaki Tablo 6.30'da listelenmiştir. Gerçek bir iş süreçlerinde oluşan veriler otomasyon sistemleri üzerinde anlık olarak çekilebilmekte ve elde edilen veriler yazılımlara anlık olarak aktarılabilir. Bu sayede her bir salon paketi içinde kaç adet A4 sayfanın yer aldığı, bu paketin üretim sürecinde makinelerin ne kadar çalıştığı gibi birçok veri sistemler üzerinden elde edilebilir durumdadır. Aşağıdaki Tablo 6.30'da yer alan personel çalışma süresi gibi veriler birçok iş süreci sonunda oluşan

verilerin ortalamaları alınarak elde edilen veriler üzerinde hesaplanmıştır.

Tablo 6.30. Salon Sınav Paketi Üretimi Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri

Bileşen Türü	Bileşen Adı-İşlem	İşlem/Malzeme	Oluşan Katkı
Malzeme	Salon Paketi Kapağı	A4 (110 gr.)	1 adet
Malzeme	Salon Başkanı Talimatı	A4 (110 gr.)	1 adet
Malzeme	Salon Kontrol Listesi	A4 (110 gr.)	1 adet
Malzeme	Salon Tutanağı	A4 (110 gr.)	1 adet
Malzeme	Aday Optik Form	A4 (110 gr.)	12 adet
Malzeme	Sınav Kitapçığı (12 sayfa)	A4 (80 gr.)	144 adet
Malzeme	Şeffaf Poşet	A3 Baskılı Güvenlik Mühürlü Plastik Poşet	2 adet
Malzeme	Paket Lastiği	Paket Lastiği	2 adet
Cihaz	Baskı Cihazı	Kyocera Yazıcı	2,304 dk.
Personel	Paketleme Personeli	Paketleme Personeli	0,2 dk.

Aday ataması gerçekleştirildiğinde her bir oturumda 130 sınav salonunun kullanılmıştı. Sınav süreci içinde 4 oturumda kullanılan toplam salon sayısı ise 520 adettir. Her oturumda, her salon için Salon Sınav Paketi hazırlanacağı için sınav süreci içinde hazırlanacak toplam Salon Sınav Paketi sayısı 520 olarak işleme alınacaktır.

- **Bina Sınav Sorumlusu (BSS) Paketi Üretimi:** Bina Sınav Sorumlusu Paketi, sınavın gerçekleştirildiği her bir bina için üretilen, içinde bina ve bina sınav sorumlusu için oluşturulmuş sınav evrakını içeren pakettir. Paket içeriği aşağıdaki Tablo 6.32’de listelenmiştir.

BSS paketi içinde 26 sayfa A4 bulunmaktadır. Bir BSS paketinin basım süresi aynı verimlilik şartlarında;

$$\begin{aligned} \text{BSS Paketinin Basım Süresi} &= \left[60 / 50 \right] \times 26 \times 0,8 \\ &= 24,96 \text{ saniye (0,416 dakika) olarak hesaplanır.} \end{aligned}$$

Tablo 6.31. Bina Sınav Sorumlusu Paketi Üretimi Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri

Bileşen Türü	Bileşen Adı-İşlem	İşlem/Malzeme	Oluşan Katkı
Malzeme	BSS Paketi Kapağı	A4 (110 gr.)	1 adet
Malzeme	BSS Talimatı	A4 (110 gr.)	4 adet
Malzeme	BSS Yazısı	A4 (110 gr.)	1 adet
Malzeme	Salon Kapı Etiketleri	A4 (110 gr.)	12 adet
Malzeme	Salon Aday Listesi	A4 (110 gr.)	1 adet
Malzeme	BSS Tutanağı	A4 (110 gr.)	1 adet
Malzeme	Sınav Yönergesi	A4 (110 gr.)	6 adet
Malzeme	Şeffaf Poşet	A3 Baskılı Güvenlik Mühürlü Plastik Poşet	2 adet
Malzeme	Paket Lastiği	Paket Lastiği	2 adet
Cihaz	Baskı Cihazı	Kyocera Yazıcı	0,416 dk.
Personel	Paketleme Personeli	Paketleme Personeli	0,2 dk.

Aday ataması gerçekleştirildiğinde her bir oturumda 17 sınav binası kullanılmıştır. Sınav süreci içinde 4 oturumda kullanılan toplam bina sayısı 68 adettir. Her oturumda, her bina için bina sınav sorumlusu paketi hazırlanacağı için sınav süreci içinde hazırlanacak toplam bina sınav sorumlusu sayısı 68 olarak işleme alınacaktır.

- **Bina Yedek Paketinin Üretimi:** Sınav sırasında ihtiyaç duyulabilecek yedek sınav kitapçığı ve optik formlarını içerir. Örnek senaryoda sınavın Yedek Paket'in içine 10 adet kitapçık ve 10 adet yedek optik form bulunduğu varsayılmıştır.

Bir Bina Yedek Paketinin basım süresi (aynı verimlilik şartlarında);

$$\begin{aligned} &= \text{optik baskı süresi} + \text{kitapçık baskı süresi} \\ &= [(60 / 50) \times 11 \times 0,8] + [(60 / 50) \times 10 \times 12 \times 0,8] \\ &= 125,76 \text{ saniye} = 2,096 \text{ dakika} \end{aligned}$$

Tablo 6.32. Bina Yedek Paketi Üretimi Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri

Bileşen Türü	Bileşen Adı-İşlem	İşlem/Malzeme	Oluşan Katkı
Malzeme	BSS Paketi Kapağı	A4 (110 gr.)	1 adet
Malzeme	Yedek Optik Form	A4 (110 gr.)	10 adet
Malzeme	Yedek Soru Kitapçığı	A4 (80 gr.) 12 sayfa	120 adet
Malzeme	Şeffaf Poşet	A3 Baskılı Güvenlik Mühürlü Plastik Poşet	2 adet
Malzeme	Paket Lastiği	Paket Lastiği	2 adet
Cihaz	Baskı Cihazı	Kyocera Yazıcı	2,096 dk.
Personel	Paketleme Personeli	Paketleme Personeli	0,2 dk.

- **Sınav Paketlerinin Kutulanması, Kilitlenmesi ve Depolanması:** Üretilen sınav evrakının paketlenip kutulanması ve güvenli depolara aktarılması sürecidir. Sınav evrakı bina ve oturma bazlı olarak kutulanmaktadır. Sınav, Eskişehir Sınav Merkezinde 13, İstanbul Sınav Merkezinde 4, toplamda 17 binada gerçekleştirilmektedir. Her kutu 2 adet güvenlik kilidi ile kilitlenmekte, sınav anında açılan kutuların yeniden kilitlenebilmesi için ise her kutunun içine 2 adet kilit atılmaktadır. Kutu başına kullanılan güvenlik kilidi sayısı 4 adettir.

$$\begin{aligned} \text{Toplam Kullanılan Kutu Sayısı} &= \begin{bmatrix} 17 \\ \text{Bina} \\ \text{Sayısı} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 4 \\ \text{Oturma} \\ \text{Sayısı} \end{bmatrix} \\ &= 68 \text{ kutu} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Kullanılan Kilit Sayısı} &= \begin{bmatrix} \text{Toplam} \\ \text{Kullanılan} \\ \text{Kutu Sayısı} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 4 \\ \text{Kutu Baş} \\ \text{Kilit Sayısı} \end{bmatrix} \\ &= 68 \times 4 = 272 \text{ adet} \end{aligned}$$

Tablo 6.33. Sınav Paketlerinin Kutulama Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri

Bileşen Türü	Bileşen Adı-İşlem	İşlem/Malzeme	Oluşan Katkı
Personel	Kutulama ve Depolama	2 gün x (8 saat)	16 saat
Malzeme	Güvenlik Kilidi	Güvenlik Kilidi	272 adet
Malzeme	Sınav Kutusu	Sınav Kutusu	68 kutu

iv. Lojistik & Sınavın Gerçekleştirilmesi Süreçleri: Sınav evrakının ve görevlilerinin sınav merkezlerine erişimi süreçlerini içermektedir. Süreç içinde gerçekleştirilen işlemlerden bazıları aşağıdaki Tablo 6.34'deki iş süreci takviminde listelenmiştir.

Tablo 6.34. Lojistik İş Süreci Takvimi

Süreç Adımları	Tarih
İşletme Merkezi - Sınav Merkezleri Arası Sınav Evrakı Lojistiği	Gidiş: 03/02/2022 Dönüş: 07/02/2022
Sınav Merkezi Deposu - Sınav Binası Arası Sınav Evrakı Lojistiği	05-06/02/2022
Sınav Görevlileri Sınav Merkezlerine Erişimi	05-06/02/2022

Yukarıdaki Tablo 6.34'de yer alan takvimde, Lojistik İş sürecinin adımları ve adımların gerçekleşme tarihleri yer almaktadır. Adımların kısa açıklamaları ve bu adımlarda gerçekleştirilen işlemler aşağıdaki gibidir.

- **İşletme Merkezi - Sınav Merkezleri Arası Sınav Evrakı Lojistiği:** Basılan ve kutulanan sınav evrakı güvenliği alınmış araçlar içinde sınavdan önce sınavın gerçekleştirileceği sınav merkezlerine nakil edilir ve güvenli bir depoya konur. Bazı durumlarda araç güvenli bir alana çekilerek araç içinde de bekletilebilir. Sınav süreci tamamlandıktan sonra benzer şekilde sınav merkezlerinden işletme merkezine getirilir.

Uygulamada sınav merkezlerinden biri il dışında İstanbul ilinde gerçekleştirilecektir. Sınav evrakının İstanbul sınav merkezine götürülmesi ve getirilmesi süreçlerinde kat edilecek toplam mesafe 600 km olarak hesaplanmıştır.

Tablo 6.35. Sınav Merkezi Lojistik Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri

Bileşen Türü	Bileşen Adı-İşlem	İşlem/Malzeme	Oluşan Katkı
Lojistik	Sınav Evrakı Nakli	Minibüs	600 km
Personel	Sınav Evrakı Lojistik (2 Personel)	2 kişi x 2 gün x (8 saat)	32 saat

Araçlar tanımlama bölümünde işletmenin sahip olduğu araç türleri tanımlaması yapılmıştır. İşletmeye ait minibüs 100 km mesafede ortalama 9,2 L

dizel yakıt tüketmektedir. 1 L dizel yakıtın yanması sonucu oluşan karbon salımı 2,64 kg olarak hesaplanmıştır. 600 km de oluşacak karbon salımı;

$$\begin{aligned}\text{Sınav Evrakı Lojistik Süreci Karbon Salımı} &= 9,2 \times (600/100) \times 2,64 \\ &= 145,728 \text{ kg CO}_2 \text{ değerine eşittir.}\end{aligned}$$

- **Sınav Merkezi Deposu - Sınav Binası Arası Sınav Evrakı Lojistiği:** Sınav merkezlerinde depolanan sınav evrakı her sınav oturumundan önce görevliler tarafından sınav deposundan alınarak sınav binalarına nakil edilmekte, oturum süreci tamamlandıktan sonra ise sınav binasından alınarak tekrar sınav deposuna getirilmekte ve kilitlenmektedir. Sınav deposunun ve sınav binalarının koordinat bilgileri üzerinden sınav evrakı taşıyan araçların şehir içinde ne kadar yol kat edeceği hesaplanabilmektedir.

Yapılan hesaplamada tüm nakil araçlarının Eskişehir Sınav Merkezi içinde oturum başına 50 km, İstanbul Sınav Merkezinde ise 100 km'lik mesafe kat edildiği hesaplanmıştır. Sınav bazında toplam kat edilen mesafe = $(100 + 50) \times 4 = 600$ km'dir.

Doblo aracın 100 km mesafede ortalama yakıt tüketimi 8,12 L benzindir. 1 L benzin yakıtın yanması sonucu oluşan karbon salımı 2,392 kg olarak hesaplanmıştır. 600 km de oluşacak karbon salımı;

$$\begin{aligned}\text{Sınav Evrakı Lojistik Süreci Karbon Salımı} &= 8,2 \times (600/100) \times 2,392 \\ &= 116,538 \text{ kg CO}_2 \text{ değerine eşittir.}\end{aligned}$$

Tablo 6.36. Sınav Binası Lojistik Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri

Bileşen Türü	Bileşen Adı-İşlem	İşlem/Malzeme	Oluşan Katkı
Lojistik	Sınav Evrakı Nakli	Doblo Araç	600 km

- **Sınav Görevlileri Sınav Merkezlerine Erişimi:** Sınava girecek adayların ve sınavda görev alacak görevlilerin sınav binalarına ulaşımı sürecinde kullandıkları ulaşım araçları kaynaklı bir karbon salımı oluşmaktadır. Burada sınav görevlileri gerçekleştirdikleri iş bakımından görevli oldukları süreç içinde işletmenin bir personeli olarak görev almaktadır. İşletmede çalışan personelin işe geliş ve

dönüşleri süreci içinde oluşturdukları karbon salımı, karbon salımı kapsamlarından Kapsam-3 içinde değerlendirilmektedir. Bilişim sistemlerinde sınavda görevli olan tüm personelin ikamet adreslerinin konum bilgileri ve sınavın gerçekleştirildiği sınav binalarının konum bilgileri yer almaktadır. Sınav süreci sonrası gerçekleştirilecek anket çalışmaları ile görevlilerin sınav merkezlerin ulaşım süreçlerinde hangi tür ulaşım araçlarını kullandıkları bilgileri de elde edilebilir. Bu veriler ışığında sınav görevlilerinin lojistik süreçleri kaynaklı karbon salımı miktarı kolaylıkla tespit edilebilir.

Tablo 6.23’de sınavın gerçekleştirilmesi sürecinde görev alacak sınav görevlisi sayıları verilmiştir. Senaryo sınavda oturum bazlı Eskişehir sınav merkezinde 335 kişi, İstanbul sınav merkezinde ise 98 kişi görev almıştır. Görevlilerin görev yerlerine ulaşım mesafeleri için yapılan çalışmada aşağıdaki Tablo 6.37’de yer alan verilerin elde edildiği kabul edilip, oluşan karbon salımı miktarı hesaplaması bu veriler üzerinde yapılacaktır.

Sınavda görev alan kişilerin sınav için gerçekleştirecekleri görev sayısı görevlilerin tercihlerine ve sınav görevli atama sistemi algoritmasına göre değişebilir. Örneğin 1 kişi senaryo sınavın 4 oturumda da görev yapabilir veya sadece 1 oturumda görev yapabilir. Bu senaryoda günün ilk oturumunda görev alan görevlilerin %80’inin günün ikinci oturumunda görev aldığı, gün içinde gerçekleştirilen iki oturum arasında ise görevlilerin evlerine gitmediği ve sınav merkezine ulaşım için kat ettikleri mesafenin %20’si uzaklığındaki noktalarda vakit geçirdiği üzerinden işlemler yapılacaktır.

Tablo 6.37. Sınav Görevlilerin Sınav Merkezlerine Ulaşımında Kullandığı Araçlar ve Ortalama Kat Ettikleri Mesafeler

Sınav Merkezi	Ulaşım Türü	Kullanan Kişi	Ortalama Kat Edilen Mesafe (km)
İstanbul	Binek Araç	49	30
	Otobüs	20	36
	Metro/Tramvay	25	40
	Yaya	4	2
Eskişehir	Binek Araç	170	15
	Otobüs	65	18
	Metro/Tramvay	84	20
	Yaya	16	2

Tablo 6.15’de ulaşım araçlarının kullanımı kaynaklı neden olunan kişisel karbon ayak izi miktarları yer almaktadır. Sınav görevlilerinin sınav merkezlerine ulaşım süreçlerinde oluşturdukları karbon salımı miktarları aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\text{Gerçekleştirilen Karbon Salımı Miktarı} = \left[\text{Kat Edilen Mesafe (km)} \right] \times \left[\text{Birim Mesafede Gerçekleşen Karbon Salımı (CO}_2\text{/km)} \right]$$

Görevlilerin gün içinde kat ettikleri mesafe, evinden sınav merkezine gidiş geliş mesafeleri ve gün içinde iki oturum arasında gerçekleştirdikleri mesafe toplamıdır. Hesaplama yer alan verilerin tamamı dijital ortamda kayıtlı olduğu için sınav yazılımları üzerinden ilgili hesaplamalar anlık olarak yapılabilmektedir. Hesaplama günde iki oturumda görev yapan görevliler, sadece bir oturumda görev yapan görevliler, gün arasını sınav binası çevresinde gerçekleştiren görevlilerin kat ettikleri mesafeler ayrı ayrı hesaplanarak görevlilerin sınav sürecinde toplam kat ettikleri mesafe bulunacaktır.

Tablo 6.38. Sınav Görevlilerinin Sınav Binalarına Ulaşım Sürecinde Günlük Olarak Kat Ettikleri Mesafe

Sınav Merkezi	Ulaşım Türü	Geliş Gidiş Süreci Kat Edilen Ortalama Mesafe	Günün İlk Oturumda Görev Yapanlar (Ortalama Mesafe x 2 gün)	Günün Sadece 2. Oturumunda Görev Yapanlar (%20 Yeni Görevli x 2 Gün)	Oturumlar Arası Mesafe (Görevlinin %80 x %20 Uzaklık x 2 Gün)	Toplam Mesafe
İstanbul	Binek Araç	1.470	2.940	588	470	3.998,4
	Otobüs	720	1.440	288	230,4	1.958,4
	Metro/ Tramvay	1.000	2.000	400	320	2.720
Eskişehir	Binek Araç	2.550	5.100	1.020	816	6.936
	Otobüs	1.170	2.340	468	374,4	3.182,4
	Metro/ Tramvay	1.680	3.360	672	537,6	4.569,6
Toplam		8.590	17.180	3.436	2.748,8	23.364,8

Tablo 6.39. Sınav Görevlilerinin Sınav Binalarına Ulaşım Sürecinde Oluşturdukları Toplam Karbon Salımı Miktarı

Sınav Merkezi	Ulaşım Türü	Toplam Mesafe	10 km Mesafede Oluşan CO ₂ Emisyonu Miktarı (kg)	Toplam Oluşan CO ₂ Emisyonu Miktarı (kg)
İstanbul	Binek Araç	3.998,4	1,97	787,685
	Otobüs	1.958,4	1,03	201,715
	Metro /Tramvay	2.720	0,37	100,64
Eskişehir	Binek Araç	6.936	1,97	1.366,39
	Otobüs	3.182,4	1,03	327,787
	Metro /Tramvay	4.569,6	0,37	169,075
Toplam		23.364,8		2.953,29

Görevlilerin sınav merkezine geliş, gidişi süreci içinde oluşan karbon salımı miktarı 27.795,71 kg olarak elde edilmiştir. Ulaşım kanalı bazlı oluşan karbon salımı miktarı;

$$\text{Binek Araç Kullanımı} = 787,685 + 1.366,39 = 2.154,08 \text{ kg CO}_2$$

$$\text{Otobüs Kullanımı} = 201,715 + 327,787 = 529,5 \text{ kg CO}_2$$

$$\text{Metro /Tramvay Kullanımı} = 100,64 + 169,075 = 269,72 \text{ kg CO}_2$$

olarak hesaplanmaktadır.

v. Değerlendirme: Sınav sonrası sınav merkezine gelen sınav kutularının açılıp, içindeki sınav evrakının tasnif edilmesi, değerlendirilmesi ve sonuçların açıklanması süreçlerini içerir. Süreç içinde gerçekleştirilen işlemlerden bazıları aşağıdaki Tablo 6.40'daki iş süreci takviminde listelenmiştir.

Tablo 6.40. Değerlendirme İş Süreci Takvimi

Süreç Adımları	Tarih
Sınav Kutularının Açılması, Sınav Evrakı Tasnifi	08-10/02/2022
Optik Formların Taratılması, Değerlendirilmesi ve Sonuçların Açıklanması	11-15/02/2022

Yukarıdaki Tablo 6.40'da yer alan takvimde, Değerlendirme İş Süreci adımları ve adımların gerçekleşme tarihleri yer almaktadır. Adımların kısa açıklamaları ve bu adımlarda gerçekleştirilen işlemler aşağıdaki gibidir.

- **Sınav Kutularının Açılması, Sınav Evrakı Tasnifi:** Sınav sonrası merkeze getirilen sınav kutuları açılır ve içindeki sınav evrakı türüne göre tasnif edilir.

Tablo 6.41. Sınav Kutularının Açılması İş Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri

Bileşen Türü	Bileşen Adı-İşlem	İşlem/Malzeme	Oluşan Katkı
Personel	Evrak Tasnifi (2 Personel)	2 kişi x 1 gün x (8 saat)	16 saat

- **Optik Formların Taratılması, Değerlendirilmesi ve Sonuçların Açıklanması:** Kutudan çıkan aday optik formları ve salon kontrol listeleri tarayıcıdan taratılır. Tarama sonrası elde edilen resimler değerlendirme yazılımına aktarılarak adayların işaretleme verileri elde edilir. Aday işaretleme verileri sınav cevap anahtarları ile değerlendirilerek aday sınav sonucu elde edilir. Elde edilen sonuçlar aday işlemleri sayfası üzerinden yayımlanarak adayların erişimine açılır.

Optik formların tarama sürecinde kullanılan cihazı dakikada 40 A4 sayfası taramaktadır. %80 verimlilik ile çalıştığı kabul edildiğinde sınavda oluşan optik formların okunması sürecinde 1.560 aday optik formu ile 130 salon kontrol listesi formu 4 oturum için taratılarak değerlendirme sürecine aktarılacaktır.

Tarama Süresi = $(1.560 + 130) \times 4 \times (60 / 40) \times 0,8 = 8112$ saniye = 1,878 saat olarak hesaplanmaktadır.

Tablo 6.42. Optik Form Tarama Süreci Karbon Salımı Kaynakları / İşlemleri

Bileşen Türü	Bileşen Adı-İşlem	İşlem/Malzeme	Oluşan Katkı
Personel	Tarama İşlemi (1Personel)	1 gün x (8 saat)	8 saat
Cihaz	Tarama Cihazı	Kyocera Tarayıcı	1,878 saat

vi. Geri Dönüşüm: Sınav sürecinde oluşan sınav evrakının geri dönüştürülmesi sürecini içerir. Sınav süreci tamamlandıktan sonra kullanılan malzemelerden değerli evrak olarak nitelendirilen, aday optik formları, salon kontrol listeleri gibi adayın işaretleme ve sınava girip girmediğini belgeleyen sınav evrakı dışındaki belgeler doğrudan atık statüsünde değerlendirilmektedir. Değerli evrak ise sınav protokolünde belirlenen süre boyunca

muhafaza edildikten sonra imhaya gönderilmektedir. Değerli evrakın dijital olarak zaman damgalı olarak saklanabildiği durumlarda imha süreci hızlandırılabilir.

Yukarıda açıklanan 5 iş süreci içinde kullanılan malzemelerin miktarı aşağıdaki Tablo 6.43’de özetlenmiştir.

Tablo 6.43. Senaryo Sınav Süreçlerinde Kullanılan Malzemeler ve Miktarları

İşlem	A4 (80 gr.)	A4 (110 gr.)	Şeffaf Poşet (adet)	Paket Lastiği (adet)	Güvenlik Kilidi (adet)	Sınav Kutusu (adet)
Taslak ve nihai protokol dökümleri	100					
Aday & Görevli Belge Dökümü	3.292					
Sınav Sorularının Hazırlanması	192					
Soruların Denetlenmesi	192					
Salon Sınav Paketi	74.880	8.320	1.040	1.040		
Bina Sınav Sorumlusu Paketi		1.768	136	136		
Bina Yedek Paketi	8.160	748	136	136		
Sınav Paketlerinin Kutulanması					272	68
Toplam	86.816	10.836	1.312	1.312	272	68

Kullanılan malzemelerin toplam ağırlığı aşağıdaki Tablo 6.44’de hesaplanmıştır.

Tablo 6.44. Senaryo Sınav Süreçlerinde Kullanılan Malzemelerin Ağırlıkları

Kullanılan Malzeme	Kullanılan Adet	Cinsi	Birim Ağırlığı (kg)	Oluşturacağı Toplam Atık Miktarı (kg)
A4 (80 gr.)	86.816	Kâğıt	0,00499	433,21
A4 (110 gr.)	10.836	Kâğıt	0,00686	74,33
Şeffaf Poşet	1.312	Plastik	0,0325	42,64
Paket Lastiği	1.312	Plastik	0,005	13,12
Güvenlik Kilidi	272	Plastik	0,01	2,72
Sınav Kutusu	68	Plastik	0,6	(40,8 / 20) = 2,04 *

* Sınav kutusu kullanım ömrü 20 sınav olarak hesaplandığı için oluşacak atık miktarı toplam ağırlığın 0,05 katıdır.

Malzeme cinsine göre oluşan toplam atık miktarı ise aşağıdaki Tablo 6.45’de gösterilmektedir.

Tablo 6.45. Oluşan Atık Miktarının Malzeme Cinsinden Dağılımı

Malzeme Cinsi	Toplam Oluşan Atık (kg)
Kâğıt	507,55
Plastik	60,52

1 kg plastiğin yakılması sonucu 2,9 kg CO₂ salımı oluşmaktadır. Süreçte oluşan 60,52 kg plastiğin geri dönüşüme verilmediği ve yakılmaya gönderildiği bir senaryoda sebep olunacak karbon salımı miktarı $60,52 \times 2,9 = 175,508$ kg karbon salımı gerçekleşecektir.

Kuru odun yanması sonucu ağırlığının 1.8333 katı kadar karbon salımı gerçekleşir. Yani 1 kg odunun yanması sonucu açığa çıkan karbon salımı miktarı 1,833 kg CO₂ değerine eşittir. ((CITPA), 2018) Plastik malzemelerin bertaraf edilmesi süreciyle aynı sürecin uygulandığı durumda kâğıtların yakılarak imha edilmesi sürecinde $= 507,55 \times 1,833 = 903,333$ kg karbon salımı gerçekleşecektir.

Senaryo olarak verilen sınav 6 alt sürece bölünmüş ve her bir süreç içinde gerçekleştirilen temel işlemlerden bazıları örneklendirilmiştir. Gerçek bir sınav süreci çok daha karmaşık iş süreçlerinden oluşmaktadır. Uygulamanın amacı sınav sürecinde gerçekleştirilen işlemlerin detaylı analizi olmayıp, karbon salımı kaynakları, karbon maliyeti hakkında bilgi vermektir.

Örnek uygulamadaki veriler CoZeroTracker Yazılımı üzerine 6.2.2 bölümde örneklendirildiği gibi girildiğinde faaliyet ve faaliyet bileşenlerine ait elde edilen sonuçlar aşağıdaki Resim 6.62 ile Resim 6.67 arasında gösterilmektedir.

Sınav Hazırlık İş Süreci						
Sıra	Bileşen Türü	Adı	Tüketim	Tüketim Tipi	Karbon Salımı	Toplam Tutar
1	Personel (1 adet)	Personel	24 saat		0 kg	₺1.500,00
2	Personel (1 adet)	Personel	16 saat		0 kg	₺1.000,00
		⋮	⋮		⋮	
5	Cihaz	Dell PowerEdge R710	1.036,8 kw	Elektrik	868,8 kg	₺1.296,00
6	Malzeme	A4 Kağıt (80 Gr)	3.392 adet		15,264 kg	₺2.374,40
Toplam					884,064 kg	₺12.170,40

Resim 6.62. Sınav Hazırlık İş Süreci Verileri ve Sonuçları

Soru Hazırlama İş Süreci						
Sıra	Bileşen Türü	Adı	Tüketim	Tüketim Tipi	Karbon Salımı	Toplam Tutar
1	Malzeme	A4 Kağıt (80 Gr)	384 adet		1,728 kg	₺268,80
2	Personel (1 adet)	Personel	48 saat		0 kg	₺3.000,00
3	Personel (1 adet)	Personel	48 saat		0 kg	₺3.000,00
Toplam					1,728 kg	₺6.268,80

Resim 6.63. Soru Hazırlama İş Süreci Verileri ve Sonuçları

Dokuman Üretim ve Sonlandırma İş Süreci						
Sıra	Bileşen Türü	Adı	Tüketim	Tüketim Tipi	Karbon Salımı	Toplam Tutar
1	Ürün	Kutulama İşlemi	68 adet		28,56 kg	₺5.712,00
1.1	Malzeme	Güvenlik Kilidi	272 adet		16,32 kg	₺272,00
1.2	Malzeme	Sınav Kutusu	68 adet		12,24 kg	₺5.440,00
2	Personel (1 adet)	Personel	16 saat		0 kg	₺1.000,00
3	Ürün	Bina Yedek Paketi	68 adet		72,602 kg	₺7.680,96
3.1	Malzeme	A4 Kağıt (110 Gr)	748 adet		5,161 kg	₺710,60
3.2	Malzeme	A4 Kağıt (80 Gr)	8.160 adet		36,72 kg	₺5.712,00
3.3	Malzeme	Şeffaf Güvenlik Poşet (A3 Baskılı)	136 adet		27,2 kg	₺340,00
3.4	Malzeme	Paket Lastiği	136 adet		3,264 kg	₺68,00
3.5	Cihaz	Kyocera Yazıcı	0,285 kw	Elektrik	0,256 kg	₺0,36
		⋮	⋮		⋮	
5	Ürün	Salon Sınav Paketi	520 adet		629,485 kg	₺69.943,00
5.1	Malzeme	A4 Kağıt (80 Gr)	74.880 adet		336,96 kg	₺52.416,00
5.2	Malzeme	A4 Kağıt (110 Gr)	8.320 adet		57,408 kg	₺7.904,00
5.3	Malzeme	Şeffaf Güvenlik Poşet (A3 Baskılı)	1.040 adet		208 kg	₺2.600,00
5.4	Malzeme	Paket Lastiği	1.040 adet		24,96 kg	₺520,00
5.5	Personel (1 adet)	Personel	104 saat		0 kg	₺6.500,00
5.6	Cihaz	Kyocera Yazıcı	2,396 kw	Elektrik	2,157 kg	₺3,00
Toplam					773,36 kg	₺87.273,63

Resim 6.64. Dokuman Üretim ve Sonlandırma İş Süreci Verileri ve Sonuçları

Lojistik Süreçler						
Sıra	Bileşen Türü	Adı	Tüketim	Tüketim Tipi	Karbon Salımı	Toplam Tutar
1	Araç	Ford Transit	55,2 lt	Motorin	145,728 kg	₺741,89
2	Araç	Fiat Doblo	48,72 lt	Benzin	116,538 kg	₺643,59
3	Personel (2 adet)	Personel	16 saat		0 kg	₺1.000,00
4	Araç	Şehir İçi Binek Araç Ulaşımı	0 lt	Benzin	2.154,014 kg	₺0,00
5	Araç	Şehir İçi Otobüs Ulaşımı	0 lt	Motorin	529,502 kg	₺0,00
6	Araç	Şehir İçi Metro/Tramvay Ulaşımı	0 kw	Elektrik	269,715 kg	₺0,00
Toplam					3.215,497 kg	₺2.385,48

Resim 6.65. Lojistik Süreçleri Verileri ve Sonuçları

Değerlendirme İş Süreci						
Sıra	Bileşen Türü	Adı	Tüketim	Tüketim Tipi	Karbon Salımı	Toplam Tutar
1	Cihaz	Kyocera Tarayıcı	0,068 kw	Elektrik	0,061 kg	₺0,08
2	Personel (2 adet)	Personel	8 saat		0 kg	₺500,00
3	Personel (1 adet)	Personel	8 saat		0 kg	₺500,00
Toplam					0,061 kg	₺1.000,08

Resim 6.66. Değerlendirme İş Süreci Verileri ve Sonuçları

Geri Dönüşüm İş Süreci						
Sıra	Bileşen Türü	Adı	Tüketim	Tüketim Tipi	Karbon Salımı	Toplam Tutar
1	Cihaz	Kağıt Yakma Makinesi	0,051 lt	Benzin	930,491 kg	₺0,67
2	Cihaz	Plastik Yakma Makinesi	0,012 lt	Benzin	175,508 kg	₺0,16
Toplam					1.105,999 kg	₺0,83

Resim 6.67. Geri Dönüşüm İş Süreci Verileri ve Sonuçları

Faaliyete ilişkin oluşturulmuş yazılımın verdiği özet veriler aşağıdaki Resim 6.68'deki gibi hesaplanmıştır.

X Kurumu 2022 Yılı Görevde Yükselme Sınavı 10/01/2022 - 18/02/2022		
Harcanan Tutar Tüm Faaliyet	₺109.099,22	
Elektrik Tüketimi 1.039,605 kw * ₺1,25	₺1.299,51	
Karbon Salımı 5.980,71 kg * ₺1,45	₺8.672,03	
Personel Gideri 411,2 saat * ₺62,50	₺25.700,00	
Araç Sayısı Toplam Kullanılan Araç Sayısı	5	
Çalışan Personel Sayısı 411,2 saat * ₺62,50	15	
Cihaz Sayısı Kullanılan toplam cihaz sayısı	7	
Malzeme Sayısı Kullanılan toplam malzeme sayısı	100.616	
Motorin 55,2 lt * ₺13,44		₺741,89
Benzin 48,783 lt * ₺13,21		₺644,42
Gaz 0 lt * ₺9,00		₺0,00

Resim 6.68. Faaliyet Sonucu Elde Edilen Veriler

Her bir iş sürecinde oluşan karbon salımı miktarı aşağıdaki Tablo 6.46'de yer almaktadır. Hesaplamalarda yer alan kusurlu işlemlerden dolayı yukarıda yapılan bazı hesaplamalar ile yazılımdan elde edilen veriler arasında küçük farklılıklar görülebilir. Bu aşamadan sonra yapılacak olan analiz işlemleri Resim 6.62 ile Resim 6.67 arasında yer alan yazılımdan elde edilen sonuç verileri üzerinden yapılacaktır. Aşağıdaki Tablo 6.46'da faaliyet süreçlerinde oluşan karbon salımı miktarları ve ilgili sürecin maliyeti bilgisi özetlenmiştir.

Tablo 6.46. Senaryo Sınav İş Süreçlerinde Oluşan Karbon Salımı Miktarı

Süreç Adı	Karbon Salımı Miktarı (kg)	Süreç Maliyeti (TL)
Sınav Hazırlık İş Süreci	884,06	12.170,4
Soru Hazırlama İş Süreci	1,73	6.268,8
Dokuman Üretim ve Sonlandırma İş Süreci	773,36	87.273,63
Lojistik Süreçler	3.215,5	2.385,48
Değerlendirme İş Süreci	0,06	1.000,08
Geri Dönüşüm İş Süreci	1.106	0,83
Gerçekleşen Toplam Karbon Salımı	5.980,709	109.099,22

Süreç adımların karbon salımı oluşturan bileşenlerin (kullanılan malzeme, araç, makine vb.) listesi aşağıdaki Tablo 6.47’de verilmektedir.

Tablo 6.47. Senaryo Sınav İş Süreçleri Bileşenlerinde Oluşan Karbon Salımı Miktarı

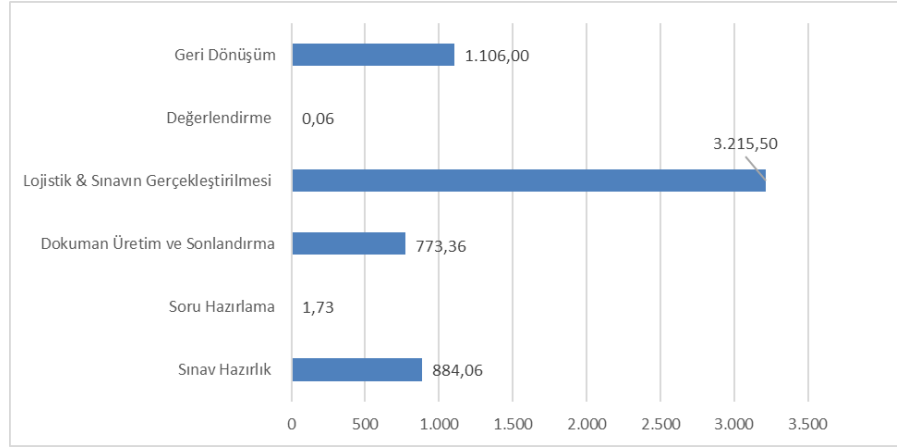
Süreç	Bileşen Türü	Adı	Tüketim	Karbon Salımı (kg)	Maliyet (₺)
Sınav Hazırlık İş Süreci	Cihaz	Dell PowerEdge R710	1.036,8 kW	868,8	1.296
	Malzeme	A4 Kağıt (80 Gr)	3.392 adet	15,264	2.374,4
Soru Hazırlama İş Süreci	Malzeme	A4 Kağıt (80 Gr)	384 adet	1,728	268,8
Dokuman Üretim ve Sonlandırma İş Süreci	Malzeme	Güvenlik Kilidi	272 adet	16,32	272
	Malzeme	Sınav Kutusu	68 adet	12,24	5.440
	Malzeme	A4 Kağıt (110 Gr)	748 adet	5,161	710,6
	Malzeme	A4 Kağıt (80 Gr)	8.160 adet	36,72	5.712
	Malzeme	Şeffaf Güvenlik Poşet (A3 Baskılı)	136 adet	27,2	340
	Malzeme	Paket Lastiği	136 adet	3,264	68
	Cihaz	Kyocera Yazıcı	0,285 kW	0,256	0,36
	Malzeme	A4 Kağıt (110 Gr)	1.768 adet	12,199	1.679,6
	Malzeme	Şeffaf Güvenlik Poşet (A3 Baskılı)	136 adet	27,2	340
	Malzeme	Paket Lastiği	136 adet	3,264	68
	Cihaz	Kyocera Yazıcı	0,056 kW	0,051	0,07
	Malzeme	A4 Kağıt (80 Gr)	74.880 adet	336,96	52.416
	Malzeme	A4 Kağıt (110 Gr)	8.320 adet	57,408	7.904
	Malzeme	Şeffaf Güvenlik Poşet (A3 Baskılı)	1.040 adet	208	2.600
	Malzeme	Paket Lastiği	1.040 adet	24,96	520
	Cihaz	Kyocera Yazıcı	2,396 kW	2,157	3
Lojistik Süreçler	Araç	Ford Transit	55,2 L	145,728	741,89
	Araç	Fiat Doblo	48,72 L	116,538	643,59
	Araç	Şehir İçi Araç Ulaşımı	0 L	2.154,014	0
	Araç	Şehir İçi Otobüs Ulaşımı	0 L	529,502	0
	Araç	Şehir İçi Metro/Tramvay Ulaşımı	0 kW	269,715	0
Değerlendirme İş Süreci	Cihaz	Kyocera Tarayıcı	0,068 kW	0,061	0,08
Geri Dönüşüm İş Süreci	Cihaz	Kağıt Yakma Makinesi	0,051 L	930,491	0,67
	Cihaz	Plastik Yakma Makinesi	0,012 L	175,508	0,16
Toplam				5.980,709	83.399,22

Personel çalışma sürelerinin iş süreçleri ve süreç bileşenleri bazında dağılımı ise aşağıdaki Tablo 6.48'deki gibidir.

Tablo 6.48. Süreç Bazlı Personel Çalışma Süreleri ve Maliyet Bilgisi

Süreç	Personel Sayısı	Kişi Başı Harcanan Toplam Zaman (Saat)	Toplam Tutar (₺)
Sınav Hazırlık İş Süreci	1	136	8.500
Soru Hazırlama İş Süreci	1	96	6.000
Dokuman Üretim ve Sonlandırma İş Süreci	1	16	1.000
Lojistik Süreçler	2	16	1.000
Değerlendirme İş Süreci	2	16	1.000
Dokuman Üretim ve Sonlandırma İş Süreci	1	131,2	8.200
Toplam		411,2	25.700

Tablo 6.46'da yer alan verilerin grafiksel dağılımı aşağıdaki Grafik 6.4'de verilmektedir.



Grafik 6.4. Senaryo Sınav İş Süreçlerinde Oluşan Karbon Salımı Miktarı Dağılımı

Temel iş süreçleri ve bileşenleri üzerinden gerçekleştirilen uygulama sonucu elde edilen verilerin, süreç ve bileşen bazlı listeleri yukarıdaki Grafik 6.5'de verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere en yüksek karbon salımı kaynağını Lojistik Süreçler oluşturmaktadır. Lojistik süreçleri sırayla Geri Dönüşüm Süreci ve Sınav Hazırlık süreci takip etmektedir. İşletme karar alıcıları bu veriler üzerinde süreç ve bileşen bazlı maliyet ve karbon salımı miktarı bilgilerine erişebilmektedir. Faaliyete ait iş süreçlerinde oluşan

karbon salımının toplam faaliyet maliyetine etkisi tüm süreçlerde oluşan karbon salımı miktarları toplamının ilgili dönemdeki birim karbon salımı fiyatı ile çarpılması ile elde edilmektedir.

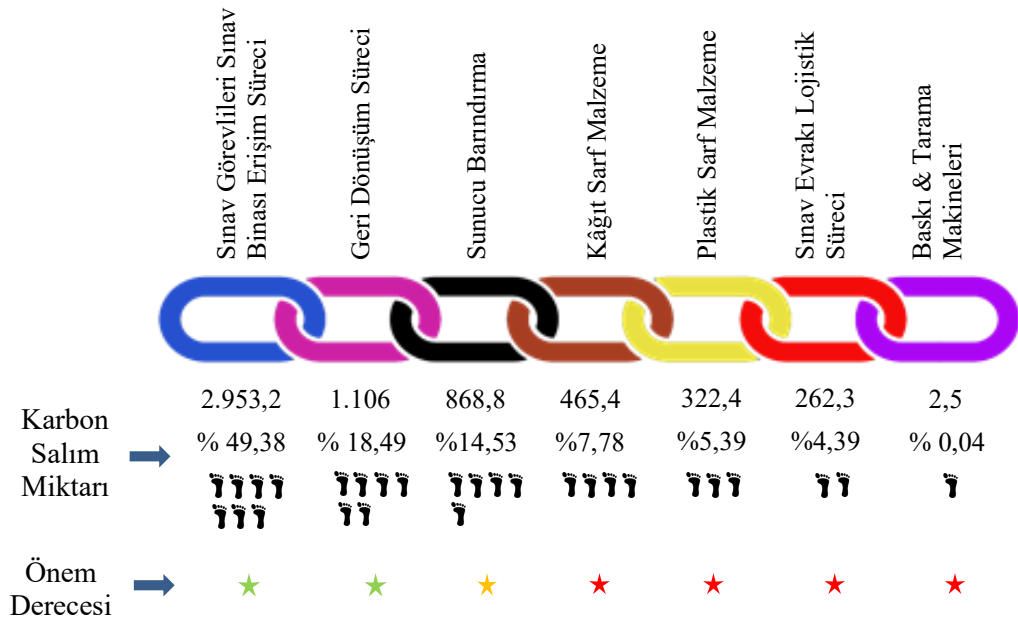
Gerçekleştirilen örnek senaryoda işletme yaklaşık olarak 5,98 ton karbon salımı gerçekleştirmiştir. İşletmenin gerçekleştirdiği bu karbon salımı miktarı için elinde kullanacağı bir karbon kredisinin olmadığı ve krediyi satın alma şeklinde temin edeceğini düşündüğümüzde, AU ETS sistemde 2021 yılı sonunda karbon salımı kredisinin ton başına 80 Euro seviyelerine çıktığı değer üzerinde gerçekleşecek bir satın alma sürecinde, işletmenin katlanacağı maliyet 478,45 Euro olarak hesaplanmaktadır. Karbon salımı kaynaklı oluşan bu ek maliyet, 109.099 TL'lik toplam faaliyet maliyetinin yaklaşık %7,95'luk kısmını oluşturmaktadır. Oluşan bu değer karbon muhasebesi süreci öncesi işletme giderleri içinde olmayan bir değer olması ve oluşan maliyetin toplam faaliyet maliyetini % 7,95 gibi çok yüksek bir oran artırıyor olması, işletmelerin karbon muhasebesi sürecinde fiyat politikalarını belirlerken ne kadar dikkatli olması gerektiğini göstermektedir.

Tablo 6.47'de yer alan veriler hangi iş sürecinde, iş sürecindeki hangi bileşende ne kadar karbon salımı oluştuğunu listelemektedir. İşletme karar alıcıları bu verileri kullanarak karbon salımı miktarını düşürme yönde gerçekleştireceği faaliyetleri planlayabilecektir. Karar alıcılar 4.4 İşletme Faaliyetlerinde Karbon Salımı ve Takibi bölümünde açıklandığı şekilde iş süreç adımlarındaki en zayıf halkayı/halkaları bularak, bu halkalarda oluşan karbon salımı miktarını düşürme yönde politikalar oluşturmalıdır. Tablo 6.47'de yer alan veriler kaynak ve tür bazlı gruplandığında aşağıdaki Tablo 6.49'daki elde edilmiştir.

Tablo 6.49. Süreç Adımlarının Gruplandırılması

Grup Adı	Grup Bazlı Gerçekleşen Karbon Salımı Miktarı (kg)
Sınav Görevlileri Sınav Binası Erişim Süreci	2.953,231
Geri Dönüşüm Süreci	1.105,999
Sunucu Barındırma	868,8
Kâğıt Sarf Malzeme	465,44
Plastik Sarf Malzeme	322,448
Sınav Evrakı Lojistik Süreci	262,266
Baskı & Tarama Makineleri	2,525
Toplam	5.980,709

Tablo 6.49’da grup şeklinde listelenen süreç bileşenlerinde gerçekleşen karbon salımı değerleri ve bu grup adımlarının işletme süreçleri içindeki önem düzeyleri aşağıdaki Şekil 6.6’da zincir görünümünde görselleştirilmiştir. İşletme karar alıcıları Şekil 6.6’da örneklendirilen yapıda olduğu gibi işletme süreçleri içinde gerçekleşen faaliyetleri ve bu faaliyet süreçlerinin işletme süreçleri için önem derecelerini listelleyerek hangi süreçler üzerinde karbon salımı miktarını düşürücü yönde çalışmalar yürütebileceğini planlayabilmektedir. Gerçekleştirilen çalışmalarda elde edilen kazanımlar benzer şekilde faaliyet süreçleri verilerinin karşılaştırılması ile elde edilebilmektedir.



Şekil 6.6. Grup Bileşenleri Zincir Görünümü

Şekil 6.6’da yer alan grup adımlarından Kağıt Sarf Malzeme, sınav evrakının basıldığı kağıtlardan, Plastik Sarf Malzeme ise basılan bu sınav evrakının güvenliği için kullanılan plastik ekipmanlardan oluştuğu için işletme için önem derecesi yüksektir. Bu sarf malzemelerin kullanımı işletme faaliyetinin temelini oluşturduğu için karbon salımı miktarını azaltma yönünde yapılabilecek çalışmalarda önem derecesi en düşük seviyede olarak düşünülebilir. Kullanılan kâğıt ve plastik kaynaklı karbon salımı miktarının düşürülmesi için gerçekleştirilebilecek çalışmaların başında gereksiz olarak kullanılan kâğıt sayısının düşürülmesi gerçekleştirilebilir. Örneğin her aday için içinde sınav oturumunda yer alan tüm dersleri içeren kitapçık basmak yerine sadece adayın sorumlu olduğu dersleri içeren kitapçıklar basılabilir. Böylece 1 test için sınava giren öğrenci için

içinde n adet ders içeren kitapçık basılmamış olacak, basılmayan her testin sayfaları kadar tasarruf sağlanmış olacaktır. Böylece kullanılan kâğıt sayısında önemli bir miktar tasarruf sağlanacaktır.

Gerçekleştirilebilecek çalışmalardan bir tanesi de kullanılan ham maddenin birim karbon salımı miktarı daha düşük ham maddeler ile değiştirilmesidir. Üretim sürecinde yenilebilir enerji kaynaklarını ağırlık veren, üretim teknolojileri yeni cihazlardan oluşan, lojistik olarak daha yakın konumlarda bulunan tedarikçi firmalardan elde edilen ham madde birim karbon salımı miktarları daha düşük değerlerde olabilir. Tedarikçilerden elde edilecek veriler ve lojistik süreçleri gibi diğer değişkenler değerlendirilerek kullanılacak ham maddeler değiştirilebilir.

Kullanılan ham maddelerin yapı malzemeleri, geri dönüşüm oranları da belirleyici bir etmen olabilir. Örneğin şerit şeklinde uzun plastik güvenlik kilitleri yerine geçmeli küçük güvenlik kilitleri kullanımı, kullanılan kâğıt kalitesinin bazı sınav evrakı için geri dönüşümlü kâğıttan üretilmesi, kullan at poşetler yerine daha çok kullanılabilir yapılara geçilmesi gibi örneklendirilebilecek birçok çalışma ile gerçekleşen karbon salımı miktarı düşürülebilir.

Sınav Evrakı Lojistik Süreci, sınav evrakının sınav merkezi ile sınav binaları arasındaki lojistik sürecini kapsamaktadır. Bu grupta oluşan karbon salımı kaynağı fosil yakıtlarının tüketimi kaynaklıdır. Sınav evrakı lojistiği güvenliği alınmış özel araçlar ile gerçekleştirilmesi gerektiği için bu aşamada işletme için kritik bir süreç oluşturmaktadır. Bu aşama gerçekleşen karbon salımı miktarı toplam karbon salımı miktarının sadece %4,39'unu oluşturmaktadır.

Baskı & Tarama Makineleri kaynaklı karbon salımı, makinelerin kullandığı elektrik nedeniyle oluşmaktadır. İşletmenin faaliyet alanı enerji yoğun bir sektör olmadığından dolayı bu grup başlığında oluşan karbon salımı miktarı minimum seviyede kalmıştır.

Geri Dönüşüm Süreci grubu faaliyet süreci sonunda oluşan atık malzemelerin geri dönüşüm sürecinde oluşturduğu karbon salımı miktarını göstermektedir. Senaryo uygulamada geri dönüşüm sürecinin işletilmemesi durumunda oluşabilecek karbon salımı miktarının hesaplanabilmesi için tüm atık malzemelerin yakılarak imha edildiği senaryosu üzerinden gidilmiştir. Atıkların geri dönüşüm sürecine sokulmayarak doğrudan yakılarak imha edilmesi sonucu oluşan karbon salımı miktarı 1.106 kg. olarak hesaplanmıştır. Bu oran toplam faaliyet sürecinde oluşan karbon salımı miktarının %18,49'lük kısmını oluşturmuştur. Oysa sınav süreci sonunda oluşan içinde kişisel

bilgiler içeren faaliyet atığı (kâğıt, plastik vb.), güvenlik protokollerine sahip bir geri dönüşüm işletmesine gönderilmiş olsaydı, hem işletme değerli atık satımından dolayı doğrudan bir kazanç elde edebilecekti hem de geri dönüşüm sürecine sokulan atığın işlenerek yeniden ekonomiye kazandırılması ile elde edilecek ham maddenin normal üretim sürecinden daha az karbon salımı gerçekleştirilerek elde edilmesini sağlayarak karbon salımı oluşmasını engelleyici bir süreç sağlanmış olacaktır.

Faaliyet atıkları olan kâğıt ve plastik geri dönüşümü yüksek malzemelerdir. Kâğıt enerji elde etme sürecinde yakıt kaynağı olarak veya işlenerek yeniden kâğıt haline getirilme sürecinde ham madde olarak kullanılabilir. Kâğıdın geri dönüşüm sürecinden elde edilecek karbon salımı kazancı, geri dönüşüm sürecinde kullanılan teknik, geri dönüşüm sürecinde kâğıdın kullanım amacı, kâğıdın cinsi gibi farklı değişkenlere bağlı olarak değişmekle birlikte ton başına elde edilen karbon salımı azaltım miktarı 300 kg. ile 1100 kg. arasında değişmektedir.(Laurijssen, Marsidi, Westenbroek, Worrell, & Faaij, 2010) Başka bir çalışmada ortalama değer olarak 459 kg. olarak elde edilmiştir. Aynı çalışmada plastiğin geri dönüşüm sürecinden elde edilecek karbon salımı kazanç miktarı her bir ton plastik atığı için 1.024 kg. olarak hesaplanmıştır.(Turner, Williams, & Kemp, 2015) Yapılan çalışmalarda elde edilen değerlerin birbirinden farklı çıkmasının nedeni, geri dönüşüm sürecine sokulan malzemenin kimyasal özelliklerinin birbirinden farklı olması ve geri dönüşüm sürecine etki eden lojistik, makine, enerji kaynağı gibi örneklendirilebilecek birçok değişkenin geri dönüşüm sürecini yürüten işletmelerde farklılık göstermesinden kaynaklanmaktadır. Gerçekleştirilen bu çalışma kapsamında 1 ton kâğıdın geri dönüşümünün sağlanması ile elde edilen karbon salımı kazancı 459 kg., 1 ton plastiğin geri dönüşümünün sağlanması ile elde edilen karbon salımı kazancı 1.024 kg. olarak işleme alınacaktır. Senaryo faaliyet sürecinde oluşan atık miktarının geri dönüşüm sürecine katılması ile elde edilecek karbon salımı kazancı miktarı aşağıdaki Tablo 6.50’de hesaplanmıştır.

Tablo 6.50. Faaliyet Atıklarının Geri Dönüşüm Sürecinde Kullanılması ile Elde Edilen Karbon Salımı Kazancı

Malzeme Cinsi	Toplam Oluşan Atık (kg)	Ton Başına Elde Edilen Karbon Salımı Kazancı (kg)	Elde Edilen Karbon Salımı Kazancı (kg)
Kâğıt	507,55	459	232,97
Plastik	60,52	1.024	61,97
		Toplam	294,94

İşletme değerli evrak niteliği taşıyan faaliyet atıklarını yakmak yerine güvenliği alınmış bir geri dönüşüm merkezinde imhasını sağlayarak hem atıkların yakılarak imha edilmesi nedeniyle neden olduğu 1.106 kg. karbon salımını gerçekleştirilmemiş olacak hem de geri dönüşüm süreci nedeniyle 294,94 kg. karbon salımının oluşmasını önlemiş olacaktır. İşletmenin geri dönüş süreci nedeniyle önlediği bu karbon salımı miktarı işletmenin toplam karbon salımı miktarını düşürücü yönde işleme alınmakta, böylece işletmenin gerçekleştirdiği toplam karbon salımı miktarını düşürücü etki yapmaktadır. Geri dönüşüm sürecinin gerçekleştirilmesi ile işletmenin gerçekleştirdiği toplam karbon salımı, 1.106 kg. atıkların yakılarak imha edilmemesinden, 294,94 kg. geri dönüşüm sürecinden olmak üzere toplamda 1.400,94 kg. azalmış olmaktadır.

Yapılan grupta en fazla karbon salımı Sınav Görevlileri Sınav Binası Erişim Sürecinde oluşmuştur. Bu grupta meydana gelen karbon salımı kaynağı, sınav günü şirket görevlisi olarak görev yapan sınav görevlilerin sınav binalarına geliş gidişleri sürecinde kullandıkları ulaşım araçlarıdır. Grupta oluşan karbon salımı 2.953,2 kg. ile toplam faaliyet süreci karbon salımının %49,38'ini oluşturmaktadır. Bu grubun işletme önem derecesinin en düşük seviyede olması ve grupta gerçekleşen karbon salımı miktarının yüksek değeri, işletme karbon salımı miktarının düşürülmesi yönünde yapılacak çalışmalarda en öncelikli adımlardan biri olmasını sağlamaktadır.

Süreçte gerçekleşen karbon salımı miktarının düşürülmesi için sınav görevlilerinin sınav günü gerçekleştirdikleri ulaşım mesafesinin minimum seviyeye çekilmesi gerekmektedir. Bunun gerçekleştirilebilmesi için sınav binaları seçiminde personelin kolay erişim sağlayabileceği binaların seçilmesi veya sınav binasında görev alacak personelin sınav binasına yakınında ikamet eden personellerden seçilmesi işlemleri gerçekleştirilebilir. Ayrıca birinci oturumda görev alan tüm görevlilerin aynı gün gerçekleştirilen diğer oturumda da görev alması sağlanabilir. Bu işlem sayesinde sınav sürecinde işletmenin bir çalışanı olarak görev yapan personelin gerçekleştirdiği ulaşım mesafesi minimum seviyeye çekilecektir. Sınav organizasyon yazılımında, sınavın gerçekleştirildiği binanın ve sistemde kayıtlı olan tüm görevlilerin ikamet adreslerini, koordinat bilgilerini içerecek şekilde tutulmaktadır. Sistemde kayıtlı olan verilere bağlı olarak görevli atama yazılımı üzerinde yapılacak küçük düzenlemeler sayesinde sınav binasına konum olarak en yakın konumda ikamet eden görevlilerin seçilmesi sağlanabilir. Bu işlemin yapılması sayesinde işletmenin sağlayacağı avantajlı durumlardan bazıları aşağıda listelenmiştir.

- Sınav binasına uzak noktalarda ikamet eden görevlilerin sınava atanması durumunda görevliler ulaşım sorunu ve maliyeti nedeniyle görevleri kabul etmeyebilmektedir. Bu durumda görevini iade eden görevliler yerine yeni görevlilerin bulunması süreci yürütülmekte, bu durum da görevlendirme sürecini uzatmaktadır. Gerçekleştirilen bu işlem sayesinde atanan görevlilerin görevini kabul etme oranı artırılabilecektir.
- Sınav günü uzak bölgelerden atanan görevlilerin görevinden vaz geçerek gelmemesi veya görev yerine zamanında ulaşamaması sorunları ortadan kalkacak, sınavın daha güvenli bir ortamda yapılması sağlanacaktır.
- Görevlilerin sınav binasına ulaşım sürecinde kat edecekleri mesafe minimum seviyeye çekileceği için oluşacak karbon salımının önüne geçilecektir.

Tablo 6.37'deki ulaşım araçlarını kullanan personel sayısı ve görevlilerin sınav binasına geliş gidiş süreçlerinde kat ettikleri mesafeyi gösteren tablodaki verilerde, ulaşım aracı seçimlerinde kat edilen mesafe bakımından bir alt seviyede bulunan araçları seçim oranının %40, bu araçlarda kat edilen mesafenin ise %40 azaldığı kabul edildiğinde elde edilen veriler aşağıdaki Tablo 6.51'de verilmektedir.

Tablo 6.51. Konum Bazlı Görevlendirme Süreci Sonunda Görevli Ulaşım Aracı Tercihi Dağılımı

Sınav Merkezi	Ulaşım Türü	Kullanan Kişi	Ortalama Kat Edilen Mesafe (km)
İstanbul	Binek Araç	37	18
	Otobüs	22	22
	Metro/Tramvay	15	24
	Yaya	24	2
Eskişehir	Binek Araç	128	9
	Otobüs	73	11
	Metro/Tramvay	50	12
	Yaya	84	2

Yukarıdaki Tablo 6.51'deki verilere bağlı olarak tüm sınav görevlilerin sınav görevi süreci içinde kat ettikleri mesafelerin hesabı aşağıdaki Tablo 6.52'de yer almaktadır.

Tablo 6.52. Konum Bazlı Görevlendirme Süreci Sonunda Sınav Görevlilerin Kat Ettikleri Mesafeler

Sınav Merkezi	Ulaşım Türü	Geliş Gidiş Süreci Kat Edilen Ortalama Mesafe	Günün İlk Oturumda Görev Yapanlar (Ortalama Mesafe x 2 gün)	Günün Sadece 2. Oturumunda Görev Yapanlar (%20 Yeni Görevli x 2 Gün)	Oturumlar Arası Mesafe (Görevlinin %80 x %20 Uzaklık x 2 Gün)	Toplam Mesafe
İstanbul	Binek Araç	666	1.332	266,4	213,12	1.811,52
	Otobüs	484	968	193,6	154,88	1.316,48
	Metro/ Tramvay	360	720	144	115,2	979,2
Eskişehir	Binek Araç	1.152	2.304	460,8	368,64	3.133,44
	Otobüs	803	1.606	321,2	256,96	2.184,16
	Metro/ Tramvay	600	1.200	240	192	1.632
Toplam		4.065	8.130	1.626	1.300,8	11.056,8

Konum bazlı görevlendirme süreci sonunda görevlilerin ulaşım için kat ettikleri mesafe 23.364,8 km'den 11.056,8 km'ye düşmüştür. Gerçekleştirilen bu optimizasyon işlemi sayesinde kat edilen toplam mesafede yaklaşık olarak %53'lük bir iyileşme sağlanmıştır. Elde edilen yeni değerlere göre oluşan karbon salımı miktarı hesabı aşağıdaki Tablo 6.53'de verilmektedir.

Tablo 6.53. Konum Bazlı Görevlendirme Süreci Sonunda Gerçekleşen Karbon Salımı

Sınav Merkezi	Ulaşım Türü	Toplam Mesafe	10 km Mesafede Oluşan CO ₂ Emisyonu Miktarı (kg)	Toplam Oluşan CO ₂ Emisyonu Miktarı (kg)
İstanbul	Binek Araç	1.811,52	1,97	356,87
	Otobüs	1.316,48	1,03	135,60
	Metro /Tramvay	979,2	0,37	36,23
Eskişehir	Binek Araç	3.133,44	1,97	617,29
	Otobüs	2.184,16	1,03	224,97
	Metro /Tramvay	1.632	0,37	60,38
Toplam		23.364,8		1.431,34

Konum bazlı görevlendirme süreci sonunda gerçekleşen karbon salımı değeri 2.953,29 kg'dan 1.431,34 kg'a düşmüştür.

İşletme faaliyet zinciri içinde en çok karbon salımı oluşturan üçüncü kaynak sunuculardan oluşmaktadır. İşletmelerin faaliyet alanlarına bağlı olarak sunucuları işletme içinde veya bulut ortamında tutma kararı alabilirler. Sınav faaliyeti yürüten işletmede çalışan sunuculardan soru bankası sunucusu, içinde yer alan bilgilerin güvenliğinin sağlanması adına, genelde dış dünya ile internet bağlantısı olmayan intranet ortamında çalıştırılmaktadır. Böylece dışarıdan gerçekleştirilebilecek izinsiz erişimlerden korunmaktadır. İşletme faaliyet alanı nedeniyle sınava giren adayların özlük bilgileri, sınav sonuçları gibi daha birçok kritik verileri de sunucularında barındırmaktadır. İşletmenin faaliyette bulunduğu sektör kritik veri seviyesi yüksek olduğu için işletme sunucu merkezini kendi yapısı altında çalıştırma yönünde bir politika yürütebilir.

Tablo 6.14'de İskandinav enerji değerleri üzerinden yapılan bir çalışmada, şirket içi sunucu barındırma ile bulut ortamında sunucu barındırma süreçleri arasında gerçekleşen karbon salımı miktarları arasındaki değişim verilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynağı kullanmayan şirket içi veri merkezinde gerçekleşen yıllık karbon salımı miktarı 916 kg. iken, %100 yenilenebilir enerji kaynağı kullanan bulut sunucuda gerçekleşen yıllık karbon salımı miktarı sadece 160 kg.'dır. Bulut sunucular kullanımı ile işletme gerçekleştirdiği karbon salımı miktarında %83'lik bir düşüş sağlayabilir.

Bulut yapısı kullanımı, işletmelerin karbon salımı miktarında düşüşün yanında işletmelerin veri merkezi kurabilmesi için gerekli olan tüm alt yapı (sunucu, güvenlik duvarı, UPS, jeneratör, yangın sistemi vb.) ve bunların yedek sistemleri yatırımlarının yapmasının önüne geçer. Ayrıca bu sistemi izleyebilecek, geliştirebilecek ve gerekli durumlarda müdahale edebilecek çok sayıda uzman personelin çalıştırılması zorunluluğu da gerekmeyecektir.

İşletme yönetiminin karbon salımı yüksek ve işletme iş süreçleri içindeki önem derecesi düşük süreçlerden Sınav Görevlileri Sınav Binası Erişim Süreci ve Geri Dönüşüm Sürecinde gerçekleştirdikleri optimizasyonlar ile elde ettiği karbon salımı miktarındaki düşüş aşağıdaki Tablo 6.54'de verilmiştir.

Tablo 6.54. İşletmenin Karbon Salımı Miktarı Düşürücü Çalışmalarının Etkisi

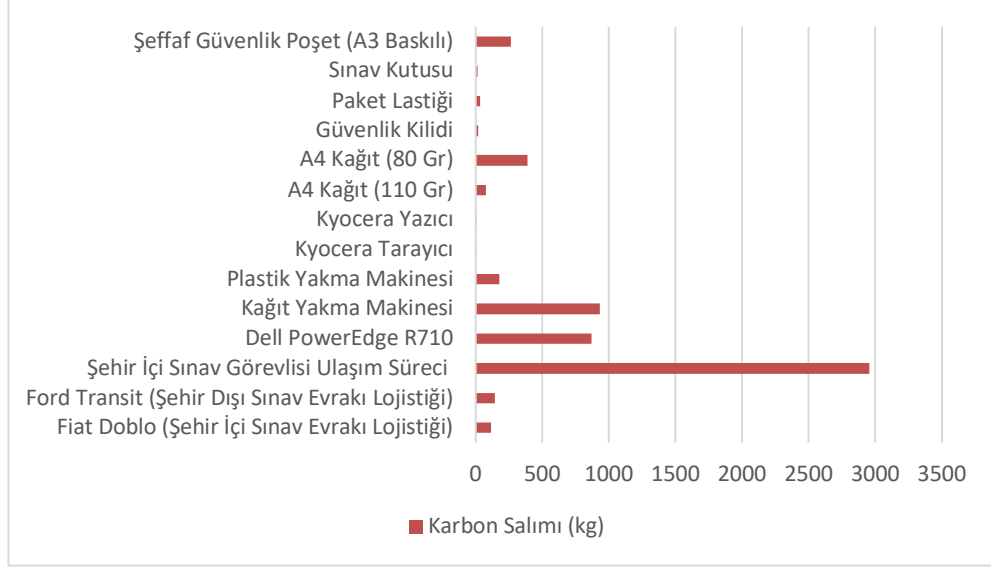
Grup Adı	Grup Bazlı Gerçekleşen Karbon Salımı Miktarı (kg)		
	Optimizasyon Süreçleri Öncesi	Optimizasyon Süreçleri Sonrası	Değişim Oranı (%)
Sınav Görevlileri Sınav Binası Erişim Süreci	2.953,2	1.431,34	51,5
Geri Dönüşüm Süreci	1.106	-294,9	126,7
Sunucu Barındırma	868,8	868,8	0
Kâğıt Sarf Malzeme	465,4	465,4	0
Plastik Sarf Malzeme	322,4	322,4	0
Sınav Evrakı Lojistik Süreci	262,3	262,3	0
Baskı & Tarama Makineleri	2,5	2,5	0
Toplam	5.980,7	3.057,9	48,9

İşletme faaliyet süreçleri ve süreç adımlarında oluşan karbon salımlarını karbon salımı kapsamı bazlı dağılımları aşağıdaki Tablo 6.55 ve Tablo 6.56’da yer almaktadır.

Tablo 6.55. Senaryo Faaliyet Sürecinde Yer Alan Bileşenler ve Gerçekleştirdikleri Karbon Salımı Miktarları

Karbon Salımı Kapsamı	Bileşen Türü	Adı	Tüketim	Karbon Salımı (kg)
Kapsam-1	Araç	Fiat Doblo (Şehir İçi Sınav Evrakı Lojistiği)	48,72 L	116,54
Kapsam-1	Araç	Ford Transit (Şehir Dışı Sınav Evrakı Lojistiği)	55,2 L	145,73
Kapsam-3	Araç	Şehir İçi Sınav Görevlisi Ulaşım Süreci	0	2.953,23
Kapsam-2	Cihaz	Dell PowerEdge R710	1.036,8 kW	868,8
Kapsam-3	Cihaz	Kağıt Yakma Makinesi	0,051 L	930,49
Kapsam-3	Cihaz	Plastik Yakma Makinesi	0,012 L	175,51
Kapsam-2	Cihaz	Kyocera Tarayıcı	0,068 kW	0,06
Kapsam-2	Cihaz	Kyocera Yazıcı	2,737 kW	2,464
Kapsam-3	Malzeme	A4 Kağıt (110 Gr)	10.836 adet	74,77
Kapsam-3	Malzeme	A4 Kağıt (80 Gr)	86.816 adet	390,67
Kapsam-3	Malzeme	Güvenlik Kilidi	272 adet	16,32
Kapsam-3	Malzeme	Paket Lastiği	1.312 adet	31,49
Kapsam-3	Malzeme	Sınav Kutusu	68 adet	12,24
Kapsam-3	Malzeme	Şeffaf Güvenlik Poşet (A3 Baskılı)	1.312 adet	262,4
			Toplam	5.980,709

Tabloda yer alan verilerin grafiksel gösterimi aşağıdaki Grafik 6.6’da gösterilmektedir.



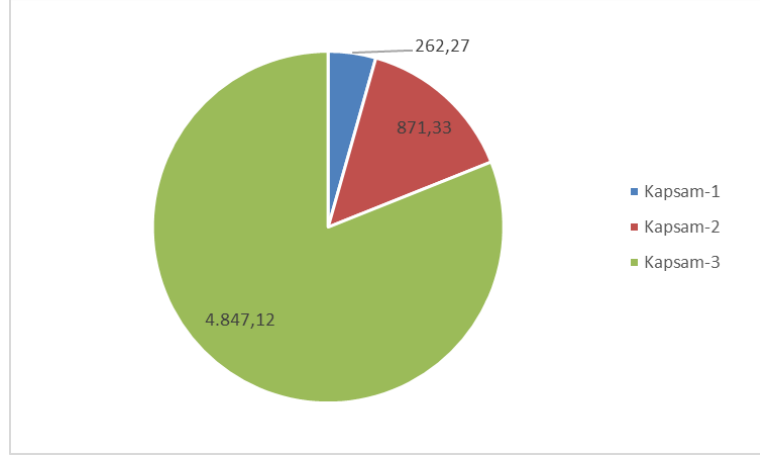
Grafik 6.5. Senaryo Faaliyet Sürecinde Yer Alan Bileşenler ve Gerçekleştirdikleri Karbon Salımı Miktarları

Senaryo uygulamada en büyük karbon salımı miktarı işletmenin faaliyet alanında lojistik süreçlerin yoğun olarak kullanılıyor olmasından dolayı lojistik iş sürecinden gerçekleştiği gözükmektedir. Karbon salımı kapsamı bazlı gerçekleşen karbon salımı miktarı aşağıdaki tablo 6.56’da yer almaktadır.

Tablo 6.56. Kapsam Bazlı Gerçekleşen Karbon Salımı Miktarları

Karbon Salımı Kapsamı	Oluşan Karbon Salımı (kg)
Kapsam-1	262,266
Kapsam-2	871,325
Kapsam-3	4.847,118
Toplam	5.980,71

Kapsam bazlı oluşan karbon salımı miktarının yüzdesel dağılım grafiği aşağıdaki Grafik 6.7’de yer almaktadır.



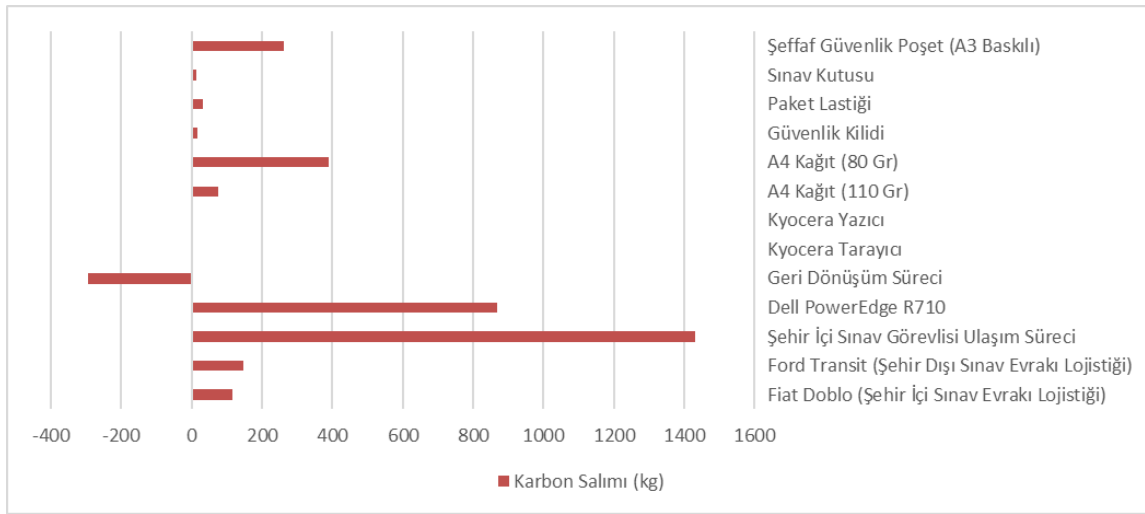
Grafik 6.6. Karbon Salımı Miktarlarının Kapsam Bazlı Yüzesel Dağılımı

Senaryoda uygulamada gerçek bir sınav organizasyon sürecinde oluşan lojistik süreçlerinin çoğu işleme alınmıştır. Sınav görevlilerinin sınav merkezleri ulaşım süreci Kapsam-3 içinde değerlendirildiği için yukarıdaki Grafik 6.7’de görüldüğü gibi karbon salımı kapsamı içinde en büyük payı Kapsam-3 oluşturmuştur. Gerçek bir sınav organizasyon süreci içinde kullanılan ham madde çeşitliliğinin senaryo uygulamasından daha fazla olması, sınav merkezinin ısınması, aydınlatılması gibi süreçlerde elektrik ve fosil yakıt kullanımlarının işleme alınması Kapsam-1 ve Kapsam-2 içinde oluşan karbon salımı miktarlarını biraz artıracaktır. Fakat çalışma kapsamında önceki bölümlerde de açıklandığı şekilde birçok sektörde karbon salımının büyük çoğunluğu Kapsam-3 içinde gerçekleşmektedir. İşletmelerin gerçekleştirdiği karbon salımı miktarını düşürücü yönde yapacağı çalışmalarda, Kapsam-3 içinde oluşan karbon salımı kaynaklarını göz ardı edip sadece Kapsam-1 ve Kapsam-2 içinde oluşan karbon salımı kaynaklarına odaklanması, enerji yoğun çalışan işletmeler dışında sınırlı iyileşme oluşturabilir.

İşletmenin karbon salımı miktarını düşürücü yönde gerçekleştirdiği çalışmalar sonucu iş süreci adımlarında gerçekleşen karbon salımı miktarlarındaki değişim aşağıdaki Tablo 6.57’de verilmiştir. Tablo 6.57’de yer alan verilerin grafik gösterimi aşağıdaki Grafik 6.8’de yer almaktadır.

Tablo 6.57. Optimizasyon Sonucu İş Süreçlerinde Gerçekleşen Karbon Salımı Miktarı

Adı	Tüketim	Karbon Salımı (kg)
Fiat Doblo (Şehir İçi Sınav Evrakı Lojistiği)	48,72 L	116,538
Ford Transit (Şehir Dışı Sınav Evrakı Lojistiği)	55,2 L	145,728
Şehir İçi Sınav Görevlisi Ulaşım Süreci	0	1.431,34
Dell PowerEdge R710	1.036,8 kW	868,8
Geri Dönüşüm Süreci	0,051 L	-294,94
Kyocera Tarayıcı	0,068 kW	0,061
Kyocera Yazıcı	2,737 kW	2,464
A4 Kağıt (110 Gr)	10.836 adet	74,768
A4 Kağıt (80 Gr)	86.816 adet	390,672
Güvenlik Kilidi	272 adet	16,32
Paket Lastiği	1.312 adet	31,488
Sınav Kutusu	68 adet	12,24
Şeffaf Güvenlik Poşet (A3 Baskılı)	1.312 adet	262,4
		3.055,415

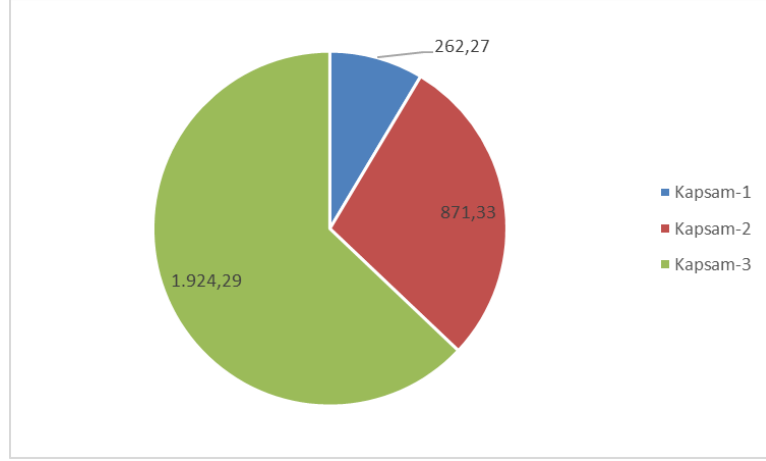


Grafik 6.7. Optimizasyon Sonucu İş Süreçlerinde Gerçekleşen Karbon Salımı Miktarı

Optimizasyon sonrası kapsam bazlı karbon salımı miktarları dağılımı aşağıdaki Tablo 6.58’de ve Grafik 6.8’de verilmektedir.

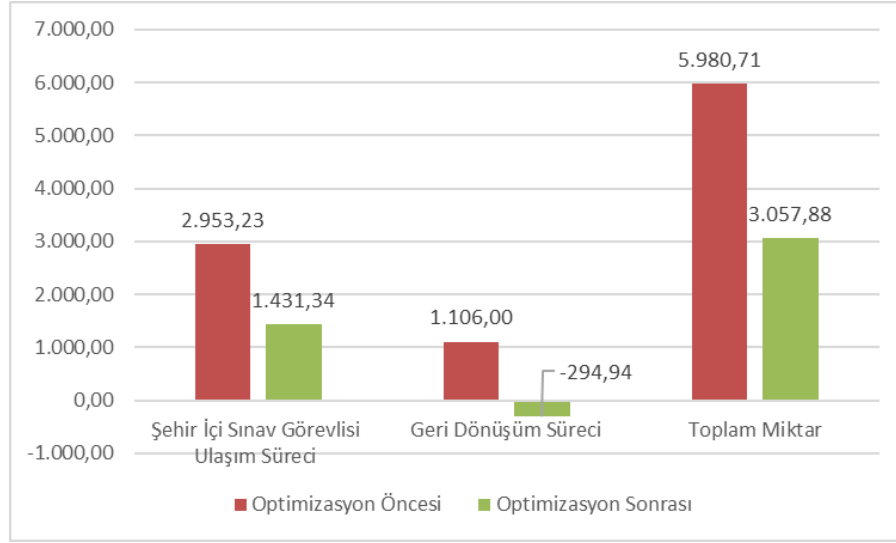
Tablo 6.58. Optimizasyon Sonrası Kapsam Bazlı Gerçekleşen Karbon Salımı Miktarları

Karbon Salımı Kapsamı	Oluşan Karbon Salımı (kg)
Kapsam-1	262,27
Kapsam-2	871,33
Kapsam-3	1.924,29
Toplam	3.055,41



Grafik 6.8. Optimizasyon Sonrası Karbon Salımı Miktarlarının Kapsam Bazlı Yüzdesel Dağılımı

Optimizasyon öncesi ve sonrası oluşan karbon salımı miktarlarının karşılaştırması aşağıdaki Grafik 6.9’da gösterilmektedir.



Grafik 6.9. Optimizasyon Öncesi ve Sonrası Gerçekleşen Karbon Salımı Miktarları

İşletme yönetimi gerçekleştirdiği çalışmaların sonucunu faaliyet verilerinden elde ettiği gerçekleşen karbon salımı miktarı, karbon salımı maliyeti ve toplam faaliyet maliyeti verilerini karşılaştırarak değerlendirebilmektedir. Böylece gerçekleştirilen işlemin sağladığı başarı oranını görebilmekte, gerçekleştireceği sonraki süreçleri planlayabilmektedir.

İşletme yönetimi sistemi aynı zamanda gerçekleşecek faaliyetlerin oluşturacağı maliyetleri hesaplayabilmek için kullanabilmektedir. Maliyet verisini kullanarak iş süreçlerini planlayabilmekte, fiyat politikalarını belirleyebilmektedir. Örnek verilen

senaryoda gerçekleştirilen sınav ile aynı sınav merkezlerinde ve aynı koşullar altında gerçekleştirilmesi planlanan Y Kurumu 2022 Yılı Görevde Yükselme Sınavı'na ilk sınavın 10 katı, 15.600 adayın gireceği tahmin edilmektedir. Yeni sınav organizasyonu verileri sisteme girildiğinde elde edilen raporlar aşağıda listelenmiştir.

Y Kurumu 2022 Yılı Görevde Yükselme Sınavı, önceki X Kurumu 2022 Yılı Görevde Yükselme Sınavı ile aynı soru sayısına ve alt yapısına sahip olduğu için Sınav Hazırlık İş Süreci ve Soru Hazırlama İş Süreci verilerinde bir değişiklik olmayacaktır. Diğer süreçlerde ise sınava giren aday sayısının artmasına bağlı olarak görevlendirilen görevli sayısı ve kullanılan ham madde miktarları artmıştır. Sistemi girilen sınavlar doğrudan X Kurumu Sınavı verilerininin 10 katı olacak şekilde alınmıştır. 15.600 adayın her salonda 12 aday, her sınav binasında 8 salon ortalama değerine göre gerekli olan bina salon sayıları aşağıdaki Tablo 6.59'da hesaplanmıştır.

Tablo 6.59. Y Kurumu Sınavı Sınav Merkezi Bazlı Aday, Salon ve Bina Sayısı Dağılımı

Sınav Merkezi	Aday Sayısı	Salon Sayısı	Bina Sayısı
İstanbul Sınav Merkezi	3.120	260	33
Eskişehir Sınav Merkezi	12.480	1.040	130
Toplam	15.600	1.300	163

Salon ve bina sayısına bağlı olarak sınav için gereken görevli sayısı aşağıdaki Tablo 6.60'da listelenmektedir.

Tablo 6.60. Y Kurumu Sınavı Sınav Merkezi Bazlı Görevli Sayısı Dağılımı

Sınav Merkezi	Bina Görevli Sayısı	Koordinatör Görevli Sayısı	Toplam Görevli Sayısı
İstanbul Sınav Merkezi	352	40	392
Eskişehir Sınav Merkezi	1.300	40	1.340
Toplam Görevli Sayısı	1.652	80	1.732

Sınav görevlilerininin sınav binalarına ulaşım mesafeleri de X Kurumu Sınavı verileri oranları ile hesaplandığında görevlilerin sınav sürecinde kat ettikleri mesafe aşağıdaki Tablo 6.61'deki gibi elde edilmiştir.

Tablo 6.61. Y Kurumu Sınavı Sınav Görevlilerinin Sınav Binalarına Ulaşım Sürecinde Günlük Olarak Kat Ettikleri Mesafe

Sınav Merkezi	Ulaşım Türü	Görevli Sayısı	Geliş Gidiş Süreci Kat Edilen Ortalama Mesafe	Günün İlk Oturumda Görev Yapanlar (Ortalama Mesafe x 2 gün)	Günün Sadece 2. Oturumunda Görev Yapanlar (%20 Yeni Görevli x 2 Gün)	Oturumlar Arası Mesafe (Görevlinin %80 x %20 Uzaklık x 2 Gün)	Toplam Mesafe
İstanbul	Binek Araç	413	12.390	24.780	4.956	3.964,8	33.700,8
	Otobüs	169	6.084	12.168	2.433,6	1.946,88	16.548,48
	Metro/ Tramvay	211	8.440	16.880	3.376	2.700,8	22.956,8
Eskişehir	Binek Araç	1.654	24.810	49.620	9.924	7.939,2	67.483,2
	Otobüs	633	11.394	22.788	4.557,6	3.646,08	30.991,68
	Metro/ Tramvay	817	16.340	32.680	6.536	5.228,8	44.444,8
Toplam		4.087	79.458	158.916	31.783,2	25.426,56	216.125,76

Görevlilerin ulaşım süreci nedeniyle gerçekleşen karbon salımı miktarı aşağıdaki Tablo 6.62’de verilmiştir.

Tablo 6.62. Y Kurumu Sınavı Sınav Görevlilerinin Sınav Binalarına Ulaşım Sürecinde Oluşturdukları Toplam Karbon Salımı Miktarı

Sınav Merkezi	Ulaşım Türü	Toplam Mesafe	10 km Mesafede Oluşan CO ₂ Emisyonu Miktarı (kg)	Toplam Oluşan CO ₂ Emisyonu Miktarı (kg)
İstanbul	Binek Araç	33.700,8	1,97	6.639,06
	Otobüs	16.548,48	1,03	1.704,49
	Metro /Tramvay	22.956,8	0,37	849,4
Eskişehir	Binek Araç	67.483,2	1,97	13.294,19
	Otobüs	30.991,68	1,03	3.192,14
	Metro /Tramvay	44.444,8	0,37	1.644,46
Toplam		23.364,8		27.323,74

Y Kurumu sınavı sürecinde sistem tarafında elde edilen kullanılan malzeme listesi aşağıdaki Tablo 6.63’de verilmektedir.

Tablo 6.63. Y Kurumu Sınav Süreçlerinde Kullanılan Malzemeler ve Miktarları

İşlem	A4 (80 gr.)	A4 (110 gr.)	Şeffaf Poşet (adet)	Paket Lastiği (adet)	Güvenlik Kilidi (adet)	Sınav Kutusu (adet)
Taslak ve nihai protokol dökümleri	100					
Aday & Görevli Belge Dökümü	31.948					
Sınav Sorularının Hazırlanması	192					
Soruların Denetlenmesi	192					
Salon Sınav Paketi	748.800	83.200	10.400	10.400		
Bina Sınav Sorumlusu Paketi		16.952	1.304	1.304		
Bina Yedek Paketi	78.240	7.172	1.304	1.304		
Sınav Paketlerinin Kutulanması					2.608	652
Toplam	859.472	107.324	13.008	13.008	2.608	652

Kullanılan sınav evrakı nedeniyle oluşan atık miktarı aşağıdaki Tablo 6.64’de verilmektedir.

Tablo 6.64. Y Kurumu Sınavı Oluşan Atık Miktarının Malzeme Cinsinden Dağılımı ve Oluşan Karbon Salımı Miktarı

Malzeme Cinsi	Toplam Oluşan Atık (kg)	İmha Süreci Nedeniyle Oluşan Karbon Salımı Miktarı (kg)
Kâğıt	5.025,01	9.210,84
Plastik	598,48	1.735,59
Toplam	5.623,49	10.946,43

Y Kurumu sınavı faaliyetine ilişkin oluşturulmuş yazılımın verdiği özet veriler aşağıdaki Resim 6.68’deki gibi hesaplanmıştır.

Y Kurumu 2022 Yılı Görevde Yükselme Sınavı 10/03/2022 - 18/04/2022			
Harcanan Tutar Tüm Faaliyet	₺899.007,89	Araç Sayısı Toplam Kullanılan Araç Sayısı	5
Elektrik Tüketimi 1.066,286 kw * ₺1,25	₺1.332,86	Çalışan Personel Sayısı 1580,8 saat * ₺62,50	15
Karbon Salımı 47.223,669 kg * ₺1,45	₺68.474,32	Cihaz Sayısı Kullanılan toplam cihaz sayısı	7
Personel Gideri 1.580,8 saat * ₺62,50	₺98.800,00	Malzeme Sayısı Kullanılan toplam malzeme sayısı	996.072
		Motorin 55,2 lt * ₺14,45	₺797,64
		Benzin 49,342 lt * ₺14,13	₺697,20
		Gaz 0 lt * ₺9,00	₺0,00

Resim 6.69. Y Kurumu Sınavı Faaliyetine Yönelik Oluşması Beklenen Veriler

Her bir süreç adımında elde edilen veriler ise aşağıdaki Resim 6.70 ile Resim 6.75 arasında gösterilmektedir.

Sınav Hazırlık İş Süreci						
Sıra	Bileşen Türü	Adı	Tüketim	Tüketim Tipi	Karbon Salımı	Toplam Tutar
1	Personel (1 adet)	Personel	16 saat		0 kg	₺1.000,00
4	Cihaz	Dell PowerEdge R710	1.036,8 kw	Elektrik	868,8 kg	₺1.296,00
5	Malzeme	A4 Kağıt (80 Gr)	32.048 adet		144,216 kg	₺22.433,60
6	Personel (1 adet)	Personel	24 saat		0 kg	₺1.500,00
Toplam					1.013,016 kg	₺32.229,60

Resim 6.70. Y Kurumu Sınav Hazırlık İş Süreci Verileri ve Sonuçları

Soru Hazırlama İş Süreci						
Sıra	Bileşen Türü	Adı	Tüketim	Tüketim Tipi	Karbon Salımı	Toplam Tutar
1	Malzeme	A4 Kağıt (80 Gr)	384 adet		1,728 kg	₺268,80
2	Personel (1 adet)	Personel	48 saat		0 kg	₺3.000,00
3	Personel (1 adet)	Personel	48 saat		0 kg	₺3.000,00
Toplam					1,728 kg	₺6.268,80

Resim 6.71. Y Kurumu Soru Hazırlama İş Süreci Verileri ve Sonuçları

Dokuman Üretim ve Sonlandırma İş Süreci						
Sıra	Bileşen Türü	Adı	Tüketim	Tüketim Tipi	Karbon Salımı	Toplam Tutar
1	Ürün	Kutulama İşlemi	652 adet		273,84 kg	₺54.768,00
1.1	Malzeme	Güvenlik Kilidi	2.608 adet		156,48 kg	₺2.608,00
1.2	Malzeme	Sınav Kutusu	652 adet		117,36 kg	₺52.160,00
2	Personel (1 adet)	Personel	16 saat		0 kg	₺1.000,00
3	Ürün	Bina Yedek Paketi	652 adet		696,12 kg	₺73.646,81
3.1	Malzeme	A4 Kağıt (110 Gr)	7.172 adet		49,487 kg	₺6.813,40
3.2	Malzeme	A4 Kağıt (80 Gr)	78.240 adet		352,08 kg	₺54.768,00
3.3	Malzeme	Şeffaf Güvenlik Poşet (A3)	1.304 adet		260,8 kg	₺3.260,00
4.5	Personel (1 adet)	Personel	130,4 saat		0 kg	₺8.150,00
5	Ürün	Salon Sınav Paketi	5.200 adet		6.294,845 kg	₺699.429,95
5.1	Malzeme	A4 Kağıt (80 Gr)	748.800 adet		3.369,6 kg	₺524.160,00
5.2	Malzeme	A4 Kağıt (110 Gr)	83.200 adet		574,08 kg	₺79.040,00
5.3	Malzeme	Şeffaf Güvenlik Poşet (A3 Baskılı)	10.400 adet		2.080 kg	₺26.000,00
5.4	Malzeme	Paket Lastiği	10.400 adet		249,6 kg	₺5.200,00
5.5	Personel (1 adet)	Personel	1.040 saat		0 kg	₺65.000,00
5.6	Cihaz	Kyocera Yazıcı	23,962 kw	Elektrik	21,565 kg	₺29,95
Toplam					7.674,356 kg	₺857.011,83

Resim 6.72. Y Kurumu Dokuman Üretim ve Sonlandırma İş Süreci Verileri ve Sonuçları

Lojistik Süreçler						
Sıra	Bileşen Türü	Adı	Tüketim	Tüketim Tipi	Karbon Salımı	Toplam Tutar
1	Araç	Ford Transit	55,2 lt	Motorin	145,728 kg	₺797,64
2	Araç	Fiat Doblo	48,72 lt	Benzin	116,538 kg	₺688,41
3	Personel (2 adet)	Personel	16 saat		0 kg	₺1.000,00
4	Araç	Şehir İçi Binek Araç Ulaşımı	0 lt	Benzin	19.933,248 kg	₺0,00
5	Araç	Şehir İçi Otobüs Ulaşımı	0 lt	Motorin	4.896,62 kg	₺0,00
6	Araç	Şehir İçi Metro/Tramvay Ulaşımı	0 kw	Elektrik	2.493,874 kg	₺0,00
Toplam					27.586,008 kg	₺2.486,05

Resim 6.73. Y Kurumu Lojistik Süreçleri Verileri ve Sonuçları

Değerlendirme İş Süreci						
Sıra	Bileşen Türü	Adı	Tüketim	Tüketim Tipi	Karbon Salımı	Toplam Tutar
1	Cihaz	Kyocera Tarayıcı	2,254 kw	Elektrik	2,028 kg	₺2,82
2	Personel (2 adet)	Personel	8 saat		0 kg	₺500,00
3	Personel (1 adet)	Personel	8 saat		0 kg	₺500,00
Toplam					2,028 kg	₺1.002,82

Resim 6.74. Y Kurumu Değerlendirme İş Süreci Verileri ve Sonuçları

Geri Dönüşüm İş Süreci						
Sıra	Bileşen Türü	Adı	Tüketim	Tüketim Tipi	Karbon Salımı	Toplam Tutar
1	Cihaz	Kağıt Yakma Makinesi	0,503 lt	Benzin	9.212,332 kg	₺7,10
2	Cihaz	Plastik Yakma Makinesi	0,12 lt	Benzin	1.734,2 kg	₺1,69
Toplam					10.946,533 kg	₺8,79

Resim 6.75. Y Kurumu Geri Dönüşüm İş Süreci Verileri ve Sonuçları

X Kurumu ve Y Kurumu sınav süreçlerinde oluşan karbon salımı miktarları ve maliyetlerinin karşılaştırma tablosu aşağıdaki Tablo 6.65’de yer almaktadır. Sınava giren aday sayısı 10 kat artmasına rağmen faaliyet süreçleri sonunda oluşan karbon salımı miktarı %689,6, oluşan maliyet ise %724,03 artmıştır.

Süreç Adı	X Kurumu Sınavı (1.560 Aday)		Y Kurumu Sınavı (15.600 Aday)		Karbon Salımı Değişim Oranı (%)	Süreç Maliyeti Değişim Oranı (%)
	Karbon Salımı Miktarı (kg)	Süreç Maliyeti (TL)	Karbon Salımı Miktarı (kg)	Süreç Maliyeti (TL)		
Sınav Hazırlık İş Süreci	884,06	12.170,4	1.013,02	32.229,6	14,59	164,82
Soru Hazırlama İş Süreci	1,73	6.268,8	1,73	6.268,8	0	0
Dokuman Üretim ve Sonlandırma İş Süreci	773,36	87.273,63	7.674,36	857.011,83	892,34	881,98
Lojistik Süreçler	3.215,5	2.385,48	27.586,01	2.486,05	757,91	4,22
Değerlendirme İş Süreci	0,06	1.000,08	2,03	1.002,82	3.224,59	0,27
Geri Dönüşüm İş Süreci	1.106	0,83	10.946,53	8,79	889,74	959,04
Gerçekleşen Toplam Karbon Salımı	5.980,709	109.099,22	47.223,68	899.007,89	689,6	724,03

Y Kurumu sınavı maliyetinin X kurumu sınavı maliyetinin 10 katı oranından artmamasının nedenlerinden biri faaliyet süreçlerinde gerçekleşen sabit giderlerin varlığından kaynaklanmaktadır. İki sınav sürecinin sınav merkezi sayısı, soru dağılımı, sınav takvimi uzunlukları gibi birçok verisinin aynı olması, iki sınav için gerçekleştirilecek sınav hazırlık, soru hazırlama ve sınav evrakının sınav merkezlerine ulaştırma süreçleri gibi birçok adımda aynı işlemlerin yürütülmesini gerektirecek, bu nedenle bu süreçlerde oluşan maliyet ve karbon salımı miktarları da aynı olacaktır. İki süreç için aynı olan bu süreçler faaliyet süreçlerinin sabit giderleri olarak düşünülebilir. Aday ve görevli sayısı miktarının değişmesi sonucu oluşan kullanılan, basılan evrak sayısındaki artış iki süreç içindeki maliyet ve karbon salımı miktarı farklılıklarını oluşturmaktadır.

İşletme yazılım sistemine talep edilen sınava ait verileri girerek, sınavın maliyetini, faaliyet sonucu oluşacak karbon salımı miktarı ve karbon maliyeti ile birlikte hesaplayabilmekte, böylece faaliyete ilişkin fiyat politikasını gerçeğe en yakın değerleri ile hesaplayabilmektedir. Böylece hem gerçekleşen maliyetlerin düşük hesaplanması ve bu nedenle faaliyete ilişkin fiyat politikasının düşük tutulması nedeniyle oluşabilecek zararın önüne geçilmekte hem de küresel ekonomik düzende rakip müşterilere göre zarar etmeyecek en doğru fiyat politikası belirlenebilmesi sayesinde rakiplerine karşı avantaj sağlanmış olunacaktır.

Basit bir mantık ile önceden gerçekleştirilmiş X Kurumu sınavı maliyeti olan 109.099 TL maliyet baz alınarak, X Kurumu sınavının 10 katı büyüklükteki Y Kurumu sınavı için oluşabilecek maliyetin de 10 kat büyüklükte, 1.090.990 TL olması üzerinden gerçekleştirilecek fiyat politikası, gerçek maliyet olan 899.007 TL'nin %21'in üzerinde olmakta, bu durum da işin gerçek maliyetini hesaplayabilen işletmelerin daha düşük fiyat teklifi oluşturması durumunda işin alınamamasını neden olabilmektedir.

Yazılım sistemleri yöneticilere, tüm üretim süreçlerini planlama, yatırım alanlarını belirleme gibi birçok konuda, gerçekleştirilecek maliyet, kazanç gibi birçok veriyi sağlayarak, karar destek sistemi oluşturmakta ve yöneticilerin hatalı kararlar almasını engellemektedir.

7. SONUÇ

İnsanoğlunun var olanla yetinmeyip her zaman daha fazlasını isteme arzusu sonucu, kontrolsüz bir büyüme ortaya çıkmış, aşırı tüketim, kaynakların aşırı ve bilinçsiz kullanılması sonucu doğa hızlı bir şekilde tahrip edilmiştir. Sanayi devrimi ile başlayan kontrolsüz büyüme, beraberinde hava, toprak ve su kaynaklarında kirliliği hızlı bir şekilde artırmıştır. İnsan ve sanayi bazlı atıkların her geçen gün artması sonucu oluşan doğa üzerindeki tahribat, insanoğlunun yeni yaşam alanları açmak, yakıt gibi ihtiyaçlarını karşılamak veya gelir elde etme arzusu ile yeşil alanları yok etmesi ile daha da büyümüştür. Tüm bu olumsuz etkiler sonucu doğa artık kendini yenileyemez duruma gelmiştir.

İnsanoğlunun, önceden duyarsızca gerçekleştirdiği bu yıkımların sonuçları, günümüzde başta küresel ısınma ve küresel ısınmanın etkileri olan iklimlerdeki değişim, ani ve kısa süreli aşırı yağışlar, düzensiz hava olayları, mevsimlerdeki ortalama sıcaklıkların artması, ani sıcaklık değişimleri, yoğun tropikal kasırgalar, kış aylarının daha kurak geçmesi, yaz aylarındaki havadaki nem oranının azalması, buzulların erimesi ve deniz suyu seviyesinin yükselmesi, canlı türlerinin göçleri gibi olaylar ile yaşantımıza girmiş ve her geçen gün insanlığı daha çok etkiler hale gelmiştir. Önceleri birçok kişi ve ülkeler tarafından çok önemsenmeyen küresel ısınma, zamanla insanoğlunun kendi geleceği için çözmesi gereken bir numaralı sorun haline gelmiştir.

Küresel ısınmanın kaynağını dünyamızı yaşanabilir bir gezegen olmasını sağlayan sera gazları oluşturmaktadır. Atmosferde bulunan sera gazı miktarı insanoğlunun var oluşundan bu yana belli bir oran içinde bulunmaktaydı. Son yüzyıl içinde sanayileşme ile birlikte özellikle fosil yakıt kullanımının hızlı bir şekilde artması ve insanoğlunun doğaya verdiği zarar nedeniyle doğanın kendini yenileyebilme gücündeki azalış, atmosferdeki sera gazı oranının giderek artırmış, bu durumda beraberinde sera gazlarının atmosferde daha fazla ısı tutulmasına neden olmuştur. Atmosferdeki ısınma, küresel ısınma kavramını hayatımıza sokmuş ve insanlığın bir numaralı sorununu oluşturmuştur.

Sorunun kaynağının küresel boyutta olması, mücadelenin de küresel boyutta gerçekleştirilmesini gerektirmektedir. Mücadelenin başarılı olabilmesi için öncelikle atmosferdeki sera gazı artışının durdurulması, daha sonra da azaltılarak normal değerlerine düşürülmesi gerekmektedir.

Atmosferdeki zararları gazların miktarını azaltmayı hedefleyen 1987 yılında uluslararası düzeyde gerçekleştirilen ilk anlaşma olan Montreal Protokolü'nden sonra odak nokta doğrudan küresel ısınma ile mücadeleye dönmüş ve uluslararası alanda bu yönde birçok antlaşma yapılmıştır. 2015 yılında kabul edilen Paris Anlaşması, sahip olduğu yasal yaptırım mekanizmaları sayesinde, iklim değişikliğine karşı küresel çapta verilen mücadelede tarihsel bir dönüm noktasını oluşturmuştur. Anlaşmayı 6 Ekim 2021 tarihinde Türkiye Büyük Millet Meclisinde onaylayıp, 7 Ekim 2021 tarihinden resmi gazetede yayınlayarak kabul eden Türkiye, küresel ısınma ile mücadelede yeni bir süreci başlatmıştır.

Paris antlaşması, tüm ülkelere karbon salımı kotası getirmekte ve ülkelerin bu kotayı sağlaması zorunluluk haline getirmektedir. Uluslararası alanda alınan kararlar ile ülkelerin hedeflerine ulaşması için çeşitli politika ve düzenlemeler hayata geçirmektedir. Uluslararası alanda birçok ülke tarafından yıllardır uygulanan karbon salımı kota uygulaması ve karbon ticareti süreçleri, ülkemizin Paris Antlaşması'nı kabulü nedeniyle oluşacak taahhütlerin sağlanabilmesi adına, yakın bir zamanda ülkemizde de uygulanmaya başlanacaktır. Bu kapsamda belirlenen sektörlerde faaliyette bulunan işletmelerin gerçekleştirebileceği karbon salımı miktarı sınırlandırılacak, kayıt altına alınacak ve takip edilecektir.

Karbon salımı kotası ve ticareti süreçlerine yönelik ulusal boyutta oluşturulacak yasal düzenlemelere ek olarak, uluslararası alanda alınan ve alınacak kararlarda ülkemizdeki işletmelerimizin ticaret sürecini etkileyecektir. İhracatımızın büyük bir bölümünü gerçekleştirdiğimiz Avrupa Birliği, 2050 yılına kadar iklim açısından nötr ilk kıtaya dönüşmeyi hedeflemekte ve bu hedeflerini gerçekleştirmek için her geçen gün yeni düzenlemeleri devreye almaktadır. Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması bu çalışmalardan bir tanesidir. Bu çalışma ile Avrupa Birliği, karbon salımı miktarının düşürülmesi yönünde yatırımlar yapmış, ürün başına daha az karbon salımı gerçekleştiren, bu nedenle birim ürün maliyeti yüksek olan işletmelerin, uluslararası alanda, birim ürün başına karbon salımı yüksek olan fakat birim ürün maliyeti düşük olan işletmeler ile rekabet edebilmesinin sağlanması amacıyla, yüksek karbon salımı yapan işletmelere ve ürünlerine vergi düzenlemeleri getirmeyi veya ticaret engeli koymayı planlamaktadır.

Yakın bir gelecekte işletmelerimizin ticaret yapmasını bile engelleyebilecek olan karbon salımı konusu maalesef birçok kişi ve işletme tarafından kapsam ve etkileri

bakımından bilinmemektedir. Genelde karbon salımı kaynağı olarak araçlarda veya ısı merkezlerinde fosil yakıtların kullanımı sonucu oluşan, işletmelerin faaliyetleri sürecinde oluşup doğrudan doğaya salınan karbon emisyonu kaynakları bilinmekte ve işletmelerin sorumluluk alanlarının sadece bu kaynaklardan oluştuğu düşünülmektedir. Oysa fosil yakıtların yanması sonucu oluşan bu karbon salımı sadece Kapsam-1 Doğrudan Gerçekleşen Karbon Emisyonlarının bir bileşenidir. Karbon salımı kaynakları Kapsam-1 Doğrudan Gerçekleşen Karbon Emisyonları, Kapsam-2 Dolaylı Yolla Gerçekleşen Karbon Emisyonları (Sahip Olunan) ve Kapsam-3 Dolaylı Yolla Gerçekleşen Karbon Emisyonları (Sahip Olunmayan) olmak üzere 3 bölüm altında izlenmektedir. İşletme bu 3 bölümde oluşan tüm karbon salımı miktarlarından sorumludur ve bu 3 bölümde oluşan karbon salımının toplamı, işletmenin gerçekleştirdiği karbon salımı miktarını vermektedir.

Kapsam-1 ve Kapsam-2 içinde gerçekleşen karbon salımı kaynakları ve miktarları işletmeler tarafın daha kolay anlaşılabilir ve hesaplanabilir. Kapsam-3 ise, işletmenin sahip olmadığı, dolaylı yolla gerçekleşen karbon salımlarını kapsamaktadır. Kapsam-3 içinde oluşan karbon salımı, sağlanan ürünün / hizmetin oluşturulması için gerekli kaynakların işletmeye sağlanması (üretim öncesi süreçleri), işletmede üretilen ürünün / hizmetin müşteriye ulaştırılması, müşteri tarafında kullanılması, kullanım ömrü sonunda bertaraf edilmesi/geri dönüştürülmesi/yeniden kullanılması (üretim sonrası), çalışanların işe geliş-gidiş aşamaları ve iş gezisi süreçlerinde seyahat sırasında oluşan karbon salımlarını içeren çok geniş süreci kapsamaktadır. Çalışmada yapılan anlatımlar, oluşturulan grafikler, örnekler ile karbon salımı bölümleri ve kapsamaları detaylı olarak anlatılmış, konuya açıklık getirilmiştir.

Kapsam-3 içinde yer alan karbon salımı kaynağı sayısının çok olması ve salımın gerçekleşme periyodun çok uzun bir zaman dilimini kapsıyor olması, işletmelerin bu kapsamda oluşturduğu karbon salımı miktarını hesaplayabilmesini, analiz edebilmesini ve raporlandırabilmesini güçleştirmektedir. Yapılan çalışmada yer alan örnek uygulama verilerinde ve uluslararası alanda yapılan çalışmalarda da görüleceği üzere enerji yoğun faaliyet yürüten işletmeler dışında birçok sektörde Kapsam-3 içinde oluşan karbon salımı miktarı diğer kapsamlarda oluşan karbon salımı miktarının çok üzerindedir. Bu nedenle Kapsam-3 içinde oluşan karbon salımı kaynakları detaylı bir şekilde açıklanarak işletmelerin karbon salımı miktarlarını hesaplamasında gerçekleştirebilecekleri yanlış uygulamaların önüne geçilmeye çalışılmıştır.

İşletmeler için yeni bir süreç olan karbon muhasebesi ve karbon muhasebesinin temelini oluşturan karbon piyasası işlemleri ise, küreselleşme etkisi ile rekabetin arttığı yeni ekonomik düzende, işletmeler için birçok bilinmez durum oluşturmakta, bu durum karbon salımı maliyetinin doğru hesaplanamaması ve buna bağlı olarak üretim, birim ürün, hizmet maliyetlerinin hatalı hesaplanması riski yaratmaktadır. AU ETS’de 2021 yılı sonlarında 80 Euro’ya kadar çıkan 1 ton CO₂e salımı kredisi fiyatının, Avrupa Birliğinin 2050 yılına kadar iklim açısından nötr ilk kıtaya dönüşme hedefi doğrultusunda işletmelere verdiği karbon kredisi miktarını giderek düşürmesi, karbon salımı kontrolü kapsamında değerlendirilen sektör sayısının artırılması beklentilerine paralel olarak yaşanacak arz sayısındaki düşüş, talep sayısındaki artış nedeniyle, çok daha yüksek değerlere çıkabileceği analizleri yapılmaktadır. Bu durum özellikle karbon salımı yüksek işletmeler için büyük ek maliyet riski oluşturmazdır.

Türkiye’deki işletmelerin ulusal ve uluslararası alandaki düzenlemelerden etkilenmemesi için, karbon salımı, karbon muhasebesi, karbon maliyeti, karbon ticareti konularında hızlı bir şekilde kavramaları, ulusal boyutta alınacak düzenlemelere ve özellikle uluslararası ticaret süreçlerinde getirilebilecek engellemelere karşı kendini hazırlaması gerekmektedir.

Çalışma kapsamında işletmelerin yeni ekonomik düzene daha kolay adapte olabilmeleri için, işletmelerin sorumlulukları, faaliyet süreçlerinde oluşan karbon salımı miktarını nasıl hesaplayacağı ve gerçekleştirdiği karbon salımı miktarının faaliyet maliyetleri üzerindeki etkisi detaylı olarak anlatılmıştır. Yeni ekonomik süreç içinde işletmelerin özümsemesi gereken temel durum, karbon salımının, elektrik, su gideri gibi işletmelerde bir maliyet oluşturacağıdır. Karbon salımının elektrik ve suya göre çok geniş bir kaynaktan oluşması, hesaplanması ve işletilmesi süreçlerindeki zorluğu oluşturmaktadır. Çalışmada karbon maliyetinin, faaliyet tabanlı maliyetleme yaklaşımı içinde nasıl değerlendirileceği açıklanmış ve örneklemeler ile karbon maliyeti entegre bir faaliyet tabanlı maliyetleme hesaplamasının nasıl yapılacağı, karbon maliyetinin faaliyet maliyeti üzerinde oluşturduğu etki gösterilerek süreçteki bilinmezliklerin ortadan kaldırılmasına ve literatüre katkı sağlamaya çalışılmıştır.

Çalışma kapsamında sınav sektöründe faaliyet yürüten bir işletmenin 1.560 aday için gerçekleştirdiği bir sınav süreci ve bu sınav sürecinde oluşan karbon salımı miktarı, oluşan karbon maliyeti ve faaliyetin toplam maliyeti hesaplanmıştır. Uygulamada sınav sürecinde oluşan tüm karbon salımı kaynaklarının hesaba katılmamasına ve

gerçekleştirilen sınav sürecinin küçük bir aday grubu için gerçekleştirilmiş olmasına rağmen toplamda 5.980,71 kg. karbon salımı gerçekleştiği görülmüştür. Bir ton CO₂ emisyonu kredisinin 80 Euro olduğu bir dönemde oluşan bu karbon salımının işletmeye getireceği ek maliyet 478,25 Euro olacaktır. Karbon salımı kaynaklı oluşan bu ek maliyet, çalışmada elde edilen 109.099 TL'lik faaliyet maliyetinin yaklaşık olarak %7,95'lik kısmını oluşturmaktadır. Oluşan bu değer karbon muhasebesi süreci öncesi işletme giderleri içinde olmayan bir değer olması ve oluşan maliyetin toplam faaliyet maliyetini %7,95 oranında artıracak olması, işletmelerin karbon muhasebesi sürecinde fiyat politikalarını belirlerken ne kadar dikkatli olması gerektiğini göstermektedir. Karbon maliyetinin üretim maliyetlerine katılması işletmelerin ürün hizmet maliyetlerinde büyük değişiklikler oluşturabilecektir.

Gerçek bir sınav organizasyonu süreci içinde gerçekleşen tüm karbon salımı kaynakların işleme dahil edilmesi sonucu elde edilecek olan karbon salımı miktarı ve maliyeti bu değerlerin de üzerinde olacağı düşünüldüğünde, karbon maliyetinin işletmelerin faaliyet maliyetleri üzerindeki oluşturacağı etki ve karbon maliyetinin önemi daha net olarak gözükmemektedir. Küreselleşme sonucu artan rekabet ortamında, ürün maliyetlerinin doğru hesaplanabilmesinin kritik rol aldığı günümüzde, karbon maliyetinin doğru hesaplanması ulusal ve uluslararası rekabet ortamında işletmelerimiz için büyük bir önem taşımaktadır.

İşletme maliyetlerine eklenen bu doğrudan görünmeyen maliyet, önceden kar getiren bir ürünün artık zarar veya daha az kar getirmesi durumları oluşturabilmektedir. Karbon maliyetinin birim ürün maliyetleri üzerindeki etkisi sonucu oluşan gelir gider değerlerindeki değişim, işletmelerin üretim süreçlerinin, ürettiği ürün çeşitlerinin bile değişmesine neden oluşturabilecektir. Benzer şekilde işletme süreçleri içinde kullanılan karbon salımı miktarı yüksek olan araç, makine ve teçhizatın oluşturacağı yüksek ek karbon maliyetleri nedeniyle yenileri ile değiştirilmesi gereksinimi de oluşabilecektir. Çalışma kapsamında oluşturulan yazılım üzerinden veya benzer sistemlerden elde edilecek hangi işlemde, hangi işlem adımlarında, ne kadar karbon salımı gerçekleştiği verileri ile tüm bu kararlar, yatırım maliyeti, getiri, karbon maliyetinde oluşacak azalma maliyeti değişkenleri üzerinde kolayca hesaplanarak işletme faaliyetlerinin daha verimli yürütülmesi sağlanabilecektir. Benzer şekilde işletmelerin karbon salımı miktarlarını izin verilen limitler seviyesine çekebilmesi için hangi iş süreci veya iş sürecindeki hangi bileşenler üzerinde iyileştirme çalışmalarını yapacağı, süreç ve süreç adımları karbon

salımı raporları üzerinden elde edilen veriler ile planlanabilecektir. Karar alıcılar bu veriler ışığında hedeflerini belirleyecek, çalışmalarını planlayabilecektir. Tüm bu durumların tespit edilebilmesi, işletmelerin karbon maliyetini faaliyet tabanlı işleme alması ve değerlendirmesi ile gerçekleşebilecek bir durumdur.

Çalışma kapsamında karbon maliyetinin faaliyet bileşenleri ve bileşen adımları üzerindeki etkisi, faaliyet tabanlı maliyetleme sistemine entegrasyonu, oluşturulan algoritmalar ile çalışma kapsamında gerçekleştirilen yazılıma entegre edilmiş ve işletmelerin çevrimiçi erişimine sunulmuştur. Yazılım, Paris Antlaşması'nı kabul ederek iklim değişikliği ile mücadelede yeni bir süreci başlatan ülkemizde faaliyet gösteren işletmeleri, yakın bir zamanda gerçekleştirilecek yasal düzenlemeler ile yaşantılarına girecek olan karbon muhasebesi, karbon ticareti konularında bilinçlendirmek, karbon salımı kaynaklarını nasıl tespit edecekleri göstermek, karbon maliyetini faaliyet tabanlı maliyetleme sistemi içinde hesaplayabilmelerini sağlamak ve karbon salımı ile mücadele kapsamında uluslararası alanda alınan yasal düzenlemelere karşı hazırlayarak rekabet güçlerinin artırılması adına oluşturulmuştur. Yaşanabilir bir gelecek için sıfır karbon salımının sağlanması hedefi doğrultusunda yazılım daha da geliştirilecektir. Bu çalışma kapsamında oluşturulmuş bu yazılım ve buna benzer yazılımlarının yaratacağı farkındalık sadece işletmelerimiz özelinde değil dolaylı olarak tüm toplumumuzda karbon salımı konusunda farkındalığın artmasına sağlayacaktır.

İşletmeler yazılımı, hem faaliyet maliyetlerini karbon maliyetlerini içerecek şekilde hesaplayabilme, hem de yakın zamanda zorunluluk haline gelecek olan karbon salımı kotası uygulamalarında gerekli olacak, işletmenin gerçekleştirdiği karbon salımı miktarını hesaplayabilmesi, takip edebilmesi, yasal sınırlamalar içinde tutabilmesi ve raporlandırabilmesi için doğrudan veya yol gösteri olarak kullanabilecektir.

İşletmelerin karbon salımı miktarını düşürücü yönde gerçekleştireceği çalışmalar doğru yürütüldüğünde amaçlanan hedeflere hızlı bir şekilde erişilecek ve bu durum işletmeler için sürekli olarak ek maliyetler oluşturmayacaktır. Kendisi için belirlenen karbon kotasından daha az salınım gerçekleştiren ve elinde fazladan karbon kredisi olan işletmeler, ellerinde bulunan karbon salımı kredisi fazlalıklarını, ihtiyacı olan işletmelere satarak ek bir kazanç kapısı da elde edebilmektedir. İşletmelerin ihtiyaç fazlası karbon kredisini satması ile gelir elde etmesine benzer bir gelir kapısı, işletmenin karbon salımı miktarını düşürücü veya azaltıcı faaliyetlerini sertifikalandırarak uluslararası alandan

finansman sağlamasıdır. Uluslararası alanda karbon salımı projelerini sertifikalandıran program vardır. Bunlardan bir tanesi Gold Standard 'dır.

Gold Standard, İsviçre temelli ve kâr amacı gütmeyen, bu projeleri sertifikalandıran programlardan biridir. Doğal Hayatı Koruma Vakfı (World Wide Fund for Nature - WWF) tarafından 2003 yılında, Birleşmiş Milletler Temiz Kalkınma Mekanizması altında geliştirilen enerji projeleri için en iyi kıyaslama uygulamalarının ortaya konulması için geliştirilmiştir.(Can, 2022) En son yayınlanan 2020 yılı raporunda toplamda 65'ten fazla farklı ülkede değerlendirilen projelerde 151 milyon karbon kredisi sağladığı belirtilmektedir. Türkiye'deki projelerin kredilendirilmesi sonucu sağlanan kredi miktarı 39.014.119'dur. Toplam 151 milyon kredinin 39 milyonu Türkiye tarafından gerçekleştirilmiştir.(Standard, 2021) Türkiye'de özellikle güneş ve rüzgâr enerjisi santralleri ile hidroelektrik alanında gerçekleştirilen projelerin ağırlığını oluşturduğu bu sistem sayesinde, hem ülkenin yenilenebilir enerji kurulu gücü hızlı bir şekilde büyümüş ve enerjide dışa bağımlılığı azalmış, hem de işletmeler projeden elde ettikleri kredileri yurt dışı şirketlere satarak büyük kazançlar sağlamışlardır.

İşletmelerin karbon salımı miktarlarını azaltması ile elde edecekleri karbon maliyetlerinden kaçınma kazançlarının yanında, bilinçlenen toplum üzerinde çevreci bir işletme algısı yaratması ile diğer işletmelere göre daha çok tercih edilme sebebi sağlayacak, müşteri potansiyelini artıracaktır. Örneğin THY'nin uçuşlarında bio yakıt denemesi ve yapılan çalışmaların dünya basınında yer alması, kuruma doğrudan sıfır maliyet ile büyük bir reklam sağlamış, bilinçli tüketicilerde tercih sebebi oluşturmuştur.

Küresel ısınma ile mücadelede başarı sağlayabilmek için herkesin elinden gelen çabayı göstermesi gerekmektedir. Yaşantımızı kişisel karbon ayak izimizi azaltma yönünde şekillendirmek beraberinde, iş, okul gibi hayatımızın diğer alanlarının da şekillenmesini sağlayacaktır. Doğa üzerindeki tahribatın boyutlarının çok büyük olması ve her geçen artması başarıya ulaşma ümitlerini azaltsa da gelişen teknoloji sayesinde gerçekleştirilen karbon salımı miktarını düşürücü çalışmalar ve enerji kaynaklarındaki fosil yakıt kullanım düzeyindeki azalış geleceğe yönelik umut ışığı oluşturmaktadır. Son yıllarda doğal enerji kaynaklarından (güneş, rüzgâr, dalga, jeotermal, hidroelektrik vb.) elde ettiğimiz enerji miktarındaki hızlı artışın, nükleer ve füzyon enerjisi kaynakları ile daha da yükselecek olması ile yenilenebilir elektrik enerjisi, hayatımızın birçok alanında, özellikle de enerji temininde, ısınmada veya araçlarda kullanılan fosil yakıt enerjisinin yerine geçecek ve fosil yakıt kullanımını hızlı bir şekilde düşürecektir. Fosil yakıt

kullanımındaki azalmaya, yaşantımızda ve iş süreçlerimizde gerçekleştirilen karbon salımı miktarının azaltılmasına yönelik çalışmaların da eklenmesi ile ilk hedefimiz olan nötr karbon salımı yakalanabilecektir.

Karbon salımının nötr değerlere çekilmesi küresel ısınma ile mücadelede başarıya ulaşmadaki ilk adımdır. Bu süreçten sonra gerçekleştirilmesi gereken işlem, atmosferdeki sera gazı miktarının normal değerlerine çekilmesidir. Burada en büyük kozlarımızdan biri fotosentez yapan yeşil bitki örtüsüdür. Yeşil doğamızı koruyup yeşil alan miktarımızı artırmamız hem kendi geleceğimiz için hem de doğal yaşam alanlarını ellerinden aldığımız canlılar için insanlığın bir borcudur.

Atmosferdeki karbon miktarının düşürülmesinde doğanın yardımının yanında gelişen teknolojiye bize yardımcı olmaktadır. Atmosferdeki karbondioksitin yakalanarak dönüştürülmesi yönünde birçok bilimsel çalışma yürütülmektedir. Çalışma içinde verilen yapay fotosentez sistemi bunlardan sadece biridir. Buna ek ağaçların fotosentez için CO₂'yi emmesine benzer şekilde, havanın fanlarla çekilip karbondioksitin hidroksit çözeltisi ile temas ettirilmesi ile gerçekleştirilen kimyasal reaksiyon sonucu karbondioksitin sıvı bir çözeltiye dönüştürülmesi gerçekleştirilen çalışmalardan bir diğeridir.(1PointFive's Carbon Capture, 2022) Yapılan başka bir çalışmada fotoferrotroflar olarak bilinen elektron kaynağı olarak çözünen demir kullanan bakterilerin karbondioksiti hapsettiği bulunmuştur. Bu bakteri sayısının artırılması ile atmosferdeki karbondioksit miktarının dönüştürülmesi sürecinin hızlandırılacağı düşünülmektedir.(Gupta et al., 2021) Bu ve buna benzer birçok bakteri, atmosferdeki karbonun oksijen gibi farklı bileşenlere dönüşmesini veya katılaştırılmasını sağlayarak küresel ısınma ile mücadelede insanlığa yardımcı olmaktadır. Bu tür bakterilerin bulunarak sayısının artırılması ile karbon yutaklarının oluşturulmasına yönelik birçok bilimsel çalışma yürütülmektedir.

Çalışma kapsamında oluşturulan yazılım veya başka benzeri yazılımlar üzerinden, karbon salımı, karbon kaynakları, karbon maliyeti, karbon ticareti konularında sahip olunacak bilgi birikimi, hem işletme faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini sağlayacak hem de çalışanlarının etkisi ile toplum üzerindeki bilinçlenmenin artmasını sağlayacaktır. Karbon salımı ve karbon salımının etkileri konusunda bilinç düzeyinin yükseltilmesi için toplumdaki herkese erişebilecek bilinçlendirme çalışmalarının artırılması gerekmektedir. Bu kapsamda yaşantımızın büyük bir zaman diliminde etkileşim içinde olduğumuz web ve mobil uygulamalarında veya aldığımız bütün bilet, fiş gibi çıktılar üzerinde

gerçekleştirilen işlemin ne kadar karbon salımına neden olduğu veya karbon salımından kaçınıldığına dair bilgilere yer verilebilir. Örneğin bisiklet kiralamada teslim noktasında sağlanan karbon tasarrufu miktarının söylenmesi, alışverişte, meyve, sebze reyonları dahil tüm ürünlerin fiyat etiketi yanında birim karbon salımı etiketlerinin zorunluluk haline getirilmesi gibi birçok düzenleme doğrudan kişiler üzerinde farkındalık yaratacak çalışmalardandır. Gerçekleştirilebilecek bu gibi uygulamalar hem daha çok kişinin ilgisinin çekilmesi, bilgilenmesi sağlanacak hem de işletmelerin müşteri tepkisi çekmeme ve müşteri kazanma isteği doğrultusunda karbon salımı miktarını düşürücü yönde üretim süreçlerine yönelmesi sağlanacaktır.

Karbon salımı ile mücadele kapsamında düzenlenen yasal düzenlemeler esas olarak bir ek yük değil doğaya olan borcumuzdur. Bu düzenlemeleri erken benimseyen ve hedeflerini, planlarını bu doğrultuda şekillendiren işletmeler için gerçekleştirilen bu yasal düzenlemeler, esas olarak işletmelerin pazar payını artırma, müşteri sadakati sağlama, farklı pazarlara girme veya uluslararası alandan büyük destekler sağlama gibi birçok fırsatı barındırmaktadır.

Yapılan çalışma işletmeleri karbon muhasebesi ve ticareti sistemini hazırlayarak, işletmelerin yeni ekonomik sisteme daha kolay adapte olması için birçok konuyu açıklık getirmekte, yol gösterici olmakta ve ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Aynı zamanda benzer çalışmaların yürütülmesinde örnek olabilecek bir kaynak oluşturmaktadır. Mevcut çalışmanın derinliğinin artırılması ve benzer çalışmaların kullanıma girmesi ile karbon salımı hayatımızın her alanında takip edilebilir ve sorgulanabilir bir yapıya kavuşacaktır. Özellikle işletmelerin her bir faaliyeti sonucu elde ettiği birim ürün ve hizmet başına gerçekleştirdiği karbon salımı miktarını hesaplayabilmesi ve işletmenin ürünlerini ve hizmetini üretim kaynağı olarak kullanan işletmelere aktarabilmesi, düzenli, doğru veri akışının elde edilmesini sağlayacaktır. Dijitalleşen ve işletmeler arasında taşınan veri, insanların, işletmelerin gerçekleştirdikleri her bir işlem sonucu doğada oluşturdukları izin dijital olarak hesaplanabilmesini, takip edilebilmesini sağlayacaktır. Verilerin herkes tarafından erişilebilir duruma gelmesi, karbon salımı ve başka yollarla doğaya daha çok zarar veren işletmelerde, müşteri tepkisinden çekinme nedeniyle, üretim süreçlerini doğaya zarar vermeyecek veya daha az zarar verecek şekilde revize edilmesini, işletilmesini sağlayacaktır. Tüm bu durumlar aynı zamanda toplumsal bilinci de artıracaktır.

KAYNAKÇA

- 1PointFive's Carbon Capture, Utilization and Storage (CCUS) Platform (2022). Carbon Engineering's Direct Air Capture technology combines proven systems to capture CO₂ directly from the atmosphere. <https://www.1pointfive.com/dac-technology> (Erişim Tarihi : 24.05.2022)
- (CITPA), The International Confederation of Paper and Board Converters in Europe (2018). Guidelines for calculating Carbon footprints for paper-based packaging. https://www.citpa-europe.org/sites/default/files/CITPA_CO2_Guidelines_2017_FINAL_with_cover_page.pdf
- (EuPIA), The European Printing Inks Association (2020). Life Cycle Assessment of Printing Inks: a generic reference. <https://cepe.org>: <https://cepe.org/wp-content/uploads/2020/09/20012020-Eco-Footprint-and-Screening-of-Virtual-reference-Leaflet-RM.pdf>
- Abrell, J. (2022). Database for the European Union Transaction Log. EUETS.INFO. https://euets.info/static/download/Description_EUTL_database.pdf
- Ace, J. (2009). Measuring and Managing Elusive Scope 3 Emissions. Environment+Energy Leader. <https://www.environmentalleader.com/2009/12/measuring-and-managing-elusive-scope-3-emissions/>
- Agency, European Environment (2019). Soil and climate change. 2022. <https://www.eea.europa.eu/media/infographics/soil-and-climate-change/view>
- Agency, European Environment (2021a). EU Emissions Trading System (ETS) data viewer. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/emissions-trading-viewer-1>
- Agency, European Environment (2021b). Indicator Assessment Greenhouse gas emissions from land use, land use change and forestry. 2022. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/greenhouse-gas-emissions-from-land/assessment>
- Agency, European Environment (2022). European Environment Agency (EEA) <https://www.eea.europa.eu/about-us>
- Agency, United States Environmental Protection (2022). Global Greenhouse Gas Emissions Data. <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>
- Akdoğan, N. (1998). Tekdüzen Muhasebe Sisteminde Maliyet Muhasebesi Uygulamaları, (4. Baskı). Cem Kitabevi: Ankara.
- Akın, O. (2022). Geleneksel Maliyet Muhasebesi Sistemi İle Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Sisteminin Karşılaştırılması: Mermer İşletmesi ST (ESTE) Hattı Örneği. 5. doi:<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kilisiibfakademik/issue/19256/204538>
- Akyel, ř. Y., & Nermin. (2022). Yeni Muhasebe Uzmanlık Alanlarının Muhasebe Eğitimindeki Yeri Ve Türkiye Örneği. <https://dergipark.org.tr/en/pub/mufad>. doi:<https://dergipark.org.tr/en/pub/mufad/issue/37779/438707>

- Alexandra Dumitru, B. K., Maartje Wijffelaars. (2021). The Carbon Border Adjustment Mechanism explained. 2022.
<https://economics.rabobank.com/publications/2021/july/cbam-carbon-border-adjustment-mechanism-eu-explained/>
- Ali Altınbay, & Golagan, M. (2016). Küresel Isınma Sorununa Muhasebecilerin Bakışı: Karbon Muhasebesi: Mustafa Yiğitoğlu.
- Altuğ, O. (2006). Maliyet Muhasebesi (Vol. 14. Baskı).
- Apple. (2021). 2022 Environmental Progress Report.
https://www.apple.com/tr/environment/pdf/Apple_Environmental_Progress_Report_2022.pdf
- Arzova, S. B. (2002). Faaliyet Tabanlı Maliyet Yönetimi.
- Bakanlığı, Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri (2021). Paris Anlaşması.
<https://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa> (Erişim Tarihi : 01.09.2021)
- Baker, B. (2020). Scope 3 Carbon Emissions: Seeing the Full Picture.
<https://www.msci.com/www/blog-posts/scope-3-carbon-emissions-seeing/02092372761>
- Baki Yılmaz, M. B. C. (2022). Zaman Etkenli Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Sistemi ve Bir Üretim İşletmesi Uygulaması. 1.
doi:<https://dergipark.org.tr/tr/pub/uiecd/issue/51486/667035>
- Başkanlığı, Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü APK Dairesi (2012). Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2012 – 2021).
- Billur Engin Balın, H. Z. (2022). Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Programı: Birinci ve İkinci Uygulama Döneminde CO2 Fiyatı Göstergeleri. 62.
doi:<https://dergipark.org.tr/tr/pub/iuifm/issue/862/9596>
- Board, IASB - International Accounting Standards (2005). IAS 8 Accounting Policies, Changes in Accounting Estimates and Errors. <https://www.ifrs.org/>
- Brankatschk, G., & Finkbeiner, M. (2017). Crop rotations and crop residues are relevant parameters for agricultural carbon footprints. *Agronomy for Sustainable Development*, 37(6), 58. doi:10.1007/s13593-017-0464-4
- Can, F. (2022). Türkiye'de Uygulanan ve Gönüllü Karbon Piyasalarında Faaliyette Bulunan Projelerin Paydaş Katılımı Açısından Değerlendirilmesi. 3.
doi:<https://dergipark.org.tr/tr/pub/epfad/issue/36780/408988>
- Carbon dioxide peaks near 420 parts per million at Mauna Loa observatory. (2021).
<https://research.noaa.gov/article/ArtMID/587/ArticleID/2764/Coronavirus-response-barely-slows-rising-carbon-dioxide>
- Carbon, P. (2006). Carbon 2006 Towards a truly global market.
https://web.archive.org/web/20060629233955/http://www.pointcarbon.com/wimages/Carbon_2006_final_print.pdf
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği

- Çerçeve Sözleşmesi. <https://iklim.csb.gov.tr/birlesmis-milletler-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-i-4362> (Erişim Tarihi : 10.02.2022)
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Kyoto Protokolü. <https://iklim.csb.gov.tr/kyoto-protokolu-i-4363> (Erişim Tarihi : 10.11.2021)
- Change, T. f. Plastic bags and plastic bottles – CO2 emissions during their lifetime. <https://timeforchange.org/plastic-bags-and-plastic-bottles-co2-emissions-during-their-lifetime/> (Erişim Tarihi : 01/06/2022)
- Change, U. N. C. (2021). Adaptation Fund. United Nations Climate Change <https://unfccc.int/Adaptation-Fund>
- Change, U. N. C. (2022). Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF). United Nations Climate Change. <https://unfccc.int/topics/land-use/workstreams/land-use--land-use-change-and-forestry-lulucf>
- Chestney, N. (2022). Global carbon markets value surged to record \$851 bln last year-Refinitiv. <https://www.reuters.com/>
<https://www.reuters.com/business/energy/global-carbon-markets-value-surged-record-851-bln-last-year-refinitiv-2022-01-31/>
- ClimateWatch. (2022). GDP per capita (2019). https://www.climatewatchdata.org/countries/TUR?end_year=2018&start_year=1990
- Commission, E. (2016). NER 300 programme. European Commission https://web.archive.org/web/20161116222709/http://ec.europa.eu/clima/policies/lowcarbon/ner300/index_en.htm
- Commission, E. (2021). Delivering the European Green Deal. European Commission https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_en
- Commission, E. (2021). Land use and forestry regulation for 2021-2030. European Commission https://ec.europa.eu/clima/eu-action/forests-and-agriculture/land-use-and-forestry-regulation-2021-2030_en
- Contributors, W. R. I. (2013). Greenhouse Gas Protocol Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions (version 1.0). World Resources Institute https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Scope3_Calculation_Guidance_0.pdf
- Cooper, R. v. K., R. S. (1992). Activity-Based Systems: Measuring the Costs of Resource Usage. Accounting Horizons, 6, 1-13.
- Croatia will join EU ETS in 2013. (2012). Climate Policy Watcher <https://web.archive.org/web/20150403221422/http://www.climate-policy-watcher.org/?q=node%2F243>
- Delegasyonu, A. B. T. (2016). Geleceğe Dair: Paris İklim Anlaşması. Avrupa Birliği Türkiye Delegasyonu https://www.avrupa.info.tr/sites/default/files/2016-08/brochure_4_v2.pdf

- Demirci, Ş., & Olgun, E. (2019). Uluslararası Düzenlemeler Çerçevesinde Karbon Salınım Bedelleri ve Emisyon Ticaretinin Muhasebeleştirilmesi.
- Derneği, Su Politikaları. (2022). <https://supolitikalariderneği.org> (Erişim Tarihi : 05.05.2022)
- Deviatkin, I., & Grönman, K. (2021). Carbon Footprint of Waste-Derived Composites. In.
- Dias, A. C., & Arroja, L. (2012). Comparison of methodologies for estimating the carbon footprint – case study of office paper. *Journal of Cleaner Production*, 24, 30-35. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.11.005>
- Durgut, M. (2022). Karbon Ticaretinin Uluslararası Muhasebe Standartlarına Göre Muhasebeleştirilmesi. 3. doi:<https://dergipark.org.tr/tr/pub/sevad/issue/53394/710091>
- ecoscore. (2022). How to calculate the CO2 emission from the fuel consumption? <https://ecoscore.be/en/info/ecoscore/CO2> (Erişim Tarihi : 06.06.2022)
- Edward J. Blocher, K. H. C., Thomas W. Lin. (2001). *Cost Management : A Strategic Emphasis*, Second Edition. McGraw-Hill Companies, 99.
- Ekinci, K. (2022). Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Sisteminin Değer Katmayan Faaliyetlerin Azaltılmasında Etkisi ve Önemi. 2. doi:<https://dergipark.org.tr/tr/pub/jaaa/issue/55054/731983>
- Ellerman, A. D., & Buchner, B. K. (2007). The European Union Emissions Trading Scheme: Origins, Allocation, and Early Results. *Review of Environmental Economics and Policy*, 1(1), 66-87. doi:10.1093/reep/rem003
- Emery, M. W. (2012). EU Emissions Trading System Single Registry: Timetable Announced. *The National Law Review*. <https://www.natlawreview.com/article/eu-emissions-trading-system-single-registry-timetable-announced>
- envizi. Guide to Scope 3 Emissions Reporting Streamline Scope 3 Reporting with ESG reporting software. <https://envizi.com/guide-to-scope-3-emissions-reporting/> (Erişim Tarihi : 10.12.2021)
- Europe's carbon trading scheme (2006). <http://news.bbc.co.uk/>. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/4114921.stm> (Erişim Tarihi : 02.03.2022)
- Experts, n. N. (2019). Food carbon footprint index 2018. nu3 Nutrition Experts. <https://www.nu3.de/blogs/nutrition/food-carbon-footprint-index-2018>
- Eymirli, E. B. (2020). İklim Değişikliği ile Mücadelede Karbon Ticareti. <https://kalkinmaguncesi.izka.org.tr/index.php/2020/06/01/iklim-degisikligi-ile-mucadelede-karbon-ticareti/>
- GAIA. (2021). Plastic is Carbon Unwrapping the "net zero" myth. <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Plastic-is-Carbon-Oct2021.pdf>
- Gençtürk, F. A., & Mehmet. (2022). Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Yöntemleri ile Geleneksel Maliyetleme Yönteminin Karşılaştırılması. 24. doi:<https://dergipark.org.tr/en/pub/hacettepesid/issue/65158/847511>

- Government, H. (2018). The UK Carbon Capture Usage and Storage deployment pathway
<https://www.gov.uk/>: HM Government.
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/759637/beis-ccus-action-plan.pdf
- Gülşah Atağan, S. Y. (2022). 20. Yüzyılın İlk Yarısında Maliyet Muhasebesinin Gelişimi.
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/muftad>.
doi:<https://dergipark.org.tr/tr/pub/muftad/issue/30127/325071>
- Gupta, D., Guzman, M. S., Rengasamy, K., Stoica, A., Singh, R., Ranaivoarisoa, T. O., Bose, A. (2021). Photoferrotrophy and phototrophic extracellular electron uptake is common in the marine anoxygenic phototroph *Rhodovulum sulfidophilum*. The ISME Journal, 15(11), 3384-3398. doi:10.1038/s41396-021-01015-8
- Hannah Ritchie, M. R. (2020). CO₂ and Greenhouse Gas Emissions. OurWorldInData.org.
<https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>
- <https://www.co2everything.com/>. The Carbon Footprint of everyday products and activities.
<https://www.co2everything.com/> (Erişim Tarihi : 10.06.2022)
- Iceland, Norway, Liechtenstein to join EU emissions trading system. (2007). EUbusiness.
<https://www.eubusiness.com/topics/environ/1193418125.05>
- İklim Haber, H. M. (2021). Tüm Ayrıntılarıyla Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması: Nedir, Ne Değildir, Ne İşe Yarar? 2022. <https://www.iklimhaber.org/tum-ayrintilariyla-sinirda-karbon-duzenleme-mekanizmasi-nedir-ne-degildir-ne-ise-yarar/>
- Institute, T. (2021). Chinese Scientists for the First Time Synthesize Starch from Carbon Dioxide.
https://english.cas.cn/newsroom/multimedia_news/202109/t20210927_284274.shtml
- Iriarte, A., Almeida, M., & Villalobos, P. (2014). Carbon footprint of premium quality export bananas: Case study in Ecuador, the world's largest exporter. Science of The Total Environment, 472, 1082-1088. doi:10.1016/j.scitotenv.2013.11.072
- İşbeceren, A. B. (2012). İşletme Süreçlerinde “İsraf” ve “Yalınlık”. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Anahtar Dergisi, 278. <https://docplayer.biz.tr/1302871-Kitap-incelemesi-derleyen.html>
- İsmail Bekçi, N. N. (2011). Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Yönteminin İnşaat Taahhüt İşletmelerinde Uygulanması. Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 119-136.
- IZM, F. (2019). Comprehensive Carbon Footprint – Scope 3: Product related Carbon Footprint for Fiscal Year 2019.
https://www.apple.com/tr/environment/pdf/Apple_CCF_Assurance_Statement_FY2019.pdf
- Johannes Friedrich, M. G. a. A. P. (2020). The Top 10 GHG Emitters Contribute Over Two-Thirds of Global Emissions. World Resources Institute.
<https://www.wri.org/insights/interactive-chart-shows-changes-worlds-top-10-emitters>

- Juerg. Plastic bags and plastic bottles – CO2 emissions during their lifetime. <https://timeforchange.org/plastic-bags-and-plastic-bottles-co2-emissions-during-their-lifetime/> (Erişim Tarihi : 10.05.2022)
- Kalle. (2020). The Carbon Footprint of Servers. <https://www.goclimat.com/blog/the-carbon-footprint-of-servers/> (Erişim Tarihi : 23.12.2021)
- Kaplan, R. S. v. A., A. A. (1998). Advanced Management Accounting. Prentice Hall Inc: New York, 97.
- Kaya, H. E. (2020). Kyoto'dan Paris'e Küresel İklım Politikaları. Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi, 4, 165-191.
- Kuran, H. (2019). Kyoto'dan Paris'e Avrupa Birliği İklım Politikaları ve Etkinliğinin İncelenmesi. Türkiye Siyaset Bilimi Dergisi 2, 47-71.
- Kurumu, T. İ. (2020). Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2018. [https://www.csb.gov.tr:](https://www.csb.gov.tr:Türkiye İstatistik Kurumu)
<https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/icerikler/turk-ye-istat-st-k-kurumu-sera-gazi-em-syon-istat-st-kler--1990-2018-20200506122539.pdf>
- Laurijssen, J., Marsidi, M., Westenbroek, A., Worrell, E., & Faaij, A. (2010). Paper and biomass for energy?: The impact of paper recycling on energy and CO2 emissions. Resources, Conservation and Recycling, 54(12), 1208-1218. doi:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.03.016>
- Nations, U. (1992). United Nations Framework Convention On Climate Change. United Nations
- OECD. (2021). Municipal waste (Publication no. doi:<https://doi.org/10.1787/data-00601-en>). <https://www.oecd-ilibrary.org/content/data/data-00601-en> (Erişim Tarihi : 27.03.2022)
- ktem, B. (2022). Karbon Emisyon İşlemlerinin Muhasebeleştirilmesi. 5. doi:<https://dergipark.org.tr/tr/pub/fesa/issue/55665/733834>
- Ratnatunga, J., & Balachandran, K. (2009). Carbon Business Accounting: The Impact of Global Warming on the Cost and Management Accounting Profession. Journal of Accounting, Auditing & Finance, 24. doi:10.1177/0148558X0902400208
- Science, N. (2022). Solar System Exploration. NASA Science. <https://solarsystem.nasa.gov/> (Erişim Tarihi : 18.03.2022)
- Selim Bekçioğlu, Ç. K. (2022). 20. Yzyılın Sonunda Maliyet Muhasebesinin Yerine Geçen Yeni Bir Yaklaşım: Stratejik Maliyet Yöntemi. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/muftad>. doi:<https://dergipark.org.tr/tr/pub/muftad/issue/30125/325041>
- Standard, G. (2021). Gold Standard Market report 2020. Gold Standard <https://www.goldstandard.org/report-type/market-reports>
- Steen, M. (2020). Greenhouse Gas Emissions from Fossil Fuel Fired Power Generation Systems. European Commission Joint Research Centre (DG JRC) Institute For Advanced

Materials, EUR 19754 EN.

- Stutz, M. (2011). Carbon Footprint of a Typical Rack Server from Dell. In: Dell.
- Süleyman Uyar, E. C. (2011). Karbon (Sera Gazı) Muhasebesi. Mali Çözüm Dergisi, Mayıs - Haziran 2011, 47-68.
- Swan, E. (2022). Why Recycling Isn't the Answer Part 3: Carbon Footprint. <https://www.inka.world/blogs/the-lunch-club/why-recycling-isnt-the-answer-part-3-carbon-footprint>
- The Recycler. (2022). Switch from laser to inkjet could save 1.3 million MT of CO2 each year. <https://www.therecycler.com/posts/switch-from-laser-to-inkjet-could-save-1-3-million-mt-of-co2-each-year/> (Erişim Tarihi : 01/06/2022)
- Taniş, İ. K., & Veyis, N. (2022). Zamana Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyet Sistemi: Bir Üretim İşletmesinde Uygulama. 23. doi:<https://dergipark.org.tr/en/pub/mbdd/issue/64425/831953>
- TEİAŞ, T. E. İ. A. Ş. (2021). Santral Kurulu Güç Raporları. Türkiye Elektrik İletim A.Ş. <https://www.teias.gov.tr/kurulu-guc-raporlari>
- TEK, I. (2021). Muhasebe'nin Tarihsel Gelişimi: Türkiye Finansal Raporlama Standartlarının Fayda Düzeyinin Değerlendirilmesi. Kırklareli Üniversitesi, . <http://acikerisim.klu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.11857/1552/690706.pdf>
- Terzi, M. A., & Serkan. (2022). Zaman Etkenli Faaliyet Tabanlı Maliyetleme. 2007. doi:<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kmusekad/issue/10223/125692>
- The Environmental Working Group, a. W., D.C. (2011). Meat Eater's Guide to climate change + health.
- Tunahan, H. (2010). Küresel İklim Değişikliğini Azaltmanın Bir Yolu Olarak Karbon Finansmanı. Mufad, 46, 199-215.
- Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Ş. v. İ. D. B. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın Tarihçesi. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. <https://csb.gov.tr/tarihcemiz-i-7012> (Erişim Tarihi: 10.01.2022)
- Türkiye Cumhuriyeti Niyet Edilen Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkı. (2021). Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
- Türkiye Cumhuriyeti Ölçme, S. V. Y. M. B. Ö. (2022a). 2021 Yılı Faaliyet Raporu. Türkiye Cumhuriyeti Ölçme, Seçme Ve Yerleştirme Merkezi Başkanlığı (ÖSYM)
- Türkiye Cumhuriyeti Ölçme, S. V. Y. M. B. Ö. (2022b). ÖSYM'nin sınavlarına katılan aday sayısı 9 milyona yaklaştı, 37 merkezi yerleştirme yapıldı. <https://dokuman.osym.gov.tr/pdfdokuman/2021/GENEL/2021faaliyetraporu01032022.pdf>
- Turner, D. A., Williams, I. D., & Kemp, S. (2015). Greenhouse gas emission factors for recycling of source-segregated waste materials. Resources, Conservation and Recycling, 105, 186-197. doi:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.10.026>

- UKAS. ISO 14064-1 Karbon Ayak İzi Doğrulama. <https://www.qsi.com.tr/hizmetler/iso-14064-1-karbon-ayak-izi-dogrulama/> (Erişim Tarihi : 02.01.2022)
- Ulusoy, M. K. (2019). Kyoto Protokolü, Paris Anlaşması ve Küresel İklim Değişikliği. Stratejik Düşünce Enstitüsü. <https://www.sde.org.tr/merve-karacaer-ulusoy/genel/kyoto-protokolu-paris-anlasmasi-ve-kuresel-iklim-degisikligi-kose-yazisi-11280>
- Vitale, C. (2021). Carbon Offset Projects. Magnus Commodities. <https://www.magnuscmd.com/carbon-offset-projects/>
- Weygandt, J. J., Kieso, D., E, Kimmel. (2012). Managerial Accounting International. 124.
- wikipedia. European Union Emissions Trading System. https://en.wikipedia.org/wiki/European_Union_Emissions_Trading_System (Erişim Tarihi : 08.09.2021)
- Woodford, C. (2021). Recycling. <https://www.explainthatstuff.com/recycling.html>
- Yavuzkurt, Z. (2018). Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Yöntemi Ve Güncel Bir Uygulama Işık Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Muhasebe ve Denetim Yüksek Lisans Programı, 2018.