

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
DOKTORA PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA ÇERÇEVESİNDE
KARBON MALİYETLERİNİN İŞLETME
KARARLARINA ETKİSİ

Nur FİDANCI

Danışman
Prof. Dr. Süleyman YÜKÇÜ

İZMİR – 2018

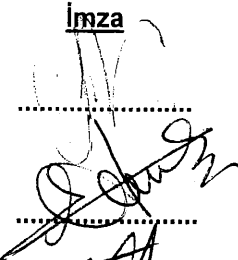
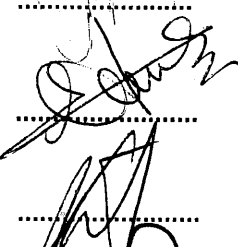
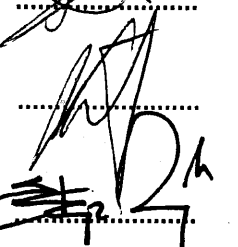
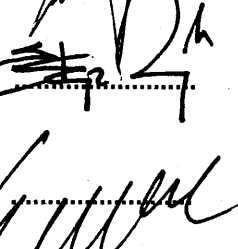
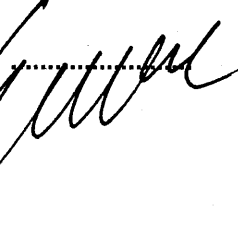
DOKTORA
TEZ ONAY SAYFASI

Üniversite : Dokuz Eylül Üniversitesi
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Adı ve Soyadı : Nur FİDANCI
Öğrenci No : 2010800595
Tez Başlığı : Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Karbon Maliyetlerinin İşletme Kararlarına Etkisi

Savunma Tarihi : 12.01.2018

Danışmanı : Prof.Dr.Süleyman YÜKÇÜ

JÜRİ ÜYELERİ

<u>Ünvanı, Adı, Soyadı</u>	<u>Üniversitesi</u>	<u>İmza</u>
Prof.Dr.Süleyman YÜKÇÜ	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Doç.Dr.A.Erdal ÖZKOL	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Prof.Dr.Türker SUSMUŞ	EGE ÜNİVERSİTESİ	
Doç.Dr.Emre KAPLANOĞLU	EGE ÜNİVERSİTESİ	
Doç.Dr.Mehmet Emre GÜLER	İZMİR KATİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ	

Nur FİDANCI tarafından hazırlanmış ve sunulmuş olan bu tez savunmada başarılı bulunarak oy birliği() / oy çokluğu() ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Demet ÖZDAMAR
Müdür

YEMİN METNİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “**Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Karbon Maliyetlerinin İşletme Kararlarına Etkisi**” adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.



ÖZET

Doktora Tezi

Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Karbon Maliyetlerinin İşletme Kararlarına Etkisi

Nur FİDANCI

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Anabilim Dalı

Doktora Programı

Hem endüstriyel tüketim hem de bireysel tüketimlerle gelecek nesillerin gereksinimlerinin bugünden tüketilmesi, ekonomik büyümenin sınırsız olamayacağı savının ortaya atılmasıyla sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Çalışmada sürdürülebilir kalkınmanın temel unsurlarından biri olan çevresel sürdürülebilirlik üzerine yoğunlaşmaktadır. Çevresel sürdürülebilirlikte işletmeler; tüketilen doğal kaynakların gelecek nesiller için devamlılığının sağlanması açısından sürdürülebilir maliyetlerle karşı karşıya kalmaktadırlar. Sürdürülebilir maliyetler içinde ise en önemlilerinin başında karbon maliyetleri gelmektedir.

Sanayi devrimiyle artan insan kaynaklı sera gazı salınımlarının küresel ısınmaya ve sonucunda iklim değişikliğine neden olacağının anlaşılmasıyla, Birleşmiş Milletler çatısında bir araya gelen devletler ve sivil toplum kuruluşları salınımlarının neden olacağı negatif dışsallıkların azaltılması için bir takım anlaşmalar ve projeler geliştirmiştir. Bu anlaşmalar sonucu ticarete konu olabilen yeni bir ürün ortaya çıkmış ve karbon piyasası olarak adlandırılan uygulamalarla zorunlu ve gönüllü karbon ticareti gündeme gelmiştir.

Çalışmanın amacı; sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde işletmelerin karşılaşılabileceği karbon maliyetlerinin işletme kararlarındaki etkisinin değerlendirilmesidir. Bu amaçla; çalışmada karbon salınımının en çok gerçekleştiği çimento sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin ulusal salınım ticaretinin uygulanması durumunda karşılaşılabileceği beş karbon maliyeti azaltım senaryosu tasarlanarak, karşılaşılabilecek maliyetler ve karbon azaltımına bağlı elde edecekleri gelirler karşılaştırılmaktadır. Karbon salınımı ve yaratacağı maliyetler açısından değerlendirilen işletme, getirilen yasa ve standartlar, karbon piyasası araçları, üretim sürecindeki alternatif hammadde ve yakıt uygulamaları, karbon azaltım teknolojileri ve temiz enerji üretimi konuları dikkate alınarak incelenmekte ve kararlarını etkileyecek noktalara dikkat çekilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir Maliyetler, Karbon Maliyetleri, Karbon Muhasebesi, Karbon Yönetim Muhasebesi.

ABSTRACT

Doctoral Thesis

Doctor of Philosophy(PhD)

**The Impact of Carbon Costs on Business Decisions in the Framework of
Sustainable Development**

Nur FİDANCI

Dokuz Eylül University

Graduate School of Social Sciences

Department of Business Administration

Doctorate Program

Consumption of the needs of future generations with both industrial consumption and individual consumption has led to the emergence of sustainability and sustainable development concepts by arguing that economic growth can not be unlimited.

The study is focusing on environmental sustainability, which is one of the main pillars of sustainable development. In environmental sustainability; for future generations, the enterprises encounter sustainable costs in terms of ensuring the continuity of the consumed natural resources. The carbon costs are amongst the most important components of sustainable costs.

After the industrial revolution where the understanding of global warming and climate change is increased by the anthropogenic greenhouse gas emissions, governmental and non-governmental organizations came together under the United Nations, in order to reduce the negative externalities caused by their emissions, have developed a number of agreements and projects. As a result of these agreements, a new commodity occurred that can be traded, so mandatory and voluntary carbon trading has begun as an item to be used in carbon market.

The aim of the study is assesing the impact of carbon costs on business decisions that businesses may encounter in the context of sustainable

development. For this purpose; a case study in cement industry, which is one of the major emitter sector, designed. Five carbon cost reduction scenarios regarding the formation of a national emission trade system are designed to compare the possible costs and revenues related to carbon emissions mitigation. The business evaluated in the context of carbon emissions and regarding costs is assessed under the concepts of laws and standards, carbon market instruments, alternative raw materials and fuel consumption, carbon reduction technologies and clean energy production, and issues that can affect related decisions are considered.

Keywords: Sustainability, Sustainable Costs, Carbon Costs, Carbon Accounting, Carbon Management Accounting.

**SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA ÇERÇEVESİNDE KARBON
MALİYETLERİNİN İŞLETME KARARLARINA ETKİSİ
İÇİNDEKİLER**

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	x
TABLolar LİSTESİ	xv
ŞEKİLLER LİSTESİ	xviii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM
SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE KURUMSAL
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK RAPORLAMASI

1.1. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA	8
1.2. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMANIN GELİŞİM SÜRECİ	11
1.3. KURUMSAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE RAPORLAMA	15
1.3.1. Kurumsal Sürdürülebilirlik Kavramı ve Boyutları	15
1.3.2. Kurumsal Sürdürülebilirlik Raporlaması ve Çerçevesi	19
1.3.2.1. Küresel Raporlama Girişimi- GRI	25
1.3.2.2. İlerleme Bildirimi Raporlaması UNGC- COP	26
1.3.2.3. Bütünleşik/ Entegre Raporlama- IR	27
1.3.2.4. Karbon Saydamlık Projesi- CDP	27
1.3.3. Sürdürülebilirlik Raporlamasıyla İlgili Kuruluşlar	28
1.3.4. Sürdürülebilirlik Raporlamasının İşletmelere Sağladığı Yararlar	30
1.3.5. Sürdürülebilirlik Endeksleri	33

1.4. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK MUHASEBESİ	34
1.4.1. Sürdürülebilirlik Muhasebesi ve Amacı	35
1.4.2. Sürdürülebilirlik Muhasebe Sistemini Uygulama İlkeleri	39
1.4.3. Veri Toplama, Ölçme ve Değerlendirme Metotları	40

İKİNCİ BÖLÜM

KARBON SALINIMI, MALİYETİ VE RAPORLAMASI

2.1. KARBON SALINIMI, YÖNETİMİ VE ÖNEMİ	48
2.1.1. Karbon Salınımı ve Kaynakları	48
2.1.2. Karbon Salınımı Yönetiminin Önemi ve Amacı	57
2.2. KARBON MUHASEBESİ UYGULAMALARI	61
2.2.1. Karbon Finansal Muhasebe	65
2.2.2. Karbon Yönetim Muhasebesi	68
2.3. KARBON MALİYETLERİ VE YÖNETİMİ	70
2.3.1. Karbon Maliyetlerinin Sınıflandırılması	71
2.3.1.1. Sosyal (Dışsal) Maliyetler	71
2.3.1.2. Özel (İçsel) Maliyetler	74
2.3.2. Karbon Maliyet Türleri	77
2.3.3. Karbon Maliyet Yönetimi	81
2.4. KARBON SALINIMI RAPORLAMASI, DENETİMİ VE GÜVENCE HİZMETLERİ	87
2.4.1. Karbon Envanterinin Hazırlanması	87
2.4.1.1. Dünya’da Karbon Envanterinin İzlenmesi	88
2.4.1.2. Türkiye’de Karbon Envanterinin Hazırlanması	90
2.4.1.3. Türkiye’de Karbon Envanteri İzleme Yöntemleri	91
2.4.2. Karbon Salınımı Raporları	94
2.4.2.1. Karbon Salınımı Raporları Özellikleri ve Önemi	95
2.4.2.2. Türkiye’de Karbon Salınımı Raporları	99
2.4.3. Karbon Raporları Denetimi ve Güvence Hizmetleri	102

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KARBON TEMELLİ MALİYETLERİ AZALTMA VE DENKLEŞTİRME TEKNİKLERİ

3.1. KARBON PİYASA ARAÇLARININ KULLANILMASI	108
3.1.1. Karbon Piyasası Türleri ve Ticaret	108
3.1.2. Kyoto Protokolü ve Esneklik Mekanizmaları	115
3.1.2.1. Ortak Yürütme Mekanizması	118
3.1.2.2. Temiz Kalkınma Mekanizması	118
3.1.2.3. Salınım (Emisyon) Ticareti Mekanizması	119
3.1.3. Paris Anlaşması	120
3.1.4. Karbon Piyasaları ve Salınım Ticareti Sisteminin Yapısı ve Türkiye Uygulaması	123
3.2. ÜRÜN SÜREÇ VE ÜRETİM TEKNOLOJİLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ	129
3.2.1. Sürdürülebilir Üretim ve Yeşil Ürün	130
3.2.2. Daha Az Karbon Salan ve Karbon Tutan Teknolojiler	132
3.2.3. Ürün Yaşam Dönemi Maliyet Etkisi	136
3.3. ENERJİ VERİMLİLİĞİ	143
3.3.1. Enerji Kaynakları ve Karbon Maliyetleri	144
3.3.2. Karbon Salınımını Azaltacak Politikalar ve Uygulamalar	148
3.4. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ	153
3.5. AĞAÇLANDIRMA PROJELERİ VE ORMAN YÖNETİMİ	160
3.5.1. Orman Yönetimi ve Karbon	160
3.5.2. Orman Karbon Piyasası ve Uygulamalar	164
3.6. KİRLİTEN ÖDER İLKESİ, VERGİ VE İÇ FİYATLANDIRMA	166
3.6.1. Kirleten Öder İlkesi, Zararın Karşılanması ve Yaptırımlar	167
3.6.2. Karbon Vergisi	170
3.6.3. İç Fiyatlandırma	176

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
ÖRNEK BİR İŞLETMEDE KARBON SALINIMI
MALİYETLERİNİN İŞLETME KARARLARI AÇISINDAN
KARŞILAŞTIRILMASI

4.1. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ VE AMACI	180
4.2. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI VE ÖRNEKLEMİ	181
4.2.1. İşletmenin Faaliyette Bulunduğu Sektöre Genel Bakış	182
4.2.2. Sektöre İlişkin Karbon Salınım Göstergeleri	185
4.3. KARBON MALİYETLERİNİN AZALTILMASINDA ÇİMENTO SEKTÖRÜ UYGULAMASI	190
4.3.1. Araştırmanın Yöntemi ve Kısıtları	190
4.3.2. İşletmenin Üretim Süreci ve Maliyet Bileşenleri	193
4.3.3. İşletmenin Karbon Kaynakları ve Salınım Envanteri	199
4.3.4. İşletmede Uygulanabilecek Karbon Azaltım ve Denkleştirme Senaryoları	206
4.3.4.1. Karbon Kredisi Satın Alınması	210
4.3.4.2. Alternatif Hammadde Kullanımı	215
4.3.4.3. Alternatif Yakıt Kullanımı	219
4.3.4.4. Atık Isıdan Elektrik Üretimi	224
4.3.4.5. Temiz Enerji Yatırımı	226
4.4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI	230
SONUÇ	260
KAYNAKÇA	268

KISALTMALAR

AB ETS	Avrupa Birliği Salınım Ticareti Sistemi
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AIE	Akredite Bağımsız Denetim Kuruluşu
API	Amerikan Petrol Enstitüsü
Ar- Ge	Araştırma ve Geliştirme
BIST	Borsa İstanbul
BM	Birleşmiş Milletler
BMÇP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı (United Nations Environment Programme-UNEP)
BMİDÇS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
BRI	Britanya Standart Enstitüsü (British Standards Institution)
CAR	Climate Action Reserve
CCS	Karbon yakalama ve depolama (Carbon Capture and Storage)
CDM-EB	Temiz Kalkınma Mekanizması (TKM) Yönetim Kurulu
CDP	Karbon Saydamlık Projesi (Carbon Disclosure Project)
CEO	İcra Kurulu Başkanı (Chief Executive Officer)
CER	Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltma Kredisi
CERES	Çevreye Karşı Sorumlu Ekonomiler Koalisyonu
CFO	Mali İşler Müdürü (Chief Financial Officer)
CH₄	Metan
CO₂	Karbondioksit
CO₂e	CO ₂ eşdeğeri
COP	İlerleme Bildirimi Raporlaması (Communication on Progress)
COP	Taraflar Konferansı
CSR Europe	Avrupa Kurumsal Sosyal Sorumluluk Birliği
ÇED	Çevre Etki Değerleme
CSI	Çimento Sürdürülebilirlik Girişimi
DEFRA	İngiltere Çevre Gıda ve Köy İşleri Daire Başkanlığı

DFP	Atanmış Ulusal Odak Mercı
DKS	Dünya Koruma Stratejisi (The World Conservation Strategy-WCS)
DNA	Atanmış Ulusal Mercı
DOE	Yetkilendirilmiş Bağımsız Denetim Kuruluğu
ECRA	Avrupa Çimento Araştırmaları Akademisi
EIRIS	Ethical Investment Research Services Limited
ERPA	Karbon Salınımı Azaltımı Alım-Satım Sözleşmeleri
ERU	Emisyon Azaltım Kredisi
ESK	Ekonomik ve Sosyal Konsey (Economic and Social Council-ECOSOC)
ETS	Emisyon Ticaret Sisteminin
EUA	Avrupa Salınım Tahsisatları
FMS	Finansal Muhasebe Sistemi
FTM	Faaliyet Tabanlı Maliyetleme
GDS ISAE	Uluslararası Güvence Denetimleri Sözleşmeleri Standartları (International Standard on Assurance Engagements)
GHG- GAAP	Sera gazı Genel Kabul Görmüş Muhasebe İlkeleri
GHG	Sera Gazı
GRI	Küresel Raporlama Girişimi (Global Reporting Initiative)
GSYİH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
Gt	Gigaton
GtCO₂e	Gigaton Karbondioksit Eşdeğeri
HES	Hidro Elektrik Santrali
HFCs	Hidroflorokarbonlar
IAMs	Bütünleşik Değerleme Modeli (Integrated Assessment Models)
IAS	Uluslararası Muhasebe Standartları
IASB	Uluslararası Muhasebe Standartları Kurulu (International Accounting Standards Board)
ICC	Uluslararası Ticaret Odası (International Chamber of Commerce)

ICMA	Avustralya Sertifikalı Yönetim Muhasebecileri Enstitüsü
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
IFRIC	Uluslararası Finansal Raporlama Yorum Komitesi (International Financial Reporting Interpretations Committee)
IFRS	Uluslararası Finansal Raporlama Standartları
IIRC	Uluslararası Entegre Raporlama Konseyi
INDC	Ulusal Azaltım Katkı Beyanı
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
IPIECA	Uluslararası Petrol Endüstrisi Çevresel Koruma Örgütü
IR	Entegre Raporlama (Integrated Reporting)
ISO	Uluslararası Standartlaştırma Örgütü
ITMOs	Ülkeler Arasında Gönüllü Olarak Azaltım Çıktılarının Uluslararası Transferi (Internationally Transferred Mitigation Outcomes)
IUCN	Uluslararası Doğal Kaynakları ve Doğayı Koruma Birliği (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources)
KDV	Katma Değer Vergisi
Kg	Kilogram
KÖİ	Kirleten Öder İlkesi
KSS	Kurumsal Sosyal Sorumluluk
kWh	Kilowatt saat
LCA	Yaşam Dönemi Değerlendirme (Life Cycle Assessment)
LCC	Yaşam Dönemi Maliyetleme (Life Cycle Costing)
LUCF	Arazi Kullanımı Değişikliği ve Ormancılık (Land use change and forestry)
LULUCF	Arazi Kullanımı, Arazi Kullanımındaki Değişiklik ve Ormancılık
M	Milyon
M²	Metrekare
M³	Metreküp
MAC	Marjinal Azaltım Maliyeti (Marginal Abatement Cost)
MJ	Megajoule

Mt CO₂	Metrikton Karbondioksit
MW	Megawatt
MWh	Megawatt saat
N₂O	Diazotmonoksit
NGER	Ulusal Sera Gazı ve Enerji Raporlaması Standardı
NO_x	Nitrojen Oksit
OECD	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
OY	Ortak Yürütme
ÖTV	Özel Tüketim Vergisi
PFCs	Perflorokarbonlar
PJ	Petajoule= 278 milyon kW's
PMR	Piyasa Hazırlık Ortaklığı (Partnership for Market Readiness)
PP	Projenin Katılımcıları
Ppb	Milyarda bir parçacık
Ppm	Milyonda bir parçacık
RED	Ormansızlaşmadan Kaynaklı Salınımların Azaltılması
REDD +	Ormansızlaşma ve Ormandaki Bozulmadan Kaynaklanan Salınımları Azaltmak (Reducing Emissions From Deforestation and Forest Degradation)
RMU	Transfer Kredisi (Removal Unit- RMU)
SBSC	Sürdürülebilirlik performans karnesi (Sustainability Balanced Scorecard)
SEÖS	Sürekli Emisyon Ölçüm Sistemleri
SF₆	Sülfürhekza florür
SGK	Sürdürülebilir Gelişme Komisyonu (The Commission on Sustainable Development-CSD)
SGS	Sera Gazı Salınımları
SO₂	Kükürt Dioksit
STK	Sivil Toplum Kuruluşları
T	Ton
TAC	Toplam Azaltma Maliyeti
Tg	Teragram

TCMB	Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası
TKM	Temiz kalkınma mekanizmasını
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UNCED	Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı
UNGC	Birleşmiş Milletler Küresel İlkeler Sözleşmesi (UN Global Compact)
UNIDO	Birleşmiş Milletler Endüstriyel Kalkınma Örgütü'nün (United Nations Industrial Development Organization)
US- GAAP	Amerikan Genel kabul Görmüş Muhasebe İlkeleri
VCS	Gönüllü Karbon Standardı
VER	Onaylanmış Salınım İndirimleri
VER	Voluntary Emission Reduction
VOS	Voluntary Offset Standard
WBCSD	Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi (World Business Council for Sustainable Development)
WCED	Dünya Çevre ve Gelişme Komisyonu (The World Commission on Environment and Development)
WMO	Dünya Meteoroloji Örgütü
WRI	Dünya Araştırma Enstitüsü
WWF	Dünya Doğal Yaşamı Koruma Vakfı (World Wildlife Fund-WWF- Dünya Doğayı Koruma Vakfı- World Wide Fund for Nature-WWF)
YEK	Yenilenebilir Enerji Kaynakları
YMS	Yönetim Muhasebesi Sistemi

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1: Çevresel ve Sosyal Etkiler	23
Tablo 2: Sürdürülebilirlik Raporlama Çerçevesi	24
Tablo 3: Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilirlik Raporlaması ile İlgili Kuruluşlar	29
Tablo 4: Sürdürülebilirlik ile İlgili Endeksler	33
Tablo 5: Geleneksel, Çevre ve Sürdürülebilirlik Muhasebesinin Karşılaştırılması	38
Tablo 6: Paydaş Tepki Örnekleri	43
Tablo 7: Sürdürülebilirlik ve Yeşil Projelerin Değerlemede Kullanılan Verilerin Düzey ve Türleri	44
Tablo 8: Sera Gazına İlişkin Temel Bilgiler	52
Tablo 9: Sektörlere Göre Sera Gazı Kaynakları ve Azaltma Yöntemleri	55
Tablo 10: Karbon Salınım Etkinliğinin Maliyet ve Gelir Üzerindeki Etkisi	79
Tablo 11: Karbon Stratejik Maliyet Yönetimi	85
Tablo 12: Karbon Sertifikası Alım Aşamaları	124
Tablo 13: Türkiye Gönüllü Karbon Piyasası Projeleri	129
Tablo 14: Karton Kutu Portakal Suyu Üretiminin Karbon Ayak İzi (1LT)	141
Tablo 15: Toplam Birincil Enerji Arzının Kaynaklara Göre Dağılımı- Dünya (%)	144
Tablo 16: Toplam Nihai Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı- Dünya (%)	145
Tablo 17: Farklı Yakıt Türlerinin CO ₂ Emisyonu Dağılımı (%)	145
Tablo 18: Doğrudan ve Dolaylı CO ₂ Emisyon Kaynakları	146
Tablo 19: Ulusal Azaltım Katkı Beyanı (INDC) Senaryolarına Göre Küresel Enerji ve Süreç Kaynaklı SGS'ler (GtCO ₂ e)	147
Tablo 20: Karbon Salınımı Karşılığı Dikilmesi Gereken Ağaç Miktarı	163
Tablo 21: Karbon Vergisinin Öncülüğünü Yapan Ülkelerin Genel Görünümü	173
Tablo 22: Karbon Azaltma Maliyetleri ile Vergi Karşılaştırması	175
Tablo 23: Çimento Üretimi Küresel Karbon Salınımları	186
Tablo 24: Çimento Üretiminde Kullanılan Ana Girdiler	198
Tablo 25: Çimento Üretimi Maliyet Bileşenleri	199

Tablo 26: Üretilen Kg Çimento Başına Kg CO ₂ Salınımı	202
Tablo 27: Çimento Tesisinde Karbon Salınımı Hesaplaması	204
Tablo 28: Çimento Üretiminde Karbon Azaltımı İçin Enerji Verimliliği ve Teknolojik Uygulamalar	208
Tablo 29: Çimento Yol Haritası Karbon Azaltım Göstergeleri	209
Tablo 30: 2008- 2014 Yılları Arası AB ETS’de En Çok Kazanan Sektörler	212
Tablo 31: TS EN 197-1'deki Çimento Tipleri	217
Tablo 32: Farklı Çimento Türlerinin Neden Olduğu CO ₂ Salınım Değerleri	218
Tablo 33: Yenilenebilir ve Yenilenemez Enerji Kaynakları	227
Tablo 34: YEKDEM Fiyat Listesi	228
Tablo 35: Örnek Karbon Azaltım Senaryoları	231
Tablo 36: Örnek İşletme Verileri- Temel Varsayımlar	233
Tablo 37: Örnek İşletme Yakıt Karması	234
Tablo 38: Birinci Senaryo Yakıt Karması, Tüketimi ve Karbon Salınım Miktarı	235
Tablo 39: Karbon Kredisi Satın Alınması Durumunda Karbon Maliyeti	236
Tablo 40: İkinci Senaryo Yakıt Karması, Tüketimi ve Karbon Salınım Miktarı	238
Tablo 41: Alternatif Hammadde Kullanımında Karbon Maliyetlerinin Karşılaştırılması	239
Tablo 42: Üçüncü Senaryo A Karması Yakıt Tüketimi ve Karbon Salınım Miktarı	241
Tablo 43: Üçüncü Senaryo B Karması Yakıt Tüketimi ve Karbon Salınım Miktarı	242
Tablo 44: Üçüncü Senaryo C Karması Yakıt Tüketimi ve Karbon Salınım Miktarı	243
Tablo 45: Üçüncü Senaryo D Karması Yakıt Tüketimi ve Karbon Salınım Miktarı	244
Tablo 46: Alternatif Yakıt Tüketimi Karbon Maliyetlerinin Karşılaştırılması	245
Tablo 47: Alternatif Yakıt Maliyetlerinin Karşılaştırılması	246
Tablo 48: Atık Isı Gerikazanımı Tesisi Yatırım ve Elektrik Üretimi Verileri	247
Tablo 49: Atık Isıdan Elektrik Üretilmesi Durumu Karbon Maliyetlerinin Karşılaştırılması	250

Tablo 50: Birinci ve Dördüncü Senaryo Nakit Çıkışlarının Net Bugünkü Değer Topamları	250
Tablo 51: Alternatif Hammadde, Alternatif Yakıt ve Atık Isıdan Elektrik Üretiminin birlikte Uygulanması	251
Tablo 52: Temiz Enerji Üretimi Verilerinin Karşılaştırılması	252
Tablo 53: Temiz Enerji Üretimi Karbon Maliyetlerinin Karşılaştırılması	256
Tablo 54: Karbon Maliyetleri Azaltım Senaryolarının Karşılaştırılması (Yıllık)	258



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Üçlü Sorumluluk Raporlaması- Kurumsal Sürdürülebilirlik Üçgeni	21
Şekil 2: Sürdürülebilirliğin Değer Yaratılmasını Etkileme Biçimi	32
Şekil 3: Sera Gazı Etkisi	50
Şekil 4: 1990-2010 Dönemi Gaz Bazında Küresel Sera Gazı Salınımları	53
Şekil 5: Sektörel Bazda Küresel Sera Gazı Salınımları	54
Şekil 6: Karbon Muhasebesi	63
Şekil 7: Çevresel Maliyetlerin Ölçülmesinde Zorluk Dereceleri	76
Şekil 8: Sera Gazı Salınımlarının İzlenmesi Yöntemleri	92
Şekil 9: Akbank 2015 Sürdürülebilirlik Raporu Unsurların Önceliklendirilmesi Çalışması	98
Şekil 10: Arçelik Toplam Sera Gazı Salınımları (Ton CO ₂ e)	100
Şekil 11: Yıllık Salınım Raporlamasının İşleyişi	101
Şekil 12: Karbon Ticareti Sisteminin Gelişim Süreci	110
Şekil 13: Karbon Piyasası	114
Şekil 14: Gönüllü Piyasalarda İşlem Gören Projeleri Dağılımı	127
Şekil 15: 2007- 2014 Yılları arasında en çok uygulanan Projenin Toplam Değeri ve Karbon Kredisi Ortalama Fiyatı	128
Şekil 16: Yaşam Boyu Değerleme Süreç ve İzlenecek Adımlar	140
Şekil 17: Enerji Tüketiminin Sektörel Dağılımı (MWh)	149
Şekil 18: Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Tasarımı	154
Şekil 19: Portakal Suyu Üretimi Süreç Haritası	158
Şekil 20: Türkiye’de Üretim Süreçlerine Göre CEM-I Tipi Çimentodan Kaynaklanan CO ₂ Salınımları (kg CO ₂ /ton çimento)	189
Şekil 21: Çimento Üretim Süreci	193
Şekil 22: Çimento Üretim Aşamaları- 1. Hammadde Hazırlama	195
Şekil 23: Çimento Üretim Sürecinde Ağırlıklı Ortalama Kütle Dengesi	201
Şekil 24: Çimento Sektörü Küresel SGS Azaltım Maliyetleri	207
Şekil 25: Çimento Üretiminde Fosil Yakıt Yerine Katı Atık Kullanımı	220

GİRİŞ

Sanayi devrimi ile işletmelerin üretim teknolojilerinde ortaya çıkan gelişmeler doğada kıt olarak bulunan kaynakların bilinçsizce tüketilmesine neden olmuştur. Tüketilen doğal sermayenin yerine koyulabilmesi ya da yenilenebilir kaynakların kullanılmasının gerekliliği, yaşanan teknolojik gelişmeler, dijitalleşme demografik ve sosyal değişimler ile daha önemli hale gelmiştir. Hem endüstriyel tüketim hem de bireysel tüketimlerle gelecek nesillerin gereksinimlerinin bugünden tüketilmesi, ekonomik büyümenin sınırsız olamayacağı savının ortaya atılmasıyla sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Temelde sosyal, çevresel ve ekonomik devamlılığı barındıran bir kavram olan sürdürülebilirlik; kurumsal kapsamda alternatif ve dinamik bir kârlılık ve büyüme modeli olarak karşımıza çıkmaktadır. Küresel düzeyde amaç; insanlığın gereksinimlerinin daimi olarak giderilmesidir. İşletme düzeyinde ise; gelecekteki paydaşların gereksinimlerini karşılama yeterliliğini riske atmadan şimdiki doğrudan ve dolaylı paydaşların (hissedarlar, çalışanlar, baskı grupları, kuruluşlar, müşteriler vb. gibi) gereksinimlerinin karşılanabilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu yönüyle sürdürülebilirlik kavramı; işletmenin sürekliliği kavramı gereğince, ömrünün belirli bir süreye bağlı olmadığı kabul edilen işletmelerin gelecekteki varlıklarını koruyabilmesi için kullandığı kaynakları daimi kılmasının önemini vurgulamaktadır. Bu açıklama ayrıca muhasebenin; sosyal sorumluluk, kişilik, ihtiyatlılık ve önemlilik kavramlarını da içinde barındırmaktadır. Dolayısıyla; doğal ve beşeri sermayenin oluşturduğu bu kaynakların etkin kullanımı ve gelecek nesillerin de kullanabilmesi için devamlılığının sağlanması noktasında sürdürülebilirlik kilit rol oynamakta, işletmelere ve muhasebe bilgi sistemine de bu konuda önemli roller düşmektedir.

Günümüzde işletme performanslarının değerlendirilmesinde sadece finansal bilgiler yeterli görülmemekte, aynı zamanda çevreye ve insana duyarlı kurumların yapılandığı bir dönüşüm oluşmaktadır. Dolayısıyla; yoğun kamuoyu bilinçlenmesiyle, müşteriler, çalışanlar, yatırımcılar ve diğer paydaşlar işletmenin finansal performansının yanında kurumsal faaliyetlerinin çevresel ve sosyal etkileriyle de ilgilenmektedirler. Bu noktada sürdürülebilirlik önemli bir rekabet

aracı olarak işletmelerin gündemine gelmektedir. Bu durum yöneticileri sürdürülebilir kararlar almaya yöneltmekte ve karar vericilerin işletmenin sürdürülebilirlik performansını görebilmesi için verilerinin de bu gereksinimi karşılayacak düzeyde kaydedilmesini ve raporlanmasını gerektirmektedir. Tüm bu gelişmeler ışığında geline en önemli nokta küresel sürdürülebilirlik bilincinin oluşması ve işletmelerin kurumsal sürdürülebilirlik raporlarıyla bu gelişime katkı sağlamalarıdır.

Çalışmada sürdürülebilir kalkınmanın temel unsurlarından biri olan çevresel sürdürülebilirlik üzerine yoğunlaşmaktadır. Çevresel sürdürülebilirlikte işletmeler; tüketilen doğal kaynakların gelecek nesiller için devamlılığının sağlanması açısından sürdürülebilir maliyetlerle karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu maliyetlerin en önemlilerinden birisi ve endüstrilerin gelecek nesiller üzerindeki en önemli olumsuz etkisi, sera gazı salınımlarına bağlı olarak artan bir hızla ilerleyen iklim değişikliğidir.

İklim değişikliği; sanayi devrimi sonrası artan insan kaynaklı sera gazı salınımlarının atmosferde artması sonucu güneş ışınlarının uzaya geri yansımaya engel olarak yerkürenin olması gerekenden daha fazla ısınması sonucu karşılaşılabilecek tüm değişimleri ifade etmektedir. İklim değişikliğine neden olan farklı türde gazlar olmasıyla birlikte en yoğun salınımı gerçekleştiren karbondioksit (CO₂) olması nedeniyle genel olarak ortaya çıkacak tüm maliyetler karbon maliyetleri olarak ifade edilmektedir.

İklim değişikliğiyle gündeme gelen karbon salınımı konusu; küresel ısınma üzerindeki etkisinin öneminin anlaşılmasıyla, ülkelerin bir araya gelerek iklim değişikliğiyle mücadelede uluslararası ölçekte çalışmalar ve işbirliği yapması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu kapsamda ülkelere; özelliklerine bağlı olarak farklı sorumluluklar getiren “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi” ve buna bağlı olarak gelişen “Kyoto Protokolü” ve “Paris Anlaşması” gibi uluslararası anlaşmalar doğmuştur. Bu anlaşmalar ile birlikte ortaya çıkan uluslararası fonlar, tahviller, sertifikalar, izinler ve ticaret edilebilir permiler karbonun ticaret edilebilir bir emtia olmasıyla muhasebe açısından ayrıca ele alınmasını gerekli kılmıştır.

Sürdürülebilirlik raporları, Karbon Saydamlık Projeleri, Entegre Raporlama gibi uygulamalarla da finansal tablolarda yer almaya başlayan karbon salınım hak ve yükümlülüklerinin, maliyet ve yönetim açısından da ele alınması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Diğer taraftan; en son gündeme gelen Paris Anlaşması, iklim değişikliğinin doğurduğu tehdide karşı küresel envanterin hazırlanması, eylem ve raporlama gibi konularda getirdiği hükümlerle işletmeleri yeni bir yükümlülük altına sokmuştur. Tüm bu yükümlülükler, sürdürülebilir kalkınma hedefinde işletmelerin muhasebe uygulamalarında yeni araç ve teknikler bularak maliyetlerini etkin bir şekilde kontrol edip yönetmesi gerekliliği ortaya çıkarmıştır.

Günümüzde artık stratejik yönetimin önemli bir parçası haline gelen yönetim muhasebesi; finansal ve finansal olmayan bilginin muhasebe uygulamalarında hızla artan yakınsamayla finansal raporlamanın değişimine neden olmuştur. Böylece; işletmeler, yatırımcılarının ilgisini çekebilmek için yönetim muhasebesi uygulamalarını artırmaya ve kararlarında stratejik yönetim muhasebesi araçlarını kullanmaya yönelmiştir. Sürdürülebilirlik muhasebesi ve karbon muhasebesi de bunun en önemli örneklerindendir.

Karbon salınımının öneminin anlaşılması ve bunun nasıl yönetileceği çalışmanın temelini oluşturmaktadır. Bu bakış açısıyla; karbon maliyetlerinin ne olduğu, bu maliyetlerin ve sonuçlarının işletme kararlarını nasıl etkileyeceği sorusu çalışmanın ana konusudur. İşletmenin iç ve dış paydaşlarının bilgi gereksinimine bağlı olarak karbon salınım bilgilerinin toplanması, analiz edilmesi ve raporlanarak ilgili taraflarca kullanımı farklı mevzuatların gereği olarak karşımıza çıkmaktadır. Muhasebesel açıdan değerlendirildiğinde ise; işletmelerin üretim ve tüketim faaliyetlerindeki her bir üretim ve tüketimin çevre üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi ve bu etkilerin neden olduğu maliyet ve giderlerin doğru saptanabilmesi için gerekli uygulamalar dikkat çekmektedir.

İşletmelerin faaliyetleri sonucu ortaya çıkan karbon salınımları; azaltmak, yutmak, tutmak, denkleştirmek ve yok etmek gibi çabalar ile kontrol edilmektedir. Bu faaliyetleri gerçekleştirirken küresel düzeydeki anlaşmaların getirdiği mekanizmalar ya da gönüllü piyasalar karbon temelli maliyetlerin kontrolü için farklı alternatifler sunmaktadır. Diğer taraftan işletmelerin ürün, üretim süreci, hammadde,

enerji, tedarik ve diğer karbon salan kaynaklarını kontrol edebilmesi maliyet kontrolünde önemli olmaktadır.

Çalışmada, karbon salınımlarının bilimsel ve teknik anlamda anlaşılabilirlik, sürdürülebilirlik felsefesinin farkındalığının artırılması amaçlanmaktadır. Bu farkındalığın alınacak bireysel, kurumsal ve toplumsal kararlarda önemli rol oynayacağı düşünülmektedir. Bu nedenle; çalışmanın amacı sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde işletmelerin karşılaşılabileceği en önemli maliyetlerden olan karbon (sera gazı) salınımlarının maliyetlerinin işletme kararlarındaki etkisinin değerlendirilmesidir. Bu amaç doğrultusunda; gerekli araç ve tekniklerin belirlenebilmesi için, maliyet ve yönetim muhasebesinin temel ilke ve uygulamaları esas alınarak karbon maliyetlerinin sınıflandırılması, türleri ve yönetimi konularında bilgilere yer verilmektedir.

Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde öncelikle; sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramları açıklanarak sürdürülebilir kalkınmanın gelişim süreci açıklanmaktadır. Devamında; kurumsal sürdürülebilirlik, sürdürülebilirlik raporlaması çerçeveleri, raporlamayla ilgili kuruluşlar ve raporlamanın işletmeye sağladığı yararlarından söz edilmektedir. Son olarak da; sürdürülebilirlik ile ilgili endeks oluşturma çabaları ve muhasebe açısından uygulamada yaşanan gelişmeler ele alınmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde; çevresel sürdürülebilirlik konusu içinde önemli bir yere sahip olan karbon salınımı konusu, karbon kaynakları ve salınımlarının önemi, maliyeti ve raporlanması açısından ele alınmaktadır. Karbon maliyetlerinin nasıl sınıflandırılacağı, finansal muhasebe, yönetim muhasebesi ve maliyet muhasebesi uygulamaları açısından muhasebe bilgi sisteminde nasıl yer alacağı açıklandıktan sonra karbon salınımlarının raporlanması ve denetimi konularına yer verilmektedir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde; karbon temelli maliyetlerin azaltılmasında işletmenin karbon ayak izinin küçültülmesi yani karbon salan faaliyetlerinin azaltılması ya da karbon tutan faaliyetlerinin artırılması için uygulanabilecek yöntemler ele alınmaktadır. Çalışmanın ana sorusu işletmenin karbon maliyetlerini kontrol ederken hangi aracı tercih etmesi gerektiğidir. Bu kapsamda çalışmanın bu bölümünde; sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde faaliyet gösteren işletmelerin

karbon maliyetlerini azaltma, denkleştirme ve yok etme stratejileri ele alınmaktadır. Bu amaçla ilk olarak karbon piyasası ve piyasa araçlarının işleyişi açıklanmaktadır. Çalışmanın devamında karbon maliyetlerinin yönetiminde kullanılabilecek ürün süreç ve teknolojilerindeki iyileşmeler, enerji verimliliği, tedarik zinciri yönetimi, ağaçlandırma projeleri ve orman yönetimi ve son olarak da karbon salınımlarıyla ilişkili yükümlülükler, ceza, vergi ve iç fiyatlandırma konuları ele alınmaktadır.

Araştırmanın amacı; karbon salınımları yapan bir işletmenin tasarlanan beş senaryo durumunda karşılaşılabilecek maliyetlerin ve elde edilecek gelirlerin karşılaştırılarak alacağı en uygun kararın belirlenmesidir. Karbon salınımları ve yaratacağı maliyetler açısından değerlendirilen işletme, getirilen yasa ve standartlar, mevcut karbon piyasası, karbon azaltım teknolojileri ve temiz enerji üretimi konuları dikkate alınarak incelenmekte ve kararlarını etkileyecek noktalara dikkat çekmek amaçlanmaktadır.

Bu amaçla çalışmanın dördüncü bölümünde; sürdürülebilir kalkınma temelinde bir işletmenin karbon ayak izinin doğuracağı maliyetlerin işletme kararlarını ne şekilde etkileyeceği değerlendirilmektedir. Bunun için karbon salınımlarının en çok gözlemlendiği çimento sektöründe faaliyet gösteren bir işletme senaryosu tasarlanmıştır. Çalışmanın bu bölümünde önce araştırmanın amacı, daha sonra araştırmanın kapsamı ve çimento sektörü ve sektördeki karbon salınımlarına ilişkin genel bilgiye yer verilmektedir.

Çimento sektörü üretim süreci ve kullanılan hammaddeler itibarıyla benzerlik gösterdiği ve homojen bir ürün çıktısına sahip olduğu için karbon salınımları ve analiz edilen senaryolar tüm çimento tesisleri için yaklaşık sonuçları doğurmaktadır. Bu amaçla; çalışmada tasarlanan çimento tesisinin ve kurgulanan beş senaryoya ilişkin verilerin toplanmasında farklı uzmanların görüşlerinden yararlanılmıştır. Araştırmanın örneklemini oluşturmak ve senaryoları tasarlamak amacıyla; farklı bölgelerde faaliyette bulunan çimento işletmelerinin Üretim Müdürü, Enerji Müdürü, Çevre Müdürü ve Finans Müdürü ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca; temiz enerji yatırımları senaryosu için sektörde görev alan işletme müdürü, enerji ve elektrik mühendislerinden de görüşler alınarak işletmeye ilişkin gerçek veriler elde edilmeye çalışılmıştır.

İşletmenin karşılaştacağı beş senaryo belirlenirken, yazında çimento üretimi sürecinde karşılaşılan karbon azaltım teknolojileri araştırılarak yaygın olarak tercih edilen ve uygulanması ekonomik olan yöntemler seçilmiştir. Bu amaçla ilk olarak; çalışmanın amaç ve çerçevesine bağlı olarak, karbon salınımının azaltılması ve denkleştirilmesi için BMİDÇS'ne bağlı olarak ortaya çıkan karbon kredisi satın alma durumu incelenmektedir. Bu durumdaki verilerin elde edilmesinde ülkemizde mevcut emisyon ticaret sisteminin olmaması nedeniyle AB ETS örnek alınarak tasarlanmıştır. İkinci senaryo durumunda; işletmenin üretim süreci ve ürün yaşam dönemine bağlı olarak mamul bünyesinde yapabileceği karbon azaltımı incelenmektedir. Bu durumda işletmenin alternatif hammadde ile salınımı yüksek olan hammaddeyi ikame ettiği katkılı çimento üretimi değerlendirilmektedir. Üçüncü senaryoda; tercih edilen fosil yakıtların daha az salınımına neden olan alternatif yakıtlarla ikame edildiği uygulama değerlendirilmekte, daha yüksek salınımı olan kömür yerine alternatif yakıt olarak katı atık ve biyoyakıt olarak arıtma çamuru kullanımının etkileri analiz edilmektedir. Dördüncü senaryoda; işletmenin atık baca gazlarından elektrik enerjisi üretimi projesi değerlendirilmektedir. Son olarak beşinci senaryo da ise; işletme bünyesinde temiz enerji yatırımı yapılarak karbon sertifikası satış hakkı ile enerji gelirinin elde edilmesi durumu değerlendirilmektedir.

Karbon salınımlarıyla ilişkili çalışmalar incelendiğinde; yaygın olarak yaşam dönemi değerlendirme ve maliyetleme yaklaşımlarının uygulandığı görülmektedir. Diğer taraftan seçilecek alternatif projelerin değerlendirilmesinde sermaye bütçelemesi yöntemlerinden faydalanılarak yaygın olarak projelerin maliyetlerinin karşılaştırılmasında paranın zaman değeri dikkate alan dinamik yöntemler kullanılmaktadır. Bu nedenle; atık ısıdan enerji kazanımı ve temiz enerji yatırımlarının maliyetlerinin değerlendirilmesinde net bugünkü değer yöntemi ve yıllık eşdeğer maliyet (YEM) yönteminden yararlanılmaktadır. Analiz sonucunda hesaplanan beş duruma ilişkin verilen işletmenin mevcut durumda (1. Senaryo) katlanması gereken karbon maliyetleriyle karşılaştırılarak karbon maliyeti azaltımının faaliyet sonuçlarına etkileri değerlendirilmektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE KURUMSAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK RAPORLAMASI

Sanayi devrimi ile işletmelerin üretim teknolojilerinde ortaya çıkan gelişmeler doğada kıt olarak bulunan kaynakların hoyratça tüketilmesine neden olmuştur. Tüketilen doğal sermayenin yerine koyulabilmesi ya da yenilenebilir kaynakların kullanılması, gelecek nesillerin gereksinimlerinin bugünden tüketilmemesi ve üretim süreçlerinin ve kaynaklarının gelecekte de faydalanılabilir kılınması için sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir işletmeler anlayışı stratejik bir konu olarak gündeme gelmektedir.

Günümüzde işletme performanslarının değerlendirilmesinde sadece mal ve hizmet satışından kaynaklı finansal başarılar yeterli görülmemekte, aynı zamanda çevreye ve insana duyarlı kurumların yapılandığı küresel bir dönüşüm şekillenmektedir. İşletmelerin yeşil faaliyetlerini artırma ve sürdürülebilir değerler yaratma konusunda yoğun rekabet altında olması çoğunlukla yoğun kamuoyu bilinçlenmesinden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla; müşteriler, çalışanlar, yatırımcılar ve diğer paydaşlar işletmenin finansal performansının yanında kurumsal faaliyetlerinin çevresel ve sosyal etkileriyle de ilgilenmektedirler. Bu durum yöneticileri sürdürülebilir kararlar almaya yöneltmektedir. Karar vericilerin işletmenin sürdürülebilirlik performansını görebilmesi için verilerinin de bu gereksinimi karşılayacak düzeyde kaydedilmesi ve raporlanması gerekmektedir. Sürdürülebilirlik kavramı ve sürdürülebilir kalkınma anlayışı işletmelerin iyi birer kurumsal vatandaş olmaları ve kurumsal yönetim ilkelerini benimsemeleri konusunda yardımcı olmaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde; öncelikle sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramları tanıtılarak sürdürülebilir kalkınmanın gelişim sürecinden söz edilmektedir. Devamında; kurumsal sürdürülebilirlik, sürdürülebilirlik raporlaması çerçeveleri, raporlamayla ilgili kuruluşlar ve raporlamanın işletmeye sağladığı yararlarından söz edilmektedir. Son olarak da; sürdürülebilirlik ile ilgili endeks oluşturma çabaları ve muhasebe açısından uygulamada yaşanan gelişmeler ele alınmaktadır.

1.1. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA

Sürdürülebilirlik kavramı; en geniş anlamıyla, daimi olma yeteneği olarak adlandırılmaktadır. Genel tanımla; süresi belli olmayan ömrü boyunca bir durum veya sürecin yaşamını devam ettirme kapasitesini ifade etmektedir (WordNet; E.T. 15.03.2016). Bu genel anlamıyla sürdürülebilirlik farklı disiplinler açısından ele alınmakta ve tanımlanmaktadır.

Sürdürülebilirlik kavramının temelleri klasik iktisat teorisine kadar uzanmaktadır. Bu yaklaşım; işletmenin kaynakları arasında özellikle doğal sermaye kullanımının tam ikame edilmesi gerekliliğine dikkat çekmektedir (Çetin, 2006: 3). Dolayısıyla; çalışmalarda anahtar kelime olarak ikame edilebilirliğin ele alınması önemle vurgulanmaktadır (Geldrop ve Withagen, 2000: 445).

Sürdürülebilirlik, ekoloji ve çevresel sistemlerin çalışmasını, süreçlerini gelecekte de koruyabilme yeteneği olarak algılanmaktadır (Chapin ve diğerleri, 1996: 1017). Ancak; makro açıdan ele alındığında, içinde bulunan dönemin gereksinimlerinin karşılanması ile gelecek dönemlerin gereksinimlerine yetebilme kapasitesine zarar verilmemesi, dolayısıyla; insanlığın devamlılığına odaklanmaktadır (Önce ve diğerleri, 2015: 231). Bu açıdan sürdürülebilirlik 21. Yüzyılda bir deyim olarak yerleşmiştir. Kavram; doğal çevre ve kültürel başarıların gelecek nesiller için korunduğu daha adil ve zengin bir dünyanın sosyal değişimi için gerekli umudu ifade etmektedir (Dyllick ve Hockerts, 2002: 130). Dolayısıyla; ekonomik bir fayda elde etmek için kullanılan tüm sermayenin yerine koyulmasını, böylece; kaynakların devamlılığını sağlamayı amaçlayan bir anlayıştır. İnsanlığın geleceği açısından çok önemli olan bu anlayış; bugün olmasa da gelecekte ekonomik yaklaşımdan ziyade kurumsal ve toplumsal bir felsefeye dönüşebileceği söylenebilir.

Ekonomide doğal kaynaklara bağımlılığın kalkınma kapsamında değerlendirilmesi ilk olarak “Roma Kulübü”nün “Büyümenin Sınırları” başlıklı raporunda gerçekleşmiştir (Meadows, ve diğerleri, 1990:12’den akt. Alagöz, 2007: 2). 1972’de gerçekleştirilen “Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı” çevre ve kalkınma arasındaki ilişkiyi ortaya koyan “eko kalkınma” kavramı, sürdürülebilir kalkınmanın iki ana unsuru olan “insan merkezilik” ve “gelecek nesillerin

kaynaklarının korunması” konuların dikkat çekmiştir (İşgüden ve diğerleri, 1995:203-204’den akt. Alagöz, 2007: 3). Toplumun “sürdürülebilirlik” kavramıyla tanışması ise; “Birleşmiş Milletler” bünyesinde faaliyetlerini yürüten “Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu”nun 1987 yılında hazırladığı “Ortak Geleceğimiz” adlı rapor ile olmuştur. Raporda sürdürülebilirlik; “İnsanlık; doğanın gelecek kuşakların gereksinimlerine cevap verme yeteneğini tehlikeye atmadan, günlük gereksinimleri temin ederek, kalkınmayı sürdürülebilir kılma yeteneğine sahiptir” şeklinde tanımlanmıştır (Birleşmiş Milletler, 1987). Komisyon’un ifadesine göre; gelecek nesiller bugünkü nesillerin paydaşları olarak kabul edilmektedir. Çünkü toplumun yaşam koşullarının iyileştirilmesinde ekonomik büyüme önemli bir yere sahipken, bu büyümeyi gerçekleştirirken kaynakların tüketilmesinde gelecek nesillerin de gereksinimlerine aynı derece de önem verilmesi gerekmektedir (Isaksson ve Steimle, 2009: 169).

“Brundtland Raporu” olarak da tanınan rapora göre; bir değişim süreci olarak tanımlanan sürdürülebilir kalkınma, kaynakların etkin kullanımı, yatırımlara yön verilmesi, teknolojik gelişmelerin uyumlaştırılması ve örgütsel değişimde bugünden geleceğin gereksinimlerinin dikkate alınması vurgulanmaktadır (Birleşmiş Milletler, 1987).

Ekonomik, sosyal ve çevresel politikaların bütünleşmesini gerekli kılan anlayış; bu üç unsurun bütünleşik bir yapı içinde bulunarak zaman içerisinde nasıl daha sürdürülebilir bir yapıya kavuşturulabileceği yönündeki araştırmalara da temel oluşturmaktadır (Çetin, 2006: 8).

“Birleşmiş Milletler”in 2005 “Dünya Zirvesi”nde “sürdürülebilir kalkınma” üç temel başlıkta sınıflandırılmıştır. Bunlar; “ekonomik kalkınma”, “sosyal kalkınma” ve “çevrenin korunması”dır (Birleşmiş Milletler, 2005: 12):

Ekonomik boyutuyla sürdürülebilirlik; sınırlı yeryüzü kaynaklarının ekonomik faaliyetler için tüketilmesinde gösterilmesi gereken duyarlılığı kapsamaktadır (Yavuz, 2010: 65). Somut örneklemek gerekirse; açılıp da petrol bulunan 10 kuyudan birini bu yüzyılda tüketirken diğer 9 kuyunun 22., 23., 24.... yüzyıllarda ömür sürecek kuşaklara bırakmak için saklanması gerekmektedir (Yükü ve Fidancı, 2016: 665).

Sosyal boyutuyla sürdürülebilirlik; toplumunun çevreye duyarlı ve bilinçli tüketicilere dönüştürülmesini kapsamaktadır. Çevre boyutu ise; insan kaynaklı bozulmaların en aza indirilmesi ve ekolojik dengenin korunmasını kapsar (Yavuz, 2010: 65).

“Sürdürülebilir Kalkınma” düşüncesi farklı teorik temellere dayanmaktadır. Ancak; sürdürülebilir kalkınma kavramının temeli aşağıdaki gibi özetlenmektedir (Zink ve diğerleri, 2008: 5):

- İnsanlığın gereksinimlerine odaklanarak sadece çevresel sorunlara karşı çözüm aranmaz. Çevre ile denge içinde sağlıklı ve üretken bir yaşam hakkı da dikkate alınır.
- “Bruntland Raporu”nda bulunan tanıma göre; kuşaklar arası eşitlik yaklaşımına odaklanılarak, her nesil önceki neslin mirasçısı kabul edilmektedir. Dolayısıyla; gelecek nesillerin gereksinimlerinin garanti altına alınması gerekmektedir.
- Ekonomik, sosyal ve çevresel amaçlar için eşit düzeyde önem verilmelidir.

“Sürdürülebilir kalkınma”nın temel öğeleri; toplumsal yaşam düzenine daha ilgili ve saygılı olmak, canlı türlerini korumak, yenilenemeyen kaynakların tüketimini azaltmak, dünyanın doğal kaynak dengesini korumak ve buna ilişkin kişisel davranış ve tutumları değiştirmek ile küresel bilinci güçlendirmek olarak sıralanabilir (Adams ve Thomas, 1993: 596). Kavram mikro bakış açısıyla ele alındığında; hane halkı ve kurumsal düzeylerle de ilişkilendirilmesi gündeme gelmektedir (Gray, 1994: 18). Ekonominin köşe taşı olan işletmeler; “ekonomik, çevresel ve sosyal” kaynaklara zarar vermeyerek sürdürülebilirliği sağlayabilmelidir. Böylece işletmeler; kârlılık, likidite ve gelir gibi finansal sorumluluklarının yanında yeni sorumluluklar yüklenmektedir (Önce ve diğerleri, 2015: 231).

“Sürdürülebilir kalkınma” büyümenin ve zenginleşmenin kaynakları bozmadan gerçekleşmesine odaklanmaktadır. Fakat bunun ne şekilde gerçekleştirileceğine ilişkin sorular cevapsız kalmaktadır. Üretim ve tüketimin azaltılması için küresel düzeyde adım atılmaması, gelişmiş ülkelerin kaynakları tüketen ve kirleten endüstrilerini geliştirmekte olan ülkelere kaydırması bunu zorlaştırmaktadır (Turgut, 2014: 142). Dolayısıyla; ekonomik refah, çevresel

bütünlük ve sosyal eşitlik ilkelerinin bütünleştirilmesi önem taşımaktadır. Bu ilkelerden birinin eksikliği sürdürülebilirliği engellemektedir (Bansal, 2005: 198):

- Çevresel Bütünlük: Artan nüfusa bağlı olarak aşırı tüketim, havanın kirlenmesi ve kaynakların hoyratça tüketilmesi çevresel bütünlüğü riske sokmaktadır. Ozon tabakasının incelmeye, biyolojik çeşitliliğin azalması, sera gazı salınımı, yanlış atık yönetimi, zehirli sızıntılar ve ormansızlaşma çevre bütünlüğünün bozulmasının sonuçlarıdır.
- Sosyal Eşitlik: Toplumdaki her bireyin kaynaklara ve fırsatlara eşit erişimini garanti altına almayı ifade etmektedir. Gıda, giyinme ve barınma ile sınırlı olmamakla beraber, sağlık, eğitim ve politik özgürlük alanlarında da insani gereksinimlere aynı düzeyde önem verilmelidir.
- Ekonomik Refah: Toplumun üyelerinin verimlilik sayesinde uygun bir yaşam seviyesine sahip olmasını desteklemektedir. Mal ve hizmet üretimlerinin eşit standartları sağlayacak şekilde sunulmasını ifade etmektedir. Dolayısıyla; sosyal eşitliğe ve çevresel bütünlüğe bağlıdır.

Sürdürülebilir kalkınma farklı alanlarda değişik şekillerde tanımlanmış ancak genellikle bir görev tanımı şeklinde ifade edilmiştir (Mawhinney, 2002: 5). “Sürdürülebilir kalkınma”; çevresel koruma ekonomik büyümeyi bütünleştiren, hem doğal kaynakların etkin kullanımını hem de kaliteyi ön plana çıkararak gelecek nesillerin gereksinimlerini karşılayabilme yeteneklerini engellemeden bugünün planlanmasını sağlayan bir kavramdır (Gürlük, 2001: 10).

Ekonomi ve çevre arasındaki karşılıklı bağımlılıktan doğan ilişkinin gelecek nesillere aktarabilmesi temeline dayanan sürdürülebilir kalkınma anlayışı giderek yaygınlaşarak mikro ve makro düzeylerde uygulamaya ve karar süreçlerine dâhil olmaktadır.

1.2. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMANIN GELİŞİM SÜRECİ

1960’lı yıllara kadar çevre sorunları kalkınmanın gerekliliği olarak ele alınmış ve çevrenin tahrip edilmesi sorgulanmamıştır (Tekeli, 1996: 26’dan akt. Bozdoğan, 2005: 1015). Dolayısıyla; öncelik ekonomik kalkınmaya yöneltilerek, çevre sorunları ikinci plana atılmıştır. Kalkınmanın gereği olarak değerlendirilen

doğal bozulmalar ortaya çıktıktan sonra iyileştirme yolları aranmıştır. Çevresel bozulmaların önceden önlenmesi için çabaya gerek görmeyen bu strateji; yazında “tepki ve tedavi” olarak yer almıştır (Kaypak, 2011: 23)

1968’de kurulan Roma Kulübü’nün MIT’de yaptırdığı araştırma “Büyümenin Sınırları” adıyla kitap olarak 1972 yılında yayınlanmıştır. Çalışmada; ekonomi ile doğal çevre arasındaki ilişki gündeme getirilerek, kalkınma politikalarına alınması gerekliliği vurgulanmıştır (Bozdoğan, 2005: 1015).

Bu konuda ilk adım olarak; “Birleşmiş Milletler” tarafından 1972 yılında Stockholm’de “Çevre ve İnsan Konferansı” düzenlenmiştir. Konferans’da gelişmiş ülkeler büyümenin çevresel sonuçları üzerindeki endişelerini ortaya koyarken, gelişmekte olan ülkelerin neden olacakları çevresel sorunlar gündeme gelmiş ve aralarında denge kurulması gerekliliği ortaya koyulmuştur (Borsa İstanbul, 2014: 13). Uluslararası düzeydeki ilk çevre konferansı olan “Çevre ve İnsan Konferansı”nın gerçekleştiği 5 Haziran “Dünya Çevre Günü” olarak kutlanmaya başlanmıştır.

O güne kadar yürütülen “tepki ve tedavi” stratejisi, Konferans’ın etkisiyle, “tahmin ve önleme” stratejisine bırakmıştır. Böylece; çevre sorunlarının ortaya çıkmadan önce tahmin edilmesi ve önlenmesi gerekliliği kabul edilmiştir (Özer, 1995: 22’den akt. Kaypak, 2011: 23). Konferans’ın çıktısı “Çevre Bildirgesi”nde, “çevrenin taşıma kapasitesine dikkat çeken, kaynak kullanımında kuşaklararası hakkaniyeti gözetken, ekonomik ve sosyal gelişmenin çevre ile bağlantısını kuran ve kalkınma ile çevrenin birlikteliğini vurgulayan ilkeler”, sürdürülebilirliğin temelini atmıştır (Bozdoğan, 2005: 1016).

“Sürdürülebilir Kalkınma” kavramının gelişiminde bir diğer önemli çalışma da; “Dünya Koruma Stratejisi”dir- DKS (The World Conservation Strategy-WCS)”. “Dünya Koruma Stratejisi (DKS)”, “Uluslararası Doğal Kaynakları ve Doğayı Koruma Birliği (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources-IUCN)”, “Dünya Doğal Yaşamı Koruma Vakfı (World Wildlife Fund-WWF- Daha sonra Dünya Doğayı Koruma Vakfı- World Wide Fund for Nature-WWF olarak değiştirilmiş)” ve “Birleşmiş Milletler Çevre Programı-BMÇP (United Nations Environment Programme-UNEP)” tarafından hazırlanarak 1980 yılında yayımlanmıştır. DKS, toplumun yaşam olanaklarının sürdürülebilirliğinin artırılması

için “koruma ve geliştirme” bakış açısıyla ele alınmasını savunmaktadır (Bozdoğan, 2005: 1017).

“Birleşmiş Milletler” 1982’de “Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu”nu kurmuş ve “kalkınma ve çevre” birlikte ele alınmaya başlanmıştır. Komisyon 1987’de “Ortak Geleceğimiz” isimli rapor yayımlamıştır. Rapor; 1960’ların büyüme savunucusu yaklaşımlarıyla, 1970’lerin çevreci tutumunu “sürdürülebilir kalkınma” açısından uzlaştırmaya çalışmıştır. Ekonomik birimlerin artan kalkınma çabaları yaşam kalitesini iyileştirirken, çevresel sorunlara yol açarak dengeyi bozulmasına neden olmaktadır (Birleşmiş Milletler, 1987). Rapor, sanayi devrimiyle ortaya çıkan bozulmalara değinerek; insan faaliyetlerinin yerel etkilerinin giderek küreselleşen günümüzde bütün ekosistemleri etkilediğini belirtmektedir. Buna çözüm olarak da ekonomik kalkınma ve çevresel sürdürülebilirliğin bir arada değerlendirilmesinin insanlığın devamlılığı için önem taşıdığı vurgulanmıştır (Bozdoğan, 2005: 1019-1020).

“Sürdürülebilir kalkınma” olgusu, “Rio Zirvesi”nde olgunlaşmıştır. 1992’de Rio de Janeiro’da “BM, Çevre ve Kalkınma Konferansı (UNCED)” ulusların, “çevre ile uyumlu bir kalkınma stratejisi arayışlarına karşılık veren anlaşmalar” imzalaması ve “sürdürülebilir kalkınma”nın temel ilkelerinin belirlenerek “çevre ve iklim değişikliği” konularının görüşüldüğü en önemli çalışma olarak tarihe geçmiştir. Konferans’ın; “İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi”, “Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi” ve “Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi” gibi sözleşmeler doğmuştur (Borsa İstanbul, 2014: 13). Konferans sonucunda “Rio Deklarasyonu” ve “Gündem 21” adlarını taşıyan iki çıktı ortaya çıkmıştır. “Rio Deklarasyonu” çevre ve kalkınmayı bağdaştıran 27 ilkeden oluşmaktadır. “Gündem 21” ise, “sosyal ve ekonomik boyutlar; kalkınma için kaynakların korunması ve yönetilmesi; konu ile ilgili grupların rollerinin güçlendirilmesi ve uygulamaların nasıl yapılacağı” şeklinde olmak üzere 4 bölümden oluşmaktadır (Kaypak, 2011: 24).

Aynı yıl, Avrupa Birliği “Sürdürülebilirliğe Doğru” diye adlandırılan “5. Eylem Programı”nı kabul etmiştir. 1993’de, “Birleşmiş Milletler” çatısı altında “Ekonomik ve Sosyal Konsey-ESK (Economic and Social Council-ECOSOC)” ve altında “Sürdürülebilir Gelişme Komisyonu-SGK (The Commission on Sustainable Development-CSD)” kurulmuştur (Bozdoğan, 2005: 1020- 1021).

Rio’da gerçekleştirilen konferanstan 5 yıl sonra (1997) “Rio + 5 New York”, 10 yıl sonra (2002) “Rio + 10 Johannesburg”da ve 20 yıl sonra (2012) “Rio + 20 Rio De Janeiro”da Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi düzenlenmiştir. “2002 Johannesburg Konferansı”nda; 2005 yılından itibaren ülkelerin “ulusal sürdürülebilirlik ilkelerinin belirlenmesi, adil ve dengeli bir biçimde kaynak çeşitliliğinin, enerji kullanımının ve biyolojik çeşitliliğin korunmasının sağlanması, kamu ve özel sektörcü kurumsal sosyal sorumluluğun geliştirilmesi, yoksulluğun önlenmesi” amacıyla “Dünya Dayanışma Fonu”nun kurulması ve açlık sınırında yaşayan nüfusun yarı yarıya azaltılması gibi kararlar alınmıştır (Bozdoğan, 2005: 1025). 2012 Yılındaki zirvede ise; “İstediğimiz Gelecek –The Future We Want” adlı rapor kamuoyuna iletilmiştir (Borsa İstanbul, 2014: 14).

“Sürdürülebilir kalkınma” konusunda Birleşmiş Milletler bünyesinde bu gelişmeler yaşanırken 1997 yılında ülkelerin sera gazı salınımlarını azaltım taahhütlerine dayanan Kyoto Protokolü imzalanmış, 1997 yılında “Global Reporting Initiative- GRI (Küresel Raporlama Girişimi)” “Sürdürülebilirlik Raporlaması Rehberini” yayımlamıştır. Sürdürülebilirlik ile ilgili tüm bu gelişmelere ek olarak “Uluslararası Entegre Raporlama Konseyi (IIRC)” 2013 yılında “Uluslararası Entegre Raporlama Çerçevesi”ni yayımlamıştır (Borsa İstanbul, 2014: 14).

Diğer taraftan işletmeler açısından ilk adım 1990 yılında “Uluslararası Ticaret Odası (International Chamber of Commerce- ICC)” “Sürdürülebilir Kalkınma İçin İşletmecilik Esasları- *Business Charter for Sustainable Development*” adlı çalışmanın yayımlanmasıyla atılmıştır. Bu çalışmayı 1992 yılında Stephen Schmidheiny ve Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Kurulu tarafından hazırlanan “Değişen Zaman- *Changing Course*” adlı çalışma takip etmiştir. Her iki çalışmada da; işletmelerin sürdürülebilir kalkınmadaki rollerine değinilmiş ve firmaların sürdürülebilir kalkınmayı desteklemelerinin çevresel ve sosyal gerekliliğinden çok ekonomik gerekliliğinin önemini vurgulamıştır. Bu açıklamalardan sonra; işletmeler sürdürülebilir kalkınmaya daha fazla önem göstermişlerdir (Wilson, 2003: 1).

Tarihsel gelişimi süresince farklı örgütsel girişim ve uluslararası anlaşmalar kapsamında günümüze kadar gelişerek gelmiş sürdürülebilir kalkınma anlayışı yeni oluşumlarla gelişerek yayılmaya devam etmektedir. Tüm bu gelişmeler ışığında

gelinen en önemli nokta küresel sürdürülebilirlik bilincinin oluşması ve işletmelerin kurumsal sürdürülebilirlik raporlarıyla bu gelişime katkı sağlamalarıdır.

1.3. KURUMSAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE RAPORLAMA

Sürdürülebilirlik konusunda 70’li yıllardan itibaren başlayan uluslararası örgütlenmeler makro düzeyde ülkelerin sürdürülebilir kalkınma performanslarını geliştirmeye yönelik faaliyetlerine devam ederken, mikro düzeyde işletmelerin katılımlarını gerçekleştirmek ve farkındalığını artırmaya yönelik çalışmalar gündeme gelmiştir.

Küresel düzeyde ele alındığında amaç; insanlığın gereksinimlerinin daimi olarak karşılanmasıdır. Bu yaklaşım işletme seviyesinde ele alındığında; potansiyel paydaşların gereksinimlerini riske sokmadan şimdiki doğrudan ve dolaylı paydaşlarının (hissedarlar, baskı grupları, çalışanlar, müşteriler, kuruluşlar vb. gibi) gereksinimlerinin karşılanmasıdır. Bu amaç doğrultusunda işletmeler; “ekonomik, çevresel ve sosyal” sermayelerini korumalı ve dengelemelidirler (Dyllick ve Hockerts, 2002: 131- 132). Bu durum; gelir elde etme, likidite ve kârlılık gibi finansal yükümlülüklerinin yanında işletmelere yeni sorumluluklar getirmektedir (Önce ve diğerleri, 2015: 231).

Çalışmanın bu kısmında öncelikli olarak Sürdürülebilirlik kavramı kurumsal düzeyde ele alınmakta kurumsal sürdürülebilirlik kavramı ve boyutları açıklanmaktadır. Daha sonra; sürdürülebilirlik raporlaması ile ilgili çerçeveler ve standartlar, ilgili düzenleyici kuruluşlar incelenmektedir. Son olarak sürdürülebilirlik raporlaması yapan işletmelerin elde edeceği yararlarından söz edilerek sürdürülebilirlik endeksleri açıklanmaktadır.

1.3.1. Kurumsal Sürdürülebilirlik Kavramı ve Boyutları

“Sürdürülebilir kalkınma” kavramı işletme temelinde ele alındığında “kurumsal sürdürülebilirlik” kavramıyla kullanılmaktadır (Signitzer ve Prexl, 2007: 2). Geleneksel yönetim felsefesine alternatif bir büyüme ve kârlılık modeline dayalı dinamik bir yaklaşım olan bu anlayış; işletmelerin “çevresel koruma, sosyal eşitlik, adalet ve ekonomik kalkınma” gibi toplumsal hedeflere eşit düzeyde önem

vermesine dikkat çekmektedir (Wilson, 2003: 1). Temelde şirketlerin ürün ve hizmetlerini işletmelerin paydaşlarının beklentileriyle uyumlaştırmak olan kurumsal sürdürülebilirlik; bu amaçla yürütülen ekonomik, çevresel ve sosyal değer yaratan tüm faaliyetleri kapsamaktadır (Çalışkan, 2012a: 46).

“Kurumsal sürdürülebilirlik”; işletmenin ve paydaşların günümüzdeki gereksinimlerinin karşılanırken gelecekte gereksinim olacak doğal ve beşeri kaynakların korunması (Roca ve Searcy, 2012: 104), “sosyal ve çevresel” konuların işletmenin ekonomik faaliyetlerine ve bilgi kullanıcılarıyla olan iletişimine dâhil edilmesi (Marrewijk, 2003: 102) ve işletme çalışmalarının planlı ve stratejik yönetim kararlarıyla ön planda tutularak ekonomik, sosyal ve çevresel hedef ve değerler arasındaki dengenin (Signitzer ve Prexl, 2007: 3) sağlanması olarak açıklanmıştır.

“Birleşmiş Milletler”in 1987 yılında yapmış olduğu sürdürülebilirlik tanımı işletmeler kapsamında ele alındığında; kurumsal sürdürülebilirlik, işletmenin dolaylı ve dolaysız paydaşlarının (hissedarlar, çalışanlar, müşteriler, baskı grupları ve toplum gibi.) gereksinimlerini karşılarken gelecekteki paydaşlarının gereksinimlerini karşılayabilme yeteneğinden ödün vermemek olarak tanımlanmaktadır (Dyllick ve Hockerts, 2002: 131). Bu tanım; işletmenin sürdürülebilirlik temelindeki yerinin ve rolünün önemini vurgulamaktadır.

Diğer taraftan ilgili yazında; sürdürülebilirliğin kurumlar düzeyinde uygulanıp uygulanamayacağı sorgulanmaktadır. Bu tartışmanın temelinde ise üç varsayım yer almaktadır. Birincisi, sürdürülebilirliğin çevresel ve sosyal bir kavram olması ve örgütsel sınırlar ile örtüşmemesidir. İkincisi, sürdürülebilirliğin bir durumu, var olma halini ifade ettiği ve tek bir sürdürülebilirlik durumunun söz konusu olamayacağıdır. Ulaşılabilecek tek bir nokta olmadığından sürdürülebilirlik noktasına ulaşıldığının veya ulaşılmadığının da söylenemeyeceği ileri sürülmektedir. Son sav da ise; organizasyonlar, bireyler, toplumlar ve devletlerarasındaki etkileşimin sonucu olarak öngörülebilir bir sürdürülebilirliğin olmadığıdır (Gray, 2010: 57, Roca ve Searcy, 2012, 104, Çalışkan, 2012a: 46).

Wilson (2003) çalışmasında; kurumsal sürdürülebilirliğin teorik yapısını oluşturmaya çalışarak, şirketlerde sürdürülebilirlik paradigmasına temel oluşturan dört kavram ele almaktadır. Bunlar; “sürdürülebilir kalkınma”, “kurumsal sosyal sorumluluk”, “paydaş teorisi” ve “kurumsal hesap verebilirlik” kavramlarıdır.

“Sürdürülebilir kalkınma”; büyüme gereksinimini çevresel denge ve sosyal eşitlikle harmanlayan geniş bir kavramdır. “Kurumsal sosyal sorumluluk (KSS)”; sürdürülebilirliğin etik ayağını desteklemektedir. KSS kapsamında kurumsal vatandaşlık, sosyal raporlama ve etik kodlar gibi kavramlar sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır. Paydaş kuramı; şirketlerin sürdürülebilirlik faaliyetinde iç ve dış tüm paydaşlarını göz önünde bulundurarak ve paydaşları amaçlarla ilgili ikna ederek çalışması gerekliliğini vurgulamaktadır. Hesap verebilirlik ise; geleneksel anlayışta işletmelerin sadece şirket hissedarlarına hesap vermesi anlayışının yerine, tüm paydaşları için yalnızca “finansal performansları” olarak değil, “ekonomik, sosyal ve çevresel performansları” olarak da beklentilerini karşılamasını ifade etmektedir (Wilson, 2003; Tokgöz ve Önce; 2009: 256- 258).

Kurumsal sürdürülebilirlik; şirket sosyal sorumluluğu, üçlü performans ve üçlü sorumluluk (triple- bottom line) gibi ifadeleriyle bazen aynı bazen de birbirlerini tamamlayıcı şeklinde kullanılmaktadır (Tokgöz ve Önce; 2009: 252). Burada söz edilen üçlü sorumluluk; ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik kavramlarını ifade eder ve üçü birbiriyle bütünleşik bir çerçevede kurumsal sürdürülebilirliğin boyutlarını oluşturur (Dyllick ve Hockerts, 2002: 132).

“Kurumsal sürdürülebilirlik”de ilk boyut “ekonomik sürdürülebilirlik”tir. “Ekonomik sürdürülebilirlik”; finansal (özsermaye ve borçlar gibi.), maddi (makine, arsalar ve stoklar gibi.) ve maddi olmayan (know- how, buluşlar gibi.) sermayesiyle ilişkili olup, bu sermaye kalemlerinin etkin bir şekilde yönetilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Bu bakımdan işletmelerin ekonomik anlamda sürdürülebilirliğini sağlaması; hissedarları için devamlı olarak ortalamanın üzerinde bir getiri sağlarken, likiditesini de koruyabileceği nakit akımını devamlı duruma getirebilmesidir (Dyllick ve Hockerts, 2002: 132- 133).

“Kurumsal sürdürülebilirlik”de ikinci boyut; ise “çevresel sürdürülebilirlik”tir. Çevresel sürdürülebilirlikte ele alınan doğal sermaye iki şekilde değerlendirilmektedir. Birincisi birçok ekonomik süreçte tüketilen yenilenebilen kaynaklar (ağaç, balık, mısır vb. gibi) ve yenilenemez kaynaklardır (Petrol, toprak vb. gibi.). İkinci tür doğal sermaye ise, iklim dengesi, suyun temizlenmesi, toprağın iyileştirilmesi, bitki ve hayvan türlerinin çoğalması gibi ekosistemin sunduğu hizmetlerdir. Dolayısıyla çevresel açıdan sürdürülebilir olan işletmeler doğal

sisteminin üretiminin altında kaynak tüketen işletmelerdir. Bu işletmeler aynı zamanda; doğal sistemin geri dönüştürebileceğinden daha fazla salınım neden olmazlar ve ekosistemin hizmet kalitesini azaltıcı faaliyette bulunmazlar (Dyllick ve Hockerts, 2002: 133).

“Kurumsal sürdürülebilirlik”de üçüncü ve son boyut ise; “sosyal sürdürülebilirlik”tir. Beşeri ve toplumsal sermaye olmak üzere ikiye ayrılan boyut; beşeri sermaye, çalışanların yetenekleri, bağlılık ve motivasyon gibi kavramları içerir; toplumsal sermaye ise; kamu hizmetlerinin kalitesini içerir. Bu açıdan ele alındığında; sosyal sürdürülebilir işletmeler, içinde bulundukları toplumun sermayesini ve beşeri sermayesini artırarak faaliyetlerine devam eden işletmelerdir. Bu işletmeler sosyal sermayelerini, motivasyon ve değerler sistemini açıklayabilmek ve paydaşlarıyla iletişimlerinde kullanmak için yönetirler (Dyllick ve Hockerts, 2002: 134).

“Kurumsal sürdürülebilirlik”, üç boyutun da bir arada işlemesini gerektirmektedir. Sadece ekonomik boyuta odaklanan işletmeler kısa vadede başarılı olabilecekken, sosyal ve çevresel boyutları da dikkate alarak uzun vadede başarıyı sürdürülebilir kılabilirler. (Baumgartner ve Ebner, 2010: 77). Dolayısıyla tüm boyutların bütünleştirilmesi ve eş zamanlı olarak uyum içinde yönetilmesi gerekmektedir. Bunun için; bütünleştirmeyi sağlayacak uygun araç ve yöntemlerin kullanılması gerekmektedir (Tüm, 2014: 65).

Tüm bu tanımlar ışığında; kurumsal sürdürülebilirliğin üç temel anahtar ögesi aşağıdaki gibi sıralanabilir (Dyllick ve Hockerts, 2002: 132):

- Sürdürülebilirliğin üç boyutu (triple- bottom line) (üçlü sorumluluk) da bütünleşik olarak dikkate alınmalıdır. Bunlar; ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirliktir.
- Paydaşların gereksinimlerini hem bugün hem de gelecekte karşılayabilmek için kısa vadeli ve uzun vadeli amaçların bütünleşik olarak ele alınması gerekmektedir.
- Uzun vadede sürdürülebilirlik hedefini elde etmek için ekonomik sermayelerinin yanında doğal, beşeri ve sosyal sermayelerini de iyi yönetmelidirler.

Diğer taraftan; kurumların sürdürülebilirlikle ilgili tüm faaliyetlerini yönetebilmesi kurumsal sürdürülebilir olduğunun bir göstergesi; sürdürülebilir kalkınmadan söz edilebilmesi için örgütsel öğrenme süreçlerinin ve örgütsel gelişim düzeninin de kalkınmaya öncü olmasına gereksinim vardır. Bu durum kurumsal sürdürülebilir kalkınma kavramıyla açıklanmaktadır. Kurumsal sürdürülebilir kalkınma kavramı, sürdürülebilir ekonomiye, çevreye ve topluma ulaşmak için negatif etkilerin azaltılması ve pozitif etkilerin artırılması amacıyla yönelik olarak işler kılınan süreçleri ifade etmektedir (Schaltegger ve diğerleri, 2006: 2). Örneğin bir işletme kurumsal sürdürülebilir kalkınmaya; doğaya daha az zarar veren teknolojilerle üretim yaparak, tüketicilere sağlıklı ürünler sunarak, çalışanlarına sağlıklı çalışma koşulları sağlayarak ve haklarını koruyarak, çevre koruma bilincini işletmenin bütün kademelerine kazandırarak, enerji verimliliğini artırarak katkıda bulunabilir (Borsa İstanbul, 2014: 5). Böylece; işletmeler sadece içinde bulundukları zamanın paydaşlarına değil gelecek nesil paydaşlarına da değer yaratabilir. Bunun için de gerekli en önemli araçlar raporlar olacaktır.

1.3.2. Kurumsal Sürdürülebilirlik Raporlaması ve Çerçevesi

Dünya ekonomik faaliyetlerinin çoğunluğunu gerçekleştiren çokuluslu işletmeler; dünya kaynakları, teknolojisi ve yenilikleri üzerindeki karar verici ve kontrol gücü konumunda yer almaktadır. Dolayısıyla; sürdürülebilirliğin sağlanması için işletmelerin sürdürülebilirliği ilke edinmesi ve insanlığın gereksinimlerini dikkate alarak muhasebe ve raporlama sistemini de bu anlayışa göre şekillendirmesi gerekmektedir. Çünkü işletmenin performansını değerlendirecek bilgi kullanıcıları açısından işletmenin devamlılığı ve ilke edindiği politikaları önem taşımaktadır (Gray, 1994: 18). Karar vericiler açısından işletmenin sürdürülebilirlik performansını görebilmesi için verilerinin de bu gereksinimi karşılayacak düzeyde kaydedilmesi ve raporlanması gerekmektedir. Bu nedenle; kurumsal düzeyde sürdürülebilirlik politikalarının belirlenmesi ve kararları etkileyecek bilgilerin ayrıntılı raporlanması gerekmektedir.

Sürdürülebilirlik politikaları, kurumsal sürdürülebilirlik stratejileri olarak da ele alınıp genel olarak dört başlıkta incelenebilir. Bunlar (Baumgartner ve Ebner, 2010: 77);

- İçe dönük- risk azaltıcı stratejiler: işletmeyi muhtemel risklerden korumak için çevresel ve sosyal anlamdaki yasal düzenlemelere ve standartlara odaklanmaktadır.
- Dışa dönük- yasallaştırma stratejisi: gerekli izin belgelerinin alınması gibi dış ilişkilere odaklanmaktadır.
- Tutucu- etkinlik stratejisi: eko- etkinlik ve temiz üretim konularına odaklanmaktadır.
- Hayalperest- işbirlikçi sürdürülebilir strateji: yenilikleriyle farklılaşarak rekabetçi avantaj yaratmak ve müşteri ve paydaşlarına değer katmak için işletmenin tüm faaliyetleriyle sürdürülebilirliğe katılmaya odaklanmaktadır.

Tüm bu yaklaşımlar işletmelerin sürdürülebilirlik politikalarını kurumsal düzeyde ele alma biçimlerini farklılaştırmaktadır. Diğer taraftan, işletmelerin faaliyette bulunduğu sektör, coğrafik konum, ülke, yasal düzenlemeler ve kültür gibi etmenler açısından da sürdürülebilirlik faaliyetlerinin farklılaşabileceğini söyleyebiliriz. Ağaç dikmek, arıtma tesisi kurmak, sosyal sorumluluk projeleri yapmak, eğitimi desteklemek, kadın istihdamını desteklemek, karbon ayak izini küçültmek, biyoçeşitliliği artırmak gibi birçok sürdürülebilirlik faaliyeti örnek olarak çoğaltılabilir. Ancak, temelde odak noktası insanlığın gelecekte de yeryüzünün doğal kaynaklarına ulaşabilmesidir (Yükçü ve Fidancı, 2016: 669).

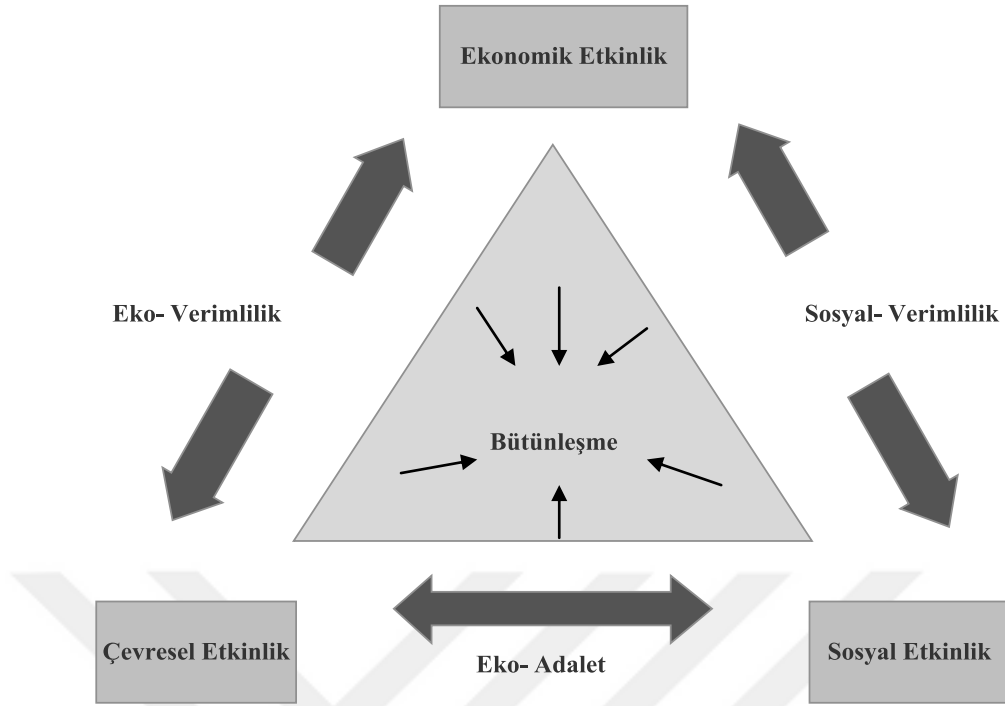
Sürdürülebilirlik raporlamasına duyulan gereksinim, dış bilgi kullanıcılarının işletmelerin ekonomik, çevresel ve sosyal yükümlülüklerini ne kadar yerine getirdiği bilgisinin talep edilmesi ile ortaya çıkmıştır (Önce ve diğerleri, 2015: 236). Toplumsal bilinç arttıkça da; bilgi kullanıcılarının bu konudaki beklentileri artmıştır (Yavuz, 2010: 68) Hissedarlar açısından sürdürülebilir raporlama, üçlü sorumluluk sonucu olarak ortaya çıkan fırsat ve risklerin yönetilmesinin gerekliliği ve böylece uzun dönemli hissedar değerinin yaratılmasına yönelik bir işletme stratejisi olarak da değerlendirilebilir (Çalışkan, 2012a: 47).

Sürdürülebilirlik ile ilgili istenen hedeflere ulaşılabilmesi, işletme faaliyetlerinin sonuçlarının ölçülebilir ve raporlanabilir olmasını gerektirmektedir. Bir unsurun ölçülebilir hale getirilmesi, görünebilir ve böylece yönetilebilir ve ulaşılabilir olmasını mümkün kılmaktadır. Sürdürülebilirlik raporlaması da buna olanak sağlayan araçlardan biridir (Çalışkan, 2012a: 50).

Genel olarak “finansal olmayan raporlama” kavramı ile ifade edilen bu yeni yaklaşım incelendiğinde; üç temel aşamadan söz edilmektedir. Bunlardan birincisi; çevreye olumsuz etkilerin azaltılmaya çalışıldığı 1960’lı ve 1970’li yıllardır. İkinci aşama; yasa koyucuların getirdiği düzenlemeler ve onlara uyum sağlamanın maliyetlerinin dikkate alınmaya başlandığı 1980’ler dönemidir. Üçüncü ve son aşama ise, “Üçlü Sorumluluk Raporlaması” gibi çok sayıda raporlama çerçevesinin gündeme geldiği 1990’lı yıllardır (Sridhar, 2012: 90- 91). İlk kez 1994 yılında Elkington tarafından ortaya koyulan üçlü sorumluluk raporlaması (triple bottom line reporting); işletmelerin “çevresel, sosyal ve ekonomik” sorumluluğunun olduğunu ve bunların bütünleştirilerek raporlama yapılması gerekliliğini ifade etmektedir (Milne ve Gray, 2013: 14).

Kurumsal sürdürülebilirliğin boyutlarına dayanan bu raporlama anlayışı şekil 1’de gösterildiği üzere üç boyutunda birbiriyle bütünleşik olarak ele alınmasını gerektirmektedir. Üçgenin köşelerinde yer alan ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlar etkinlik olarak ele alınmıştır. Bunun nedeni etkinliğin; yönetim tarafından tek bir boyut için amaçlanmasıdır. Ancak; boyutlar birbiriyle etkileşime geçtiği zaman verimlilik ortaya çıkmaktadır. Burada verimlilik; farklı boyutlar arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır (Schaltegger ve diğerleri, 2006: 7).

Şekil 1: Üçlü Sorumluluk Raporlaması- Kurumsal Sürdürülebilirlik Üçgeni



Kaynak: Schaltegger ve diğ., 2006: 8’den uyarlanmıştır.

Kurumsal Sürdürülebilirliğin raporlanmasında her işletmenin yönetim felsefesi ve alacağı kararlar hangi değerlerin bu üç boyutu oluşturacağı konusunda farklılaşabilmektedir. Tablo 1’de; Küresel Raporlama Girişimi’ndeki olumlu ve olumsuz anahtar göstergelerin listesi verilmektedir. Firmalar açısından çok yeni bir olgu olan sürdürülebilirlik raporlaması için bu kalemler büyük önem taşımaktadır. İşletmelerin kendi beklenti ve kararlarına göre listeyi azaltıp veya çoğaltmaları mümkündür (Epstein ve Yuthas, 2012: 30).

Tablo 1: Çevresel ve Sosyal Etkiler

Çevresel	Malzemenin Türü ve Kalitesi
	Enerji ve Su Tüketimi
	Bioçeşitlilik
	Sera Gazı Salınımı
	Atık Tipi ve Miktarı
	Ürün Etkileri ve Bu Etkilerin Yok Edilmesi
Çalışanlar	Farklılık ve Eşitlik Fırsatları
	Adil Ücret
	Sözleşme Değişiklikleri Bildirim Politikası
	Çalışma Alanı Güvenliği
	Çalışan Eğitimi
	Danışma Hizmeti
İnsan Hakları	İnsan Hakları Unsurlarının Sözleşmelere Eklenmesi
	Eşit Davranma Politikası ve Uygulaması
	Çocuk ve Zorla Çalıştırılan İşçiler
	Dernek Kurma Özgürlüğü
Toplum	Yerel Halkla İşbirliği İçinde Olmak
	Topluluk Üzerindeki Etki
	Rüşvet Politikası ve Skandallar
	Toplum Politikasına Katılım
	Adil Rekabet Ortamı
	Altyapı Gelişimi
Ürün Sorumluluğu	Tüketici Sağlığı ve Güvenliği
	Ürün ve Hizmet Etiketleme
	Pazarlama İletişimi
	Müşteri Gizliliği
	Düzenlemelerle Uyum

Kaynak: Epstein ve Yuthas, 2012: 30.

Sürdürülebilirlik raporları; şirketlerin ekonomik etkilerinin yanında Tablo 1’de gösterilen sosyal ve çevresel faaliyetlerindeki pozitif ve negatif etkilerinin gösterildiği raporlardır.

Sürdürülebilirlik raporları parasal değerlere yer verse de genelde finansal olmayan unsurları barındırmaktadır. Örneğin; bir firmanın enerjiye harcadığı parasal tutarı ölçerek sunması finansal bilgi iken, temiz kaynaklardan elde edeceği enerji farkı finansal olmayan bilgidir. Bazı çevresel faaliyetlerin finansal verilere dönüştürülmesi kolayken bazılarında zorluklar yaşanabilir. Benzer sorunlar sosyal boyutta da karşımıza çıkabilmektedir. Dolayısıyla; finansal ve finansal olmayan

bilginin aynı önem ve dikkatle ele alınması gerekmektedir (Yükçü ve Kaplanoğlu, 2016: 68). Sürdürülebilirlik raporları genelde finansal raporlamaya ek ya da basılı broşür veya elektronik olarak yayınlanmaktadır. Burada raporlama şekline ziyade; raporlama süreci daha önemlidir. Bu süreç; iç ve dış paydağların sürdürülebilirlik amaçlarının belirlenmesi, ilgili verilerin toplanması ve bilginin üretilmesi aşamalarından oluşmaktadır. Bu nedenle, raporlar hazırlanırken raporlama sürecinde işletme içi iletişim ve raporlama süreçleri arasındaki etkileşim göz önünde bulundurulmalıdır (Schaltegger ve diğerleri, 2006: 4). Ancak; bu raporlar tek başına bir iletişim veya hesap verme aracı gibi görülmemeli, işletmelerin “finansal ve finansal olmayan performansları”nı göstermesi nedeniyle alınacak kararlardaki önemine dikkat edilmelidir (Borsa İstanbul, 2014: 33).

“Sürdürülebilirlik raporlaması” kavramının ortaya çıkışıyla birlikte raporlamanın nasıl ve hangi içerikte yapılacağı konusu da gündeme gelmiş, böylece farklı kuruluşlar tarafından farklı uygulama ve yaklaşımlarla standart ve çerçeveler oluşturulmuştur. Tablo 2’de önde gelen sürdürülebilirlik raporlaması çerçeveleri görülmektedir.

Tablo 2: Sürdürülebilirlik Raporlama Çerçeveleri

Yıl	Raporlama Çerçevesi
1997	“Küresel Raporlama Girişimi (Global Reporting Initiative - GRI)”
1999	“AA1000 (AccountAbility 1000)”
2000	“Birleşmiş Milletler Küresel İlkeler Sözleşmesi (UN Global Compact - UNGC)”
2000	“İlerleme Bildirimi Raporlaması (Communication on Progress - COP)”
2000	“OECD Çok Uluslu Şirketler Genel İlkeleri (The OECD Guidelines for Multinational Enterprises)”
2006	“IFC Performans Standartları (IFC Performance Standards)”
2008	“Karbon Saydamlık Projesi (Carbon Disclosure Project - CDP)”
2010	“Entegre Raporlama (Integrated Reporting - IR)”
2010	“ISO 26000”

Kaynak: Önce ve diğ., 2015: 237.

Tablo 2’de, yıllar itibariyle sıralanan raporlama çerçeveleri arasından dünya çapında öne çıkanları; “Küresel Raporlama Girişimi (Global Reporting Initiative, GRI)”, “Birleşmiş Milletler Küresel İlkeler Sözleşmesi (United Nations Global Compact-UNGC)” kapsamında hazırlanan “İlerleme Bildirimi Raporlaması

(Communication on Progress, COP)”, “Uluslararası Entegre Raporlama Konseyi (International Integrated Reporting Council, IIRC)” tarafınca hazırlanan “Entegre (Bütünleşik) Raporlama (Integrated Reporting, IR)” ve “Karbon Saydamlık Projesi (Carbon Disclosure Project, CDP) çerçevesinde hazırlanan CDP Raporları”dır.

1999- 2016 yılları arasında dünyada 9.019 kuruluş, 32.790 sürdürülebilirlik raporu yayınlamıştır. Bu raporların 23.046’sı “GRI” raporudur (database.globalreporting.org). Türkiye’de ise; 2005- 2016 yılları arası toplam 79 kuruluş, 218 rapor yayınlamıştır. Bu raporlardan 162’si “GRI” raporudur (www.kurumsalsurdurulebilirlik.com). Bu raporlara ilişkin daha ayrıntılı bilgi aşağıdaki bölümlerde açıklanmaktadır.

1.3.2.1. Küresel Raporlama Girişimi- GRI

“GRI ilk olarak CERES (Çevreye Karşı Sorumlu Ekonomiler Koalisyonu)” ve “UNEP (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)” tarafından 1997 yılında Boston’da kurulmuştur. Girişimin kuruluş amacı; “CERES ilkeleri”nin çevresel sorumluluklarını hesap verebilirliğinin sağlayacak bir çerçevenin oluşturulmasıdır. İlkelerin ilk çerçevesi 2000’de (G1), ikinci şekli 2002’de (G2), üçüncü şekli 2006’da (G3), 2011’de (G3.1) ve dördüncü şekli 2013’te (G4) yayınlanmıştır (www.globalreporting.org).

G4; dünyada yaygın kullanılan “GRI çerçeveleri”nin son şeklidir. “Ekonomik, çevresel ve sosyal” performansa ilişkin ilke ve göstergeleri belirler. Çerçeve; büyük küçük tüm işletme türlerine ve sektörlerine uygulanabilecek şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca; diğer tanınmış çerçeveleri de (OECD çok uluslu şirketler genel ilkeleri, BM Küresel İlkeler Sözleşmesi Prensipleri ve BM işletme ve insan hakları ilkeleri) referans olarak uyumlaştırılmıştır (G4 Giriş Rehberi).

G4 Çerçevesi; iki çeşit açıklamayı gerektirmektedir. Birincisi; genel standart açıklamaları olup; işletmenin stratejisi, profili, fiziksel durum ve sınırları, paydaş ilişkileri, raporlama profili, yönetim ve etik konularını içeren yedi alt başlıkta tüm işletmelerin genel olarak açıklaması gereken tanımlayıcı bilgileri içermektedir. İkincisi ise, özellikle standart açıklamalarıdır. Bunlar da kendi içinde yönetim yaklaşımı açıklamaları ve göstergeler olmak üzere iki grupta ele alınmaktadır. Bu

açıklamalar altında işletme; ekonomik, çevresel ve sosyal anlamda paydaşlarının gereksinimi olan bilgilerini belirlemekte ve paydaşların kararlarında etkili olanlarını raporlamaktadır (G4 Giriş Rehberi). Raporlama yaklaşımında “öncelikli konular” kıstası getirilerek; işletmelere amaç ve hedeflerini belirleyerek toplum için en önemli olanlarının raporlanması amaçlanmıştır. Böylece; yatırımcıların kolayca değerlendirebileceği raporların ortaya çıkması hedeflenmektedir (Borsa İstanbul, 2014: 35).

1.3.2.2. İlerleme Bildirimi Raporlaması UNGC- COP

“İlerleme bildirimi raporu”; “BM Küresel İlkeler Sözleşmesi”nin “insan hakları, çalışma standartları, çevre ve yolsuzluğa” ilişkin on ilkesini esas almaktadır. Rapor; bir şirketin bu ilkelere yönelik çalışmalarını ve bu yöndeki ilerlemelerini paylaştığı yıllık beyanlarıdır (Borsa İstanbul, 2014: 35).

“BM Küresel İlkeler Sözleşmesi”; 12.000'in üzerinde imza ile küresel düzeyde en kapsamlı anlaşmadır. İlerleme veya ticari olmayan kuruluşlar için “Sorumluluk Bildirimi” oluşturulması “Küresel İlkeler” imzacısı kuruluşların “ekonomik, sosyal ve çevresel” performansının güvenilir biçimde ölçülmesi ve iletişimi için önemli bir araçtır. Gelişimin devamlılığının sağlanmasında, ölçümlerin sürekli yapılması gerekmektedir. Küresel İlkeler imzacıları için İlerleme/Sorumluluk Bildirimi, öğrenmenin kolaylaştırılması, liderlik, iletişimi teşvik etme ve eyleme geçmeye yardımcı bir öğedir (Küresel İlkeler Raporlaması, 2015).

İşletmeler her yıl raporlama yapmakla yükümlüdür. İmzacı olunduktan sonra 1 yıl içinde raporlama yapılmalıdır. Sunulmaması durumunda imzacılar “iletişimsiz” olarak nitelendirilecektir. “İletişimsiz” olarak sınıflandırılan kurumlar bir yıl içinde bir “Sorumluluk Bildirimi” sunmadıkları takdirde listesinden çıkarılmaktadır. Raporların temel unsurları; şirket CEO’su tarafından imzalanmış taahhüt mektubu, dört konu alanının (İnsan Hakları, İşgücü, Çevre ve Yolsuzlukla Mücadele) her birinin uygulamaya koyulması için yapılan eylemlerin açıklaması ve sonuçların ölçümünden oluşmaktadır (Küresel İlkeler Raporlaması, 2015).

1.3.2.3. Bütünleşik/ Entegre Raporlama- IR

Bütünleştirme, bir kuruluşun farklı işletme birimleri ve fonksiyonları arasındaki ilişkileri ve öğelerini birarada değerlendirmesidir. Bütünleşik bir rapor; kurumsal stratejinin, kurumsal yönetimin, performansın ve beklentilerin kısa, orta ve uzun vadede değer katmak amacıyla dış bilgi kullanıcılarına paylaştığı araçtır. Bütünleşik Raporlama; raporlama konusuna daha bütünsel ve etkili bir yaklaşım ortaya koyarak sunulan bilgilerin kalitesini artırmaya yardımcı olur (Uluslararası Entegre Raporlama Çerçevesi, 2013).

Bütünleşik rapor; “çalışanlar, müşteriler, tedarikçiler, iş ortakları, yerel toplumlar, yasa koyucular, düzenleyiciler ve politika yapıcılar” dâhil tüm paydaşları raporlama sürecine katarak değer yaratma potansiyelini artırmaktadır. Rapor da temel ilkeleri; “stratejik odak ve geleceğe yönelim, bilgiler arası bağlantı, paydaşlarla ilişkiler, önemlilik, kısa ve öz olma, güvenilirlik ve eksiksizlik, tutarlılık ve karşılaştırılabilirlik” oluşturmaktadır. Raporun içeriği ise; “kurumsal genel görünüm ve dış çevre, kurumsal yönetim, iş modeli, riskler ve fırsatlar, strateji ve kaynak aktarımı, performans, genel görünüş ve hazırlık ve sunum temeli” oluşturmaktadır (Uluslararası Entegre Raporlama Çerçevesi, 2013).

Bütünleşik raporlamayla, şirketin uzun dönem projeksiyonunu ve stratejilerini paylaşması, böylece mevcut durumunun ve kaynaklarının değerini, hedefine ulaşmak için ne şekilde kullanacağını yöntemleri ile birlikte açıklaması beklenmektedir. Geleneksel raporlardan farklı olarak hem tarihi hem de gelecekte planlanan bilgileri paylaşmaktadır (Borsa İstanbul, 2014: 35).

1.3.2.4. Karbon Saydamlık Projesi- CDP

Dünyada yaygın olarak kullanılan bir diğer raporlama çerçevesi de “Karbon Saydamlık Projesi- CDP”dir. Raporlamanın ana başlıklarını; “iklim değişikliği, su kullanımı, ormanlara verilen zarar ve tedarik zincirinin çevresel etkileri” oluşturmaktadır (Borsa İstanbul, 2014: 35).

“CDP”; iklim değişikliğinin doğuracağı sonuçları azaltmak ve doğal kaynakların korunması amacıyla işletmelerin işleyişini değiştirmek üzerine

çalışmaktadır. Her yıl CDP kapsamında yayınlanan programlarla ülke raporları yazılarak ve her ülkenin “iklim değişikliği, çevre, su ve orman yönetimine” yönelik önemli durum ve gelişmeleri gösteren kurumsal yanıtları analiz edilmektedir (CDP Türkiye, 2016).

“CDP”, küresel olarak faaliyet gösteren ve “iklim değişiklikleri” risklerinin işletmeler tarafından ne şekilde yönetildiğini raporlayan uluslararası bağımsız örgüttür. Örgüt; 201’de 71 trilyon dolar varlığı yöneten 551 kurumsal yatırımcı adına hareket etmiştir (www.kobipostasi.net). Örgüt bugün 700’ü aşkın kurumsal yatırımcı adına şirketlere çevresel verilerini açıklamaları için davette bulunmaktadır. İşletmelerden alınan bu veriler, CDP’nin geliştirdiği “derecelendirme metodolojisine” göre derecelendirilerek her sene CDP analiz raporları ve tematik raporları aracılığıyla sunulmaktadır (Borsa İstanbul, 2014: 35).

1.3.3. Sürdürülebilirlik Raporlamasıyla İlgili Kuruluşlar

“Sürdürülebilir kalkınma” anlayışının ortaya çıkması ve yaygınlaşması ilk olarak geniş katılımlı girişimler aracılığıyla gerçekleşmiştir. Bu girişimler; sürdürülebilir kalkınma kavramının hükümetler, yerel yönetimler ve şirketler tarafından kabul görmesini sağlamıştır. Ayrıca anlayışın uygulanması ve kabul görmesi için standart ve ilkelerin geliştirilmesine öncülük etmiştir (Tokgöz ve Önce, 2009: 261).

Ülkemizde ve dünyada sürdürülebilirlik çalışmaları için kurulmuş girişimler tablo 3’de gösterilmektedir.

Tablo 3: Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilirlik Raporlaması ile İlgili Kuruluşlar

Yıl	Kuruluşlar	Açıklama
1972	“Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı (United Nations Conference on Human Environment)”	“İnsan çevresinin korunması, geliştirilmesi ve ortak ilkeler geliştirilmesi gereksinimi üzerinde durulmuştur.”
1977	“Uluslararası Çalışma Örgütü Çokuluslu Şirketler ve Sosyal Politika ile İlgili İlkeler Üçlü Bildirgesi.”	“Mart 2000 yılında revize edilmiştir. Çokuluslu şirketlere, hükümetlere, işçi ve işveren kuruluşlarına, istihdam, eğitim, çalışma ve yaşam koşulları ve işçi-işveren ilişkileri gibi alanlarda yol gösterici öneriler içermektedir.”
1987	“Dünya Çevre ve Gelişme Komisyonu (The World Commission on Environment and Development WCED)”	“Ortak Geleceğimiz Raporu (Our Common Future)” yayımlanmıştır. Bu raporda sürdürülebilir gelişmenin yaygın olarak bilinen ve genel kabul gören tanımı yer almıştır.
1992	“BM Çevre Programı (UNEP) ve Finans Girişimi”	“Mayıs 1997’de revize edilmiştir. Dünya finans hizmetleri sektörünün önde gelen kuruluşları tarafından imzalanmış ve çevrenin korunması yönünde sorumluluk ve işbirliği önermektedir.”
1992	“Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi (World Business Council for Sustainable Development – WBCSD)”	“Uluslararası 209 şirketin koalisyonundan oluşmaktadır. 2004 yılında “İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği (SKD Türkiye)” kurulmuştur.”
1995	“Avrupa Kurumsal Sosyal Sorumluluk Birliği (CSR Europe)”	“KSS kavramının uluslararası standartlarda yaygınlaşmasını ve sosyal sorumluluk bilincini tanıtmayı amaçlamaktadır. 2005 yılında “Türkiye Kurumsal Sosyal Sorumluluk Derneği” kurulmuştur. 2008 yılından beri de CSR Europe’nin üyesidir.”
1997	“Küresel Raporlama Girişimi- GRI”	“CERES (Çevreye Karşı Sorumlu Ekonomiler Koalisyonu)” ve “UNEP (Birleşmiş Milletler Çevre Programı)” tarafından kurulmuştur.
1997	“Kyoto Protokolü”	“Küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda mücadeleyi sağlamaya yönelik uluslararası bir çerçevedir.”
2000	“OECD Uluslararası Yatırımlar ve Çokuluslu İşletmeler Bildirgesi”	“Çokuluslu işletmelerin yatırım yaptıkları ülkeye ve bu ülkede yaşayan topluma karşı sorumlulukları ortaya koymaktadır.”
2000	“Birleşmiş Milletler Küresel İlkeler Sözleşmesi (UN Global Compact – UNGC)”	“İş dünyasında ortak bir gelişme kültürü oluşturmak üzere evrensel ilkeler öneren yenilikçi bir “kurumsal sorumluluk” yaklaşımıdır. 2002 yılında “Global Compact Türkiye” kurulmuştur.”
2008	“Karbon Saydamlık Projesi (Carbon Disclosure Project – CDP)”	“İklim değişikliğinin etkilerini azaltmak ve doğal kaynakları korumak amacıyla iş dünyasının işleyiş şeklini değiştirmek üzere çalışır. 2010 yılında Carbon Disclosure Project (CDP) Türkiye kurulmuştur.”
2010	“Uluslararası Entegre Raporlama Konseyi (International Integrated Reporting Council – IIRC)”	“Düzenleyici kurumlar, yatırımcılar, şirketler, standart belirleme otoriteleri, muhasebe uzmanları ve STK’lar tarafından kurulmuş küresel bir ortak girişimdir.”
2011	“Sürdürülebilirlik Muhasebesi Standartları Kurulu”	“Sürdürülebilirlik muhasebesi standartları oluşturan ve kâr amacı gütmeyen bağımsız bir kuruluştur.”

Kaynak: Önce ve diğ., 2015: 239 ve Tokgöz ve Önce, 2009: 259- 261’den uyarlanmıştır.

Temelde sürdürülebilirlik anlayışının uygulanması ve yaygınlaştırılması için bir araya gelen tüm bu girişimler bir araya gelerek sinerji yaratmanın gerekliliğine dikkat çekmektedir.

1.3.4. Sürdürülebilirlik Raporlamasının İşletmelere Sağladığı Yararlar

1980’lerde küresel ısınma konusu ilk gündeme geldiğinde; dünya kamuoyunda geniş bir yankı uyandırmıştır. İş dünyası liderleri, küresel ısınmaya yol açan problemleri önlemek ve yok etmek için ceplerinden çok fazla para çıkacağı kaygısıyla, küresel ısınma konusuna direnç göstermişlerdir. Örneğin; Birleşmiş Milletler (BM) 1989 yılında İklim Değişikliği Üzerine Hükümetler arası Panel’i oluşturduğunda, iş çevreleri iklim değişikliğiyle ilgili sorunların ve nedenlerinin tartışılmasına karşı koymak amacıyla Küresel İklim Koalisyonu ve Rekabetçi İşletme Enstitüsü gibi kendi örgütlerini kurmuşlardır. Çoğunluk iklim değişikliğinin varlığını kabul etmiş, ancak; bunun nereden kaynaklandığı konusunda görüş ayrılıkları yaşayarak ve bu soruna çözüm bulmanın genel olarak iş dünyasının öncelikleri arasında yer almayacağını savunmuştur (Phillips ve Phillips, 2011: 10).

İşletmelerin sürdürülebilirlik raporları hazırlaması kurumsal düzeyde dünyanın sürdürülebilirliğine katkıda bulunmasını esas alsa da; raporlamanın özünde paydaşlar için, işletmenin yaratacağı fayda önem taşımaktadır. Küresel Raporlama Girişimi’ne göre; sürdürülebilirlik raporlaması yapan kurum ve kuruluşların içsel ve dışsal faydalar sağlaması söz konusudur. Buna göre içsel faydalar (www.globalreporting.org);

- Risk ve fırsatların anlaşılabilirliğinin artması,
- Finansal ve finansal olmayan performansın vurgulanması,
- Uzun dönem işletme plan, strateji ve politikalarını etkilemesi,
- Etkinliği artırarak ve maliyetleri düşürerek süreçleri verimli kılması,
- Her türlü hukuki düzenleme, normlar, kodlar, standartlar ve gönüllü girişimlerle sürdürülebilirlik performansının belirlenmesi ve karşılaştırılması,
- Çevresel, sosyal ve yönetimsel yanlışlar yapmaktan kaçınmak ve performansın iç ve dış göstergelerle karşılaştırılması olarak sıralanmaktadır.

Dışsal açıdan karşılaşılabilecek faydalar ise (www.globalreporting.org);

- Sosyal, çevresel ve yönetimsel negatif etkilerin azaltılması veya geri kazandırılması,
- Şirket itibarının ve marka değerinin yükseltilmesi

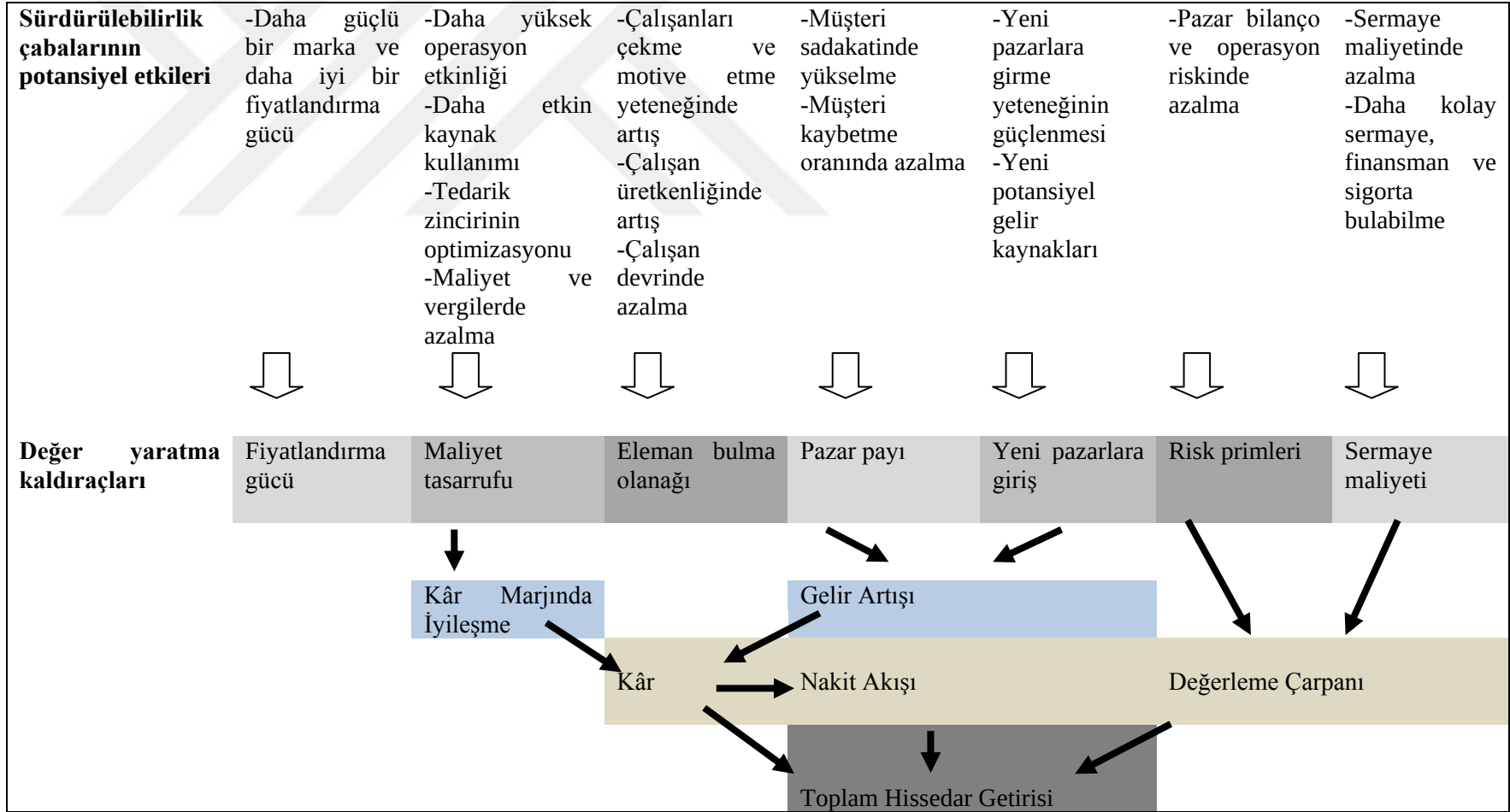
- Paydaşların kurumun gerçek değerini, maddi ve maddi olmayan duran varlıklarını değerlemesini mümkün kılmak
- Kurumun sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisinin gösterilmesi şeklinde sıralanmaktadır.

Berns ve diğ. (2009) çalışmasında, elli küresel liderle yapılan görüşmelerden oluşan araştırmanın ardından, dünya çapında 1500 üst düzey yöneticiyle mülakat gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucuna göre; sürdürülebilirliği ele alma gerekçeleri önem sırasına göre aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Berns ve diğ., 2009: 23):

1. Şirket ya da marka imajı
2. Maliyet tasarrufu
3. Rekabet avantajı
4. Çalışan memnuniyeti ve motivasyon
5. Ürün, hizmet ya da pazara yönelik yenilikler
6. İş veya süreç yeniliği
7. Yeni gelir ya da nakit akışı kaynakları
8. Etkin risk yönetimi
9. Yatırımcı ilişkileri

Görüşmeler sonucu elde edilen cevaplara göre sürdürülebilirlik çabaları sonucu yöneticilerin en çok karşılaştıkları durum maddi ve maddi olmayan maliyet ve faydaların olmasıdır. Sürdürülebilirlik faaliyetlerinin işletmelere sağlayacağı potansiyel etkileri ve toplam hissedar getirisi arasındaki ilişki akışını gösteren şekil 2'ye göre; daha yüksek etkinliğe sahip olacak firma maliyet tasarrufu sağlarken, pazar payını genişleterek veya yeni pazarlara girerek gelir artışı elde edebilecektir. Bu durum kârlılığı olumlu yönde etkileyecektir. Diğer taraftan risk ve fırsatların doğru değerlendirilmesi ve sermaye maliyetinin azaltılması firmanın değer katsayısını artırarak toplam hissedar getirisini olumlu etkileyecektir (Berns ve diğerleri, 2009).

Şekil 2: Sürdürülebilirliğin Değer Yaratılmasını Etkileme Biçimi



Kaynak: Bern ve diğ., 2009: 24'den uyarlanmıştır.

Temel amacı kârlılık olan işletmeler için sürdürülebilirlik raporlamasının orta ve uzun vadede daha büyük katma değer yaratacağını söylemek mümkündür. Bu değer mevcut ve potansiyel yatırımcılar ve gelecek nesil paydaşları açısından da büyük önem taşımaktadır.

1.3.5. Sürdürülebilirlik Endeksleri

Sürdürülebilirlik raporlamasının ardında yatan temel etken olan paydaş baskısının önemli bir kısmının düzenleyici kuruluşlar kaynaklı olduğu görülmektedir. Düzenleyici kurumlar dışında, menkul kıymet borsaları ve diğer finansal kuruluşlarda işletmelerden KSS faaliyetlerine ilişkin bilgi talep etmektedir. Raporlamaya etki eden ikinci bakış açısı ise; yöneticilerin sürdürülebilirlik raporlarıyla elde edeceği faydaları, topluma ve çevreye olan katkılarının uzun vadede işletmeye sağlayacağı yararları fark etmeleridir (Çalışkan, 2012a: 55).

1990'lara kadar uzanan geçmişle endeksler; sosyal sorumluluk anlamında geliştirilen en önemli üründür. İlk sürdürülebilirlik endeksleri; "Dow Jones" ve "FTSE" tarafından sırasıyla 1999 ve 2001 yıllarında geliştirilmiştir. Güney Afrika (2004) ve Brezilya (2005), ardından; 2008 yılından itibaren Çin, Endonezya, Hindistan, Hong Kong, Kore, Meksika ve Mısır gibi gelişmekte olan ülkelerde de sürdürülebilirlik endeksleri oluşturulmuştur (Borsa İstanbul, 2014: 36).

Dünyada ve Türkiye de oluşturulan sürdürülebilirlik endeksleri tablo 4'de kuruluş tarihi sırasıyla gösterilmektedir.

Tablo 4: Sürdürülebilirlik ile İlgili Endeksler

Yıl	Endeksler
1990	"Domini 400 Sosyal Endeksi (Domini 400 Social Index)"
1999	"Dow Jones Sürdürülebilirlik Endeksi (Dow Jones Sustainability World Index - DJSI)"
2001	"FTSE4Good Endeksi (FTSE4Good Index)"
2004	"JSE Sorumlu Yatırım Endeksi Endeksi (JSE Socially Responsible Investment (SRI) Index)"
2005	"Çevresel Sürdürülebilirlik Endeksi (Environmental Sustainability Index – ESI)"
2014	"BIST Sürdürülebilirlik Endeksi"

Kaynak: Önce ve diğ., 2015: 240.

BIST Sürdürülebilirlik Endeksinin hesaplanması amacıyla; “Borsa İstanbul” ile “Ethical Investment Research Services Limited (EIRIS)” arasında “şirketlerin çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim konularındaki performanslarını temel alan” bir işbirliği anlaşması imzalanmıştır. Anlaşmaya göre; “EIRIS”, “Borsa İstanbul” şirketlerini uluslararası sürdürülebilirlik ölçütlerine göre sadece “kamuya açık” bilgiler kullanarak değerlendirmektedir. Değerlendirme ölçüt ve göstergeleri “BIST Sürdürülebilirlik Endeksi Araştırma Metodolojisi” kitapçığında yer almaktadır. Bu gösterge ve ölçütler; “çevre, biyoçeşitlilik, iklim değişikliği, yönetim kurulu yapısı, rüşvetle mücadele, insan hakları, tedarik zinciri, sağlık ve güvenlik” başlıkları altında toplanmaktadır. Aralık 2015 sonrası “Bankacılık” göstergelerinin de eklenmesiyle metodolojinin kapsamı genişlemiştir (www.borsaistanbul.com). Böylece; sürdürülebilir kalkınmaya katkıları olan işletmelerin ayrı değerlendirilebildiği endeksler aracılığıyla işletmelerin sürdürülebilirliği borsalarca güvence altına alınmaktadır.

1.4. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK MUHASEBESİ

Kurumsal sürdürülebilirlik kavramına işletme ve bilgi kullanıcıları açısından bakıldığında; işletme faaliyetlerinin sadece finansal yönlerini raporlamayı konu eden finansal muhasebenin, raporlamadan beklenen faydaların elde edilmesinde yetersiz kaldığı söylenebilir.

Geleneksel muhasebe anlayışında ilk değişim olarak çevre muhasebesi ve dış çevresel raporlar gündeme gelmiştir. Fiziksel ve niteliksel, finansal olmayan kavramların çevresel etkilerinin performans üzerindeki etkilerinin raporlanması anlayışıyla başlayan akım (Schaltagger ve Burritt, 2010: 376); ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları ele alan üçlü sorumluluk raporlaması (Elkington, 1999) ve kurumların ekonomik, çevresel ve sosyal aktivitelerine bütünsel bir yaklaşım getiren sürdürülebilirlik muhasebesi kavramı (Lamberton, 2005) olarak yazında yer edinmiştir.

Sürdürülebilirlikle ilgili yazında bu doğrultuda geleneksel muhasebe ve raporlama sistemine birtakım eleştiriler yöneltilmektedir. Bunlardan ilki; finansal muhasebenin işletme faaliyetlerini dar bir bakış açısıyla işletmenin yasal kişiliği ile sınırlandırılmasıdır. İkinci eleştiri; muhasebenin temelde çevresel ve sosyal

konulardan çok kârı ve kârlılığı öncelikli kabul etmesi ve varsayımlar setini bu temele göre belirlemesidir. Üçüncü eleştiri; çevresel etkiler yaratan kurumsal faaliyetlerin değerlendirilmesinde tahakkuk, tutarlılık ve ihtiyatlılık ilkelerinin eksikliklerinin olmasıdır. Dördüncü eleştiri ise; ortak bir değer ölçütü olarak kullanılan paranın; tarihsel, cari, yerine koyma ve net şimdiki değer gibi farklı türlerde ölçülerle ele alınmasıdır. Bu ölçütler finansal muhasebede parasal olarak ifade edildiğinde eş anlamlı oldukları kabul edilerek bir arada kullanılmaktadır. Bu durum uygulamada, gereceğe uygun değere ilişkin kullanışlı ve karşılaştırılabilir bilgi üretilmemesine neden olmaktadır. Diğer taraftan; maliyet ve yönetim muhasebesi de aynı şekilde eleştirilmektedir. Üretim maliyetlerinin hesaplanmasında ve giderlerin dağıtılmasında finansal muhasebenin baskıcı rolü ve alınan kararlarda kısa dönemli odaklanılması eleştirilerin merkezini oluşturmaktadır (Schaltegger ve Burritt, 2010: 376).

Bir örgütün çevreyle ilgili etkilerinin gösterilmesinde parasal ölçütlerin fazlasıyla ön plana çıkarılması fırsatları ve riskleri tam olarak ortaya koyamamaktadır. Fiziksel ve niteliksel çevresel bilgiler, özellikle çevre hasarının geri döndürülüp döndürülemeyeceğine ilişkin değerlendirmelerin veya kurumsal faaliyetlerin etkilerinin değerlendirildiği durumlarda kritik rol taşıyabilir (Schaltegger ve Burritt, 2010: 376). Dolayısıyla; mevcut muhasebe uygulamalarının, kurumsal, çevresel ve sosyal etkilerin anlaşılmasını olanaklı kılamadığı için sürdürülebilirlik muhasebesi ve raporlamasının ele alınması gerekmektedir. Yazında bu yaklaşımla ilgili farklı araç ve yöntemler bulunmaktadır. Sürdürülebilirlik performans karnesi, üçlü sorumluluk raporlaması, çevresel bilgi ve yönetim sistemleri bunlara örnek olarak verilebilir (Signitzer ve Prexl, 2007: 3).

Çalışmanın bu bölümünde ilk olarak sürdürülebilirlik muhasebesinin amacı açıklanarak uygulama ilkeleri ele alınmaktadır. Daha sonra veri toplama, ölçme ve değerlendirme yöntemlerinden söz edilmektedir.

1.4.1. Sürdürülebilirlik Muhasebesi ve Amacı

Muhasebe; işletmelerin topluma olan sorumluluklarını düzenleyen kurallar bütünüdür. Sürdürülebilir kalkınma ve kurumsal sürdürülebilirlik muhasebenin bu

işlevinden önemli derecede etkilenmektedir. Ayrıca; alınan kararlarda muhasebe bilgi sisteminin önemi bu rolünü artırmaktadır (Çalışkan , 2012b: 137).

“Sosyal Sorumluluk Muhasebesi” ilk olarak 1970’li yıllarda uygulanmaya başlanmış, 1980’li yıllarda ilgisini kaybederek 1990’lı yılların ortasına kadar dikkat çekmemiştir. 1990’lı yıllarda ise; çevre muhasebesi ve raporlaması daha fazla kullanılmıştır (Gray, 2001: 9). Dolayısıyla; son 30 yılda muhasebe anlayışı, raporlaması ve raporları kullanan kesimlerin beklentilerinin değiştiği gözlemlenmektedir. Muhasebe temel borç-alacak hesaplamasından, finansal tablo ve finansal raporlara devamında bütünleşik (entegre) raporlamaya uzanan evrimi şüphesiz kurumsallaşma süreci içinde değerlendirilebilir. “Finansal raporlama” yakın gelecekte yerini “finansal olmayan bilgileri” de içeren “bütünleşik raporlama”ya bırakacaktır. Bu dönüşüm yalnız işletmeleri değil, muhasebe meslek mensupları ile muhasebe yönlü akademisyenleri de yeni modeller ve yöntemler aramaya yöneltecektir (Yanık ve Türker, 2012: 303).

Hamilton (2002), “Sürdürülebilirlik İçin Muhasebe” başlıklı çalışmasında, “kalkınma ve çevre” ilişkisinin muhasebe yönünü “servet” kavramıyla açıklamaktadır. Çalışmaya göre; ülke ekonomisinin büyüklüğü ve refah düzeyini açıklayan “milli gelir” ve “kişi başı milli gelir” rakamlarından yararlanılmaktadır. Bunun yanında; “milli servet” bir diğer göstergedir. “Milli serveti”n ölçümünde, “doğal kaynaklar, insan kaynakları ve üretilen varlıklar” kullanılır. Doğal kaynakları zengin olan ülkede; “kişi başı serveti” daha yüksek olacağı ortaya koyulmaktadır (Karabıçak ve Özdemir, 2015: 48). Dolayısıyla; doğal kaynakların, kültürün ve sosyal performansın da bütünleşik olarak ele alındığı bir muhasebe anlayışı ortaya çıkmıştır.

Sürdürülebilir yaklaşımla ele alındığında; insanlık için mevcut sermaye üç grupta ele alınmaktadır. Bunlar (Pearce vd. 1989’dan akt. Gray, 1994: 28- 29); Kritik Doğal Sermaye, Diğer Doğal Sermaye (Sürdürülebilir, ikame edilebilir veya yenilenebilir) ve İnsan Yapısı Sermaye. İnsanoğlunun sahip olduğu bu üç tür sermaye arasındaki en önemli nokta insan yapımı sermayenin finansal değerinin ölçülebilir olmasıdır. Ancak; sürdürülebilirlik politikalarının etkin yönetilmemesi durumunda insan yapımı sermayedeki her artış, doğal sermaye stokunun azalmasına yol açacaktır. Dolayısıyla başarılı bir sürdürülebilirlik için; kritik doğal sermayenin

hiç tahrip edilmemesi ve diğer doğal sermayelerinde yerine koyulması, yenilenmesi ya da ikame edilmesi gerekmektedir (Gray, 1994: 29).

Bu açıdan değerlendirildiğinde “sürdürülebilirlik muhasebesi; sosyal, çevresel ve ekonomik unsurlar bir arada gözetilerek yeryüzünün kaynaklarının ve insanlığın refahının devamlılığının sağlanması için alınacak her türlü yönetsel ve finansal kararı destekleyecek verilerin toplanması, özetlenmesi ve raporlanmasıdır” denilebilir.

Çevre muhasebesi, kurumsal sosyal sorumluluk raporlaması, üçlü sorumluluk raporlaması ve sürdürülebilirlik muhasebesi kavramları yazında bazen bir arada bazen de birbirlerinden farklı kavramlar olarak karşımıza çıksa da, (Tüm, 2014: 68; Schaltegger ve diğ., 2006: 5) sürdürülebilirlik muhasebesi; işletmenin çevresel, ekonomik ve sosyal etkilerini birbirleriyle bütünleşik olarak ele alan tek kavram olarak öne sürülmektedir (Milne ve Gray, 2013). Diğer kavramlar sosyal, çevresel ve ekonomik boyutlardan sadece birine veya ikisine ağırlık vererek eksik kalmaktadır. Bu nedenle; sürdürülebilirlik muhasebesi geniş bir şemsiye terim olarak ifade edilebilir (Schaltegger ve Burritt, 2010: 380) ya da kurumların sürdürülebilirlik faaliyetlerini destekleyici yüksek kalitede bilgiler üretmeyi ve geliştirmeyi amaçlayan muhasebe yöntemi ve yönetim bilgisi olarak tanımlanabilir (Schaltegger ve diğ., 2006: 15).

Çevre ve sürdürülebilirlik muhasebesinin geleneksel muhasebe uygulamalarıyla karşılaştırılması Tablo 5’de gösterilmektedir.

Tablo 5: Geleneksel, Çevre ve Sürdürülebilirlik Muhasebesinin Karşılaştırılması

Muhasebe Sistemleri	Geleneksel Muhasebe	Çevre Muhasebesi	Sürdürülebilirlik Muhasebesi
Temel Gösterge	Finansal Sonuçlar	Faaliyetler ve Çevre İlişkisi	Ekonomik, Sosyal ve Çevresel Etkiler
Amaç	Finansal Durum-Maliyet Yönetimi	Çevresel yükümlülüklerin ve maliyetlerin sunulması, Çevresel performansın değerlendirilmesi	Sürdürülebilir performansın sunulması
Temel Alanlar	Finansal muhasebe-Maliyet ve Yönetim muhasebesi	Finansal çevre muhasebesi-Çevresel yönetim muhasebesi-İç ve Dış Ekolojik Muhasebe	Sürdürülebilirlik muhasebesi-Sürdürülebilirlik yönetimi muhasebesi
Yöntem	Değerlendirme süreçleri-Maliyet Analizleri	Çevresel Performansın Değerlendirilmesi-Yaşam Döngüsü Analizi-Çevresel Maliyetlerin Analizi	Sürdürülebilirlik Performans Karnesi Diğer disiplinler (biyoloji, sosyoloji) yöntemleri
Raporlama Türü	Finansal ve Maliyet Raporları	Çevresel raporlar	Sürdürülebilirlik raporları
Zorunluluk Düzeyi	Yasal Sorumluluk	Gönüllü	Gönüllü

Kaynak: Hernadi, 2012: 28; Tüm, 2014: 69’dan yararlanılarak oluşturulmuştur.

“Sürdürülebilirlik Muhasebesi Sistemi” amacı; sürdürülebilirlik kapsamında yürütülen faaliyetlerin değerlendirip ölçülmesidir. Bu açıdan; “sürdürülebilirlik muhasebe sistemi”ni kurmanın ilk adımı örgütlerin ölçülebilir “sürdürülebilirlik amaçları”nı ortaya koyması ve bu amaçlar çerçevesinde sistemini tasarlaması gerekmektedir (Lamberton, 2005: 19).

Geleneksel muhasebe bilgisinde olduğu gibi; sürdürülebilirlik muhasebesinde de, iç bilgi kullanıcıları ile dış bilgi kullanıcılarının gereksinimleri farklılaşmaktadır. İşletmenin ekonomik durumunu değerlendiren dış paydaşlar sosyal ve çevresel etkilerini de görmek isterler. Dolayısıyla; karşılaştırılabilir ve şeffaf bir sürdürülebilirlik muhasebesi bilgisine gereksinim duyulmaktadır. İç bilgi kullanıcıları ise; yönetim kararlarında kullanabilecekleri geçerli bilgiye odaklanmaktadır (Lamberton, 2005: 19).

Bu nedenle; sürdürülebilirlik muhasebesi tasarlanırken işletmenin iç ve dış bilgi kullanıcılarının gereksinimleri dikkate alınması gerekmektedir. Ayrıca;

işletmenin iyi analiz edilmesi ve sürdürülebilirlikle ilgili katma değer yaratan davranışlarının doğru saptanması gerekmektedir.

Muhasebe mensuplarının raporlama, yönetim ve denetim yetkinliğine sürdürülebilirlik muhasebesinde de gereksinim duyulmaktadır (Çalışkan, 2012b: 155). Bu konudaki katkılar şu şekilde sıralanabilir (Çalışkan, 2012b: 141):

- İşletmenin sürdürülebilir çerçevesinin ve sınırlarının belirlenmesi,
- İşletmenin alt yapısının yapılandırılması,
- Sürdürülebilirlik raporlaması ve denetimi
- Eğitim ve geribildirimler

Bu bakış açısıyla değerlendirildiğinde; sürdürülebilirlik muhasebesinin amacı, bilgi kullanıcılarının gereksinimlerine ve işletmenin sürdürülebilirlik hedeflerine uygun metot ve yöntemlerin belirlenerek uygulanması, sürdürülebilirlik faaliyetlerinin kontrol ve denetimi, faaliyetlerin sonuçlarının ilgili bilgi kullanıcılarına aktarılması ve gelecek nesil paydaşların gereksinimlerini karşılayabilmektir.

1.4.2. Sürdürülebilirlik Muhasebe Sistemini Uygulama İlkeleri

“Sürdürülebilirlik muhasebesi”nin uygulanmasında; “veri toplama, ölçme ve değerlendirme” için gerekli araçların ve kullanılacak yöntemlerin temel ilkeler ile uyumuna dikkat edilmektedir.

İlk ilke; sürdürülebilirlik kavramının tanımlanması ve kurumsal düzeyde yorumlanmasıdır. İşletmenin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarının bir arada veya bilgi kullanıcısının gereksinimine göre hangisine daha fazla ağırlık verilmesi gerektiği dolyısıyla işletme tarafından yönetebilecek şekilde muhasebe sınırlarının tasarlanması gerekmektedir (Lamberton, 2005: 19).

İkinci ilke ise; işletmenin sürdürülebilirlik performansının değerlendirileceği doğru zaman aralığının seçilmesidir. Gerekli zaman aralığının belirlenmesi, işletmenin faaliyetleri sonucu gerçekleşen sosyal ve çevresel etkilerinin doğru olarak ortaya koyulabilmesi açısından önemlidir. (Lamberton, 2005: 20).

Sürdürülebilirlik muhasebesiyle ilgili olarak Amerika da faaliyet gösteren “Sürdürülebilirlik Muhasebesi Standartları Kurulu”na göre; yatırım yapanlara

“kaliteli ve karar vermeye yardımcı” bilgi üretilmesi gereği oluşturulan standartların aşağıdaki ilkelere uyması gerekmektedir (www.sasb.org):

- İlgili: Belirlenen ölçüt ilgili performansı yeterince açıkmalıdır.
- Faydalı: Karar vermek için yararlı bilgi sunulur.
- Uygulanabilir: Ölçüt genel düzeyde uygulanabilir olmalıdır.
- Maliyet Etkin: Toplanacak verilerin maliyeti göz önünde bulundurulmalıdır.
- Karşılaştırılabilir: Karşılaştırmaya olanak verecek şekilde hazırlanmalıdır.
- Eksiksiz: Analiz ve Yorum için yeterli düzeyi karşılaması gerekmektedir.
- Yönel: Performansın ilerleyişi hakkında bilgi içerir.
- Denetlenebilir: Denetim yapılabilir ve doğrulanabilir olması gerekir.
- Tarafsız: Performansın gerçeğe uygun raporlanması gerekmektedir.

Diğer taraftan; sürdürülebilirliğin işletmelerde uygulanması farklı alanlardan uzmanların da bilgisini gerektirmektedir. İşletmenin temel hedefinden ele alarak tüm süreç ve birimlerinin “sürdürülebilirlik” bakış açısıyla analiz edilmesi ile işletmenin “sürdürülebilirlik riskleri”nin belirlenmesi mümkün olabilmektedir. Ek olarak; bu adımlar, iş süreçlerinin iyileştirilmesi, maliyetlerin yönetimi ve gelirlerin artırılması şeklinde faydalar sağlamaktadır (Çalışkan, 2012b: 147- 148).

Tüm bunların yanında örgüt içindeki yapılanma ve birimler arası iletişim sürdürülebilirlik muhasebesine uygun olarak tasarlanmalı ve üst yönetimin katılımı sağlanmalıdır.

1.4.3. Veri Toplama, Ölçme ve Değerlendirme Metotları

İşletmelerin üretim ve tüketim düzeyi ile her bir üretim ve tüketime çevre üzerindeki etkisi sürdürülebilir kalıcılık açısından işletmeleri önemli kılmaktadır. Bu olumsuz etkilerin azaltılması dolayısıyla; bu etkinin ölçülmesi, doğal kaynakların maliyetinin belirlenmesine gereksinim doğurmaktadır (Senal ve Ateş, 2012: 94).

Çevresel ve sosyal performans değerlemesi ilk olarak (LCA- Life Cycle Assessment) Yaşam Dönemi Değerlendirme olarak karşımıza çıkmaktadır (Shaltegger ve Wagner, 2006: 682). Yaşam döngüsü analizi olarak da anılan yöntem;

ürün yaşam dönemi boyunca her evresinde oluşan maliyetleri değerlendirmektedir. “Sermaye, iş gücü, malzeme, enerji, atık” gibi maliyet kalemlerinin, hem bugünkü hem de gelecekte ortaya çıkması muhtemel değerlerinin dikkate alınmasıdır. Bu yönden yöntem; ürünün “yaşam dönemi maliyetlerinin” ve “çevresel etkilerinin” hesaplanmasında ve kayıt edilmesinde önemli bir araçtır (Senal ve Ateş, 2012: 92). Bu araçlar, yaşam dönemi sürdürülebilirlik analizinin özellikli kararların alınmasında ve rekabette analistlere bilgi haritası oluşturmalarına yardımcı olmaktadır. Ancak bu analizler karmaşık verilerin toplanmasını gerekli kıldığından çoğu zaman yüksek maliyete neden olmaktadır (Epstein ve Yuthas, 2012: 28). Örneğin; su kaynaklarının tüketilmesinde karşılaşılan maliyetler ölçülebilirken, işletmelerin bu kaynaklara belirli bir zaman sonra yeterli miktar ve kalitede erişememesinden doğacak maliyetlerinin ölçülmesi zor ve maliyetli olabilmektedir. Ancak; bu analizler yapılırken gelecekteki kârlılığın farklılaşacağını bilincinde olmak işletmeleri bu maliyetlere katlanmaya yöneltebilmektedir.

İkinci sırada gelen diğer yaklaşım ise; “(CSR- Corporate Social Responsibility) KSS- Kurumsal Sosyal Sorumluluk” olmuştur. KSS; işletmelerin iç ve dış çevresindeki paydaşlarına etik ve sorumlu davranmasını, alacağı kararlarda bu ilkeleri temel almasını ifade etmektedir (Gümüş ve Öksüz, 2014: 2131). Sosyal sorumluluk anlayışıyla hazırlanan KSS raporları işletmelerin paydaşlarına yönelik olarak kurumsal itibarını artırma çabası olarak gelişmiştir. KSS raporlarıyla başlayan sosyal sorumluluk anlayışı günümüzde sürdürülebilirlik raporlarıyla çevresel etkilere de eşit derecede önem vererek gündeme gelmektedir.

Sürdürülebilirlik yazınının öncülerden olan Gray’e göre; işletmelerin sürdürülebilirlik raporlamasında kullanabilecekleri üç yöntemden söz edilmektedir. Bunlar; stok yaklaşımı, sürdürülebilir maliyet yaklaşımı ve girdi- çıktı analizidir. Stok yaklaşımı; işletme kontrolünde olan yenilenemez/ ikame edilemez, yenilenemez/ ikame edilebilir ve yenilenebilir doğal kaynakların belirlenmesi, kaydedilmesi, ölçülmesi ve raporlanmasını ifade etmektedir. Burada amaç işletmenin doğal sermaye stoku üzerindeki artış ve tükenme etkilerinin ölçülmesidir. İkinci yaklaşım olan sürdürülebilir maliyet yaklaşımı; işletmenin sürekliliği ve sürdürülebilirlik tanımları temeline dayanmaktadır. Buna göre sürdürülebilir örgüt; muhasebe dönemi sonunda yeryüzünü muhasebe dönemi başında bulduğu gibi

bırakan örgüttür. Dolayısıyla; bir örgütün muhasebe dönemi sonunda yeryüzünü dönemin başında bulduğu şekliyle bırakabilmesi için harcaması gereken tutar sürdürülebilir maliyetleri oluşturmaktadır. Bu tutar; gelir tablosunda kâr da bir azalış veya faaliyet giderlerinde artış olarak gösterilebilir. Ancak bu yöntem kaynakların sınırsızlığı ve yerine koymanın sayılamaz alternatifi yüzünden uygulama açısından pratik ve geçerli bir yaklaşım olmayacaktır. Son yaklaşım olan kaynak akışı/ girdi-çıkış analizi ise; kaynakların girişi ile üretim çıktısı ürün, salınım, kayıp ve atık akışını hesaplamaktadır (Gray, 1994: 32- 35).

Epstein ve Yuthas 2012 çalışmasında; geleneksel fayda/maliyet analizine alternatif olarak geliştirilmiş fayda/ maliyet analizi modelini tasarlamıştır. Bu modele göre; işletme faaliyetleri sonucu sadece faaliyet performansı değil sürdürülebilirlik performansı da dikkate alınarak bir değerlendirme yapılmakta ve paydaşların sürdürülebilirlik performansına olan tepkileri değerlendirilerek finansal fayda ve finansal maliyetler ortaya koyulmaktadır. Çalışmaya göre; yöneticiler beş adımda sürdürülebilirlik çıktılarını kurumsallaştıran bir fayda maliyet analizi hazırlayabilir:

- Geleneksel fayda/ maliyet analizinin hazırlanması
- Sürdürülebilirlik çıktılarının belirlenmesi
- Paydaşların belirlenmesi
- Paydaşların sürdürülebilirlik çıktılarına vereceği tepkilerin beklenmesi
- Bu tepkilerin parasal fayda ve maliyetlerinin tahminlemesi.

Kurumsal sürdürülebilirlik çıktılarına paydaşların verebileceği tepkiler tablo 6'da gösterilmektedir. Buna göre; firmanın bilgi kullanıcıları farklı düzeylerde tepkiler göstererek sürdürülebilirlik çıktılarına olumlu veya olumsuz katkı sağlayabilmektedir.

Tablo 6: Paydaş Tepki Örnekleri

Müşteriler	İlişkilerin artması veya yenilerinin başlaması
	İlişkilerin azalması veya sonlandırılması
	Olumlu veya olumsuz tavsiye edilme
	Daha yüksek ödemenin kabulü
Tedarikçiler	İlişkilerin güçlenmesi ya da zayıflaması
	Fiyatlandırma veya hizmetin değiştirilmesi
Sahipler	Yatırım yapılması veya yatırımın geri çekilmesi
	Getirinin yüksek beklenmesi
Çalışanlar	Kurumda çalışma isteği ve aidiyetin artması
	İşten ayrılmaların azalması
	Verimliliğin artması
Düzenleyici Kuruluşlar	Düzenlemelerin yasalaşması ya da zor kullanılması
	Çalışan Vergileri veya diğer teşvikler
Toplum	Firmayla işbirliği içinde olma ya da bilgi paylaşımı
	Olumlu veya olumsuz media dikkatini çekme
	Olumlu veya olumsuz söylentilerin yayılması
	Firmanın boykot edilmesi

Kaynak: Epstein ve Yuthas, 2012: 31

Sürdürülebilirlik performansının ölçülmesinde kullanılabilecek bir diğer yöntem ise; Jack Phillips tarafından 1970’li yılların başında geliştirilen “yatırım getirisi metodolojisi- ROI Methodology” dir. Yeşil projeler ve sürdürülebilirlik çabaları için kullanılan ölçme ve değerlendirme sistemlerinin genelde hesap verebilirlik, süreç iyileştirme ve sonuç üretme açısından yetersiz kaldığı görüşüyle yatırım getirisi metodolojisinin daha iyi bir değerlendirme süreci sunduğundan bahsedilmektedir (Phillips ve Phillips, 2011: 64).

Yatırım getirisi metodolojisi; yeşil girişimlerin değerini gösteren bir süreçtir. Bu süreç projenin uygulanmasında ölçülen ve izlenen verilerin ilerleme kaydedildikçe birbirine bağlı etki eden düzeylerden oluşur. Tablo 7’de gösterildiği gibi; proje başlangıcından değerlendirme düzeyine kadar süreç altı düzeyde ele alınır. Bu düzeylerde ortaya çıkan veriler ve onların ölçüm odakları tabloda gösterilmektedir. Proje süresince elde edilecek veriler ve sonuçları “yeşil karne” (Phillips ve Phillips, 2011) diye adlandırılan raporlar aracılığıyla işletmenin performansını ortaya koymaktadır.

Tablo 7: Sürdürülebilirlik ve Yeşil Projelerin Değerlemesinde Kullanılan Verilerin Düzey ve Türleri

Düzey	Ölçüm Odağı	Ölçüler
0: Girdi ve Göstergeler	Maliyetler, proje kapsamı ve süre dahil olmak üzere proje girdileri	Proje türleri Proje sayısı İnsan sayısı Çalışma süresi Proje maliyeti
1: Tepki ve Algılanan Değer	Projenin algılanan değeri dahil olmak üzere projeye olan tepki	Geçerlilik Önem Değer Adillik Adanmışlık Motivasyon
2: Öğrenme ve Farkındalık	Projeyi ileriye götürmeleri için bireyleri hazırlamak amacıyla bilgi, beceri ve/ veya iletişimin sağlanması	Beceriler Bilgi Kapasite Yetkinlikler Farkındalık Tavır
3: Uygulama ve Yerine Getirme	Projeyi yerine getirmek için bilgi, beceri ve iletişim ile sistem desteğinin kullanılması	Kullanım derecesi Tamamlanan görevler Kullanım sıklığı Kullanımdaki başarı Engeller
4: Etki	Uygulamanın ve yerine getirmenin mevcut ve uzun vadeli sonuçları	Üretkenlik Gelir Kalite/ atık Maliyetler Zaman/ verimlilik Karbon salınımı Marka ve imaj Müşteri memnuniyeti Çalışan memnuniyeti
5: Yatırım Getirisi	Projeden sağlanan maddi yararların projenin maliyetiyle karşılaştırılması	Maliyet/ Fayda oranı Yatırım Getirisi oranı Geri ödeme süresi

Kaynak: Phillips ve Phillips, 2011: 105.

Sürdürülebilirlik performansının ölçülmesine yönelik yazında yer alan en önemli konularda bir diğeri ise; “Sürdürülebilirlik performans karnesi (Sustainability Balanced Scorecard- SBSC)” dır. Kaplan ve Norton’un çalışmasıyla geliştirilen geleneksel performans karnesinin kurumsal sürdürülebilirlik anlayışıyla işletmenin sosyal ve çevresel etkilerinin de eklenerek bütünleşik bir raporlama sunan sürdürülebilirlik performans karnesi sürdürülebilirliğin ölçülmesinde ve değerlendirilmesinde potansiyel bir araç olarak ele alınmaktadır. Bu karnenin

oluşturma süreci üç temel adımda incelenmektedir. Buna göre; ilk adım stratejik işletme biriminin seçilmesidir. İkinci adım ise; seçilen iş birimini etkileyen çevresel ve sosyal faktörlerin belirlenmesidir. Üçüncü ve son adım ise; sosyal ve çevresel görünümlerin stratejik açıdan uygunluğunun belirlenmesidir (Figge ve diğ., 2002: 275- 278).

Sürdürülebilirlik performans karnesi; sürdürülebilirlik muhasebesi ve raporlamasının sonuçlarının bütünlüşik bir yapıda ele alınmasını sağlamaktadır. Klasik performans karnesinden farklı olarak SBSC sürdürülebilirliğin tüm boyutlarını performans göstergeleriyle harmanlamaktadır. SBSC’de finansal, müşteri, süreç ve öğrenme perspektiflerine ek olarak piyasa dışı perspektif de eklenmektedir. Bu perspektifle belirtilen işletmeyi doğrudan etkileyen piyasadan değil dışarıdan dolaysız etkileyen ancak stratejik olarak önemli olan unsurlar yer almaktadır. Sürdürülebilirlik raporlamasını performans değerlendirmesi ve yönetimi ile ilişkilendirirken takip edilmesi gereken adımlar şöyledir (Schaltegger ve Wagner, 2006: 685- 688):

- İşletmenin sosyal ve çevresel etki yaratacak unsurlarının belirlenmesi
- Bu sosyal ve çevresel etkilerin stratejik geçerliliğinin analiz edilmesi
- Neden sonuç ilişkilerinin kurulması ve strateji haritasının geliştirilmesi
- Anahtar performans göstergelerinin tanımlanması ve ölçüm metotlarının geliştirilmesi
- İç ve dış bilgi kullanıcılarına iletişimde ve raporlamada işletme için tanımlanmış anahtar performans göstergelerini dikkate alma
- SBSC’nin tamamlanması, gözden geçirilmesi ve raporlanması

Yazında yer alan tüm bu uygulamalar ışığında işletmeler sürdürülebilirlik performanslarını ölçme ve değerlendirmede bulunabilirler. Diğer taraftan; sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma tanımlarından anlaşılacağı üzere konunun kapsamı ve sınırlarının belirsizliği hangi göstergelerin değerlendirileceği sorusunu gündeme getirmektedir. Bu noktada sürdürülebilirlik muhasebesinin kapsamı, sistemin tasarlanması işletmelerin faaliyet alanlarına göre şekillenmeli ve yaratılan sürdürülebilir değerler işletmenin tüm paydaşlarınca desteklenmelidir.

Sürdürülebilirlik özünde sosyal, çevresel ve ekonomik devamlılığı barındıran bir kavramdır. Kurumsal düzeyde ele alındığında işletmeler açısından alternatif yeni

ve dinamik bir kârlılık ve büyüme yaklaşımıdır. Bu yönüyle sürdürülebilirlik kavramı, işletmenin sürekliliği kavramı gereğince ömrünün belirli bir süreye bağlı olmadığı kabul edilen işletmelerin gelecekteki varlıklarını koruyabilmesi için kullandığı kaynakları daimi kılmasının önemini vurgulamaktadır. Doğal ve beşeri sermayenin oluşturduğu bu kaynakların etkin kullanımı ve gelecek nesillerin de kullanabilmesi için devamlılığının sağlanması noktasında sürdürülebilirlik kilit rol oynamaktadır.



İKİNCİ BÖLÜM

KARBON SALINIMI, MALİYETİ VE RAPORLAMASI

Sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde işletmeler; ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarda bütünleşik bir değer yaratma çabasındayken, farklı doğal kaynaklar için yerine koyma, ikame etme ya da yenileme açısından değişik düzeylerde maliyetlerle karşılaşmaktadır (Gray, 1994: 29). Bugün artık işletmelerin “doğaya daha az zarar veren” teknolojilerle üretim yapması, “çevre koruma” bilincini işletmenin bütün birimlerinde yerleştirerek, tüketicilere sağlıklı ürünler ulaştırması, çalışanlarına sağlıklı çalışma koşulları sunması ve haklarını koruması ve işletme içinde enerji verimliliğini artırması giderek önem kazanmaktadır.

Günümüzde işletmeler yeşile önem veren faaliyetlerini artırma çabası içerisindeyler. Bu noktada sürdürülebilirlik önemli bir rekabet aracı olarak işletmelerin gündemine gelmektedir. Çünkü sürdürülebilir kalkınmanın en önemli ayaklarından birini çevresel sürdürülebilirlik oluşturmaktadır. Çevresel sürdürülebilirlikte işletmeler; tüketilen doğal kaynakların gelecek nesiller için devamlılığının sağlanması açısından sürdürülebilir maliyetlerle karşı karşıya kalmaktadırlar. Çevresel sürdürülebilirlik; kaynakların tüketim hızının, yenilenme ve yerine koyma hızını ve salınan kirleticilerin, doğada işlenmesi sürecini aşmamasını ifade etmektedir (Kaypak, 2011: 26).

Müşteriler, yatırımcılar, çalışanlar ve diğer paydaşlar kurumların çevresel ve sosyal performanslarına ilişkin bilgi talep etmesi işletmeleri gerek hukuki zorunluluk gerekse sosyal sorumluluk anlayışı içerisinde faaliyetlerini doğal kaynakların tüketiminin azaltılması veya ortaya çıkabilecek muhtemel zararları önleyebilecek ya da en aza indirebilecek şekilde uyumlaştırmasını gerekli kılmaktadır. Diğer taraftan; gelecek nesil gereksinimlerinin bugünden korunmasını kapsayan sürdürülebilirlik anlayışı, gelecek nesili de işletme paydaşları arasına katmaktadır. Ayrıca; doğal kaynakların (yenilenebilir, yenilenemez, ikame edilebilir doğal sermaye (Gray, 1994: 29)) işletmenin temel girdisini oluşturması nedeniyle de doğa, en önemli tedarikçi olarak kabul edilmektedir. Bu açıdan işletmeler tükettiği kaynaklar için doğaya hesap verebilirlik fonksiyonunu yerine getirebilmelidir (Wilson, 2003). Diğer bir ifadeyle; sadece bir tane olan dünyanın doğal kaynaklarından borç alan işletmelerin gelecek

nesillere bunun hesabını verebilmesi gerekmektedir. Bunun için sürdürülebilirlik raporları gerek yatırımcıların ve paydaşların bilgilenebilmesi gerekse kurumsal bilincin oluşması için önemli birer araçtır.

Çalışmanın amacı sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde işletmelerin karşılaşılabileceği en önemli maliyetlerden olan karbon (sera gazı) salınımlarının maliyetlerinin işletme kararlarındaki etkisinin değerlendirilmesidir. Bu amaçla çalışmanın bu bölümünde genel olarak karbon diye ifade edilen sera gazı salınımlarının ne olduğu, nasıl hesaplandığı, hangi maliyetleri doğurduğu, bu maliyetlerin nasıl yönetilip azaltılabileceği, raporlamasının nasıl yapıldığı ve bununla ilgili denetim faaliyetleri açıklanmaktadır.

2.1. KARBON SALINIMI, YÖNETİMİ VE ÖNEMİ

Sera gazı salınımları içinde farklı türdeki gazların yer almasıyla birlikte yazında karşılaşıldığı üzere tüm bu gazlara genel olarak karbon denildiği için çalışmada karbon salınımı olarak ifade edilmektedir. Çalışmanın bu bölümünde karbon salınımının ne olduğu, bu salınımın neden olan kaynaklar, bunların yönetimi ve öneminden söz edilmektedir.

2.1.1. Karbon Salınımı ve Kaynakları

Doğal kaynakları hızla tüketen insanoğlu bu süreçle çevreyi olumsuz etkilemiştir. Çevresel sorunlar bu açıdan ele alındığında; en önemli sorunun, sınırsız insan gereksinimleri için doğanın hesapsızca tüketilmesi olduğu ortaya çıkmaktadır (Karakaya ve Özçağ, 2001: 2).

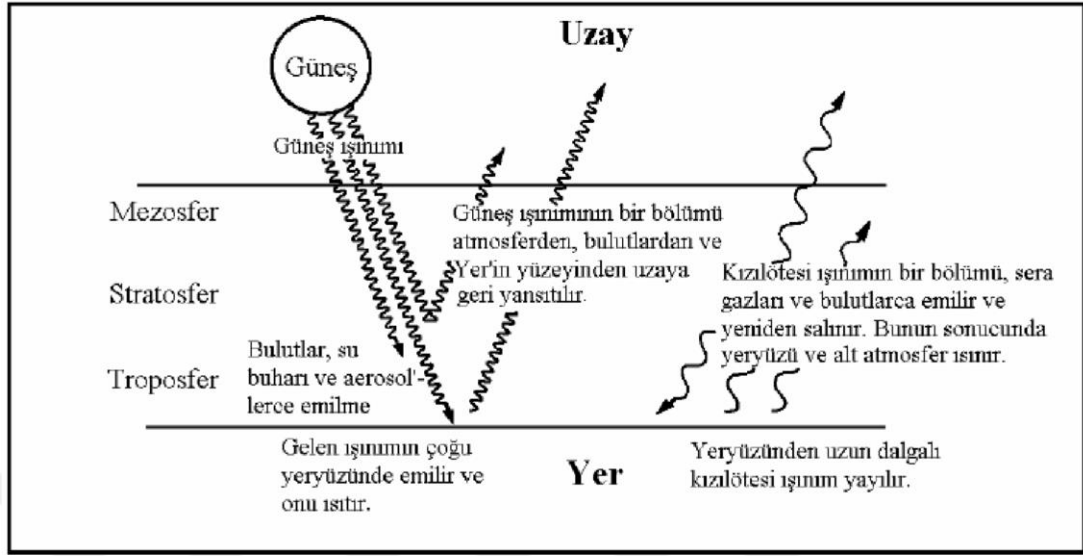
Batılı, sanayileşmiş, bilim ve teknolojiye öncü toplumların yaşam koşullarına bakıldığında; ısınma, soğutma, ulaşım, haberleşme, görüntüleme, sağlık, gıda, su, barınma vb. gibi temel gereksinimleri karşılayabilmek için yeryüzünün var olan kaynaklarının yetersiz kalabileceği gibi bir düşünceye kapılmamak mümkün değildir. Bu düşünce ise; dünya vatandaşı olarak insanoğlunun ve yerkürenin devamlılığı konusunda tedirginlik yaratmaktadır.

Sanayi Devrimi ile atmosferde belirli bir miktarda yer alan sera gazlarının oranı ve bileşimi değişmeye başlamıştır. Bu değişimin en önemli nedeni; artan

üretimle ilgili olarak temel girdilerinden biri olan enerji talebinin de artması olmuştur. Enerji gereksiniminin yoğun olarak; kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlardan sağlanması ve bu yakıtların yakılmasıyla önemli miktarda karbondioksit gazının açığa çıkması hem atmosferdeki karbondioksit yoğunluğunu artırmış, hem de sera gazları içinde en büyük paya sahip olan bu gazın toplam sera gazı içindeki payını giderek artırmıştır. Bu durum; sera gazlarının atmosferdeki yoğunluğunu değiştirerek atmosferin geçirgenliğini bozmuş ve küresel ısınma sürecini başlatmıştır. Dolayısıyla; “enerji kullanımı” ve “küresel ısınma”, dolayısıyla “iklim değişikliği” arasındaki ilişki önem taşımaktadır (Mercan ve Karakaya, 2013: 124). Diğer taraftan; kentleşme oranının artması, “kentleşen nüfus” ile “tüketim kültürü” ve bununla birlikte sınırsız rekabet ortamı gelişmesi, kaynakların düşüncesizce tüketilmesine ve çevrenin kirletilmesine neden olmuştur. Bu kirlilikler içerisinde iklim değişikliği etkisiyle sera gazı salınımları önemli bir yere sahiptir (Çankaya ve Şeker, 2013: 108).

İnsanoğlunun yaşam alanını oluşturan yerküre; yerçekiminin de etkisiyle atmosfer olarak adlandırılan gaz ve buhar tabakası tarafından çepeçevre sarılmıştır. Tüm yaşam türleri için gerekli bir ortam olan atmosfer, farklı gazların karışımından oluşmaktadır. Bu gazlar; azot (% 78.08), oksijen (% 20.95) ve argondur (0.93). Daha az bir miktara sahip olmakla birlikte, dördüncü gaz karbondioksittir (% 0.03). Daha az miktarda yer alan diğer gazlar ise; atmosferin kalan bölümünü oluşturmaktadır (Türkeş, 2001: 189). “Güneşten gelen dalgalı radyasyonun bir kısmı doğrudan atmosfer tarafından uzaya verilirken, bir kısmı da yeryüzü tarafından emilmektedir. Isınan yeryüzünden salınan uzun dalgalı radyasyonun önemli bir bölümü tekrar atmosfer tarafından emilir. Atmosferdeki gazların kısa dalgalı güneş ışınlarına karşı geçirgen, yeryüzünden verilen uzun dalgalı ışınlara karşı ise, biriken sera gazları nedeniyle daha az geçirgen olması sonucunda, yere yakın kısımların beklenenden daha fazla ısınması olayına atmosferin sera etkisi” denilmektedir (Öztürk, 2002: 53). Sera gazı etkisi şematik olarak şekil 3’de gösterilmektedir.

Şekil 3: Sera Gazı Etkisi



Kaynak: Türkeş, 2001: 189.

Ortalama şartlarda, yer/atmosfer sistemine geçen kısa dalgalı güneş ışıını ile geri salınan uzun dalgalı yer ışıınının dengede bulunması gerekmektedir. Ancak; güneş ışıını ile yer ışıını arasındaki bu denge ya da enerjinin atmosferdeki ve atmosfer ile kara ve deniz arasındaki dağılımını değiştiren herhangi bir etmen, iklimlerinde değişmesine etki etmektedir (DPT İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2000: 3). Günümüzde sera gazı salınımlarını önemli kılan nokta da burada ortaya çıkmaktadır. İnsan kaynaklı sera gazı salınımları bu dengeyi bozmakta ve gelecek nesiller için tehlike arz etmektedir.

Sera etkisinin en önemli sonuçlarından birisi iklim değişikliğidir. 1950’li yıllardan beri iklim ve hava olaylarında gözlemlenen değişiklikler bu endişeleri giderek güçlendirmektedir. Bu değişiklikler; sıcaklıklardaki aşırı oynaklık ve buna bağlı olarak yağış miktarındaki artış ve deniz seviyelerinde yükselmeye neden olmaktadır. Gözlemlenen iklim değişikliği etkilerinin en güçlü ve en kapsamlı kanıtı; birçok bölgede, değişen yağış miktarı veya eriyen kar ve buzulların, su kaynaklarının dengesini değiştirmesidir. Bu durum kaynakları nicelik ve kalite açısından da etkilemektedir. Birçok karasal, tatlı su ve deniz türünün devamlılığı; mevsimsel değişimler, göç şekilleri ve yaşam alanlarının bozulmasına bağlı olarak

devam eden iklim değişimine tepki gösterdiği gözlemlenmektedir. Ayrıca karbon salınımının okyanus asitlenmesini artırması, mercan resiflerinde bozulmalara yol açmakta ve deniz türlerinin yaşam koşullarını değiştirerek önemli negatif etkilere neden olmaktadır (IPCC, 2015: 6- 7). Küresel iklim değişikliğinin tüm bu olumsuz etkileri küresel düzeyde ülkelerin alması gereken önlemleri gündeme getirmektedir. Bu etkilerden beklenen en önemli sonuç ise; doğanın bozulması, kaynakların azalması ve hem insanlığın hem de işletmelerin sürdürülebilirliğini tehdit etmesidir.

İnsan kaynaklı sera gazı salınımları sanayi devriminden sonra ekonomi ve nüfustaki büyümeye bağlı olarak hızla artmıştır. 2000- 2010 yılları arasındaki ölçümlerde ise; bu düzey en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve diazotmonoksit (N₂O) gazlarının atmosferdeki yoğunlukları son 800.000 yılda hiç ulaşmadığı kadar yüksek bir düzeye çıkmıştır. CO₂ birikimi, özellikle fosil yakıt yanması ve ikinci olarak da arazi kullanımı değişikliklerinden meydana gelen salımlar nedeniyle, sanayi öncesi döneme göre %40 oranında artış göstermiştir. Okyanuslar atmosferde yoğunlaşan insan kaynaklı karbonun yaklaşık %30'unu çekerek asitlenmiştir. Bu gazların 2011 yoğunlukları, sanayi öncesi düzeylerine göre sırasıyla % 40, % 150 ve % 20 oranında artarak, aynı sırayla 400 ppm (milyonda bir parçacık), 1803 ppb (milyarda bir) ve 324 ppb (milyarda bir) düzeylerine yükselmiştir (IPCC, 2015: 4, <http://400.350.org/>). Bu yükseliş küresel düzeyde önlemlerin alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 8'de, atmosferde doğal sera gazı etkisinin kuvvetlenmesine yol açan insan kaynaklı sera gazlarının türlerini, gazların temel kaynaklarını, atmosferde kalma sürelerini, küresel ısınma potansiyellerini ve gözlemlenen değişiklikleri içermektedir.

Tablo 8: Sera Gazına İlişkin Temel Bilgiler

Sera Gazı Türleri	Temel Kaynakları	Atmosferde Kalış Süreleri (Yıl)	Küresel Isınma Potansiyelleri
Karbondiyoksit (CO ₂)	Fosil yakıt tüketimi, Orman yangınları, endüstriyel süreçler, Çimento üretimi gibi.	5-200	1
Metan (CH ₄)	Yakıt tüketimi, kömür madenciliği, ham petrolün taşınması, endüstriyel süreçler, tarımsal etkinlikler (Enterik fermentasyon, gübre yönetimi, çeltik ekimi, tarımsal artıkların yakılması), atıklar	12	21
Diazotmonoksit (N ₂ O)	Fosil yakıt tüketimi, endüstriyel süreçler, tarımsal etkinlikler (tarımsal artıkların yakılması)	114	310
Hidroflorokarbonlar (HFCs)	Buzdolabı gazları, Alüminyum eritme, Yarı iletken üretimi	2->50.000	140-12.000
Perflorokarbonlar (PFCs)	Alüminyum üretimi, Yarı iletken üretimi		
Sülfürheksa florür (SF ₆)	Elektrik iletim ve dağıtım sistemleri, Magnezyum Üretimi	3.200	23.900

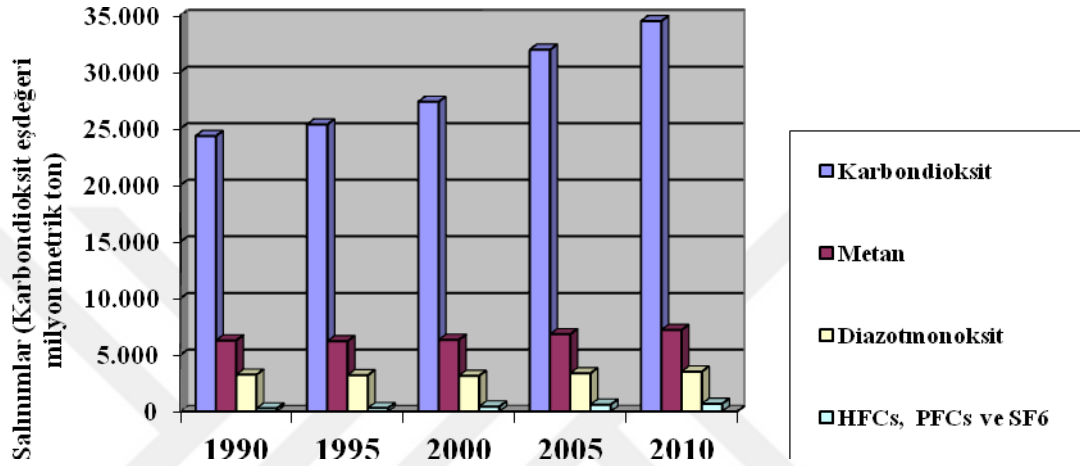
Kaynak: Selimoğlu ve Çalışkan, 2016a: 6; Gielen ve Kram, 1998'den yararlanılarak oluşturulmuştur.

Tablo 8'e göre; insan kaynaklı 6 tür gazın salınımı küresel ısınma ve iklim değişikliği üzerinde etkili olmaktadır. "Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)"nin bir parçası olan "Kyoto Protokolü" de bu 6 adet sera gazını baz almaktadır (Kyoto Protokolü, Ek-A). Her bir sera gazı türünün atmosferde farklı bir kalış süresi ve ısı tutma özelliği bulunmaktadır. Farklı özellikteki gazların birbirleri ile karşılaştırılmasının sağlanması ve toplamının hesaplanması için bunların salınımları karbondiyoksit eşdeğerine dönüştürülmekte ve her bir gazın 100 yıllık "küresel ısınma potansiyeli" için bir ölçüt olarak kullanılmaktadır (Selimoğlu ve Çalışkan, 2016a: 6). Örneğin; (HFCs), (SF₆) ve (PFCs) gazlarının atmosferde kalış süreleri ve küresel ısınma potansiyelleri aynı miktar karbondioksite göre binlerce kat daha fazladır. Bu nedenle bu gazların salınımları düşük gibi görülse de yarattıkları tahribat çok daha yüksektir. Tüm gazların CO₂ eşdeğeri (CO₂e) üzerinden etkileri

hesaplanarak tüm sera gazları ortak bir birimle sınıflandırılmakta, yapılan salınım hesaplamalarının anlaşılması kolaylaştırılmaktadır.

Sera gazlarının 1990- 2010 yılları arasında küresel düzeydeki salınımları şekil 4’de gösterilmektedir.

Şekil 4: 1990-2010 Dönemi Gaz Bazında Küresel Sera Gazı Salınımları



Kaynak: EPA, Climate Change Indicators. <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-global-greenhouse-gas-emissions#ref2>. Erişim Tarihi: 30.10.2016.

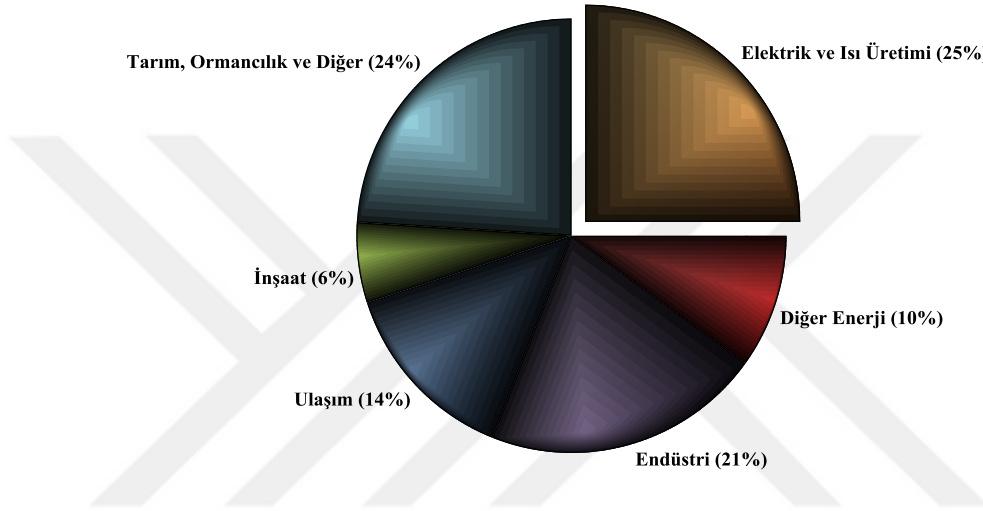
Şekil 4’e göre; karbondioksit eşdeğeri metrik ton ölçüsünde gösterilen gazlar içinde karbondioksit salınımı en yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Bu yükselişi sırasıyla Metan, Diazotmonoksit ve Hidroflorokarbonlar (HFCs), Sülfürhekza florür (SF₆), Perflorokarbonlar (PFCs) izlemiştir.

Sera gazları temelde; “fosil yakıtların yanması (enerji ve çevrim), sanayi (enerji ilişkili ve kimyasal süreçler, çimento üretimi, vb. gibi enerji dışı), ulaştırma (kara ve hava taşıtları, deniz taşımacılığı, vb. gibi), arazi kullanımı değişikliği, katı atık yönetimi ve tarımsal (enerji ilişkili ve anız yakma, çeltik ekimi, hayvancılık, gübreleme gibi enerji dışı)” faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Geçmiş 150 yıl içinde, “fosil yakıt tüketimi ve çimento üretiminden 265 milyar ton (Gt), arazi kullanım değişikliğinden 124 Gt olmak üzere toplam 389 Gt karbon” atmosfere salınmıştır. Bu salınımın; “214 Gt’u karasal ekosistemler ve okyanuslar” tarafından geri alınmış, atmosferde “175 Gt Karbon fazlalığı” oluşmuştur. Her yıl insan kaynaklı net 3,2

milyar ton karbon atmosfere katılmaktadır. Bunda en büyük pay, enerji üretimi için fosil yakıt tüketimi ve sanayi üretimine aittir (DPT İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2000: 3).

Sera gazlarının sektörel bazda küresel salınımları şekil 5’de gösterilmektedir.

Şekil 5: Sektörel Bazda Küresel Sera Gazı Salınımları



Kaynak: EPA, Climate Change Indicators. <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data#Sector>. Erişim Tarihi: 30.10.2016.

Şekil 5’e göre; bu salınımlar içinde en büyük pay % 25 ile elektrik ve ısı üretimi sektörüne aittir. Bunu sırasıyla tarım, ormancılık (% 24), Endüstri (% 21), ulaştırma (% 14), diğer enerji kullanımı (% 10) ve inşaat (% 6) takip etmektedir.

Tablo 9’da ise; hizmet, ulaştırma, imalat ve tarım sektörleri bazında sera gazı kaynakları ve bunların azaltılması için yapılması gerekenler gösterilmektedir.

Tablo 9: Sektörlere Göre Sera Gazı Kaynakları ve Azaltma Yöntemleri

Sektör	Sera Gazı Kaynakları	Yapılması Gerekenler
Hizmet Sektörü	- İklimlendirme Araçları, - Elektrik tüketimi, - Fırınlarda biyokütle yanması vb.	- Çevreci bina tasarımı, - Enerji verimliliğin artırılması ve kayıpların azaltılması, - Binalarda güneş enerjisi sistemlerin yaygınlaştırılması, - Toplu yerleşimlerde dağıtılmış güç jeneratörü uygulamalarının yaygınlaştırılması
Ulaştırma Sektörü	- Fosil yakıt tüketimi	- Hibrit araçların yaygınlaştırılması, - Hafif yapı malzemelerinin kullanımının artırılması, - Doğrudan enjeksiyonlu benzin ve dizel motorlarının yaygınlaştırılması, - Otomotiv yakıt hücrelerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, - Biyoyakıtların yaygınlaştırılması, - Deniz taşımacılığında verimliliğin artırılması, - Kamyon taşımacılığında, turbo dizel motorlu kamyonların yaygınlaştırılması
İmalat Sanayi	Metal ve özellikle demir, çelik ve alüminyum üretimini içeren enerji yoğun ya da ağır sanayiiler, rafineriler, kâğıt hamuru ve kâğıt, temel kimyasallar (azotlu gübreler, petrokimyasallar ve klorin, vb.) ve basta çimento olmak üzere metal-dışı mineraller. Düşük enerji yoğun sektörler, gıda, içecek ve tütün üretimini, tekstil üretimini, odun ve odun üretimini, matbaa ve yayıncılığı, hassas kimyasallar ve metal işleme sanayiini (otomobilleri, elektronikleri ve çeşitli aletleri) içermektedir.	- Yakıt dönüşümünün yaygınlaştırılması, - Yenilenebilir enerji kullanımının artırılması, - CO₂'nin tutulması, - Malzeme verimliliğinin iyileştirilmesi, - Enerji verimliliğinin ve tasarrufunun artırılması.
Tarım Sektörü	Tarımın insan kaynaklı sera gazı salımlarına katkısı %20'nin üzerindedir. Bunlar: - Çiftliklerde kullanılan fosil yakıtlardan ve esas olarak ormansızlaştırma ve tarımsal üretim ile toprak işleme tekniklerindeki değişimden kaynaklanan CO₂; - Çeltik tarlalarından, arazi kullanımı değişikliklerinden, biyokütle yanmasından ve hayvansal atıklardan kaynaklanan CH₄; - Esas olarak işlenen tarım topraklarında kullanılan azotlu gübrelerden ve hayvansal atıklardan kaynaklanan N₂O.	- Yönetim tekniklerinin güçlendirilmesi, - Ürün artıklarının ve hayvan atıklarının değerlendirilmesi, - Yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, - Bilimsel ve teknolojik gelişmelere ve yeniliklere yönelik çiftçilerin desteklenmesi

Kaynak: <http://www.kto.org.tr/d/file/sera-gazi-emisyonu.pdf>. Erişim Tarihi: 30.10.2016.

Karbon ayak izi; insan eylemlerinin; ölçülen ve üretilen sera gazı miktarının çevreye verdiği zararın karbondioksit karşılığı ölçüsünü ifade etmektedir. Birimi “kg.CO₂-eşdeğer” veya “ton.CO₂-eşdeğer”dir. “Karbon ayak izi” örgütlerin; yasal

zorunluluklar, kurumsal sosyal sorumluluk, müşteri veya yatırımcı talepleri, pazarlama ve kurum imajı, zorunlu veya gönüllü sera gazı salınımı azaltımı ve de salınım ticaret mekanizmalarına katılım amacıyla hesaplanmaktadır (Bekiroğlu, 2011: 6). Ülkelerin ise; “Karbon Ayak İzi” ve biyolojik kapasite sonuçları “Küresel Ayak İzi Ağı (Global Footprint Network)” tarafından yıllık olarak hesaplanmaktadır. “Küresel Ayak İzi Ağı”, her yıl dünya çapında 200’den fazla ülkenin biyolojik kapasite talebini ölçmekte ve ulusal ayak izi hesaplarını yayınlamaktadır (www.footprintnetwork.org).

Karbon ayak izi 2 farklı kategoride incelenmektedir. Bunlar (Bekiroğlu, 2011: 6- 7); “Kişisel Karbon Ayak İzi” ve “Kurumsal Karbon Ayak İzi”dir.

“Kişisel Karbon Ayak İzi”: İnsan etkinlikleri sırasında doğaya salınan gazların kişisel olarak miktarını gösteren ölçütdür. Bunun hesaplanmasındaki amaç; bireysel bilinci oluşturarak salınımların azaltımına bireylerden başlamaktır. Çünkü örgütlerin de temelinde insan yer almaktadır. “Kişisel Karbon Ayak İzi” 2 ana parçadan oluşmaktadır. Bunlar;

- “Birincil Karbon Ayak İzi”: Bireylerin evlerinde tükettiği elektrik, yakıt ve (araba, uçak gibi) yolculuklara bağlı fosil yakıt kullanımının yaratmış olduğu CO₂ salınımlarının ölçüsüdür.
- “İkincil Karbon Ayak İzi”: Bireylerin kullandıkları ürünlerin tüm yaşam dönemini yani, tasarımından en son doğada kayboluncaya kadarki süreçte gerçekleşen dolaylı CO₂ salınımlarının ölçüsüdür.

“Kurumsal Karbon Ayak İzi”: Kurumların faaliyetlerine bağlı salınımları gösteren kavramdır. “Kurumsal Karbon Ayak İzi” 3 ana parçadan oluşmaktadır. Bunlar;

- “Doğrudan Karbon Ayak İzi (Scope- 1)”: (ısınma veya üretim prosesi için) kullanılan fosil yakıtlar ve sahip olunan araçların tükettiği fosil yakıtların neden olduğu salınımlardır.
- “Dolaylı Karbon Ayak İzi (Scope- 2)”: tüketilen elektrik enerjisinin neden olduğu salınımlar, dışarıdan satın alınan buhar, soğutma veya sıcak suya bağlı salınımlardır.
- “Diğer Dolaylı Karbon Ayak İzi (Scope- 3)”: kullanılan ürünleri (örneğin hammaddeden reklam amaçlı broşürlere kadar), aldıkları taşeron

faaliyetlerine, kurumun kiralık araçlarının kullandığı yakıtlara, kurum çalışanlarının iş amaçlı kara, deniz ve hava ulaşımına bağlı tüm salınımlardır.

Genel olarak değerlendirildiğinde; insan kaynaklı sera gazı salınımlarının temelini fosil yakıt tüketimi ve ormansızlaştırma oluşturmaktadır. İnsan kaynaklı salınınının doğadaki dengeyi bozmasından ve ekosistemin yok edebildiğinden daha fazla karbonun atmosfere salınmasından dolayı hızla önem kazanan iklim değişikliği ve küresel ısınma bu yönüyle ülkelerin gündeminde yer almaktadır. Dolayısıyla; karbon salınınının yönetilmesi, gerek mikro düzeyde kurumların gerekse makro düzeyde ülkelerin sorumluluk alanına girmektedir.

2.1.2. Karbon Salınımı Yönetiminin Önemi ve Amacı

İlk olarak Fransız matematikçi ve fizikçi Joseph Fourier (1768- 1830) tarafından atmosferin yerküreye gelen güneş ışınımından bir kısmını geri yansıtırken uzun dalgalı ışınimleri yakalayıp yeryüzüne geri yansıttığı ortaya koyulmuştur. Bu fikirden hareketle İsveçli bilim adamı Svante Arrhenius (1859-1927) atmosferdeki CO₂ içeriğini ölçerek, sanayi devrimiyle artan fosil yakıt tüketiminin atmosferi değiştirecek düzeyde CO₂ salınımına neden olduğunu, böylece iklimlerin değişeceği savını ortaya koymuştur (Labatt ve White, 2007: 3). 1800’lü yılların sonunda ortaya atılan bu bilimsel sav daha sonra; “Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)” öncülüğünde 1979’da düzenlenen “Birinci Dünya İklim Konferansı”nda dünya ülkelerinin dikkatine sunulmuş ve aşağıdaki gibi özetlenmiştir (DPT İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2000: 12):

“Toplumun, ana enerji kaynağı olarak fosil yakıtlara olan uzun süreli bağımlılığının ve ormansızlaşmanın gelecekte de sürmesi durumunda, atmosferdeki karbondioksit birikimi büyük ölçüde artabilecek gibi görünmektedir. Bu bilgiler ışığında; CO₂ birikimindeki bu artışın küresel iklimde önemli ve olasılıkla da uzun süreli değişikliklere yol açabileceği beklenmektedir. İnsan etkisiyle atmosfere eklenen CO₂’nin, atmosferden insan etkinlikleriyle uzaklaştırılması yavaş gelişen bir süreçtir ve bu nedenle artan CO₂ birikiminin iklimsel sonuçları da uzun bir süre etkili olmaktadır.”

Bu bakış açısıyla; sera gazı salınımlarının devam etmesinin, ısınmaya ve uzun süreli devamında iklim sisteminde şiddetli değişiklikler meydana getireceği, insanlar ve ekosistemler için yaygın ve geri döndürülemez etkiler yaratacağı endişesiyle, iklim değişikliğinin sınırlandırılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Böylece; iklim değişikliği risklerini yönetebilmek için, sera gazı salınımlarını sınırlandıran önemli azaltım ve adaptasyon (uyum) uygulamalarının sürdürülebilirliğinin sağlanması gündeme gelmiştir (IPCC, 2015: 8).

Bireysel olarak salınımların azaltılmasında etkinliğin sağlanamayacağı varsayımıyla ve sera gazlarının zaman içinde birikebilme özelliği nedeniyle iklim değişikliği konusunun küresel ve kolektif bir eylem olarak ele alınması gerekliliği doğmuştur. Herhangi bir birimin (örneğin, birey, toplum, şirket, ülke) tarafından salınımların bütünsel olarak değerlendirilmesi gerekliliği nedeniyle, uluslararası işbirliği de dâhil olmak üzere, tüm çabaların, sera gazı salınımlarını etkili bir şekilde azaltması ve diğer iklim değişikliği konularına eğilmesi gerekmiştir (IPCC, 2015: 76).

WMO öncülüğünde gerçekleştirilen “2. Dünya İklim Konferansı”nda, ana konusu iklim değişikliği ve sera gazları olan “Bakanlar Deklarasyonu”, aralarında Türkiye’nin de bulunduğu 137 ülke tarafından onaylanmıştır. Haziran 1992’de Rio’da gerçekleştirilen “Dünya Zirvesi”nde imzaya açılan ve Mart 1994’te yürürlüğe giren “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)”ne, bugüne kadar yaklaşık 197 ülke taraf olmuştur ([http://unfccc.int/essential_background /items/6031.php](http://unfccc.int/essential_background/items/6031.php)). Sözleşme’nin amacı, “İklim sistemindeki insan kaynaklı bozulmaları önlemek için atmosferdeki sera gazı seviyesinin dengelenmesidir” (BMİDÇS, Md. 2). Sözleşmede, “ülkelerin ortak fakat farklı sorumlulukları, ulusal ve bölgesel kalkınma öncelikleri, amaçları ve özel koşulları dikkate alınarak, tüm taraflara insan kaynaklı sera gazı salınımlarının azaltılması, iklim değişikliğinin önlenmesi ve etkilerinin azaltılması vb. alanlarda ortak yükümlülükler” getirilmiştir. (Türkeş, 2001: 14- 16). Bu yönüyle sözleşme, “insan kaynaklı sera gazı salınımlarının küresel düzeyde azaltılmasını sağlayabilecek en önemli hükümetler arası çaba” olarak görülmelidir.

BMİDÇS’nin yürürlüğe girmesinden 3 yıl sonra 1997 yılında 3. Taraflar Konferansı (COP 3) Japonya’nın Kyoto şehrinde gerçekleştirilmiştir. Konferansta,

BMİDÇS'nin ortaya koyduğu sera gazı salınımlarının azaltılmasına ilişkin yükümlülüklerin uygulanmasını açıklayan “Kyoto Protokolü” imzaya açılmıştır ve son olarak Rusya Federasyonu’nun 18 Kasım 2004’de onaylamasıyla “Kyoto Protokolü” 16 Şubat 2005’de fiilen yürürlüğe girmiştir. Türkiye’nin de onayladığı Protokole son olarak 192 ülke ve AB taraftır (http://unfccc.int/kyoto_protocol/status_of_ratification/items/2613.php).

“Kyoto Protokolü” temelde “taraf olan ülkelerin sera gazı salınımlarını azaltmaları için yerine getirmesi gereken yükümlülükleri” belirlerken ülkelere salınımlarındaki azaltım taahhütlerini yerine getirebilecekleri ticaret uygulamaları önermektedir. Böylece ticaret edilebilir yeni bir ürün ortaya çıkmıştır. Genel olarak karbondioksit sera gazlarının en önemlisi olmasından dolayı bu ticaret karbon piyasası olarak adlandırılmaktadır (http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/emissions_trading/items/2731.php). Ayrıca ticaret mekanizmalarının yanı sıra; taraf olan ülkeler, insan kaynaklı sera gazı salınımlarının ve yutaklarının envanterini çıkartıp kayıt altına alarak her yıl bildirmekle yükümlü kılınmaktadır. Bu envanterlerin uzman gözden geçirme ekiplerince rehber ilkelere uygun olarak gözden geçirilecek (Kyoto Protokolü, Md.7-8) olması da sera gazı salınımlarının yönetiminin önemini daha da önemli duruma getirmiştir.

Kyoto Protokolü; taahhüt dönemlerinin sınırlılığı, yaptırımların belirsizliği ve son süreçte ABD’nin taraf olmaması, “Kanada ve Japonya” gibi ülkelerin hedeflerini tutturamamaları nedeniyle protokolden çekilmeleri nedeniyle işlevsiz kalmıştır. 2015 sonunda düzenlenen “21. Taraflar Konferansı”nda (COP21) ortaya çıkan “Paris Anlaşması” gündeme gelmiştir. Kyoto Protokolü’nün taahhüt dönemlerinin bittiği 2020 sonrası yeni iklim rejimini şekillendirecek bu anlaşma ile “bağlayıcılığı daha zayıf olan ve ülkelerin ortak kararlar geliştirdikleri sorumlulukları oranında değil, kendi verdikleri gönüllü katkılara dayanan bir dönem” ortaya çıkmıştır (http://iklimadaleti.org/i/upload/Paris_Anlasmasi-ISBN-978-605-83799-1-6.pdf).

Paris Anlaşması, 196 ülke tarafından kabul edilmiş küresel bir anlaşmadır. 2020 yılından sonra uygulanacağı öngörülen anlaşma gerekli çoğunluğun sağlanması ile 4 Kasım 2016 tarihinde resmi olarak taraf olan 100 ülkenin katılımıyla yürürlüğe girmiştir (<http://newsroom.unfccc.int/unfccc-newsroom/100-countries-ratify-paris/>).

Kyoto Protokolü'nden tamamen farklı bir iklim rejimi yansıtacak olan anlaşma, klasik bir çevre anlaşmasından farklı olarak sadece salınım hedefi dışında sürdürülebilir kalkınma, insan hakları, kitlesel göçler ve karbonsuzlaşma konularını daha esnek kurallarla ele almaktadır. “Ortak ancak farklılaştırılmış sorumluluklar” ifadesiyle taraf ülke sorumluluklarını yeniden çerçeveleştirip (Kıvılcım, 2015: 1) Kyoto Protokolü esneklik mekanizmalarına alternatif bir “Sürdürülebilir Kalkınma Mekanizması” önererek sera gazı salınımları azaltılırken sürdürülebilir kalkınmanın da desteklenmesi vurgulanmaktadır (Karakaya, 2016: 9, Paris Anlaşması Md. 6).

İktisadi açıdan ele alındığında ise; sera gazı salınımları üzerinde etkili birçok etmen bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri; nüfus artışı, büyüme, enerji yoğunluğu, CO₂ yoğunluğu, enerji çevrimi etkisi ve fosil yakıt yoğunluğu olarak sıralanabilir (Hamilton ve Turton, 2002: 65). İklim değişikliği açısından, karbon salınımının azaltılması bu etmenlerden “birinin, birkaçının ya da hepsinin birden” azaltılmasını gerektirmektedir. Uygulamada ülkelerin GSYİH'sını (ekonomik büyüme) azaltması söz konusu olmayacağına göre, diğer etmenler üzerinde yoğunlaşmak gerekmektedir. Bunların arasında en önemlisi ve en etkili enerji yoğunluğu ve CO₂ yoğunluğunu azaltmak olacaktır. Buna göre; ekonomik büyüme sonucu ortaya çıkacak CO₂ artışı ancak, enerji ve salınım yoğunluklarını azaltmaya yönelik uygulanacak kapsamlı politikaların belirlenmesiyle gerçekleştirilebilir (Karakaya ve Özçağ, 2003: 12- 14). Dolayısıyla; büyük bir yoğunluğu enerji üretimi ve kullanımıyla ilişkili olan sera gazı salınımlarının, ileri teknoloji öngörülerine dayanan yeni teknolojilerin çoğunun, fosil yakıt enerji çevriminin ya da elektrik kullanımının verimliliğini iyileştirme ve düşük ya da sıfır karbonlu enerji kaynaklarının geliştirilmesine odaklanması gerekmektedir (Türkeş, 2003: 271).

Tüm bu gelişmelerin yanı sıra düzenlenen uluslararası etkinlikler, artmakta olan karbon salınımının, küresel iklim sistemi ve bölgesel iklimler üzerindeki etkilerini ve bu etkilerin sosyoekonomik sonuçlarının araştırılması gerektiğini pekiştirmiştir. Çok sayıda bilim adamının katıldığı çalışma toplantıları, seminerler ve sempozyumlar, yalnızca 1979'daki düşünceleri kuvvetlendirmekle kalmamış, küresel ısınmanın ortaya çıkardığı tehdit konusunda dünyada örneği çok az görülen bilimsel bir uzlaşma ortamı oluşturmuştur (DPT İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2000: 12). Dolayısıyla; kurumlardan bireylere toplumun tüm kesiminin

karbon salınımını azaltım hedefine yönelik yaşam standardında değişime gitmesi gerekliliği doğmuştur (Ratnatunga ve Blachandran, 2009: 334). Bu ortak çabalar karbon salınımının önemine dikkat çekerek, temel fen bilimlerinin ve sosyal bilimlerin farklı alanlarını bu konuda çalışmalar yapmaya yöneltmiştir. Karbon salınımının yönetiminde ekonomik ve sosyal açıdan farklı bakış açılarıyla çözümler aranmakta ve yazında yer bulmaktadır.

Karbon salınımının öneminin anlaşılması ve bunun nasıl yönetileceği çalışmanın temelini oluşturmaktadır. Uluslararası örgütlerin de gerek baskısı gerekse işletmelerin bireysel sorumluluk tutumlarıyla değerlendirdiği karbon konusu, oluşturduğu maliyetler açısından işletmelerin dikkatini çekmektedir. Bu bakış açısıyla; karbon maliyetlerinin ne olduğu, bu maliyetlerin ve sonuçlarının işletme kararlarını nasıl etkileyeceği sorusu çalışmanın ana konusudur. Dolayısıyla; kurumsal düzeyde ele alındığında karbon salınımının yönetimi, gerek gönüllü olarak sosyal sorumluluk anlayışıyla gerekse bir takım zorunlu mevzuatlar gereğince işletmelerin gündeminde yer almaktadır. İşletmenin iç ve dış paydaşlarının bilgi gereksinimine bağlı olarak karbon salınım bilgilerinin toplanması, analiz edilmesi ve raporlanarak ilgili taraflarca kullanımı farklı mevzuatların gereği olarak karşımıza çıkmaktadır. Muhasebesel açıdan değerlendirildiğinde ise; işletmelerin üretim ve tüketim faaliyetlerindeki her bir üretim ve tüketimin çevre üzerindeki etkisinin belirlenebilmesi ve bu etkilerin neden olduğu maliyet ve giderlerin doğru saptanabilmesi için gerekli uygulamalar ön plana çıkmaktadır.

2.2. KARBON MUHASEBESİ UYGULAMALARI

Faaliyetlerinin türüne göre işletmeler sürekli olarak çevre ile etkileşim içindedirler. Bu etkileşim gerek hammadde olarak doğal kaynak girdileriyle gerekse atık ve salınımlar olarak çıktılarla sürekli bir döngü oluşturmaktadır. Sera gazı salınımları da ele alındığı üzere çevresel etkiler arasında en önemlilerinden biri olarak dikkat çekmektedir.

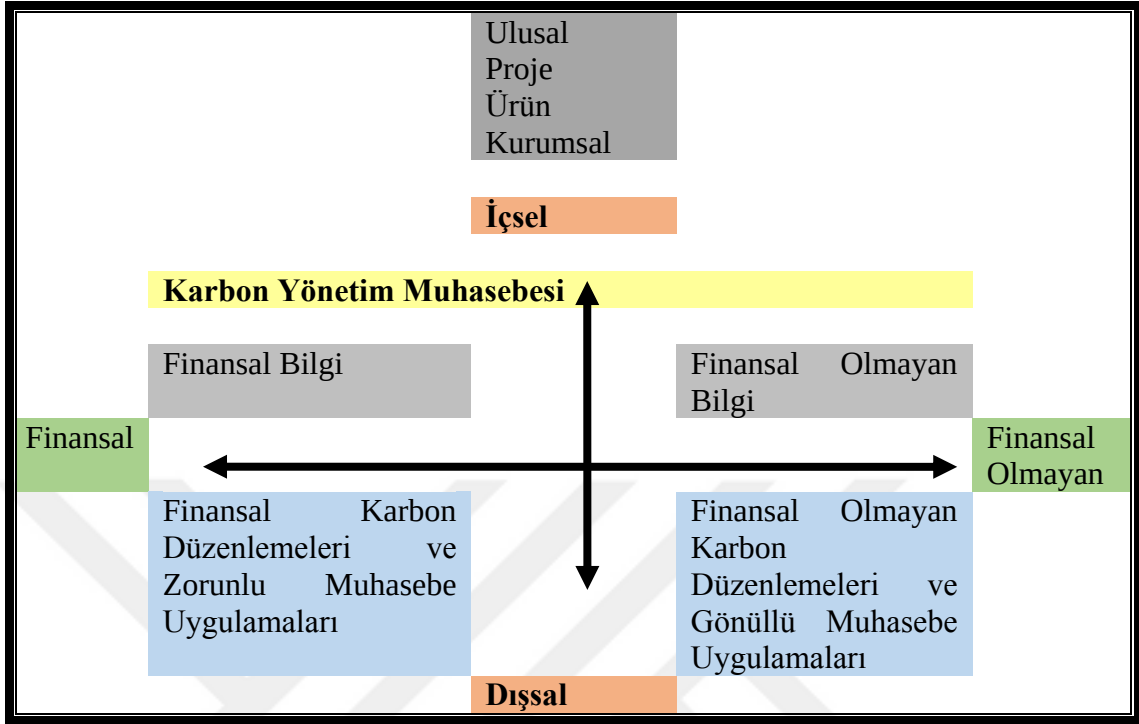
Sanayileşme sürecinin bir sonucu olarak; doğanın kirlenebilir, doğal kaynakların tükenebilir ve doğal dengenin bozulabilir olduğunun fark edilmesiyle (Özbirecikli, 2002: 23) ulusal ve uluslararası düzeyde pek çok kuruluş tarafından farklı mevzuatlar ve düzenlemelerle toplumun ve işletmelerin çevre konularına

dikkati çekilmiştir (Gray ve diğerleri, 1995: 211- 212). Bu düşüncenin ürünü olarak da çevre muhasebesi ayrı bir uzmanlık muhasebesi türü olarak yazındaki yerini almıştır. “Yeşil muhasebe” olarak da ifade edilen “çevre muhasebesi” en genel anlamıyla; “çevresel kaynakların kullanımı ve bu kaynakların kullanımı sonucu doğacak etkilerin muhasebesi” olarak tanımlanmaktadır (Özbirecikli, 2002: 23). Karbon muhasebesi ise; çevre muhasebesi veya sürdürülebilirlik muhasebesinin bir parçası olarak değerlendirilmektedir (Burritt ve diğerleri, 2011: 80, Shaltegger ve Csutora, 2012: 1). Hem doğa bilimcileri hem de finansal analistler tarafından farklı kapsamda kullanılan (Stechemesser ve Guenther, 2012: 17) karbon muhasebesi kavramı; muhasebe yazınında, finansal ve finansal olmayan bilgi içeriği bakımından farklı ifadelerle kullanılmaktadır (Stechemesser ve Guenther, 2012: 21). Bunlardan bazıları; Karbon Yönetim Muhasebesi (Burritt ve diğerleri, 2011: 80), Karbon Stratejik Yönetim Muhasebesi ve Karbon Stratejik Maliyet Yönetimi (Ratnatunga ve Balachandran, 2009: 337- 342), İklim Muhasebesi (Shaltegger ve Csutora, 2012: 1), Karbon Maliyet Muhasebesi, Karbon Salınım ve Tutulma Muhasebesi (Ratnatunga, 2007a: 1- 8), Karbon Salınım Muhasebesi, Karbon Denkleştirme Muhasebesi ve Karbon Akış Muhasebesi (Stechemesser ve Guenther, 2012: 21) şeklinde sıralanabilir.

En genel kapsamıyla “karbon muhasebesi”; işletme faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı salınımlarının azaltılması ve çevresel etkilerinin kaynağının ne olduğu hakkında bilgiler sunarak ve söz konusu etkilerin miktar olarak belirlenmesinde yardımcı olmaktadır (Vargün ve diğerleri, 2015: 17).

Stechemesser ve Guenther (2012) çalışmasında karbon muhasebesi konusunda yayımlanmış 129 makaleyi inceleyerek karbon muhasebesi kapsamını dört düzeyde gruplandırmıştır. Şekil 6’da bu gruplandırma gösterilmektedir.

Şekil 6: Karbon Muhasebesi



Kaynak: Stechemesser ve Guenther, 2012: 34'den yararlanılarak oluşturulmuştur.

Şekil 6'daki bu sınıflandırmaya göre; karbon muhasebesi ve karbonla ilgili alınacak kararlar ulusal, proje, ürün ve kurumsal olarak dört düzeyde farklılaşabilmektedir. Finansal zorunlu ve gönüllü karbon düzenlemeleriyle finansal olmayan zorunlu ve gönüllü düzenlemeler ise iki ayrı yöndeki boyutu oluştururken, bilginin içsel ve dışsal olma özelliği ise diğer boyutlarını oluşturmaktadır. Ulusal düzeyde karbon muhasebesi, ülkelerin, yerel bölgelerin ya da şehirlerin karbon salınımı uygulamalarını kapsamaktadır. Proje düzeyindeki karbon muhasebesi ise; daha çok finansal özellik taşımakta ve karbon ticareti, karbon denkleştirme ya da azaltma kredileri için gerçekleştirilen projeleri temel almaktadır. Ürün düzeyinde karbon muhasebesi, ürün sürdürülebilirliğini göstermek amacıyla gerçekleştirilen değer zinciri analizi, yeşil tedarik zinciri yönetimi ve ürünün yaşam boyu maliyetlemesi konularını kapsamaktadır. Kurumsal düzeyde karbon muhasebesi ise; işletmelerin faaliyetlerine bağlı salınımlarının zorunlu ve gönüllü olarak ölçülmesi, ortaya çıkarılması ve raporlanmasını ele almaktadır (Stechemesser ve Guenther, 2012: 27- 34).

Genel olarak değerlendirmek gerekirse; karbon muhasebesi, maliyet yönetiminin ve yönetim muhasebesinin birçok öğesinin anlaşılmasının yanı sıra, iktisat ve işletme finansı konularının da bütünleşik olarak ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Karbon kredilerinin talep ve arzında, gerekli izinlerin alınmasında, ilgili finansal araçların fiyatlandırılmasında, finansman, maliyet ve risk analizlerinde, kurumsal itibar yönetiminde, nakit akışlarında ve işletme değerlemesinde, sermaye dağıtımında, finansal raporlamada ve karbon salınımlarıyla ilişkili ticari işlemlerin tümünde karbon muhasebesi uygulamalarına gereksinim duyulmaktadır. Ayrıca; karbon salınımına ilişkin dolaylı ve doğrudan vergi uygulamaları ve karbon ticaretindeki transfer fiyatlandırması uygulamaları da karbon muhasebesinin konusunu oluşturmaktadır (Ratnatunga ve Balachandran, 2009: 336). Dolayısıyla; karbon muhasebesi; işletme faaliyetlerine ilişkin ayrıntılı verilerin toplanması, karbon aya izinin diğer bir ifade ile karbon salınımının hesaplanması ve salınım etmenlerinin işletme verilerindeki etkisinin ölçülerek raporlanmasıdır.

Muhasebe, karar vericilerin amaçlarına ulaşması için bilgi üreten bir sistem olmakla beraber, karar vericilerin amaç ve hedeflerinin belirlenmemiş olması durumunda önemli bir sorun haline gelebilmektedir. Bu nedenle; muhasebe bilgisi, hedef aldığı birey ya da örgütlerin hangi faaliyetlerde bulunacakları ve amaçlarının ne olacağı konusu ile de ilgilenmektedir. Bu yönüyle muhasebe yalnızca amaçlara ulaşmaya hizmet eden bir araç değil aynı zamanda bu amaçların belirlenmesine yönelik hizmet eden bir sistemdir (Kısakürek ve Pekcan, 2005: 119). Bu yaklaşımlar ve gelişmeler dikkate alındığında hazırlanan bilgiler açısından Muhasebe Bilgi Sistemi, Finansal Muhasebe Sistemi- FMS ve Yönetim Muhasebesi Sistemi- YMS olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Diğer taraftan bu ayrımın; günümüzde giderek birbirine yakınlaştığı ve finansal muhasebe sistemi ile yönetim muhasebesi sisteminin kesişim alanının yani ortak çalışma alanının giderek yakınsandığını söylemek mümkündür.

Özellikle finansal raporlamada meydana gelen değişimlerin ve gelişmelerin yönetim muhasebesi uygulamalarını stratejik yönetimin bir parçası durumuna getirmesi bu iki sistemi birbirine daha da yakınlaştırmıştır. Günümüzde teknolojinin gelişiminin etkisiyle bilgi paylaşımının daha fazla önem kazanması dış bilgi kullanıcılarının dikkatini finansal ve finansal olmayan bilginin ayrıntılı olarak

sunulmasına çekmiştir. Bu durum işletmeleri yatırımcıların dikkatini çekmek için daha ayrıntılı yönetim muhasebesi uygulamaları yapmaya yöneltmiştir. Sürdürülebilirlik muhasebesi ve karbon muhasebesi de bunun en önemli örneklerindendir.

Çalışmanın bu bölümünde karbon muhasebesi uygulamaları finansal muhasebe ve yönetim muhasebesi uygulamaları kapsamında kısaca değerlendirilmektedir. Karbon salınımlarına ilişkin maliyet muhasebesi uygulamaları ise; hem yönetsel kontrol hem de finansal uygulamalar açısından önem taşımakta ve çalışmanın ana konusunu oluşturduğundan ayrıca ele alınmaktadır.

2.2.1. Karbon Finansal Muhasebe

İklim değişikliğiyle ilgili yaşanan en önemli gelişmelerden birisi Kyoto Protokolü ve protokolle gündeme gelen karbon ticareti, karbon borsaları, iklimlendirme finansal araçları, Avrupa Birliği Salınım Ticareti Sistemi (AB ETS) ve dolaylı ve doğrudan karbon vergisi gibi uygulamalarla muhasebe uygulamaları açısından yapılması gerekenler tartışma konusu olmuştur (Ratnatunga, 2007a: 1, Stechemesser ve Guenther, 2012: 21, Ratnatunga ve Balachandran, 2009: 336).

Mevcut finansal muhasebe çerçevesinde küresel iklim değişikliğindeki hareketlerin takip edilmesini sağlayacak bilgiler yeterli olmamaktadır. Bunun en önemli nedeni; karbon kaynakları ve yutaklarının finansal olmayan bilgiyi içermesidir (Ratnatunga, 2007b: 3). Diğer taraftan; “Uluslararası Finansal Raporlama Standartları (IFRS)” ya da “Amerikan Genel kabul Görmüş Muhasebe İlkeleri (US-GAAP)” de karbon salınım hakları ve izinleri (permit) konusunda herhangi açıklayıcı bir standart veya yorum bulunmaması yazında ve uygulamada farklı yaklaşımlarla karşılaşılmasına neden olmaktadır. Özellikle salınımların hangi varlık olarak ele alınacağı, stok mu, yoksa maddi olmayan duran varlık olarak mı değerlendirileceği, kayıtlarda değerin maliyet bedeliyle mi yoksa gerçeğe uygun değerle mi gösterileceği tartışılmaktadır. Bununla birlikte; karbon salınımlarının gelecekte doğuracağı yükümlülüklerin de IFRS ve US- GAAP açısından değerlendirilmesi ve tahminlenmesi gerekmektedir (Stechemesser ve Guenther, 2012: 33). Dolayısıyla; karbon muhasebesi, karbon azaltımı sonucu edinilen sertifikalardan doğan hakların ve destek olunan projelere yönelik olarak hesaplanan yükümlülüklerin maddi değere

dönüştürülmesi ve karbon ticareti sonuçlarının buna göre raporlanması gerekmektedir. Bu doğrultuda muhasebe sürecinde karbon salınımına ilişkin hak ve yükümlülüklerin işlemin özüne uygun olarak kaydedilmesi ve raporlanması önem taşımaktadır (Vargün ve diğerleri, 2015: 17).

Karbon bilgilerinin finansal tablolara aktarılmasına yönelik “Uluslararası Muhasebe Standartları Kurulu (International Accounting Standards Board - IASB)”nın “Uluslararası Finansal Raporlama Yorum Komitesi (International Financial Reporting Interpretations Committee - IFRIC)” salınım haklarının uygulamadaki “muhasebe standartları” açısından nasıl uygulanacağını açıklayan “IFRIC 3 Emisyon Hakları ile ilgili yorumu” geliştirmiştir. 2005 Ocak ayındaki “Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Planı”na hazır olması için Aralık 2004’de tamamlanan “IFRIC 3” IASB’nin almış olduğu ani bir karar ile Temmuz 2005’te geri çekmiştir (IASB, 2005: 1). Dolayısıyla IFRS uygulamalarında; “IAS 8 Muhasebe Politikaları, Muhasebe Tahminlerinde Değişiklikler ve Hatalar Standardı”nda yer alan “işlemler, olaylar ve koşullarla ilgili belirli bir IAS/IFRS bulunmuyorsa, işletme yönetimi muhasebe politikasının geliştirilmesi ve uygulanması ile ilgili olarak alacağı kararlarda sonuca ilişkin bilgilerin; finansal tablo kullanıcılarının ekonomik karar verme gereksinimlerinin uygun ve güvenilir nitelikte olmasını sağlamalıdır ifadesinden yola çıkarak, 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 almalıdır. Ayrıca işletme yönetimi, 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 yazınını ve kabul görmüş sektör uygulamalarını da göz önüne alabilir” (IAS 8, Paragraf 10-11-12). Bu bağlamda mevcut standartlar açısından karbon salınım işlemleri; “IAS 2 Stoklar, IAS 20 Devlet Teşviklerinin Muhasebeleştirilmesi ve Devlet Yardımlarının Açıklaması, IAS 37 Karşılıklar, Koşullu Borçlar ve Koşullu Varlıklar, IAS 38 Maddi Olmayan Duran Varlıklar ve IAS 39 Finansal Araçlar, Muhasebeleştirme ve Ölçme” kapsamında değerlendirilebilir (ACCA, 2010: 14).

Karbon işlemlerinin kaydedilmesine ilişkin ortak bir muhasebe standardı bulunmamakla birlikte, bu bilgilerin finansal tablolara aktarımına yönelik olarak farklı özellikte üç temel yaklaşım ele alınmaktadır. Bunlar (Durgut, 2015: 28- 30, Dokumacı, 2010: 26- 30, Eurelectric, 2013: 6- 10):

- IFRIC 3 Yaklaşımı: “Hükümet Teşvik Yaklaşımı” olarak da adlandırılmaktadır. Temelde IFRIC 3 yorumunu dikkate alan bu yaklaşım; piyasadan satın alınan veya hükümetin tahsis ettiği salınım izinlerinin “IAS 38” kapsamında “maddi olmayan duran varlık” olarak kayda alınmasını ve sonrasında “maliyet bedeli” veya “yeniden değerlendirme” yöntemi ile değerlemesinde serbestlik tanımaktadır. İlk olarak izinler; gerçeğe uygun değer üzerinden muhasebeleştirilmekte, buna göre; “gerçeğe uygun değer” ile “ödenen değer” arasındaki fark “IAS 20”ye göre “devlet yardımı” olarak ele alınmaktadır. Finansal tabloda “ertelenmiş gelir” olarak yer alan bu “devlet yardımı”, ilgili salınım izninin süresine uygun (izin satıldığına veya elde tutulduğuna bakılmaksızın) sistematik şekilde gelir kaydedilmektedir.

- Net Yükümlülük Yaklaşımı: IFRS’nin “ölçümleme ve kayıt” altına almaya yönelik genel hükümlerine uygun olan bu yaklaşıma göre izinler, nominal değer üzerinden kayıt altına alınmakta ve “karşılık” “net yükümlülük” olarak finansal tablolara aktarılmaktadır. Tahsis edilen izinlerin nominal değeri üzerinden kayda alınması AB ETS katılımcılarının büyük çoğunluğu tarafından da kabul edilen bir yaklaşımdır. Devlet yardımı şeklinde verilen teşvikler IAS 20’de sunulan alternatif muhasebe uygulamalarına uygun olarak nominal değerden muhasebeleştirilmesi durumunda ilk kayıta izinler alındığı zaman, nominal değer sıfır olduğundan, ertelenmiş gelir veya varlık olarak kaydedilmemektedir. İşletmeye hibe edilen izinler karbon salınımının bir sonucu olarak meydana gelen herhangi bir yükümlülüğü karşılamak için kullanılmaktadır. Böylece işletme salınım yükümlülüğünü karşılayacak yeterli izinleri elde tuttuğu sürece girdilere gereksinim duymamaktadır. Net yükümlülük yaklaşımının en önemli özelliği yalnız bedel ödenen izinlerin kayda alınmasıdır. Bu bağlamda devlet tarafından verilen izinler ne maddi olmayan varlık ne de devlet yardımı şeklinde kayda alınmaktadır.

- Kalan Değer Yaklaşımı: İzinlerin maliyetinin önceden bilindiği varsayımı çerçevesinde IFRIC 3’ü esas alan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşıma göre verilen izinler

devlet yardımı ile birlikte gerçeğe uygun değerinden maddi olmayan varlık olarak muhasebeleştirilecektir. Kalan Değer Yaklaşımı'nda IFRIC 3 yaklaşımının aksine karşılıklar işletmenin yeterli miktarda izinleri varsa salınımların mukayyet değeri üzerinden yoksa açığı gidermek için gereksinim duyulan salınımların piyasa değeri üzerinden muhasebeleştirilmektedir.

Tüm bu yaklaşımlar kapsamında değerlendirildiğinde; karbon bilgilerinin finansal tablolara yansıtılmasında salınım izinleri, devlet yardımı ve kullanım karşılığı gibi üç farklı kalemden ortaya çıkmaktadır. Ulusal yazındaki çalışmalarda da söz konusu kalemlerin hangi hesaplarda gösterileceği ile ilgili görüş birliği de bulunmamaktadır. Örneğin, karbon bilgilerinin kaydedilmesinde Uyar ve Cengiz (2011), Karakoç (2012), Elitaş ve diğerleri (2014), Dokumacı (2010), Öker ve Adıgüzel (2013), Çankaya ve Şeker (2013) ve Durgut (2015) salınım izinlerini, devlet yardımını ve kullanım karşılıklarını karbon işlemlerine yönelik farklı hesap önerileriyle kayda almışlardır. Salınım izinlerinin kayda alınmasında bir grup “Haklar” hesabını önerirken, bir grupta stoklarda “Emisyon İzinleri” şeklinde kaydedilmesini önermektedir. Devlet yardımları ise; “Devlet Yardımları” olarak ayrı bir kaynak hesabında ya da “Ertelenmiş Gelir” hesabında önerilmektedir. Kullanım karşılığının ise; “Emisyon Kullanım Karşılığı” hesabı aracılığıyla çevresel bir maliyet doğuran salınımların “üretilen mal veya hizmetin” maliyetine “Genel Üretim Giderleri Hesabı”na aktarılması önerilmektedir (Durgut, 2015: 31- 33).

Sonuç olarak; karbon finansal muhasebe, gönüllü ve zorunlu uygulamalar kapsamında doğrudan ve/ veya dolaylı sera gazı salınımlarının finansal ve finansal olmayan etkilerinin değerlendirilmesi, kaydedilmesi, raporlanması ve denetim faaliyetlerini kapsamaktadır.

2.2.2. Karbon Yönetim Muhasebesi

Karbon finansın ve ticaretinin maliyet yönetimi ve yönetim muhasebesi teorisine etkisini inceleyen ve uygulama yönünü açıklayan birçok çalışma yazında yer almaktadır (Stechemesser ve Guenther, 2012: 31). Burritt ve diğerleri (2011) çalışmasında sürdürülebilirlik muhasebesinin bir alt dalı olarak değerlendirdikleri karbon yönetim muhasebesi uygulamalarını açıklayabilmek için 10 alman firmasıyla yüz yüze görüşme, anket ve saha çalışmaları gerçekleştirmişlerdir. Çalışmaya göre;

firmaların karbon yönetiminden beklentileri de farklılaşmaktadır. Bunlar; doğrudan tasarruf sağlayabilecekken salınım ticaret sertifikalarını satın almaktan kaçınmak, bazı enerji yatırımlarından tasarruf etmek, piyasada karbon sıfırlamış olarak rekabet üstünlüğü kazanmak (eko- etiket gibi) ve endüstriyel bir zorunluluk olarak salınımlarının azaltımını sağlamak ve buna ilişkin bilgileri açıklamak şeklinde sıralanmaktadır (Burritt ve diğerleri, 2011: 81).

Bu yönüyle karbon yönetimi muhasebesi, üç temel nedenden dolayı gündeme gelmektedir. İlk olarak; sağladığı bilginin niteliği karbon maliyetlerini ve yönetimini önemli kılmaktadır (şirketlerin karbon ayak izlerini ölçmelerine yardımcı olmak gibi). İkincisi; süreç karbon salınımlarının kurumsal dış raporlarda görünmeden önce işletme içinde standart niceliksel ölçüme tabi olmasını ve alınacak kararlara destek ve kontrole yardımcı olmasını sağlamaktadır. Üçüncüsü ise; dış paydaşların karbon bilgisine ve karbon yönetimine yoğunlaşmasıdır (Tsai ve diğerleri, 2012: 104). Dolayısıyla; karbon yönetim muhasebesi, işletmelerin iç ve dış bilgi kullanıcılarının alacakları kararlarda yardımcı olacak bilgileri sunan bir muhasebe sistemi olarak gündeme gelmektedir.

Karbon salınımlarının sınırlandırılması ve ticaretinin yapılabilmesi kurumların stratejilerini, finansal performanslarını ve değerlerini etkileyebilmektedir. Bu noktada stratejik maliyet yönetimi ve stratejik yönetim muhasebesi araçlarının, tekniklerinin ve uygulamalarının gereksinimi artmaktadır (Ratnatunga ve Balachandran, 2009: 337). (Ratnatunga, 2007a) çalışmasında; ICMA (Avustralya) Sertifikalı Yönetim Muhasebecileri Enstitüsü'nün düzenlediği sempozyum katılımcılarına odak grup çalışması yaparak 2003- 2007 yılları arasında sadece ICMA üyelerinin katıldığı ve 11 ülkede düzenlenen 31 sempozyumda 638 kişinin Kyoto Protokolü sonucu işletmelerinde karşılaştıkları durumlar ve muhasebe uygulamalarına ilişkin görüşlerini toplamıştır. Çalışma sonucunda maliyet ve yönetim muhasebesi alanlarında saptamalar yapılmıştır. Bu çalışmayı temel alan (Ratnatunga ve Balachandran, 2009: 337) karbon muhasebesini, “karbon stratejik maliyet yönetimi” ve “karbon stratejik yönetim muhasebesi” bağlamında bir bütün olarak incelemiş ve stratejik karbon yönetim muhasebesi sonuçlarını özetlemiştir. Buna göre işletmeler; işletme politikası, insan kaynakları yönetimi, pazarlama, ürün, fiyatlandırma, uluslararası ticaret, reklam, tedarik zinciri stratejileri ve performans

değerleme konusunda karbon stratejik yönetim muhasebesi uygulamalarını kullanmaktadır (Ratnatunga ve Balachandran, 2009: 345- 347).

Yönetim muhasebesi; finansal muhasebe uygulamalarının yanında işletmenin örgütsel, davranışsal, karar mekanizması, strateji ve diğer esasları ve boyutları ile ilgilenererek (Riahi- Belkaoui, 2001: 1) yönetim sürecinin etkin bir şekilde işlemesine yardımcı bilgileri sağlamaktadır. Bu yönüyle karbon yönetim muhasebesi işletmelerin karbon salınım etkilerini yönetip avantaja dönüştürerek rekabetçi üstünlüğünü koruyabilmesi için önem taşımaktadır.

2.3. KARBON MALİYETLERİ VE YÖNETİMİ

Birçok konuyu kapsayan sürdürülebilir kararlar uzun vadede finansal açıdan da en iyi kararlar olabilmektedir. Ancak; fayda maliyet açısından çoğu zaman geri planda kalmaktadır. Geleneksel karar almada doğrudan finansal fayda ve maliyetlere odaklanırken, çevresel ve sosyal sonuçlar göz ardı edilebilmektedir. Üçlü sorumluluk raporlamasında veya sürdürülebilirlik raporlamasında çevresel, sosyal ve ekonomik etkiler birbiriyle etkileşim içinde ele alındığından sürdürülebilirlik etkileri paydaşların ekonomik kararlarını doğrudan etkilemektedir. Sürdürülebilirlik muhasebesi ve çevre muhasebesinin bir alt dalı olarak ele alınan karbon muhasebesi açısından da işletmelerin karşılaşacağı fedakârlıkların doğru saptanabilmesi, ölçülmesi ve değerlendirilmesi alınacak kararlarda doğrudan etkili olacağı düşünülmektedir.

İklim değişikliğine dikkat çekilmesiyle gündeme gelen karbon salınımı konusu; Kyoto Protokolü esneklik mekanizmalarıyla karbonun ticaret edilebilir bir emtia olmasıyla muhasebe boyutuyla farklı açıdan ele alınmasını gerekli kılmıştır. AB ETS, IPCC'nin çalışmaları, Karbon Saydamlık Projeleri gibi uygulamalarla da finansal tablolarda yer almaya başlayan karbon salınım hak ve yükümlülüklerinin maliyet ve yönetim açısından da ele alınması gerekliliği ortaya çıkmıştır (Stechemesser ve Guenther, 2012: 17). Diğer taraftan; Paris Anlaşması, “iklim değişikliğinin doğurduğu tehdide karşı elde bulunan en iyi bilimsel veriler temelinde etkin ve gelişen bir müdahale gereğini kabul ederek, azaltım, ülkeler arası uyum, kayıp ve zarar, risk, finansman, teknoloji geliştirme ve transferi, kapasite geliştirme, küresel envanterin hazırlanması, eylem ve raporlamanın, desteğin şeffaflığı”

konularında getirdiği hükümlerle işletmeleri yeni bir yükümlülük altına sokmuştur (Paris Anlaşması). Tüm bu yükümlülükler, sürdürülebilir kalkınma hedefinde işletmelerin muhasebe uygulamalarında yeni araç ve teknikler bularak maliyetlerini etkin bir şekilde kontrol edip yönetmesi gerekliliği ortaya çıkarmıştır.

Bu amaç doğrultusunda; gerekli araç ve tekniklerin belirlenebilmesi için, çalışmanın bu bölümünde maliyet muhasebesinin temel ilke ve uygulamaları esas alınarak karbon maliyetlerinin sınıflandırılması, türleri ve yönetimi konularında bilgilere yer verilmektedir.

2.3.1. Karbon Maliyetlerinin Sınıflandırılması

“Çevre Koruma Kurumu” işletmelerin üzerinde doğrudan finansal etkiye sahip maliyetler ve işletmelerin ölçemediği, bireylere, topluma ve çevreye etkisi olan maliyetleri “çevresel maliyetler” olarak tanımlamaktadır. (Yılmaz ve diğerleri, 2012: 860). Buna göre; çevresel maliyetler farklı gruplandırmalara tabi tutulsa da (Burritt ve Saka, 2006: 1263, GEMI, 1994: 12), temelde iki ana başlık altında incelenmektedir. Bunlardan birincisi, işletmenin faaliyet sonucunu (kâr/ zarar) doğrudan etkileyen maliyetlerdir. Bu maliyetler özel (içsel) maliyetler olarak ifade edilmektedir. İkincisi ise; bireylerle, toplumla ve çevre ile ilgili olup da işletmenin sorumlu tutulamadığı maliyetlerdir. Bu maliyetler ise; sosyal (dışsal) maliyetler olarak ifade edilmektedir (Field ve Field, 2006: 52, Özbirecikli, 2002: 50). Karbon maliyetlerinin sosyal ve özel maliyetler olarak sınıflandırılmasına ilişkin bilgi ayrıntılı olarak aşağıdaki gibidir.

2.3.1.1. Sosyal (Dışsal) Maliyetler

Ekonomide dışsallık olarak ifade edilen sosyal maliyetler; bir ekonomik birimin (alıcı veya satıcı) gerçekleştirdiği ekonomik faaliyetler (üretim veya tüketim) sonucu, başka ekonomik birimlerin bundan olumlu veya olumsuz etkilenmesi ve bu etkiyi tazmin edici bir bedelin ödenmemesi olarak tanımlanmaktadır (Kargı ve Yüksel, 2010: 187). Örneğin; karbon salınımının iklim değişikliğine neden olması negatif dışsallıktır. Karbon sosyal maliyetleri olarak da yazında yer alan bu

maliyetler; karbon salınımindaki bir metrik ton artışın bir yılda yaratacağı ekonomik etkileri (artış/ azalış) hesaplamak için kullanılmaktadır (EPA, 2015: 1).

Bir diğer yaklaşımda makro düzeyde ifade edilen sosyal maliyetler; sera gazı salınımlarının azaltılmasında hükümetin uyguladığı düzenlemelerin fayda maliyet analizinde kullanılmaktadır. Sosyal maliyetler, bu düzenlemelerin karbon salınıminin azaltılmasından kaynaklı elde edilen faydanın parasal değerini göstermektedir. Yapılan araştırmalara göre; fosil yakıtların kullanımının bedelsiz gibi değerlendirilmesi ve sosyal etkilerinin ölçülmemesi fosil yakıt bağımlılığının artmasında bir etken olmuştur. Karbon sosyal maliyetlerinin muhasebeye dahil edilmesiyle bu eğilim ortadan kalkmıştır (costofcarbon.org/faq).

Karbon sosyal maliyetlerinin tahminlenmesinde ekonomistler “Küresel İklim Modeli” ve “Küresel Ekonomi Modeli”ni bir arada kullanmaktadır. Bu iki modelin bir arada oluşturduğu modele “Bütünleşik Değerleme Modeli (Integrated Assessment Models- IAMs)” denilmektedir. Bu model ekonomistlere bir (1) birim karbon salınıminin (araç kullanımı veya kömür yakımı kaynaklı gibi) sağlık, yaşam standardı ve iyileşme üzerindeki etkisinin maliyetini tutar olarak tahminlemektedir. Yazında bu konuda çok az çalışma bulunmakla beraber yaygın olarak kullanılanları; DICE Modeli (William Nordhaus- Yale Üniversitesi), FUND Modeli (Richard Tol- Sussex Üniversitesi) ve PAGE Modeli (Chris Hope- Cambridge Üniversitesi) modelleridir (IWG, 2015: 2). ABD’de karbon sosyal maliyetlerinin tahminlenmesi için 2010 yılında görevlendirilen Ajanslararası Çalışma Grubu (Interagency Working Group- IWG) yazında yer alan modelleri kullanarak dört farklı karbon sosyal maliyeti tahminlemiştir (EPA, 2015: 2). 2015 yılı için bir birim salınımin maliyeti ortalama 40 \$’dır. Bu maliyet gelecekteki bir birim karbon salınıminin (%3 iskonto oranıyla) net bugünkü değerini ifade etmektedir (costofcarbon.org/faq).

Çevre muhasebesi yazının da “sosyal maliyet” kavramı;” bir işletmenin parasal olarak sorumlu tutulmadığı çevre ve toplum üzerindeki etkilerinin maliyeti” olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla bu maliyetler, firmanın “kâr/zarar” durumunu doğrudan etkilememektedir (Bebbington ve diğerleri, 2001: 39). Sosyal nitelikteki çevresel maliyetler ortaya çıkma şekillerine göre üç grupta incelenmektedir. Bazı sosyal maliyetler daha çok çevreyi koruma amacına yönelik ortaya çıkarken, bazıları kaynakların etkin kullanılmamasından dolayı bazıları da gerçekleştirilen faaliyetlerin

doğrudan zarara sebep olmasıyla ortaya çıkmaktadır Bunlar azaltma maliyetleri, zarar maliyetleri ve kullanma maliyetleri olarak sınıflandırılabilir (Burritt ve Saka, 2006: 1263, Özbirecikli ve Melek , 2002: 85, Özbirecikli, 2002: 51- 58):

- Azaltma Maliyetleri: İşletmelerin çevresel sorunları önlemek veya azaltmak için, mevcut ya da gelecekteki salınım standartlarına ulaşmada katlanılması gereken maliyetleri ifade etmektedir. Azaltma maliyetlerinin belirlenmesinde ilk adım erişilecek düzeyin ve azaltılacak miktarın sayısal olarak ifade edilmesidir. İkinci adımda, belirlenen amaca ulaşabilmek için mümkün olan teknik gereksinimler ve çözümlerin maliyetinin ne olacağı hesaplanmalıdır. Örneğin; X işletmesi 2015 yılında 20.000 ton CO₂ salınımı gerçekleştirmektedir. Bu şirketin 2016 yılında CO₂ salınımını %25 oranında azaltmayı hedefleyen bir ülkede faaliyet göstermekte olduğunu varsayalım. Mevcut salınımı 5.000 ton düşürmenin maliyetinin 10. 000 TL olduğu varsayıldığında işletmenin 2015 yılında saldığı 20.000 ton CO₂'nin ekonomik değeri 40.000 TL olarak hesaplanmaktadır.

- Zarar Maliyetleri: İşletmelerin faaliyetleri sonucu oluşan çevresel kirlenmelerin veya çevresel zararların ekonomik değerini ifade etmektedir. Bu maliyet belirlenirken azaltma maliyetinin aksine fiziksel zararın belirlenmesi öncelik taşımaktadır. Zararın fiziksel unsurunun saptanmasından sonra maliyetin parasal değerinin belirlenmesinde iki yaklaşım söz konusudur. Bunlar; ödeme isteğı (doğal çevre kalitesindeki belli bir artış veya iyileştirmeye karşılık insanların ödemeye hazır oldukları tutar) ve tazmin etme (meydana gelen zararın giderilmesi) yöntemleridir. Örneğin (Türkkan, 2015: 8- 10); Çimento üretiminde her 900 gram çimento için 450 gram kömür yakıldığı hesaplanmaktadır. Bu da her bir torba çimento üretmek için yaklaşık 25 kg kömür yakıldığı anlamına gelmektedir. Böylece; fosil yakıt kullanmanın tüm olumsuzlukları da yaşanmaktadır. Çimento fabrikasında yaklaşık her bir ton çimento üretiminde 1 tCO₂ açığa çıktığı hesaplanmaktadır. Bu durumda sadece hava kirliliğine neden olmakla kalmayıp küresel ısınma, ozon tabakasının incilmesi, asit yağmurları, biyolojik çeşitlilik kaybı, azalmış ürün verimliliğı ile sonuçlanan yerel ve küresel zararlar doğurmaktadır.

- Kullanma Maliyetleri: İşletmelerin çevresel kaynakları kullanması sonucu oluşan yıpranma, aşınma ve yok olma gibi maliyetleri ifade etmektedir. Bu maliyetler belirlenirken; piyasa değerlemesi yaklaşımı, gerçeğe uygun değerlendirme

yaklaşımı, bakım maliyeti değerlemesi yaklaşımı, koşullu değerlendirme yaklaşımı ve koruma harcamaları yaklaşımı kullanılmaktadır. Örneğin (Yükçü ve Fidancı, 2016: 671); kereste ticareti ile uğraşan bir işletme ele alındığında, satılan her metreküp kereste işletmenin kârını artırırken yeryüzünde olgun bir ağacın tüketilmesi anlamına gelmektedir. Bir metreküp kereste elli yılda gelişen bir ağacın kaynaklardan eksilmesine neden oluyorsa, işletmenin sattığı her metreküp kereste için elli yıl sonra hayatta kalabilecek kadar; fidanın dikimini ve elli yıllık bakımını üstlenmesi gerekmektedir. Bu ağaçlandırma çalışmaları için katlanılan maliyet, o yıl itibari ile satışını yaptığı bir metreküp kerestenin kullanım maliyetini ifade etmektedir.

Sosyal maliyetlerin değerlemesi çoğu zaman zor olabilmektedir. Sosyal maliyetlerin maddi değerlendirilmesi yapılırken öncelikle salınım belirlenir, salınımın etkileri tespit edilir, bunlardan öncelikli etkiler seçilerek nitelendirilebilir etkilerin ne olduğu belirlenmeye çalışılır. Böylece sosyal maliyetleri değerlendirilebilir etkiler için önemli ve geçerli maliyetleri belirlenebilir.

Sosyal maliyetlerin işletme düzeyinde özel maliyet olarak ele alınması yani dışsal maliyetlerin içselleştirilmesi gereği uluslararası anlaşmalar, hükümetlerin iklim politikaları, toplumsal bilinç ve sürdürülebilirlik felsefesinin (Yükçü ve Fidancı, 2016: 666) yerleşmesiyle mümkün olabilecektir. Sosyal maliyetler açısından karbon maliyetleri değerlendirildiğinde; işletmelerin dışsal olarak dolaylı etkiledikleri ve işletme kararlarında dikkate almadıkları maliyetlerin olduğu söylenebilir. Bu maliyetlerin dikkate alınmasında ancak yasal zorunluluklar ve kamuoyu baskısı etkili olabilmektedir. Günümüzde artık küresel ısınmanın 196 ülke (Paris Anlaşması Tarafları) tarafından acil önlem planlarıyla gündeme taşınmasıyla; karbon (sera gazı) salınımlarının sosyal maliyetlerinin de azaltma, kullanım ve zarar boyutlarıyla işletmelerin karar alma süreçlerine dâhil edileceği bir gerçektir.

2.3.1.2. Özel (İçsel) Maliyetler

“Özel maliyetler”; bir işletmenin çevresel sorumluluklarından dolayı katlandığı ve “kâr/ zarar” durumunu doğrudan etkileyen maliyetlerdir. Hazırlık maliyetleri, yasal düzenleme maliyetleri, isteğe bağlı maliyetler, sonlama maliyetleri, şarta bağlı maliyetler, faaliyet giderleri ve imaj, ilişki maliyetleri özel maliyetler olarak sıralanabilir. Bunlar (GEMI, 1994: 12, Özbirecikli, 2002: 59- 62);

- Hazırlık maliyetleri: Tesis, sistem, mamul ve süreç için ön hazırlık ve ön üretim maliyetlerini kapsamaktadır. Alan çalışmaları, hazırlık giderleri, ruhsat giderleri, Ar- Ge giderleri, Mühendislik giderleri olarak sıralanabilir. Örneğin yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgâr enerji santralinin kurulmadan önce bölgede rüzgâr ölçümlerine yönelik katlanılan maliyetler alan çalışmaları olarak değerlendirilebilir.

- Yasal düzenleme maliyetleri: Yerel ve ulusal hatta uluslararası düzeyde düzenlemelere uyum sağlamak için katlanılan maliyetlerdir. Vergi, Harç, kontrol, etiketleme, koruyucu donanım gibi sıralanabilir. Örneğin; “Sanayi kaynaklı hava kirliliğinin kontrolü yönetmeliği” gereğince, işletmede 10 MW ve üstünde sıvı ve katı yakıtlı yakma sistemi bulunması durumunda yazıcılı bir baca gazı analizi cihazı bulundurulması bu kapsamda katlanılan bir maliyettir.

- İsteğe bağlı maliyetler: Yasa ve yönetmeliklerce zorunlu olmayan ancak işletmenin gönüllü olarak katlandığı maliyetlerdir. Eğitim, sigorta gibi maliyetler bu kapsamda değerlendirilebilir.

- Sonlama maliyetleri: Tesis, sistem ve sürecin faydalı ömrünün sona ermesi aşamasında ortaya çıkan maliyetlerdir. Örneğin; maden işletmesinin faaliyet süresi sona erdiğinde bozulan doğanın yeniden düzenlenmesi, doğal dengenin kurulması ve alanın yeniden insanların ya da diğer türlerin yararlanabileceği duruma getirmesi için katlandığı maliyetlerdir.

- Şarta bağlı maliyetler: Gelecekte ortaya çıkması kesin olmayan ancak salınımın temizlenmesi veya önlenmesi için katlanılan maliyetlerdir. Geleceğe uyum maliyetleri, tazminatlar ve bakım onarım giderleri bu kapsamda değerlendirilebilir. Örneğin; işletmenin karbon salınımını azaltmak ve denkleştirmek için karbon kredisi satın alması bu kapsamda değerlendirilebilir.

- İmaj ilişki maliyetleri: Şirket imajının oluşturulması, yatırımcılar, tedarikçiler, kredi verenler, müşterilerle iletişimin kurulması, ilişkilerin korunup geliştirilmesi için, halkla ilişkiler, itibar yönetimi, marka değeri ve güvenilirlik için katlanılan maliyetlerdir. Örneğin; işletmenin üretim ve kullanım aşamalarında çevreye daha az zarar verdiğini gösteren eko- etiketi almak için katlanılan maliyetler.

- Faaliyet giderleri: Süreç, mamul, sistem ve tesisin faaliyet ömrü boyunca katlanılan maliyetleri ifade etmektedir. Malzeme, iş gücü, tesisat, dışarıdan sağlanan fayda ve hizmetler, binalar, bakım onarım gibi maliyetler sıralanabilir.

Çevresel maliyetlerin ölçümünde ve değerlemesindeki zorluklar şekil 7’de gösterilmektedir.

Şekil 7: Çevresel Maliyetlerin Ölçülmesinde Zorluk Dereceleri

Geleneksel Maliyetler	Gizli Maliyetler	Şarta Bağlı Maliyetler	İmaj/ İlişki Maliyetleri	Sosyal Maliyetler
1	2	3	4	5
Kolay				Zor

Kaynak: Esmeray ve Güngör Tanç, 2009: 246.

Şekil 7’de gösterildiği üzere; özel maliyetlerin belirlenmesi daha kolay olurken sosyal maliyetler en zor maliyetler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu açıklamaya göre; maliyetler sınıflandırılırken öncelikle ulaşılması hedeflenen maliyet verilerinin çerçevesinin tanımlanması gerekmektedir. Daha sonra söz konusu verinin geçerliliği yani birim maliyetlere, dönem giderlerine, yatırım harcaması kararlarına vb. gibi etkilerin belirlenmesi gerekmektedir (Esmeray ve Güngör Tanç, 2009: 246-247).

Genel olarak içsel ve dışsal olarak sınıflandırılan maliyetleri nelerin oluşturduğu, bunların nasıl sınıflandırılacağı maliyetlerin ortaya çıkma şekline ve işletmenin faaliyette bulunduğu sektöre göre farklılık gösterebilmektedir. Sanayi firmalarındaki yakıt yanmalı tesislerin karbon salınımı ve katlanması gereken maliyetlerle bir bankanın salınım maliyetleri farklılık göstermektedir. Burada etkili olacak yaklaşım, işletmenin iyi tanınıp analiz edilmesi, salınımına neden olan kaynakların gerekli kılavuz ve metotlarla ölçülmesi karşılaşılabilecek maliyetlerin belirlenmesinde yardımcı olacaktır.

2.3.2. Karbon Maliyet Türleri

Karbon salınımının bugün bireysel ve kurumsal düzeyde kullanılan kaynaklara ve ürünlere göre değişiklik gösterdiğinden söz edilmişti. Buna göre IPCC; iklim değişikliğine bağlı maliyetleri temel de iki ana grupta değerlendirmektedir. Bu açıdan karbon salınımlarının maliyetleri azaltma ve uyum maliyetleri olarak ele alınmaktadır. Azaltma ve uyum temelde; iklim değişikliğine cevap vermek için birbirini tamamlayan iki strateji olarak karşımıza çıkmaktadır. Uyum maliyetleri; faydasız veya olumsuz fırsatları azaltmak ya da ülkelerin zarar görmesini önlemek için gerçek veya beklenen iklime ve etkilerine göre ayarlanma sürecinde karşılaşılan maliyetleri kapsamaktadır. Azaltma maliyetleri ise; gelecekteki iklim değişikliğini sınırlamak için salınımların azaltılması ya da sera gazı salınımlarının azaltılması sürecinde katlanılan maliyetleri ifade etmektedir (IPCC, 2015: 76).

Hem uyum hem de azaltım maliyetleri küresel iklim değişikliğine ilişkin karşılaşılabilecek zararların önlenmesi ve/ veya bunlara uyum sürecinde ülkelerin gündemine gelmekte ve alınacak kararlarda ve risklerin azaltılmasında büyük önem taşımaktadır. Tüm bu çabaların maliyetlerinin; ülkeler, coğrafyalar ve endüstri kolları arasında farklılaşacağı da kaçınılmaz bir gerçektir. (IPCC, 2015: 86- 90). Bu nedenle ortaya çıkacak maliyetlerin de sektörden sektöre ve kullanım seviyesine göre farklılaşacağını söylemek mümkündür. Dolayısıyla; karbon maliyetlerini yönetimi; belirlenen hedefler ile işletme kararlarının bağdaştırılması ve etkin kararların alınabilmesi için iyi örgütlenmiş bir maliyet sistemini gerektirmektedir.

Maliyet muhasebesinin amacı; mamul maliyetinin belirlenmesi, kontrole, planlamaya ve alınacak kararlara yardımcı olmak şeklinde sıralanmaktadır (Yükçü, 2015: 22). Dolayısıyla temel görev; üretilen mamullerin maliyetinin hesaplanmasıdır. Bu hesaplama yapılırken mevcut birçok hesap ve kayıt yöntemi arasından işletme için uygun olanlarının seçilip kullanılması gerekmektedir. Yöntemler seçilirken ve maliyet muhasebesi sistemi kurulurken; işletmenin büyüklüğü ve örgütlenme biçimi, işletmenin üretim tekniği, üretim politikası, bilgi kullanıcıların talepleri ve kullanılan bilgisayar programlarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Yükçü, 2015: 31- 33). Karbon maliyet muhasebesinin görevi ise; ürünler ve hizmetlerin karbon ayak izinin belirlenmesi, yönetimin aldığı kararlar sonucu değişebilen karbon

salınımının kontrol edilmesi, karbon salınımı azaltma çalışmaları ve bu çalışmaları değerlendirmeye yardımcı olunması ve alternatif enerji kaynaklarına yapılan yatırımların karbon etkilerinin takip ve değerlendirilmesine yardımcı olmak şeklinde sıralanmaktadır (Duman ve diğerleri, 2012: 116). Bu yaklaşımla; karbon maliyetlerinin belirlenmesinde de yukarıdaki unsurların da aynı şekilde dikkate alınması gerekmektedir.

İşletmede gerçekleşen tüm giderler ilk aşamada iki grupta ele alınmaktadır. Bunlar; yatırım giderleri ve işletme giderleridir (Büyükmirza, 2011: 57- 68).

-Yatırım Giderleri: İşletmeye gelecek hesap dönemlerinde yarar sağlayacak varlık ve hizmetlerin edinilmesi için katlanılan giderlerdir. Bu giderler bir “maddi duran varlık” veya “maddi olmayan duran varlık” olarak ya da önceden katlanılmış gelecek dönem gideri olarak işletmenin varlıkları arasında yer alır ve daha sonra kullanıldıkça ilgili olduğu dönemde amortisman ve itfa yoluyla gidere dönüşürler.

-İşletme Giderleri: İşletmenin dönem içerisinde faaliyetlerinde kullanmak üzere satın alınan varlık ve hizmetlerin maliyetiyle, döneme ait amortisman ve tükenme paylarından meydana gelmektedir. İşletme maliyetleri, stok maliyetleri (satın alma ve üretim giderleri), dönem giderleri ve zarara dönüşen giderler olarak gruplandırılabilir.

Örneğin; artan maliyetler (incremental costs); bir azaltma veya uyum projesi için referans proje ile karşılaştırıldığında artan yatırım sermayesi maliyetini ve işletme ve bakım maliyetlerindeki değişimi ifade etmektedir. İki projenin net bugünkü değerlerinin farkı alınarak uzun vadeli yatırımların bugünkü değer karşılaştırılması yapılabilir. Artan yatırım (incremental investment) ise; bir azaltım ya da uyum projesi için bir başlangıç projesine kıyasla ilk yatırım için gereken ek sermaye tutarını ifade etmektedir (IPCC, 2015: 120).

Ratnatunga (2007a) çalışmasında, aralarında maliyet muhasebecisi, CFO ve CEO’ların bulunduğu 638 kişiyle yaptığı görüşmeler sonucunda karbon salınımının maliyetler ve gelir üzerindeki etkilerini fonksiyonel esasta satış öncesi etkiler ve satış sonrası etkiler şeklinde değerlendirmektedir. Bu etkiler tablo 10’daki şekilde sınıflandırılmaktadır.

Tablo 10: Karbon Salınım Etkinliğinin Maliyet ve Gelir Üzerindeki Etkisi

<i>Karbon Maliyet Yönetimi ve Maliyet Azaltımı</i>	<i>Satış Öncesi Çevresel Etki</i>	<i>Satış Sonrası Çevresel Etki*</i>
Hammadde	Üretim Artığı	Atık Depolama Alanı
İşgücü Girdisi	Onarım ve Bozuk Ürünlerde Harcanılan Zaman	Geri Dönüşülebilir Bileşenleri Ayırmak için Harcanan Zaman
Geleneksel Genel Giderler (Elektrik, Kira, Pazarlama, Ulaşım, Yönetim, Amortisman, Satış Sonrası Servis Maliyetleri vb.)	Bütün bu genel gider kalemlerinin, işletmenin net karbon salan veya net karbon tutan olup olmamasına göre karbon salınımı üzerinde bir etkisi vardır. Alternatif enerji kaynakları vb. kullanılarak karbon salınımını azaltmak için uygulanan teknikler çevresel genel gider kategorisinde gösterilen karbon kredi maliyetlerini etkileyecektir.	
Çevresel Genel Giderler		
Düzenleyici Maliyetler	Salınım Standartlarının Karşılansması	Çevresel Kirlenmenin Neden Olduğu Dava Maliyetleri
Atık Yönetimi	Üretim Atığı	Atık Depolama Alanı
Geri Dönüşüm	Bu maliyetler, bileşenlerin üretim öncesi safhada doğru olarak tasarlanmasıyla azaltılabilir. Bu tür tasarım maliyetleri, ürünün hayatı boyunca ya da yaşam seyri maliyetlemeye amorti edilmelidir.	
Tasarım Maliyetlerinin Amortismanı		
Karbon Kredileri	Bu kalem, işletmenin net karbon salan veya net karbon tutan olup olmamasına göre maliyet veya gelir olabilir.	
Finansman Maliyetleri		
Stok Bulundurma Maliyeti	Bu maliyetler; sermaye, hatalı sevk, demode olma, bozulma, stok yönetimi ve sigortayı kapsamaktadır.	Bu maliyetler; hatalı sevk, demode olma, stok yönetimi ve sigorta gibi garanti kapsamında geri dönen ürün maliyetlerini kapsamaktadır.
Borçlanma Maliyetleri	Karbon salınımını azaltıcı teknolojilere yapılacak yatırım maliyetleri.	Bu maliyetler, sermaye ve şüpheli alacaklar riskini kapsamaktadır.
Karbon Vergisi	Bu vergi; işletmenin net karbon salan veya net karbon tutan olup olmamasına göre ek bir maliyet veya gelir kalemi olabilecektir.	

*Bu satış sonrası çevresel maliyetler, tahmini değerler kullanılarak ürün maliyetlerine eklenebilir.

Kaynak: Ratnatunga 2007a: 6'dan yararlanılarak oluşturulmuştur.

Tablo 10'da gösterildiği şekilde; karbon maliyetleri ve gelirleri satış öncesi ve satış sonrası ortaya çıkan etkileriyle değerlendirilmektedir. Bütün bu gider kalemleri, işletmenin “net karbon salan” veya “net karbon tutan” olup olmamasına göre karbon salınımı üzerinde bir etkisi bulunmaktadır. Yazara göre; karbon maliyet muhasebesi çevre maliyet muhasebesinin bir uzantısıdır ve ortaya çıkan maliyetler hammadde, iş gücü, genel üretim, atık yönetimi ve geri dönüşüm olarak sınıflandırılmaktadır (Ratnatunga, 2007a: 3).

Bir diğer çalışmada ise; karbon maliyetleri karbon ticareti ve teknolojik iyileştirmelerin yönetilmesine ilişkin işlem maliyetleri (transaction costs) olarak

değerlendirilmekte ve bilgi maliyeti, hazırlık maliyeti, başvuru ve sertifikalandırma maliyeti, raporlama ve doğrulama maliyeti ve ticaret maliyeti olmak üzere beşe ayrılmaktadır (Mundaca ve diğerleri, 2013: 9- 10). Ancak; karbon maliyetlerini sadece işlem bazında değerlendirmek maliyet bakış açısını daraltmaktadır. Bu nedenle; işletmelerde karbon maliyetlerinin belirlenmesinde ürün tasarımından satış sonrası destek hizmetlerine kadar tüm sürecin ele alınmasında yarar bulunmaktadır.

İlgili yazın incelendiğinde; ürün maliyetlerinin belirlenmesinde karbon salınım maliyetleri (carbon emission costs), tam maliyet muhasebesi (full cost accounting) (Bebbington ve diğerleri, 2001), yaşam dönemi maliyetleme (life cycle costing), yaşam boyu maliyetleme (whole life costing) (Ratnatunga, 2007a), yaşam boyu değerlendirme (life cycle assessment) konularıyla ele alınmaktadır.

Tam maliyet muhasebesi yaklaşımı; çevre muhasebesi uygulamalarının bir parçası olarak değerlendirilmektedir. Bu yöntemde; edinme, hazırlık, ar- ge gibi öncül maliyetlerin aktifleştirilmesi ve itfası ile sistem, süreç, mamul veya tesisin ekonomik veya yararlı ömrünü tamamlamasından sonra ortaya çıkan işlemler nedeniyle katlanılan son verme veya sonlama maliyetleri de dikkate alınmaktadır (Bebbington ve diğerleri, 2001: 37- 41, Özbirecikli, 2002: 43). “Yaşam dönemi maliyetleme” yaklaşımı ise; “bir mamulün bütün yaşam dönemi boyunca gerçekleşen faaliyetlerle ilgili maliyetlerin toplanmasını” temel almaktadır. “Uluslararası çevre koruma standardı ISO 14000”nin bir parçası olan ISO 14040’ın birinci bölümü olarak gündeme gelen yaklaşım, çevre muhasebesi yazınında da maliyetlemenin temelini oluşturmaktadır. Üretim öncesi ve satış sonrası maliyetlerle ilgilenmeyen geleneksel maliyet anlayışına tepki olarak ortaya çıkan yaklaşım, alınacak kararlarda uygun olan her maliyetin dikkate alınmasını esas almaktadır. Araştırma ve geliştirme faaliyetleriyle başlayan mamul yaşam dönemi, pazar araştırması, mamul tasarımı, üretim, pazarlama, satış, dağıtım ve satış sonrası destek hizmetleriyle devam etmektedir (Yükçü, 2014: 475- 483).

Buna göre işletmenin faaliyetleri sonucu ortaya çıkan maliyetleri karbon temelli olarak değerlendirildiğinde; genel olarak bir mamul veya hizmetin yaşam boyunca ortaya çıkaracağı karbon salınımlarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Ürün tasarımında, ar- ge çalışmalarında işletmenin karbon salınımı konusunda zorunlu ve gönüllü politikalarını hesaplaması gerekmektedir. Bu aşamada

hammadenin özelliği, kullanılacak kaynakların sürdürülebilirliği, kullanılacak teknolojinin salınım üzerindeki etkisi önemli rol oynamaktadır. Özellikle birçok sektör için genel üretim gideri olan enerji karbon salınımı açısından önemli bir kalem olabilmektedir. Bazı sektörlerde doğrudan yardımcı malzeme olarak fosil yakıt tüketilmesi ya da fosil yakıt tüketerek enerji elde edilmesi ya da mamulün dağıtımı veya tüm lojistik faaliyetleri boyunca ortaya çıkan salınımlar seçilen araç, tüketilen yakıt, aşılın mesafe açısından bu maliyetleri artırıcı bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer taraftan; işletmelerin karbon salın olma durumuna göre mevcut Kyoto Protokolü ve gelecekteki Paris Anlaşması gereğince zorunlu olarak alması gerekecek karbon kredisi ya da ödemesi gereken ilave vergiler de katlanması gereken bir maliyet olacaktır.

Sonuç olarak; bazı maliyetler, tesisin katlanması gereken sabit maliyetlerken bazıları şarta bağılı ortaya çıkan ya da üretim miktarıyla ilişkili değışken maliyetler olabilmektedir. Bu maliyetlerin işletme kararlarında etkili olabilmesi için uygunluğunun, güvenilirliğinin ve geçerliliğinin tam olması gerekmektedir.

2.3.3. Karbon Maliyet Yönetimi

İşletme; “ister kâr amacıyla kurulmuş bir ticari işletme olsun, isterse kamu yararı güden toplumsal bir işletme olsun, her işletmenin yönetiminde başarıyı belirleyen temel etken, yönetim kararlarının fayda/ maliyet karşılaştırılmasına dayandırılmasıdır” (Büyükmirza, 2011: 43). İşletmelerin çevreye olan etkilerini azaltma çabalarının doğacak maliyetler açısından olumsuz değıl, tam tersi kârlılık açısından olumlu sonuçlar doğuracağı artık genel kabul görmüş bir fikirdir (Yavuz, 2010: 71). Bu yönüyle karbon maliyetlerinin yönetimi önem taşımaktadır.

Maliyetlerin belirlenmesinde ve alınacak kararlarda kullanılmasında maliyetlerin ilgili olduğu birimin belirlenmesi önem taşımaktadır. Maliyet hiyerarşisi denilen bu sınıflandırmaya göre; faaliyetler ve bu faaliyetlerin yarattığı maliyetler dört grupta ele alınmaktadır. Bunlar; birim, parti, ürün ve tesis düzeyindeki faaliyetler ve maliyetler olarak sıralanmaktadır (Yükçü, 2015: 54). Birim düzeydeki maliyetler; üretilen her bir birim veya verilen her bir hizmet için katlanılan maliyetlerdir. Bunlar; üretim miktarıyla doğru orantılıdır. Örneğın; enerji üretiminde direkt ilk madde ve malzeme olarak fosil yakıt tüketilmesi ortaya çıkan karbon

salınımını birim düzeyde ele almamızı gerektirmektedir. Parti düzeyindeki maliyetler; üretimini parti bazında yapan işletmelerin bazı üretim maliyetlerinin sadece ilgili partiyle ilişkilendirilebildiği durumda karşılaşılan maliyetlerdir. Örneğin; florlu sera gazı içeren sabit soğutma, iklimlendirme ve ısı pompası donanımı üretiminde karşılaşılan ve bu gazlara özel önem verilmesi için katlanılan maliyetler parti düzeyinde karbon maliyetleri olarak değerlendirilebilir. Ürün düzeyindeki maliyetler; belirli bir ürün ile ilişkili maliyetlerdir. Örneğin; taşıt üretiminde daha az karbon salan teknolojinin geliştirilmesi için katlanılan maliyetlerdir. Tesis düzeyindeki maliyetler ise; üretimin sürekliliğinin sağlanması için genel tesis düzeyinde katlanılan maliyetlerdir. Örneğin; gerekli yönetmelikler ve ilgili kanunlar çerçevesinde işletmede bulundurulması gereken donanım ve alınması gereken danışmanlığa ilişkin maliyetler sıralanabilir.

Maliyetlerin gereksinim duyulan bilgiye ve ortaya çıkış düzeyine göre sınıflandırılması yöneticilerin, maliyet analistlerinin, tasarımcıların, mühendislerin ve diğer ilgililerin karar süreçlerinde kullanabilecekleri verilerin etkinliği artırmaktadır. Bu tür veriler, işletmenin farklı üretim hatları ve süreçleri için maliyet tahminlerini doğru yapabilmesi açısından da önem taşımaktadır. Ayrıca; yöneticilerin çevresel kaliteyi de artırabilecek nitelikte, maliyet düşürücü faaliyetler hedeflemesine de yardımcı olmaktadır (Özbirecikli, 2002: 73).

Karbon muhasebesi uygulamaları işletme faaliyetleri açısından iki düzeyde ele alınabilir. Birincisi; işletmenin karbon akışları ve kaynakları, karbon maliyetleri ve karbon salınımı ile ilgili kararların alınmasında; ikincisi ise; üretilen mal ve hizmetlerin karbon ayak izlerinin hesaplanması ve sonuçların iklim değişikliği ve devlet politikalarındaki uygulamalara karşı analiz edilmesidir (Duman ve diğerleri, 2012: 114). Dolayısıyla; karbon muhasebesi; bir işletmenin karşılaşılabileceği ve sorumlu tutulacağı maliyetleri, iç ve dış beklentilere göre ele alarak, işletmenin faaliyetlerinden kaynaklanmamasına rağmen doğacak maliyetlerin kararlarda dikkate alınmasıdır. Diğer bir ifadeyle; finansal ve maliyet muhasebesinden farklı olarak işletmenin “kâr veya zarar”ını etkilemeyen “sosyal maliyetleri” de dikkate almaktadır. Kısa vadede işletmeyi etkilemiyormuş gibi görünen bu maliyetlerden gelecekteki işletmenin etkilemesi söz konusu olmaktadır. Sonuçta; bu maliyetler gelecekte işletme kararlarını etkileyeceğinden özün önceliği ve sosyal sorumluluk

kavramı gereğince de yönetim muhasebesi kapsamında ele alınmalıdır (Özbirecikli, 2002: 26).

Özel maliyet ve sosyal maliyet ayırımı işletme kararlarında etkili maliyetleri de bu yönde ele almamızı gerektirmektedir. Örneğin; yasal düzenlemeler gereği bazı maliyetler bazı ülkelerde özel olabilirken bazılarında henüz zorunlu olmadığından sosyal maliyet olarak değerlendirilebilmektedir. Dolayısıyla; sosyal maliyetlerin içselleştirilmesinde kamuoyu dikkatinin çekilmesi, hükümetlerin bunlar için gerekli düzenlemeleri yapması gerekmektedir. Sosyal maliyetlerin içselleştirilmesinde karşılaşılabilecek durumlar üç boyutta değerlendirilebilir (Özbirecikli, 2002: 71- 72). Birincisi; işletme neden olduğu zararı yasal düzenlemeler gereğince azaltmak, önlemek veya yok etmek durumunda kalacaktır. İkincisi; işletmenin daha önce dikkate almadığı maliyetleri mamul maliyetine dağıtılarak maliyetleri yükseltecek bu da karbon salınımına neden olan bir ürünün tüketilmesini pahalılaştıracaktır. Üçüncü durumda ise; sürdürülebilirlik anlayışıyla işletme dikkate almadığı bu sosyal maliyetler ile gelecekte kaynaklara erişememe ya da tesis alanının işlevsizleşmesi gibi durumlarla faaliyetlerini devam ettirememeye durumuna gelebilecektir. Bu durumda işletme üç durumla karşı karşıya gelebilecektir. Bunlar; faaliyetine son verme, fabrikalarını temiz bir bölgeye taşıyıp orayı da tüketmek ya da faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini sağlamak için çevresel maliyetlerine katlanmak şeklinde sıralanabilmektedir.

İklim değişikliğinden dolayı yaşanacak düzensizlik karbon yönetiminin karar alma sürecini etkilemektedir. İşletmeler özellikle; karbon hakları ve izinlerinin ticareti, düşük karbon salımlı teknolojilere yatırımlar ve karbon temelli maliyetlerin tüketicilere yansıtılmasında alınacak kararlarda bu maliyetleri dikkate almaktadır. Zorunlu ve gönüllü karbon maliyetleri şüphesiz ki fiyatları artırarak endüstrilerin ve ülkelerin rekabetini etkileyecektir. Daha yüksek kontrol ve ceza sisteminin olduğu üreticiler üretimlerini çevresel konularda daha az etkin geliştirmekte olan deniz aşırı ülkelere fason olarak ürettirme yoluna gidebilecektir. Söz konusu iklim değişikliği olduğunda karbon maliyetlerinden bu şekilde kaçınmak işletmelere ve ülkelere bir fayda sağlamayacak, aksine; deniz aşırı tedarik karbon salınımında artışa sebep olacaktır. Dolayısıyla; bir ürünün maliyeti belirlendikten sonra stratejik

yönetim muhasebesi uygulamalarının geniş bir bakış açısıyla göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Ratnatunga, 2008: 1- 2).

Çevresel etkinliğin artırılarak maliyetlerin azaltılması ve salınım ticareti yaparak gelirlerin artırılması firmaların hızla üzerine eğildiği konular olmaktadır. Bugün artık birçok işletme çevresel etkinlik ekonomik sonuçları arasında doğrudan ölçülebilir bir ilişki olduğunu görmüşlerdir. Bu yönelim yaşam dönemi maliyetlemeyle başlayıp, yalın muhasebe, hedef maliyetleme, backflush maliyetleme, faaliyet tabanlı maliyetleme- FTM ve müşteri kârlılık analizi gibi stratejik maliyet muhasebesi uygulamalarıyla ele alınmaktadır (Ratnatunga ve Balachandran, 2009: 342).

Örneğin; faaliyet tabanlı maliyetlemenin karbon maliyetlerinin hesaplanmasında etkin olabileceği iki durumla açıklanmaktadır. Birincisi; FTM’de maliyetler üretim gider yerine göre değil faaliyetler bazında belirlenmektedir. İkincisi ise; FTM sisteminde maliyetlere faaliyetlerin neden olduğu düşünülerek; maliyet sürücülerini faaliyetler ve maliyetler arasındaki ilişki üzerinden tanımlanmaktadır. (Tsai ve diğerleri, 2012: 103). Dolayısıyla; karbon salınım değerlerini hassas olarak ölçmek isteyen ve hangi faaliyetin ne kadar karbon salınımına neden olduğunu görmek isteyen bir işletme için geleneksel maliyetleme sistemi yetersiz kalmaktadır. Bu noktada faaliyet tabanlı maliyetleme sistemi ile karbon muhasebesinin birlikte kullanılması, geleneksel maliyetleme sisteminin yetersizliğini ortadan kaldırmaktadır. Faaliyet tabanlı maliyetleme sistemi ile üretim haricindeki kaynak kullanımları da hesaplama katılarak karbon salınımı miktarları daha doğru ölçülebilmektedir. Aynı şekilde FTM sistemi ile faaliyet ve üretilen ürün düzeyinde karbon salınımı ortaya koyulabilmektedir (Vargün ve diğerleri, 2015: 28).

Ratnatunga ve Balachandran (2009) çalışmasında stratejik maliyet yönetimi konularını karbon maliyetleriyle ilişkilendirerek, ilgisini tablo 11’deki gibi ortaya koymaktadır.

Tablo 11: Karbon Stratejik Maliyet Yönetimi

SMY Konuları	Karbon Yönetim Etkisi
Yönetim Kontrol Sistemleri	Karbon etkinliğinin sağlanması için çalışan davranışlarının değiştirilmesi
Ürün Yönetimi	Yalın üretim tekniklerinin kullanılması, Tam zamanında Üretim felsefesiyle daha az zaman ve malzeme atığı, enerji verimliliği
Toplam Kalite Yönetimi	Karbon etkinliğinin kalite unsuru olarak görülmesi
Satın Alma Yönetimi	Üretim kaynaklarının yerel kullanılması
Maliyet Yönetimi	Yalın muhasebe, karbon maliyetlerinin azaltılması için gerekli özen ve backflush maliyetlemenin kullanımının yaygınlaştırılması
Üretme veya Satın Alma Kararları	Alternatifleri değerlendirirken karbon salınımının göz önünde bulundurulması
Yaşam Dönemi Maliyetleme	Karbon dostu tasarımların amortismanı ve salınımları azaltmak için çalışanların eğitim giderleri
Hedef Maliyetleme	Karbon salınım hedefiyle ürün ve hizmetlerin yeniden tasarlanması
Benchmarking	Dünya çapında karbon etkinliğini sağlamış firmalarla karşılaştırma yapmak
Müşteri Kârlılık Analizi	Müşterilerin karbon tüketim kârlılığına göre bölümlendirilmesi
Etkinlik ve Verimlilik	Sadece ekonomik etkinliğin değil ekolojik etkinliğinin de dikkate alınması
Değer Katan/ Katmayan Faaliyetler	Yenileme, elden geçirme, hata gibi salınımı artırıcı faaliyetlerden kaçınma
Stratejik Denetim	İşletmenin üretim, pazarlama, lojistik, yatırım ve insan kaynaklarına bağlı ortaya çıkabilecek gelecekteki karbon ayak izlerinin çerçevesinin belirlenmesi
Kurumsal İtibar Denetimi	İşletmenin marka ve imajının değerlendirilmesinde sorumlu bir karbon vatandaşı olarak ele alınması

Kaynak: Ratnatunga ve Balachandran, 2009: 343.

Tablo 11'e göre; stratejik maliyet yönetimi uygulamaları geleneksel maliyet yaklaşımlarına göre karbon maliyetlerinin belirlenmesinde daha etkin araçlar sunmaktadır.

Maliyetler belirlendikten sonra bunların hangi stratejik yönetim muhasebesi teknikleriyle yönetilerek firmanın rekabetçi üstünlüğünün sağlanacağı sorusu gündeme gelmektedir. Öncelikle işletme politikalarının belirlenmesi ve karbon salınımına ilişkin taktiklerin işletme planına dâhil edilmesi gerekmektedir. Buradaki amaç; çevresel dışsallıkları içselleştirerek ürün- pazar kararlarının etkinliğinin artırılması, risklerin yönetilmesi ve karbon etkinliğini ürün farklılaştırmada bir pazar karması değişkeni olarak ele alınarak rekabetçi üstünlüğün elde edilmesidir. Pazarlama stratejileri açısından; yeni ürün geliştirme, pazar geliştirme ve ürün farklılaştırma stratejilerinde karbon etkilerinin göz önünde bulundurulması,

fiyatlandırma yaparken müşterinin karbon salınımını azaltmak için ödemeye hazır olduğu fiyatın belirlenmesi önem taşımaktadır. Üretim stratejileri açısından; ürün geliştirme, ürün karmasının oluşturulması, paketlenme ve satış sonrası hizmetlerde, tedarik zinciri stratejilerinde; lojistik mesafesinin dikkate alınarak dağıtım kanallarının ve satın alınan mesafeye bağlı olarak daha yüksek salınım neden olunacağını dikkate alınması gerekmektedir. İşletmenin uluslararası ticari faaliyetlerinde, karbon piyasasında kredi alım satım işlemlerinde ve karbon salınımını azaltmaya yönelik yatırımların değerlendirilmesinde etkin rol oynamaktadır. Ayrıca; insan kaynakları yönetimi açısından çalışanların motive edilmesi, salınım konusunda bilinçlendirilmesi ve eğitimleri ve performans değerlendirme açısından; karbon kaynaklı yatırımların değerlemesi, firmanın değerlemesi ve mevcut durumla gelecekte hedeflenen durum arasında değerlendirmelerin yapılabilmesi için ve bütçelerin hazırlanabilmesi için stratejik yönetim muhasebesi uygulamalarına gereksinim duyulmaktadır. (Ratnatunga ve Balachandran, 2009: 345- 347).

İklim değişikliğinin karmaşık ortamında etkili karar verme ve risk yönetimi stratejik önem taşımaktadır. Karbon maliyetleriyle ilgili karar alma; bireylerin ve kurumların, riskleri ve belirsizlikleri nasıl algıladıklarından ve bunları hesaba katmalarından etkilenmektedir (IPCC, 2015: 77). Tüm bu kararların belirsizlik ortamında alınabilmesi, karbon maliyetlerinin doğru saptanıp riskler göz önünde bulundurularak doğru yönetilmesiyle mümkündür. Bunun için de formülleştirilmiş analitik yöntemler, fayda/ maliyet analizleri, sermaye bütçelemesi gibi uzun vadeli kararlarda destekleyici yöntem ve uygulamalar yardımcı olabilmektedir.

Sonuç olarak; karbon maliyet yönetimi; çevreci teknoloji yatırımı yapma, yeşil ürün ve süreç geliştirme, mamul karması, mamulün fiyatlandırılması, performans ve denetim gibi konularda bilgi sunma amacına hizmet etmektedir. Bu amacın gerçekleştirilebilmesi için işletmenin izlemesi gereken adımlar bulunmaktadır (Çapalov, 2010). Bunlardan birincisi; farkındalıktır. İşletme öncelikle karbon maliyetleri yönetiminin gerekliliğinin farkına varmalıdır. Gerek sosyal sorumluluk, gerek sürdürülebilirlik, gerekse yasal zorunluluk olarak karbon salınımının önemini anlamalıdır. İkinci adımda işletme; durum tespiti yapmalıdır. İşletmenin mevcut salınım kaynakları nelerdir, salınım miktarı ve bunların

maliyetlerinin saptanması gerekmektedir. Üçüncü adım planlamadır. Burada işletme; karbon maliyetlerinin azaltımına ve kontrolüne yönelik gerçekleştirebileceği faaliyetleri planlayarak salınım hedeflerini gerçekleştirmeye çabalar. Dördüncü adım ise; değer yaratmadır. İşletme salınım hedeflerini yakalamak üzere karbon maliyetlerini yönetirken aynı zaman da; hem kârlılığını artırarak hem de iklim değişikliği üzerindeki olumsuz etkisini azaltarak sürdürülebilir değer yaratır. Bu noktada da değer zinciri analizi tekniklerinin de uygulanarak mamul ve hizmet yaşam boyu maliyetlerinin işletme faaliyetlerinin her aşamasında değerlendirilmesi gerekmektedir.

2.4. KARBON SALINIMI RAPORLAMASI, DENETİMİ VE GÜVENCE HİZMETLERİ

Küresel iklim değişikliğinin insanlık için tehlikeli boyutlara ulaştığının farkına varılmasıyla daha önemli duruma gelen karbon salınımları Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşmasıyla önemi giderek artan bir hızla işletmelerin gündemine yerleşmiştir. Bu amaçla gerçekleştirilen çabalarda karbon salınıminin kaynaklarının ve maliyetlerinin izlenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. İşletmeler karbon maliyetlerini izlerken, birçok ulusal ve uluslararası kamu ve özel sektör standart koyucular salınımların doğru ve uygun şekilde izlenmesi, raporlanması ve denetlenmesi konuları üzerinde çalışmalarını yürütmektedir.

Çalışmanın bu bölümünde; işletmelerde karbon salınımlarının izlenmesine yardımcı olan karbon envanterinin hazırlanması, salınım azaltma çabalarının ve karbon temelli gider ve gelirlerin raporlanması ve ortaya çıkan verilerin denetlenmesi ile güvence hizmetleri ele alınmaktadır.

2.4.1. Karbon Envanterinin Hazırlanması

İşletmeler; “sera gazı envanterlerini hazırlayıp, bağımsız bir kuruluşa doğrulatarak, riskleri minimize etme, rekabet, liderlik, karbon ticareti, çevresel ve sosyal sorumluluk ile birlikte geleceğe yönelik mevzuatlara hazırlıklı olmaya” çalışmaktadırlar. Dolayısıyla; sürdürülebilir kalkınma anlayışıyla hareket eden

işletmelerde karbon yönetiminin ilk adımı karbon envanterinin hazırlanması oluşturmaktadır (Kaplan, 2011: 2).

Karbon envanteri; alan, proje, kurum veya ulusal düzeyde 1 yıllık karbon salınımı ve uzaklaştırılmasının ton ltnde belirlenmesidir. Diğer bir açıdan; belirli bir zaman diliminde alan, proje, kurum ve ulusal düzeyde karbon stoklarında meydana gelen değişimin ton cinsinden ifadesidir. Net karbon salınımı; biokütle ve topraktan atmosfere doğru gerçekleşen karbon kaybını göstermektedir. Net karbon uzaklaştırma ya da tutulması ise; biokütle ve toprak tarafından stoklanan ve yakalanan net karbon miktarını ifade etmektedir (Ravindranath ve Ostwald, 2008: 3).

Ulusal karbon envanteri; bir ülkedeki toplam insan kaynaklı salınımları ve yutakları ifade etmektedir. Ulus altı envanter ise; ulusal envantere benzetmekle sadece bir bölgeyle, şehirle veya yreyle sınırlandırılan envanterdir. Kurumsal envanter; bir işletmenin doğrudan ve dolaylı salınım ve yutaklarını kapsamaktadır. Tesis envanteri ise; özellikli bir endüstriyel tesisin düzeyindeki salınımları içermektedir. Son olarak ürün yaşam dönemi envanteri ise; bir ürün veya hizmetin yaşam boyunca neden olduğu salınımları ifade etmektedir (Singh ve diğerleri, 2014:2).

Çalışmanın bu kısmında karbon envanterinin hazırlanmasına ilişkin getirilen düzenlemeler Dünya’da ve Türkiye’deki uygulamalar temelinde ele alınmaktadır.

2.4.1.1. Dünya’da Karbon Envanterinin İzlenmesi

Karbon envanterinin hesaplanması için işletmenin “4 adımdan oluşan bir süreç” izlemesi gerekmektedir. Bunlar; “amacın belirlenmesi, sınırların belirlenmesi, verilerin toplanması ve salınım envanterinin oluşturulması, sonuçların değerlendirilmesi ve raporlama” şeklinde sıralanabilir. Bu raporlama ve ölçüm için farklı kuruluşlar tarafından standartlar geliştirilmektedir. Sera gazlarının (CO₂, CH₄, N₂O, PFC, HFC, SF₆) ele alındığı standartların başında “Hükümetler Arası İklım Değişikliği Paneli (IPCC)”nin yayınlamış olduğu metodolojilerin yanında, “GHG Protokolü”, “ISO 14064”, ve “PAS 2050” gelmektedir (<http://climatevolunteers.com/?page=karbonAyakiziHesaplama>).

IPCC Ulusal Sera Gazlarının Envanteri Kılavuzu; BMİDÇS taraflarının insan kaynaklı sera gazlarının salınım ve yutak kaynakları itibariyle belirlenmesi ve

tahminlenebilmesi amacıyla oluşturulmuş bir metodolojidir. Kılavuz 3 düzeyde yöntem önererek sera gazı salınımlarının hesaplanmasına yardımcı yöntemleri açıklamaktadır. Bunlar Tier1, Tier 2 ve Tier 3 metodlarıdır. Bu düzeyler metodun zorluk derecesini ifade etmektedir. (IPCC, 2006: 4- 8). “GHG Protokolü”; “Dünya Araştırma Enstitüsü (WRI)” ve “İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği (WBCSD)” tarafından hükümetlerin ve işletmelerin sera gazlarını anlamak, ölçmek ve yönetmek için geliştirilmiş muhasebe ve raporlama standartlarıdır. 2006 yılında “Uluslararası Standartlaştırma Örgütü (ISO)” Protokolün “Kurumsal Standartlar” kısmını baz alarak “ISO 14064- 1: Sera Gazı Emisyonlarının ve Uzaklaştırmalarının Kuruluş Seviyesinde Hesaplanmasına ve Rapor Edilmesine Dair Kılavuz ve Özellikler” standardını geliştirmiştir. Daha sonra 2007 yılında WRI, WBCSD ve ISO arasında anlaşma imzalanarak çalışmalar geliştirilmiştir (<http://www.ghgprotocol.org/about-ghgp>). “ISO 14064”; uluslararası standartlaştırma örgütü (ISO) tarafından “sera gazı envanterlerini veya sera gazı salınımlarını azaltan projelerin doğrulanması onaylanması standartlar” serisidir. “ISO 14064- 1 sera gazı envanterlerinin kuruluş veya şirket seviyesinde tasarlanması, geliştirilmesi, yönetilmesi ve raporlanması için ilkeler ve şartlar” hakkında ayrıntılı bilgi verir. “ISO 14064- 2 sera gazı emisyonlarını azaltmak veya sera gazı uzaklaştırılmalarını artırmak için özel olarak tasarlanmış sera gazı projelerine veya projeye dayalı faaliyetlere” odaklanmaktadır. “ISO 14064- 3 ise; sera gazı envanterlerini doğrulama ve sera gazı projelerini geçerli kılma veya doğrulama için ilkelere ve gereklere dair ayrıntılı bilgi” vermektedir (<http://www.isobelgesi.gen.tr/iso-14064-belgesi-nedir-nasil-alinir-dogrulamasi-nasil-ve-kim-tarafindan-yapilir-danismanlik-hizmetinde-yapilir>). “ISO ve GHG Protokolü” kurumsal sera gazı envanteri hesaplamasına yönelik birbiri ile tutarlı ve birbirini tamamlayan standartlardır. PAS 2050 (Publicly Available Specification) ise; Britanya Standart Enstitüsü- British Standards Institution BRI tarafından yürütülen, ürün ve hizmetlerin sera gazı salınımlarının yaşam döneminin değerlendirilmesini belirleyen özellikleri açıklayan bir kılavuzdur. Bu rehber, ISO 14021 Çevresel Etiketleme, ISO 14044 Çevre Yönetimi ve IPCC kılavuzlarını temel almaktadır (BSI, 2011: 1). Karbon envanterinin hesaplanması, raporlanması ve doğrulanması üzerine farklı örgütler işbirliğiyle hazırlanan bu kılavuzlar ve standartlar aracılığıyla

işletmeler gönüllü olarak karbon salınımlarını hesaplayıp Karbon Saydamlık Projesi, Sürdürülebilirlik Raporları ya da karbon ticaret piyasa işlemlerinde kullanabilmektedir.

İşletmelerde sera gazı salınımlarının ölçülmesi ve raporlanmasının gerekliliği çevresel bir takım düzenlemelerle zorunlu kılınmış olsa da en önemli gereklilik ülkelerin “Kyoto Protokolü”ne taraf olmasıyla doğmuştur. “Kyoto Protokolü”ne göre; taraf olan ülkelerin taahhütlerini yerine getirirken temel karbon salan endüstrilerinin bu konuda gelişimini sağlayarak teşvik etmesinin gerekliliği vurgulanmaktadır (Kyoto Protokolü Md. 2). Protokole göre; insan kaynaklı sera gazı kaynakları salınımlarının ve yutaklarca uzaklaştırılmasının hesaplanmasına ilişkin yöntemlerde IPCC’nin kabul ettiği yöntemler dikkate alınarak bu hesaplamalar için ulusal bir sistemin yürürlüğe koyulması istenmektedir (Kyoto Protokolü, Md. 5). Bu düzenlemeler ile taraflar; her yıl düzenli olarak ulusal bildirimlerini yapmak durumundadırlar (Kyoto Protokolü, Md. 7). Bu durum hükümetlerin kurumlardan yıllık envanterlerini bildirmelerini gerekli kılmaktadır. Paris Anlaşması da küresel envanterin oluşturulabilmesi için gerekli ulusal envanterlerin insan kaynaklı salınımların ve yutak başına uzaklaştırmaların yine IPCC tarafında kabul edilmiş yöntemlerce hesaplanmasını gerekli kılmaktadır (Paris Anlaşması, Md. 13). Dolayısıyla; BMİDÇS, Kyoto Protokolü ve son olarak Paris Anlaşmasına taraf olan ülkelerin sera gazı salınımlarına ve yutaklarına ilişkin envanterlerinin her yıl bildirilmesi bir zorunluluktur. Ayrıca, salınımlarını azaltım hedeflerini gerçekleştirmeleri veya kaydettikleri ilerlemeyi takip etmeleri için de kuruluşların sera gazı envanterine gereksinim duyulmaktadır.

2.4.1.2. Türkiye’de Karbon Envanterinin Hazırlanması

Kyoto Protokolü’nün taraflarının ulusal bir karbon izleme sistemini düzenlemesi gereği Türkiye’de gerekli adımları atmıştır. Türkiye’de sera gazı salınımlarının izlenmesi ve raporlanması amacına yönelik gerçekleştirilen ilk düzenleme, “elektrik ve buhar üretimi, çimento, demir-çelik, rafineri, seramik, kireç, kağıt ve cam üretimi gibi sektörlerden kaynaklanan sera gazlarının tesis seviyesinde izlenmesini sağlamak” amacıyla 17 Mayıs 2014’de yayımlanan 29003 sayılı “Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik” tir. Bu yönetmelik kapsamında

sera gazı salınımlarının ve ilgili faaliyet verilerinin izlenmesi ve raporlanmasına dair usul ve esasları düzenleyen 29068 sayılı “Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi ve Raporlanması Hakkında Tebliğ” 22 Temmuz 2014’de yayımlanmıştır. Bu mevzuatın yürürlüğe girmesini takiben, 29314 sayılı “Sera Gazı Emisyonlarının Doğrulanması ve Doğrulayıcı Kuruluşların Yetkilendirilmesi Tebliği” 02.04.2015 tarihinde yayımlanmıştır. Böylece, sera gazı salınımlarının izlenmesi, raporlanması ve doğrulanması ile ilgili mevzuat oluşturulmuştur (ÇŞBRK, 2015: 6). Bakanlık bünyesinde “İklim Değişikliği Dairesi” tarafından hazırlanan “İzleme ve Raporlama Tebliği İzleme Planı Kılavuzu” ve “İzleme ve Raporlama Tebliği Yıllık Emisyon Raporlama Kılavuzu” salınımların izlenmesi, raporlanması ve doğrulanması ile ilgili esasları açıklamaktadır.

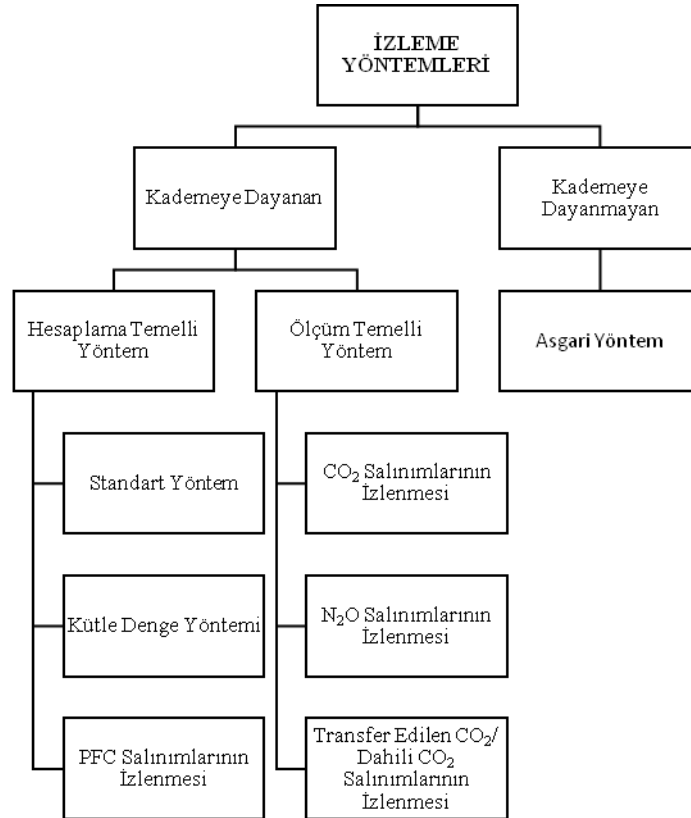
Ulusal düzenlemeler kapsamında ele alındığında sera gazı salınımlarının takibi hakkında yönetmeliğin kapsamındaki faaliyetler için izleme planı hazırlaması gerekmektedir. İzleme planı; salınımların izlenmesi ve izlenen salınımların doğru raporlanması için yöntem önermektedir. Bu yöntemin tesiste teknik ve mali açıdan uygulanabilir olması gerekmektedir. İzleme planı salınım kaynak akışlarının doğru kurgulanmasına yardımcı olacağından salınım miktarının da doğru hesaplanmasına yardımcı olmaktadır (ÇŞBİK, 2015: 6). Ulusal mevzuata göre izleme planı hazırlaması gereken ve raporlaması gereken tesislerin faaliyet kapsamları yönetmeliğin Ek- 1’inde belirtilmektedir. Buna göre; petrol rafinesi, kok üretimi, metal cevheri işlenmesi, selüloz, amonyak, soda külü, sodyum bikarbonat üretimlerinde doğrudan CO₂ salınımı nedeniyle, birincil alüminyum üretiminde PFC salınımı nedeniyle ve nitrik asit, adipik asit, glioksal ve glioksilik asit üretiminde diazotoksit (N₂O) salınımı nedeniyle koşulsuz olarak sera gazlarının takip edilmesi ve raporlanması gerekmektedir. Diğer taraftan, pik demir ve çelik, klinker, kireç, cam, seramik, elyaf, kağıt üreten tesisler günlük kapasitelerine göre, anma ısı gücü 20 MW ve üzeri tesislerde ise; yakma gücüne göre izleme ve raporlama kapsamında yer almaktadır (SGETH Yönetmelik, Ek- 1).

2.4.1.3. Türkiye’de Karbon Envanteri İzleme Yöntemleri

Mevzuat gereğince, izlenmesi ve raporlanması gereken sera gazları için kullanılacak yöntemler kademeye dayanan ve kademeye dayanmayan olmak üzere

iki ana başlıkta ele alınmaktadır. Salınımların belirlenmesi için gereken her bir parametre, farklı veri kalite düzeyleriyle belirlenmektedir. Bu veri kalite düzeyine kademe adı verilmektedir. Kademe; faaliyet verilerinin, hesaplama faktörlerinin, yıllık emisyonların belirlenmesine ilişkin koşulları ifade etmektedir (İ&R Hakkında Tebliğ, Md. 4). İzleme yöntemleri Şekil 8’de gösterilmektedir.

Şekil 8: Sera Gazı Salınımlarının İzlenmesi Yöntemleri



Kaynak: ÇSBİK, 2015: 22.

Hesaplama ve ölçüm temelli yöntemler kademeye dayanan izleme yöntemleriyken asgari yöntem kademeye dayanmayan bir izleme yöntemidir. Asgari yöntemin kullanılabilmesi için belirli şartların yerine getirilmesi gerekmektedir, hesaplama ve ölçüm temelli yöntemlerden hangisinin seçileceği işletmeye bırakılmaktadır (İ&R Tebliği, Md. 19- 20). Hesaplama temelli yöntemde, yakıtların yanması sırasında tüketilen yakıtı ait veriler kullanılırken, prosesten kaynaklanan salınımlarda giren ve çıkan malzemeye ait veriler kullanılmaktadır. Hesaplama

temelli yöntem, ölçüm sistemleri aracılığıyla kaynak akışlarından elde edilen faaliyet verilerinin, laboratuvar analizlerinden elde edilen veya varsayımlar sonucu ulaşılan verilerin kullanılarak salınımın hesaplanmasıdır. Ölçüm temelli yöntem ise; tüketilen/ üretilen yakıt veya malzeme verileri yerine tesisin salınım noktalarına yerleştirilmiş ölçüm cihaz sonuçlarının, transfer edilen gazların izlendiği durumlar dâhil olmak üzere, baca gazında ve baca gazı akışının sürekli ölçülmesine dayanan yöntemdir (İ&R Tebliği, Md. 19).

Standart yöntemde; faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı salınımları standart bir hesaplama faktörü kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu yöntemde tesislerde genellikle faaliyetlerde kullanılan yakıt ya da malzeme direkt olarak salınımla ilişkilendirilmektedir. Örneğin çimento gibi. Ancak bazı sektörlerde girdi malzemeleriyle salınım doğrudan ilişkilendirilemez. Demir- Çelik gibi. Bu durumda kütle denge yöntemi kullanılmalıdır. Kütle denge yönteminde salınımlar, tesis sınırına giren ve sınırlarından çıkan karbon miktarı temel alınarak hesaplanmaktadır. Örneğin; bir çelik üretim tesisi için giren kaynak akışları, hurda, pik demir ve alaşım bileşenlerini içermektedir. Çıktı kaynak akışları ise; ürünler ve cüruftur. PFC salınımlarının izlenmesi ise; sadece birincil alüminyum üretiminden kaynaklanan CF_4 ve C_2F_6 gazlarını kapsar ve hesaplama temelli yöntemle izlenmektedir (ÇŞBİK, 2015: 27- 28).

Ölçüm temelli yöntemde; tesisin ölçeceği sera gazına ait salınım noktalarına izleme ve raporlama tebliğince belirtilen standartları sağlayan sürekli ölçüm cihazlarını yerleştirmesi ve izlenen verinin kalite kontrolünün devamlılığını sağlaması gerekmektedir. Kullanılan sürekli ölçüm cihazları, sürekli emisyon ölçüm sistemleri (SEÖS) olarak adlandırılır. Öncelikle tesiste salınımına sebep olan sera gazları ve bunlardan hangilerinin SEÖS ile izleneceği belirlenir. SEÖS ile izlenecek noktalar belirlenerek kalibrasyonları kontrol edilir. Daha sonra tesiste salınımına neden olan gazların miktarı ve tesis kategorisi kullanılarak kademeler, belirlenen kademeler ve salınım gazları kullanılarak da ölçüm cihazlarının izin verilen belirsizlik değerleri belirlenir. Son aşamada; raporda belirtilmesi gereken veriler toplanmaktadır (ÇŞBİK, 2015: 44- 45).

Sera gazı salınımlarının izlenmesi için ulusal mevzuatta 3 farklı yöntem tanımlanmaktadır. Bunlar; “hesaplama temelli yöntem, ölçüm temelli yöntem ve

asgari yöntemdir”. Hesaplama ve ölçüm temelli yöntemlerin seçimi, İ&R Tebliği ekinde belirtilen özel durumlar hariç (örneğin; PFC salınımları hesaplama temelli yöntemle izlenir ya da N₂O salınımları ölçüm temelli yöntemle izlenir) işletmeye bırakılmaktadır. Bunların haricinde işletme mükerrer uygulama olmadığı sürece izleme yöntemlerini birleştirerek uygulayabilmektedir (ÇŞBİK, 2015: 57).

Genel olarak değerlendirildiğinde; işletmeler karbon envanterlerini oluştururken yapmaları gereken ilk adım süreç haritasının çıkarılmasıdır. Daha sonra işletme sınırlarının belirlenmesi gelmektedir yani; ilgili salınım kaynaklarının belirlenmesi. 3. Adımda verilerin toplanması sağlanmaktadır. Burada seçilecek yöntemin belirlenmesinde ulusal mevzuat gerekçeleri ya da yararlanılan kılavuzun açıklamaları dikkate alınmalıdır. Veriler toplandıktan sonra, 4. Adımda salınım hesaplanır. 5. Adımda ise; salınım hesaplamalarındaki belirsizlikler ve sapmalar tahminlenerek gerekli düzeltmeler yapılır. Son adımı ise; raporlama ve doğrulama oluşturmaktadır (Singh ve diğerleri, 2014: 4).

Karbon envanterinin hazırlanmasının en önemli amacı işletmelerin karbon ayak izinin belirlenip bunun doğrulayıcı kuruluş tarafından onaylanması ve ilgili bilgi kullanıcılarına raporlanması için gerekli verinin toplanmasıdır. Çoğunlukla yasal düzenlemelerin gereği olan envanter hazırlama; günümüzde artık kurumsal sosyal sorumluluk yaklaşımıyla çevresel etkilerini paydaşlarıyla paylaşmak isteyen kurumların raporlama yapabilmesi için de önemli bir adım olmaktadır.

2.4.2. Karbon Salınımı Raporları

Karbon salınımlarının raporlanması; işletmelerin yönetsel amaçlarının bir parçası olarak gündeme gelse de, birçok kurum için raporlama, düzenleyici mevzuatların gereği, salınım ticaret sistemi ya da yatırımcıların ve diğer bilgi kullanıcılarının gönüllü olarak bilgilendirilmesi için bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Gönüllü açıklamalar; tek başına bir rapor olabileceği gibi, sürdürülebilirlik raporunun veya faaliyet raporunun da bir parçası olabilmektedir (IAASB, 2015: 279).

Bu yönüyle küresel düzeyde ülkeleri, ulusal düzeyde ise; sektörleri ve işletmeleri ilgilendiren karbon salınımı raporlaması gönüllü açıklamalar ve zorunlu açıklamalar şeklinde iki grupta ele alınabilir. Gönüllü açıklamalar sürdürülebilirlik

raporları, bütünleşik raporlama, karbon saydamlık projesi- CDP ve ilerleme bildirimi raporlaması olabileceği gibi zorunlu açıklamalar ulusal ve uluslararası mevzuat gereği açıklanması gereken bilgiler, çevre etki değerlendirme- ÇED raporları, ulusal karbon bildirimi ve diğer çevresel standartlar gereği raporlar olarak sıralanabilir.

Çalışmanın bu kısmında öncelikle karbon salınım raporlarının genel özellikleri ele alınmakta, devamında ise; Türkiye’deki uygulamalar değerlendirilmektedir.

2.4.2.1. Karbon Salınımı Raporları Özellikleri ve Önemi

Sürdürülebilirlik raporlarının yaygınlaşmasıyla yeniden gündeme gelen çevresel raporların en önemli parçalarından biri olan karbon raporları; sera gazı salınım bilgisinin kamuya açıklanması ve bunun 3. taraflarca güvence onayıyla sunulması açısından giderek önemli bir rekabet aracı olmaktadır. Ernst&Young’ın araştırmasına göre; 300 küresel firma (1 milyar \$ üzeri) incelenmiş ve bunlardan %64’ünün sera gazı bilgisini açıkladığı, %62’sinin ise 3. taraf onaylama belgesinin bulunduğu görülmüştür. Karbon salınımına ilişkin açıkça düzenlenmiş raporlama standartları ve bağımsız güvence hizmetleri olmadan firmaların kredibilitesinin artacağını söylemek doğru olmayacaktır. Bazı işletmeler karbon salınımlarını çevreye daha az zarar verdiğini göstermek için raporlarken bazıları teknolojik olarak ne kadar ileri olduklarını ve çevreye katkılarını kanıtlamaya çalışmaktadır. Diğer bir açıdan, karbon finans araçlarının hızla gelişen piyasasından fayda sağlamak istemektedirler. Bu açıdan şeffaflık ve güvenilirlik sorunlarının aşılmasında bağımsız denetim ve güvence hizmetleri de önem kazanmaktadır (Olson, 2010: 936- 937).

Genel olarak çevre raporu; işletmelerin faaliyetlerinin yararlı ve zararlı çevresel sonuçları ile yönetimin çevresel kaynakları kullanım performansına ilişkin sonuçların gösterilmesi amacını taşımaktadır. Söz konusu rapor, sosyal sorumluluğun bir parçası olarak gönüllü raporlansa da ilgili olan çıkar gruplarına çevresel konularda gereksinim duydukları bilgiyi aktarma aracı durumundadır. Bu yönüyle raporların geniş kitlelere hitap edebilmesi ve geçerli olabilmesi için genel kabul görmüş bazı özellikler taşıması ve belirli bir takım standart çerçeveye sahip olması gerekmektedir (Özbirecikli, 2002: 90- 91).

Karbon salınım raporlamasında hükümetler ve ortak protokoller zorunlu açıklamaları gerekli kılrsa da işletmeler genel olarak açıklamalarının kredibiliteleri üzerindeki etkisiyle ilgilenmektedir. Bu yüzden işletmeler, daha fazla yatırımcının dikkatini çekme olasılığı ve piyasa değeri üzerindeki etkisi için gönüllü açıklama çabalarını artırarak karbon salınımı raporlarına önem vermektedir (Olson, 2010: 935). Karbon salınım verilerinin çeşitli paydaş gruplarının karar alma süreçlerinde kullanabilmesi bu bilgilerin “doğru, güvenilir, anlamlı, gerçeğe uygun ve karşılaştırılabilir” şekilde elde edilmesi ve finansal tablolarda raporlanmasına bağlıdır (Selimoğlu ve Çalışkan, 2016b: 6). GHG Protokolüne göre; uygunluk, tamlık, tutarlılık, şeffaflık ve doğruluk sera gazı muhasebe ve raporlamasında raporlanacak bilginin taşınması gereken ilkeler olarak sıralanmaktadır (GHG Protokolü, 2006: 7). Dolayısıyla; sera gazı salınımlarının raporlanmasıyla ilgili geliştirilmiş standartlar ve kılavuzlar aracılığıyla bilgi kullanıcılarının doğru, güvenilir, anlamlı ve geçerli bilgiye ulaşması sağlanmaktadır.

Karbon raporlaması iç bilgi kullanıcıları için yönetim kararlarında kullanılmak üzere bilgi sağlarken, dış bilgi kullanıcıları açısından tek başına özel bir rapor ya da bir raporun parçası olarak özet şeklinde sunulabilir. Burada dikkat edilmesi gereken toplanan verilerin tekrarına izin vermeden ihtiyaca uygun, nitelikli ve anlamlı bilginin sunulmasıdır. Karbon raporlaması; işletmenin genel karbon ayak izdüşümünü göz önüne sererken yöneticilerin azaltım projeleriyle ilgili alacakları kararlarda da yardımcı olmaktadır (GHG Protokolü, 2006: 65).

Küresel düzeyde; “Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)” 1990 yılından itibaren 5-6 yıllık aralıklar ile iklim değişikliği konusunda son derece kapsamlı küresel karbon değerlendirme raporları açıklamaktadır. Bu raporlar ülkelerin kurumlardan talep ettiği raporların birleştirilmesiyle oluşturulmaktadır (Türkeş ve diğerleri, 2013: 19). Kurumsal düzeyde karbon raporlamasında ise; ilk akla gelen GHG Protokolü olmaktadır. GHG Protokolü, finansal muhasebedeki gibi GHG- GAAP (Sera gazı Genel Kabul Görmüş Muhasebe İlkeleri) şeklinde ele alınmaktadır (Stechemesser ve Guenter, 2012: 32). GHG Protokolü; Kurumsal Muhasebe ve Raporlama ve Proje Değerleme Standardı olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır (GHG Protokol, 2006: 2). Bu protokol kapsamında işletmeler karbon

salınımlarını belirleyerek raporlaması gereken unsurları belli bir çerçevede sunmaktadır.

Sürdürülebilirlik raporlamasında ise; çalışmanın önceki kısımlarında ele alındığı üzere karbon raporlaması çevresel boyutun altında değerlendirilmektedir. Bu raporlara ilişkin yaygın olarak kullanılan GRI Sürdürülebilirlik Raporlama Kılavuzu; etkili sürdürülebilirlik raporlaması için en iyi ve en güncel rehber durumundadır. Gri Raporlama çerçevesi de salınım raporları için GHG Protokolü raporlama ilkelerini temel almaktadır (G4 Sürdürülebilir Raporlama Kılavuzu, 2016: 57).

Karbon salınımı bazı endüstriler tarafından uzun yıllardan beri standart bir yöntemle düzenlenmekte ve raporlanmaktadır. Otomobil endüstrisi düzenlemelere ilk yanıt veren sektör olarak, araçlarının yeni modellerinde karbon salınımını azaltmaya çalışmıştır. Bu da dolaylı yoldan karbon azaltımına yardımcı olmuştur. Diğer taraftan enerji üretiminde kullanılan kömür yanmalı enerji tüketimleri yöresel kirlilik ve asit yağmurlarının azaltılması amacıyla uzun zaman önce düzenlenmiştir (Olson, 2010: 935). Günümüzde artık karbon salınım raporları sektör ve iş kolu fark etmeden yaygın olarak kullanılmaktadır. Hizmet sektöründen en ağır sanayi işletmelerine kadar birçok firmanın sürdürülebilirlik raporlamasına ya da karbon raporuna rastlamak mümkündür.

Örneğin; Akbank 2015 Sürdürülebilirlik Raporu'nun önceliklendirme çalışmasına göre; Banka Sürdürülebilirlik Organizasyonu ve Akbank paydaşları tarafından önem sırasına göre derecelendirilmesi için bir anket çalışması düzenlemiş ve gelen geri bildirimler doğrultusunda raporlama sürecinde rehberlik eden unsurları Şekil 9'daki önceliklendirme analizi şeklinde sunulmuştur.

Şekil 9: Akbank 2015 Sürdürülebilirlik Raporu Unsurların Önceliklendirilmesi Çalışması

Akbank'a Etkisi	Yüksek		• Etkin Risk Yönetimi ve İç Kontrol • Rüşvet ve Yolsuzluk Politikalarına Uyum • Etik Bankacılık • Çalışan ve İnsan Hakları • Kredilerde Çevresel ve Sosyal Risk Yönetimi • Sponsorluk • Çalışan Memnuniyeti	• Kurumsal Yönetim • Karbon Salımı • Güvenli Bankacılık • Sürdürülebilir Kârlılık ve Büyüme • Müşteri Memnuniyeti
	Orta	• Çevre odaklı ürün ve hizmetler	• Kariyer Gelişimi ve Eğitim • Çalışan Gönüllülüğü • Çalışanların Farkındalığı • Finansal Hizmetlere Erişimi Kolaylaştıran Yenilikçi Ürün ve Hizmetler • Kâğıt Tasarrufu ve Teknolojik Atıklar • Fırsat Eşitliği • Paydaşlarla Diyalog	
	Düşük	• Tedarikçi Zincirinde Sürdürülebilirlik		
		Düşük	Orta	Yüksek
Paydaşlar için Öncelikli				

Kaynak: Akbank Sürdürülebilirlik Raporu, 2015: 27.

Şekil 9'a göre karbon salınımı raporlama kapsamında hem Akbank'a etkisi hem de paydaşlar için öncelik seviyesi yüksek olarak belirlenerek salınım bilgilerine ve azaltım uygulamalarına vermiş oldukları kredi desteklerine ayrıntılı olarak yer verilmiştir. Raporun "Operasyonlarımız ve Çevre" bölümünde "İklim Değişikliğiyle Mücadele Sürecine Katkı" kısmında Akbank'ın Karbon Ayak İzi; Birincil Enerji Kaynaklı Karbon Salımı, Elektrik Tüketimi Kaynaklı Karbon Salımı ve Personel Ulaşımı Kaynaklı Çevresel Etkinin Yönetimi şeklinde sınıflandırılarak CO₂e/ yıl biriminden 2013- 2014 ve 2015 yılları karşılaştırmalı olarak raporlanmıştır (Akbank Sürdürülebilirlik Raporu, 2015: 102- 103).

Bir diğer örnekte ise; Türkiye'de sürdürülebilir kalkınmaya destek veren öncü kuruluşlardan TSKB 2016 yılı Entegre Raporunun "Doğal Sermaye" kısmında,

yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği proje destekleri ve kendi iç salınım ve tüketim bilgilerine yer verilmektedir. Rapora göre; “2006 yılından beri ölçülmekte olan karbon ayak izi, 2008 yılında bağımsız bir danışmanlık firması tarafından gözden geçirilmiş ve hazırlanan raporun devamında Banka sıfır karbon projesini başlatmıştır. Salınım kaynakları olan aydınlatma, enerji, iş seyahatleri gibi tüketimleri azaltabilmek için 2009-2010 yıllarını kapsayan stratejik azaltım hedefleri oluşturulmuştur. 2009 yılı itibarıyla Banka bu strateji dahilinde elektrik enerjisini yenilenebilir enerji kaynağından almaya başlamıştır. Diğer taraftan; Banka kurum içinde uyguladığı karbon nötr yaklaşımını, yürüttüğü sosyal projelere de taşıyarak, iklim değişikliği ve karbon ayak izinin azaltılması bilincini toplumda yaygınlaştırmaya, bu konudaki bilinirlik ve farkındalığı artırmaya yönelik çeşitli projeler gerçekleştirmiştir” (TSKB Entegre Raporu, 2016: 86- 93).

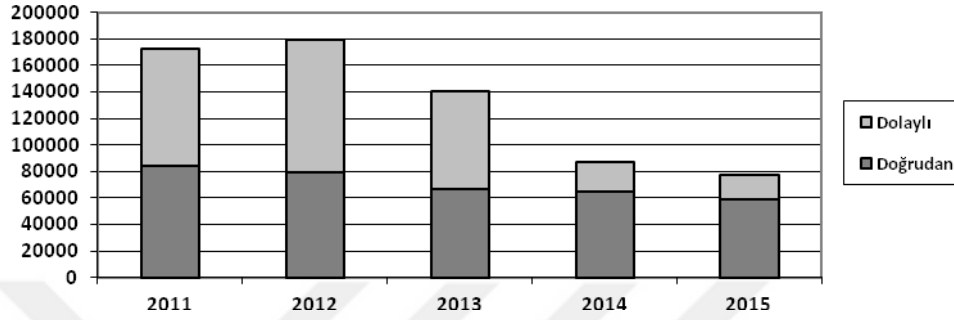
Farklı karbon raporlama metodolojilerinin olması uygulamada da farklı raporlar ile karşılaşılmasına neden olabilmektedir. Küresel düzeyde bir uygulama olan karbon saydamlık projesi CDP açıklamalarında GHG Protokolünün tek başına yeterli olmayabildiği işletmelerin karbon etkilerini raporlarken farklı rejimleri de dikkate alması gerektiği ortaya koyulmaktadır. Örneğin; Amerika’da enerji sektörü için Uluslararası Petrol Endüstrisi Çevresel Koruma Örgütü- IPIECA ve Amerikan Petrol Enstitüsü- API standartları dikkate alınmaktadır. Kanada’da Petrol Üreticileri Derneği, Avustralya’da ise; Ulusal Sera Gazı ve Enerji Raporlaması Standardı- NGER gibi sektörel bazda ve ulusal bazda standartlar kullanılmaktadır (Andrew ve Cortese, 2011: 135- 136).

2.4.2.2. Türkiye’de Karbon Salınımı Raporları

Türkiye’de mevcut uygulamalar da sürdürülebilirlik raporları, bütünleşik raporlama, karbon saydamlık projesi- CDP ve ÇED raporları aracılığıyla bazı raporların içeriğinde karbon salınım bilgisine yer verilmektedir. Bütünleşik raporlama çok yaygın olmamakla birlikte sürdürülebilirlik raporlarının giderek artan bir hızla yaygınlaştığı gözlemlenmektedir. Bunda; 2014 yılında Borsa İstanbul tarafından oluşturulan Sürdürülebilirlik Endeksi’nin de etkisi büyüktür. 2017 Borsa İstanbul Sürdürülebilirlik Endeksi’nde ticaret, üretim ve hizmet işletmesi olan farklı iş kollarından 42 firma (<https://www.kap.org.tr/tr/Endeksler>) yer almaktadır.

Örneğin; Arçelik 2015 Sürdürülebilirlik Raporu “Çevre ve Enerji Yönetimi” kısmında sera gazı salınımları şekil 10’daki gibi raporlanmaktadır.

Şekil 10: Arçelik Toplam Sera Gazı Salınımları (Ton CO₂e)



Kaynak: Arçelik Sürdürülebilirlik Raporu, 2015: 32.

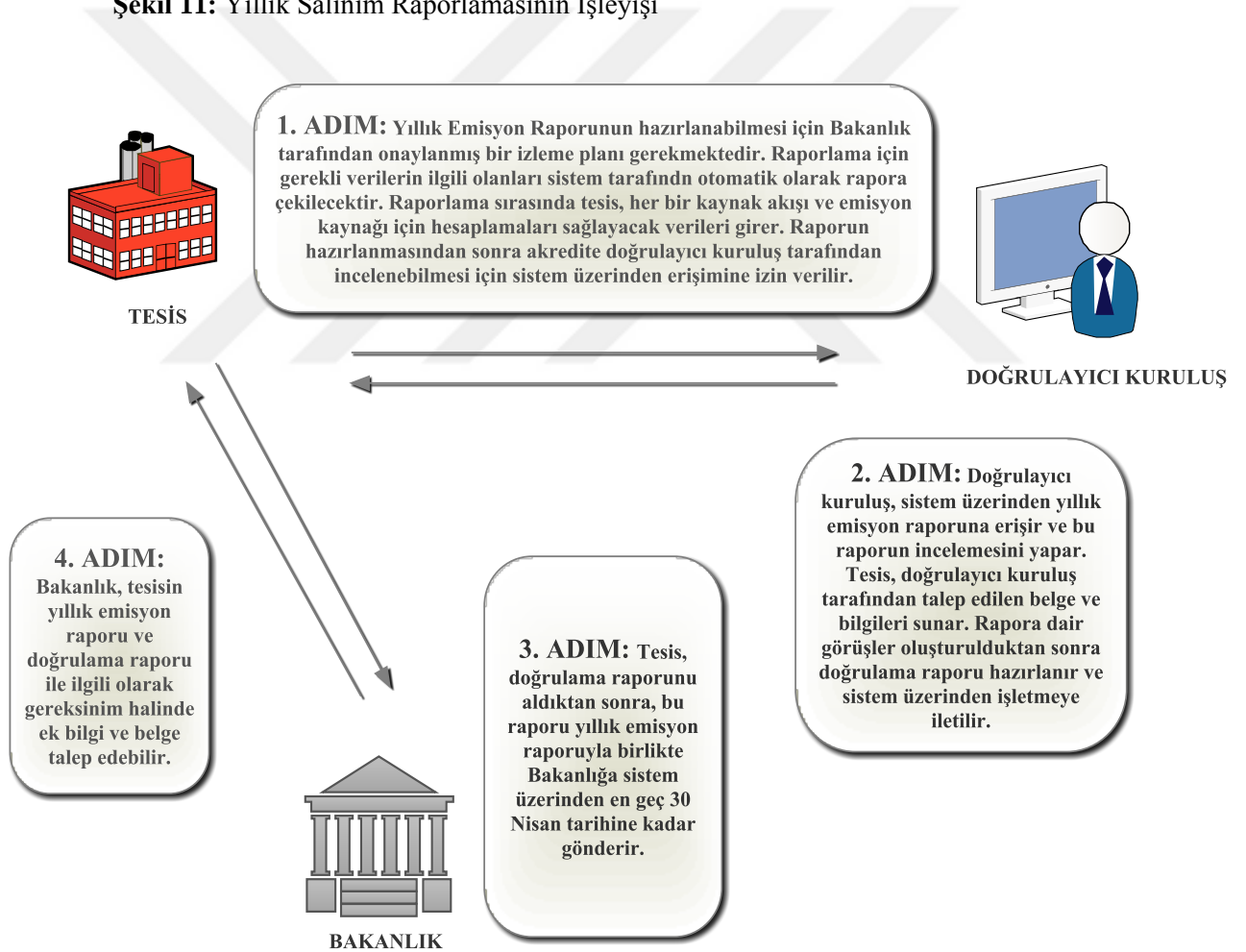
Şekil 10’a göre işletmenin 2015 yılı sürdürülebilirlik raporunda doğrudan ve dolaylı karbon salınımları 5 yıl karşılaştırmalı olarak ton CO₂e cinsinden gösterilmektedir. İncelenen diğer sürdürülebilirlik raporlarında da yaygın olarak karbon salınımları hem miktar olarak gösterilmekte hem de firma bünyesinde karbon salınımı azaltan destekleyici faaliyetlerden söz edilmektedir.

Zorunlu raporlamalar açısından değerlendirildiğinde; Kyoto Protokolü uyarınca gündeme gelen ulusal karbon düzenlemeleri kapsamında faaliyette bulunan işletmelerin Bakanlıkça onaylanmış olan izleme planı çerçevesinde yıllık karbon salınım raporlarını oluşturmaları gerekmektedir. Sera gazı takibi hakkındaki yönetmelik kapsamına giren bir işletme, “izleme dönemi boyunca gerçekleşen sera gazı salınımlarını yönetmelik ve tebliğde şart koşulan şekilde, hazırlamış olduğu İzleme Planı ile uyumlu şekilde izlemek ve raporlamakla yükümlüdür”. “İzleme dönemi, salınımların izlendiği ve raporlandığı bir takvim yılını (1 Ocak – 31 Aralık) ifade etmektedir”. “Bir izleme yılı, raporlanacak olan sera gazı salınımlarının fiilen gerçekleştiği yıldır. Salınımlarını izlemek ve raporlamakla yükümlü işletmeler, 1 Ocak – 31 Aralık 2015 tarihleri arasında salınımlarını izleyecek ve 2016 yılında ilk yıllık salınım raporlarını Bakanlığa sunacaktır. Bu çalışmalar, işletmelerce 2014 yılında Bakanlığa sunulmuş olan İzleme Planları ile uyumlu şekilde yürütülmelidir”.

“Raporlamanın izleme planı ile uyumlu ve tutarlı olması büyük önem taşımaktadır. Buna göre işletme ve tesis bilgileri, izleme planında belirtilmiş olan bilgilerle aynı olmalıdır. Tanımlanmış bir faaliyet verisinin izlenmesi için izleme planında belirlenmiş olan kademe, yıllık salınım raporu hazırlanırken kullanılmalıdır. Örneğin izleme planında salınım kaynaklarını, kaynak akışlarını, örnekleme noktalarını ve ölçüm ekipmanlarını gösteren diyagram (akış şeması), yıllık salınım raporu ile tutarlı olmalıdır” (ÇŞBRK, 2015: 7).

Sera gazlarının takibi hakkında yönetmelik kapsamındaki işletmelerin Bakanlığa sunacakları yıllık salınım raporlarının işleyişi şekil 11’de gösterilmektedir.

Şekil 11: Yıllık Salınım Raporlamanın İşleyişi



Kaynak: ÇŞBRK, 2015: 8.

Buna göre “Yönetmeliğin EK-1’ine tabi bir işletme, bir önceki takvim yılı içinde gerçekleşen sera gazı salınımlarını Bakanlık tarafından onaylanmış olan İzleme Planına göre hesaplar. Hesapladığı salınımlarını yıllık olarak Mevzuata uygun şekilde raporlar, doğrular ve Bakanlığa her yıl 30 Nisan tarihine kadar sunar. Yıllık salınım raporları, Çevre Bilgi Sistemi üzerinden doldurulur. İnternet temelli bu Sistem’in kullanımı için herhangi bir bilgisayar programına gereksinim yoktur. Sistem, yıllık salınım raporunda doldurulması gerekli alanları kullanıcıya göstermekte ve hem içerik, hem yapı olarak gerekli yönlendirmeleri Yönetmelik ve İ&R Tebliği ile uyum içinde yapmaktadır. Doğrulayıcı kuruluş da Sistem’e giriş yapabilmekte ve gerekli adımları elektronik olarak Sistem üzerinden yürütebilmektedir.” Raporlama dönemi içinde çeşitli sebeplerle herhangi bir salınımına sebep olmayan işletmeler de yıllık salınım raporu hazırlamak ve doğrulamakla yükümlüdür. Ayrıca; işletmenin operasyonel süreçlerinde önemli değişiklikler olması durumunda Bakanlığa ayrıntılı bilgi ve belgelerle durumu bildirmekle yükümlüdür. “İşletme değişimlerinin (örneğin; ekipmanların satışı) yıllık emisyon raporuna etkileri (örneğin; üretim miktarı, ihraç veya ithal edilen buhar, tüketilen yakıt miktarı vb.) açıklanmalıdır. İzleme planı, gerekli şekilde revize edilerek onay için Bakanlığa gönderilmelidir” (ÇŞBRK, 2015: 8- 10).

İşletme faaliyetlerinden kaynaklı karbon salınımlarının raporlanması ve raporlanan bu verilerin birleştirilerek ülke performanslarının ortaya koyulması küresel ısınma karşısında gerçekleştirilen en önemli çabalardandır. Diğer taraftan işletmeler karbon raporları aracılığıyla marka değerlerini artırma ve kredibilitesini yükseltme çabasıdadır. Ayrıca; karbon raporlarını doğrularak, sertifikalandırarak karbon ticaret mekanizmalarından yararlanabilmektedir. Bu yönüyle karbon salınım ve kaynaklarının yönetilmesi, karbon verilerinin toplanarak raporlanması büyük önem taşımaktadır.

2.4.3. Karbon Raporları Denetimi ve Güvence Hizmetleri

Sürdürülebilirlik raporlarında amaç; işletmenin sürdürülebilirlik üzerindeki olumlu etkilerinin ortaya koyulmasıdır. Dolayısıyla; işletmeler negatif etkiler yaratan faaliyetlerinin yerine, pozitif etkiler yaratan sonuçları üzerine odaklanmaktadır. Ancak; özellikle sürdürülebilirlik açısından olumsuz etkilerin azaltılması ve

yönetilebilmesi için, negatif etkilerin raporlanmasına gereksinim duyulmaktadır. Bu nedenle herhangi bir raporun içeriğinde yer alan verilerin gerçekten olduğu veya olması gerektiği şekliyle raporlanıp raporlanmadığının, bir bağımsız otorite tarafından irdelenmesi ve onaylanması bu raporun içeriğinin güvenilirliğini ve karar almada kullanılabilirliği arttırmaktadır (Selimoğlu ve Çalışkan, 2016a: 3). Yaygın olarak kullanılan GRI Raporlama Kılavuzu dış güvence onayını desteklemektedir, ancak; bunun standartla uyumluluğunu zorunlu tutmamaktadır. Genel olarak; sürdürülebilirlik raporlarında “İçerik Kontrol Endeksi” rapora ek olarak sunulmakta ve bu listede rapor hazırlanırken yararlanılan kılavuz maddeleri özetlenmektedir. Bu tabloda ayrıca o kalemin dış denetimden geçip geçmediği de belirtilmektedir (G4 Sürdürülebilir Raporlama Kılavuzu, 2016: 13- 35).

Çevresel denetim kavramının 80’li yıllarla başlayan gelişim seyri incelendiğinde, ilk yıllarda özellikle teknik konuların ve yasal uygulamalarla uyumun denetlenmesi şeklinde yürütüldüğü görülmektedir. Bu dönemde çevresel denetim çalışmaları işletme dışından ve muhasebe alanında faaliyet göstermeyen kişilerce yürütülmüştür. Ancak; çevresel denetim anlayışının gelişmesiyle birlikte, yönetsel kontrolün gerekliliği ön plana çıkmıştır (Özbirecikli, 2002: 79). Karbon raporlarının denetimi ve doğrulanması işlemi; karbon ayak izi verilerinin yayınlandığı raporlarındaki yanlış açıklanma riskini azaltır ve salınım azaltım projeleri veya ürün karşılaştırmaları durumunda şirket aleyhine olabilecek çevresel iddialara karşı bir güvence yaratmaktadır. Karbon salınımları verilerinin doğruluğuna ilişkin yaratılan güvence şirket yönetimine daha tutarlı, objektif ve güvenilir kararlar almasında yardımcı olacaktır. Ayrıca; dış paydaşların karar almada kullanacağı bilgilerin güvenilirliği artırılmaktadır. Bu nedenle şirketler, uluslararası genel kabul görmüş değerlendirme standartlarına dayalı karbon salınımlarına ilişkin verilerinin doğrulanması ile ilgili bilgi kullanıcılarına güvence yaratmaktadırlar (Selimoğlu ve Çalışkan, 2016b: 9).

Karbon raporları denetimi ve raporlara ilişkin güvence hizmetleri raporlama yapılmadan önce doğrulayıcı bir kuruluş tarafından raporun değerlendirilmesini kapsamaktadır. Raporlamanın düzeyi denetimin de kapsamını belirlemektedir. Eğer salınım bilgileri sadece iç kararlarda kullanılacaksa işletme içi kontrol sistemi ile toplanan verilerin denetlenmesi mümkündür. Ancak; hazırlanan raporlar kamuya

açıklanacak ise, bağımsız bir üçüncü taraf tarafından değerlendirilmesi gerekmektedir (Piecyk, 2010: 59).

Ulusal ve uluslararası standart koyucular sera gazı salınımının nasıl ölçmeleri ve raporlamaları gerektiğinin yanında, sera gazı salınımı güvencesi/beyanının tamamlanması için gereksinim duyulan güvence yetkinlik ve yeterliliklerin ne olması ve bunların nasıl sağlanacağı konuları ile de ilgilenmektedirler. “Uluslararası Denetim ve Güvence Standartları Kurulu” tarafından yayınlanan “Uluslararası Güvence Denetimleri Sözleşmeleri Standartları”ndan “GDS (ISAE) 3410- Sera Gazı Beyanlarına İlişkin Güvence Denetimleri Standardı (ISAE 3410 International Standard on Assurance Engagements)” sera gazı salınımı raporlarına ilişkin güvence hizmetleri için kapsamlı bir rehberlik sunarak bu boşluğu doldurmak için tasarlanmıştır. Sera gazı salınımı raporlarına, muhasebe meslek mensupları dışındaki mühendis ve çevre bilimci uygulamacılar tarafından güvence verilmesi durumunda, ISO 14064-3 “Sera Gazı Emisyonları Doğrulama ve Onaylama Standardı” yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu iki standart arasındaki temel farklılık, işletmeye sunulan uygun güvence planı ve bunun detaylarının miktarıdır. Sera gazı salınımı güvencesi, bilimsel ve teknik uzmanlığı gerektirmektedir. Muhasebe meslek mensupları ile (muhasebe alt yapısı olmayan) teknik uygulamacıların sahip olduğu benzersiz ve tamamlayıcı yetenekler, bu tür görevlerdeki karmaşıklıkla birleşince, sera gazı salınımı güvencesinde farklı disiplinlerden oluşmuş bir ekibin birlikte çalışması gerekliliğinin altı çizilmektedir (Selimoğlu ve Çalışkan, 2016b: 16- 17).

Örneğin; Arçelik 2015 Sürdürülebilirlik Raporu’nda rapora ek olarak BSI Standartlar Enstitüsünden alınmış güvence raporuna yer verilmektedir. Burada yer alan denetim raporu sürdürülebilirlik raporunun tamamını değil sadece karbon salınımı ile ilgili açıklamalar kısmına ilişkindir. BSI tarafından verilen güvence raporuna göre; Arçelik A.Ş.’nin Türkiye’de yerleşik Sürdürülebilirlik ve Resmi ilişkiler Direktörlüğü ve Tedarik Zinciri Direktörlüğü’nde, bağımsız bir doğrulama denetimi gerçekleştirilmiştir. Güvence Raporu; yönetici özeti, sorumluluklar, denetimde kullanılan metodoloji, kısıtlamalar ve görüş beyanı kısımlarından oluşmaktadır. Güvence raporunun ekinde ise; Arçelik 2015 yılı Sera Gazı Salınımları Envanteri Özet Raporu’na yer verilmiştir (Arçelik Sürdürülebilirlik Raporu, 2015: 73- 74).

“GDS (ISAE) 3410 Sera Gazı Beyanlarına İlişkin Güvence Standardı” ise; eğer incelenecek sera gazı raporu başka bir raporun küçük bir kısmıysa “ISAE 3000 Tarihi Finansal Bilgilerin Denetimi ve Sınırlı Bağımsız Denetimi Dışında Kalan Güvence Denetimleri standardı” ile birlikte kullanılabilir. Burada güvence verilecek olan raporun sınırı önem taşımaktadır (IAASB, 2015: 279). GDS (ISAE) 3410’un çıktısı olan güvence raporları “ISO 14064-3 Sera Gazı Emisyonları Doğrulama ve Onaylama Standardı” ile bütünleştirilerek kullanılmaktadır. Bütünleşik Raporlamada (finansal ve finansal olmayan bilgiler) raporun kapsamında bir bölüm olarak içerikte yer aldığı, kurumsal yönetim ilkeleri ve sürdürülebilirlik ile ilişkilendirilerek, sürdürülebilirlik raporlarının sera gazıyla ilişkili kısmına uygulanabilmektedir (Selimoğlu ve Çalışkan, 2016b: 10).

Ulusal bildirim uygulaması kapsamında ise işletmeler; yıllık salınım raporlarını Bakanlığa sunmadan önce bu raporlarını doğrulatması gerekmektedir. “Doğrulama süreci raporlamanın ayrılmaz bir parçası olup her yıl, onaylanmış İzleme Planı ile uyumlu şekilde yıllık salınım raporu için doğrulayıcı bir kuruluş tarafından periyodik olarak yürütülmelidir. Doğrulayıcı kuruluş tarafından yerine getirilen doğrulama hizmetinin temel amacı; uygun bir güvenilirlik seviyesiyle yıllık salınım raporunda ciddi bir hata olmamasını güvence altına almaktır. Dolayısıyla, onaylanmış izleme planı ve yıllık salınım raporu karşılaştırılarak doğrulayıcı kuruluş tarafından tespit edilen her türlü hata ve uyumsuzluk, işletme tarafından düzeltilmelidir. Doğrulama raporu, nihai ve açıkça belirtilmiş olumlu, olumsuz veya şartlı olumlu olarak bir sonuca ulaşmalıdır. Rapordaki eksik bildirimler düzeltilene kadar olumlu doğrulama raporu hazırlanamayacağı için, işletmelerin yıllık salınım raporunu titizlik içinde hazırlamaları, doğrulayıcı kuruluşun hata ve eksiklerin olmadığına dair görüş bildirebilmesi için ihtiyacı olan bilgi ve belgeleri sağlamaları önemlidir” (ÇŞBRK, 2015: 10- 12).

Sera gazı salınım raporlarının doğrulanması işlemi, Bakanlıktan “doğrulayıcı kuruluş yeterlik belgesi” almış olan kurum ve kuruluşlar tarafından yapılmaktadır. Bu kurumlarda, 29314 sayılı “Sera Gazı Emisyon Raporlarının Doğrulanması ve Doğrulayıcı Kuruluşların Yetkilendirilmesi Tebliği” kapsamında belirlenmektedir. Tebliğ ayrıca; doğrulayıcı kuruluşların nitelikleri, doğrulamanın nasıl ve kimler tarafından yapılacağı, doğrulama raporunun kapsamı ve hazırlanmasına ilişkin usul

ve esasları belirlemektedir. “Doğrulayıcı kuruluş, doğrulamanın başlangıcında, doğrulama sürecinde yürüteceği faaliyetlerin özelliği, ölçeği ve karmaşıklığını belirlemek üzere tesis ile ilgili tüm faaliyetler hakkında stratejik analiz yapar. Tesis tarafından yürütülen faaliyetleri anlamak, doğrulama ekibinin yetkinliğini değerlendirmek, sözleşmede belirtilen doğrulama süresinin uygunluğunu değerlendirmek ve risk analizini yapmak için gerekli bilgi ve belgeleri toplar ve gözden geçirir” (Doğrulama Tebliği, Md. 9). “Doğrulayıcı kuruluş, etkin bir doğrulama süreci tasarlamak, planlamak ve uygulamak için; a) Dahili riskleri, b) Kontrol faaliyetlerini, c) Uygulanan kontrol faaliyetlerinin etkinliğine dair kontrol risklerini belirler ve değerlendirir” (Doğrulama Tebliği, Md. 10). “Doğrulayıcı kuruluş, doğrulama raporunu işletmeye teslim etmeden önce, doğrulama kayıtlarını ve doğrulama raporunu, doğrulama sürecinde yer almamış bağımsız ve yetkin bir tetkikçiye sunar” (Doğrulama Tebliği, Md. 23). Bağımsız bir gözle son kez gözden geçirilen rapor işletmeye iletilir.

Karbon ticaretiyle birlikte giderek önem kazanan ve sürdürülebilir kalkınma anlayışının kurumsal sosyal sorumluluk ile bütünleşmesiyle çevresel bilinci artan işletmelerin karbon kaynaklarını yönetmesi ve bu yönetiminin etkilerini raporlarına yansıtması gündeme gelmektedir. Dolayısıyla; karbon verilerinin mevcut durumun gerçekçi ve güvenilir bir şekilde ortaya koyulması alınacak kararların etkinliğini artıracığından gerek iç kontrol gerekse bağımsız bir dış kontrol tarafından salınım raporlarının denetlenmesi önem taşımaktadır. Bunun için öncelikle stratejinin belirlenmesi ve istenilen bilginin sınırlarının çizilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, işletmeler tarafından sağlanan bu verilerin bağımsız bir denetleyici kuruluş tarafından doğrulanmasına, denetlenmesine ve bu denetiminin sonucunun raporlanmasına gereksinim duyulmaktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KARBON TEMELLİ MALİYETLERİ AZALTMA VE DENKLEŞTİRME TEKNİKLERİ

Sanayi devrimiyle birlikte hem endüstriyel tüketim hem de bireysel tüketimlerle artan karbon salınımının, iklim değişikliği üzerindeki etkilerinin küresel düzeyde felaketlere neden olacağı gerçeğinin anlaşılmasıyla birlikte, ülkelerin bir araya gelerek iklim değişikliğiyle mücadelede uluslararası ölçekte çalışmalar ve işbirliği yapması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda ülkelere özelliklerine göre farklı sorumluluklar getiren “BMİDÇS” ve bununla ilişkili gelişen Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşması gibi uluslararası anlaşmalar gündeme gelerek iklim değişikliğiyle mücadelede karbon salınımı maliyetlerinin etkin bir şekilde yönetilmesi için küresel bir karbon piyasası ortaya çıkarmıştır.

İşletmelerin faaliyetleri sonucu ortaya çıkan karbon salınımları; azaltmak, yutmak, tutmak, denkleştirmek ve yok etmek gibi çabalar ile kontrol edilmektedir. Bu faaliyetleri gerçekleştirirken küresel düzeydeki anlaşmaların getirdiği mekanizmalar ya da gönüllü piyasalar karbon temelli maliyetlerin kontrolü için farklı alternatifler sunmaktadır. Diğer taraftan işletmelerin ürün, üretim süreci, hammadde, tedarik ve diğer karbon salan kaynaklarını kontrol edebilmesi maliyet kontrolünde etkili olmaktadır.

Karbon temelli maliyetlerin azaltılmasında işletmenin karbon ayak izinin küçültülmesi yani karbon salan faaliyetlerinin azaltılması ya da karbon tutan faaliyetlerinin artırılması gerekmektedir. Diğer taraftan piyasa araçları aracılığıyla karbon salınım hakları satın alarak da karbon ayak izlerini azaltma veya denkleştirmeleri mümkündür. Çalışmanın ana sorusu işletmenin karbon maliyetlerini kontrol ederken hangi aracı tercih etmesi gerektiğidir. Bu kapsamda çalışmanın bu bölümünde; sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde faaliyet gösteren işletmelerin karbon maliyetlerini azaltma, denkleştirme ve yok etme stratejileri ele alınmaktadır. Bu amaçla ilk olarak karbon piyasası ve piyasa araçlarının işleyişi açıklanmaktadır. Çalışmanın devamında karbon maliyetlerinin yönetiminde kullanılabilecek ürün süreç ve teknolojilerindeki iyileşmeler, enerji verimliliği, tedarik zinciri yönetimi, ağaçlandırma projeleri ve vergi konuları ele alınmaktadır.

3.1. KARBON PİYASA ARAÇLARININ KULLANILMASI

Çalışmanın bu bölümünde karbon piyasası türleri, Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları, Paris Anlaşması'nın etkileri ve karbon ticaretinin işleyişinden söz edilmektedir.

3.1.1. Karbon Piyasası Türleri ve Ticaret

Ekonomide genel kural olarak negatif dışsallıklar yayan mal ve hizmetlerin etkileri bir takım mekanizmalarla içselleştirilemezse, üretim ve tüketimin optimum seviyeyi sağlayamayacağı savunulmaktadır. Bu amaçla; devletler, çeşitli politikalar aracılığıyla dışsallıkları azaltmayı hedeflerler ve bu müdahalelerle dışsallıkları fiyatlandırarak ekonomik etkinliği sağlarlar (Saruç ve Karakaya, 2008: 197).

Sera gazı salınımları; küresel ısınma etkisiyle onlarca negatif dışsallığa neden olmaktadır. Dolayısıyla; hükümetler iklim değişikliğiyle mücadele de, insan kaynaklı sera gazı salınımını çeşitli destek, düzenleme ve bazı ekonomik araçları kullanarak azaltmaya çalışmaktadırlar. Yazında çevresel dışsallıkları azaltmakta kullanılan piyasa temelli araçlar dört ana grupta ele alınmaktadır. Bunlar (Stavins, 1998: 4); “kirlilik gideri ya da yükümlülüğü”, “ticaret edilebilir izinler (permiler)”, “piyasa engellerini azaltım” ve “devlet sübvansiyon düzenlemesi”dir.

- Kirlilik yükümlülüğü; bir firmanın ya da kaynağın oluşturduğu kirlilik miktarına bağlı harç veya vergi uygulamasıdır. Uygulanacak vergi veya harç tutarının firmanın elde edeceği faydayı karşılaması gerekmektedir.
- Ticaret edilebilir izinler; uygun görülen bir kirletme üst limitinin izin hakkı olarak firmalara dağıtılması şekliyle uygulanmaktadır. Firma hakkının altında bir salınım gerçekleştirdiğinde kullanmadığı kısmını fazla salınım yapan firmalara satabilmektedir.
- Piyasa engellerini azaltım; piyasanın işleyişindeki doğrudan ve dolaylı engellerin azaltılarak çevresel maliyetlerin kazanca dönüştürülmesini ifade etmektedir.
- Devlet sübvansiyon düzenlemeleri ile ise; çevresel düzenlemeler aracılığıyla maliyetlerin içselleştirilmesi, sübvansiyonların azaltılarak kaynakların etkin kullanımının artırılması amaçlanmaktadır.

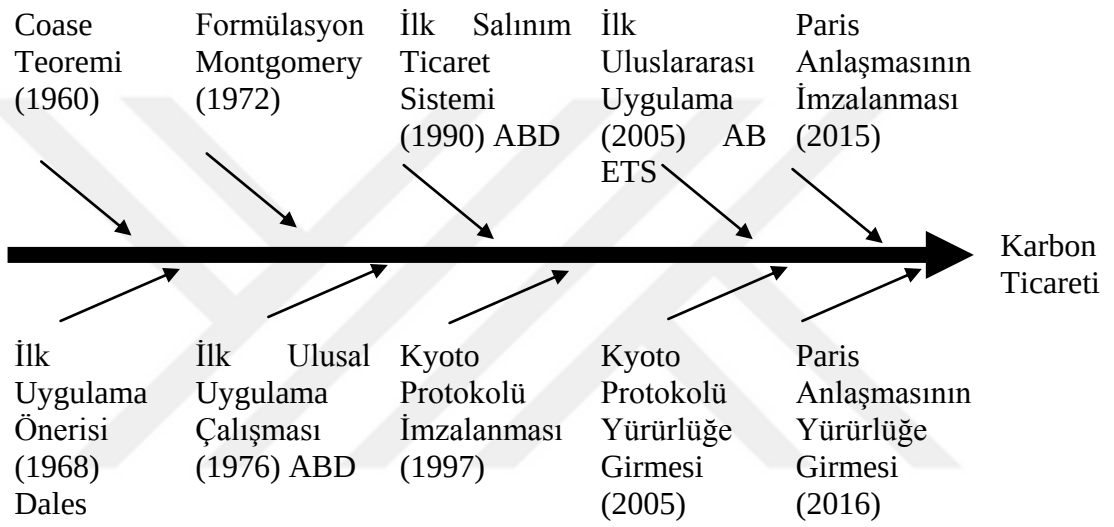
Piyasa temelli araçlar işleyiş bakımından değerlendirildiğinde, karbon ticareti ticaret edilebilir izinler kapsamında ele alınabilir. Bu uygulamalar, diğerlerine göre iki noktada üstün görülmektedirler. “Birincisi, bu araçlar maliyet azaltımı açısından etkin (cost-effective) olmakta, ikincisi de iyi tasarlandıkları zaman çevre dostu teknolojilerin yayılmasını ve bu alandaki yenilikleri teşvik etmektedirler” (Karakaya ve Özçağ, 2001: 3- 4).

Karbon ticareti; genel olarak karbon diye adlandırılan sera gazlarının salınımlarının azaltılması ve denkleştirilmesi üzerine geliştirilmiş sistemlerin tümünü kapsamaktadır. 1960’lı yıllarda başlayan çevresel zarar yaratan salınımların piyasa araçlarıyla yöneltmesi çabaları günümüzde borsalar, türev araçlar ve salınım hakkı sertifikaları aracılığıyla ticaret edilebilir bir emtia haline gelen karbonun önemini giderek artırmaktadır. Dolayısıyla karbon ticareti; bir kirleticinin karbon azaltma taahhüdüyle yerine getireceği azaltım karşılığında elde edeceği “karbon tahsisatı” veya “karbon kredisi” olarak adlandırılan sertifikanın başka bir kirleticiye satması işlemlerini ifade etmektedir (Tunahan, 2010: 200, Altınbay ve Golagan, 2016: 2109, Uyar ve Cengiz, 2011: 51). Tüm bu çabalardan doğan ekonomik faaliyetlerin tümünü Ratnatunga (2008) çalışmasında karbonomiks olarak ifade etmiştir (Ratnatunga, 2008: 2).

Salınım ticaretiyle ilgili ilk çalışma; 1960 yılında Coase tarafından ele alınmıştır. Sosyal maliyet konusunu işlediği çalışmasında yazar salınımların çevresel zararlarını ele almaktadır (Coase, 1960: 87). Dales 1968 yılında Coase yaklaşımının uygulanabilirliğini göstererek salınım ticareti teorisine katkıda bulunmuştur. Baumol ve Oates (1971) çalışmasında, dışsallıkların fiyatlandırılmasındaki güçlüklerden söz ederek uygulanacak verginin marjinal sosyal zararları karşılayacak düzeyinin belirlenmesi için çalışmışlardır (Baumol ve Oates, 1971: 53). Kirletme hakkı, salınım ticareti, işlem maliyetleri (transaction costs) ve vergi gibi birçok alanda gerçekleştirilen teorik çalışmalar ile salınım ticaretinin temelleri atılmasına rağmen uygulamaya 1970’li yılların ortalarında ABD’de geçilmiştir. Ancak; salınım ticaretine öncülük eden ilk uygulamalar nitrojen oksit (NOx) ve kükürt dioksit (SO₂) gibi hava kalitesini etkileyen gazların ticaretini kapsamıştır. Benzindeki kurşun maddesinin azaltılması veya sonlandırılması, ozon tabakasına zarar veren kimyasalların düşürülmesi gibi programlarla gündeme gelen salınım ticaret

mekanizması içinde en etkili olan asit yağmurlarına neden olan kükürt dioksitin (SO_2) azaltılması mekanizması olmuştur. Devamında birçok Avrupa ülkesi, Kanada, Meksika ve Yeni Zelanda gibi ülkelerde uygulanan sistemler bugünkü karbon ticaretinin de temellerini oluşturmuştur (Saruç ve Karakaya, 2008: 199- 204). Şekil 12’de Karbon Ticareti Sistemi’nin gelişim sürecinde önemli adımlar gösterilmektedir.

Şekil 12: Karbon Ticareti Sisteminin Gelişim Süreci



Kaynak: Aliusta ve diğerleri, 2016: 387’den yararlanılarak oluşturulmuştur.

Salınım ticareti; çevresel zararların azaltılmasına yönelik alternatif bir araç olarak ortaya çıksa da, özellikle piyasa karşıtı olanlar tarafından eleştirilmiştir. Bu eleştirilerden en önemlileri; ticaret sisteminin tasarımı sorunları, salınım kredileri işlem maliyetleri, salınım kredilerinin fiyatlarındaki oynaklık ve salınım ticaretinin çevresel bozulmalara yol açması şeklinde sıralanmaktadır (Sovacool, 2011: 576). Yöneltilen eleştirilerin geçerliliği olmasına rağmen; iklim değişikliği konusunda oluşturulacak bilincin ve işletmelerin karbon maliyetlerini de kararlarına dâhil etmesinin daha yüksek fayda getireceği söylenebilir. Dolayısıyla; gelişen teknoloji ve bilgi sistemleriyle sosyal farkındalığın artması ve sürdürülebilirlik anlayışının yerleşmesi açısından karbon ticareti önem taşımaktadır.

Yazında farklı sınıflandırmalar yapılsa da genel olarak salınım ticareti “üst sınır ve ticaret (cap and trade)”, “anahat ve kredi (Baseline and Credit)” ve “karbon denkleştirme (carbon offset)” olarak üç şekilde yapılmaktadır. Bunlar (Aliusta ve diğerleri, 2016: 390, Saruç ve Karakaya, 2008: 200, Tunahan, 2010: 203, Bal, 2013: 199, Uyar ve Cengiz, 2011: 52, Binboğa, 2014: 5742);

- Tahsisat Ticareti: İlgili otorite tarafından belirlenen salınım limitleri çerçevesinde tahsis edilen salınım haklarının kirleticiler arasındaki ticaretini ifade etmektedir. Öncelikle belirlenmiş bir bölge ve zaman dilimi içerisindeki toplam salınım miktarı belirlenir (üst sınır- cap) ve kirleticilere tahsis edilir. Bir üst sınır belirlenmesi ve daha sonra ticaretinin yapılmasından dolayı bu sistem, sınırlandır ve ticaret et (cap-and-trade) olarak adlandırılmaktadır. Tahsis edilen miktarın altında salınım yapan kurumlar haklarının kullanmadıkları kısmını daha fazla salınım yaparak tahsis edilen hakkını aşan kurumlara satabilirler.

- Kredi Ticareti: Salınım azaltım projeleri sonucu ilgili sertifika kuruluşlarından elde edilen salınım hakkı sertifikalarının ticaretini kapsamaktadır. Bu uygulamada katılımcılar; ticaretten önce tahsisat alamamakta, karbon birimlerini salınım azaltıcı projeleri onaylandıktan sonra kazanmaktadırlar. Öncelikle her katılımcı için düzenleyici otorite tarafından bir anahat (baseline) belirlenir. Normal işleyiş düzeyinde bu anahatta salınım yapan kurum, salınımlarını azaltması karşılığında bir kredi elde ederler ve bu hakkı satabilirler. Kredi ticareti için sertifika sahibi olmanın önemi, işletmelerin çevreyi daha az kirleten teknikleri bulmasına veya çevreyi daha az kirletecek şekilde var olan teknikleri kullanmasında etkili olacaktır.

- Karbon Denkleştirme: Gönüllü piyasa uygulaması olarak ele alınan karbon denkleştirme, bir yerde salınan sera gazının karşılığında başka bir yerden salınım hakkı satın alınarak atmosfere salınacak olan aynı miktardaki sera gazının hapsedilerek nötrleştirilmesidir. Diğer bir ifadeyle; karbon salınımını aşan bir işletmenin daha az karbon tasarrufu yapan bir işletmeyi finansal olarak desteklemesidir.

İlk iki sistemde de kirletme sınırının belirlenmesi ve dağıtılacak salınım haklarının nasıl tahsis edileceği sorusu gündeme gelmektedir. Kirlilik izinleri piyasası oluşturulurken paydaşların tutum ve davranışları da önemli rol oynamaktadır. Ulusal düzeyde bir firmanın optimum düzeyini paydaşlarına kabul

ettirmek ne kadar zor ise, küresel düzeyde uzlaşmacı bir karar almak güçleşmektedir. Diğer taraftan; kirlilik izinlerinin işletmeler arasında nasıl tahsis edileceği büyük önem taşımaktadır. Bu tahsisat üç şekilde yapılabilir. İlk yöntemde; işletmenin geçmiş salınım düzeyleri dikkate alınarak dağıtılmasıdır. İkincisinde; izinler açık artırma yöntemiyle en yüksek fiyatı veren işletmeye satılmaktadır. Bu yöntemde gelir de elde edilmiş olur. Son yöntemde ise; karma uygulama olup, belli bir kısmının tahmini olarak tahsisi, bir kısmının da ihaleyle satılması söz konusu olmaktadır (Saruç ve Karakaya, 2008: 201, Bal, 2013: 199- 200). Karbon denkleştirme sisteminde ise; karbon salınımının azaltılmasında katlanılacak maliyetlerin ve bunun yerine hiçbir azaltım faaliyeti yapmayarak salınım hakkının dışarıdan satın alınması durumunda ödenecek bedelin karşılaştırılması gerekmektedir. Salınım hakkının maliyetinin içsel olarak azaltılması dışarıdan satın almaya göre daha pahalı olacağı durumda işletme kârlı olabilecektir (Çankaya ve Şeker, 2013: 113).

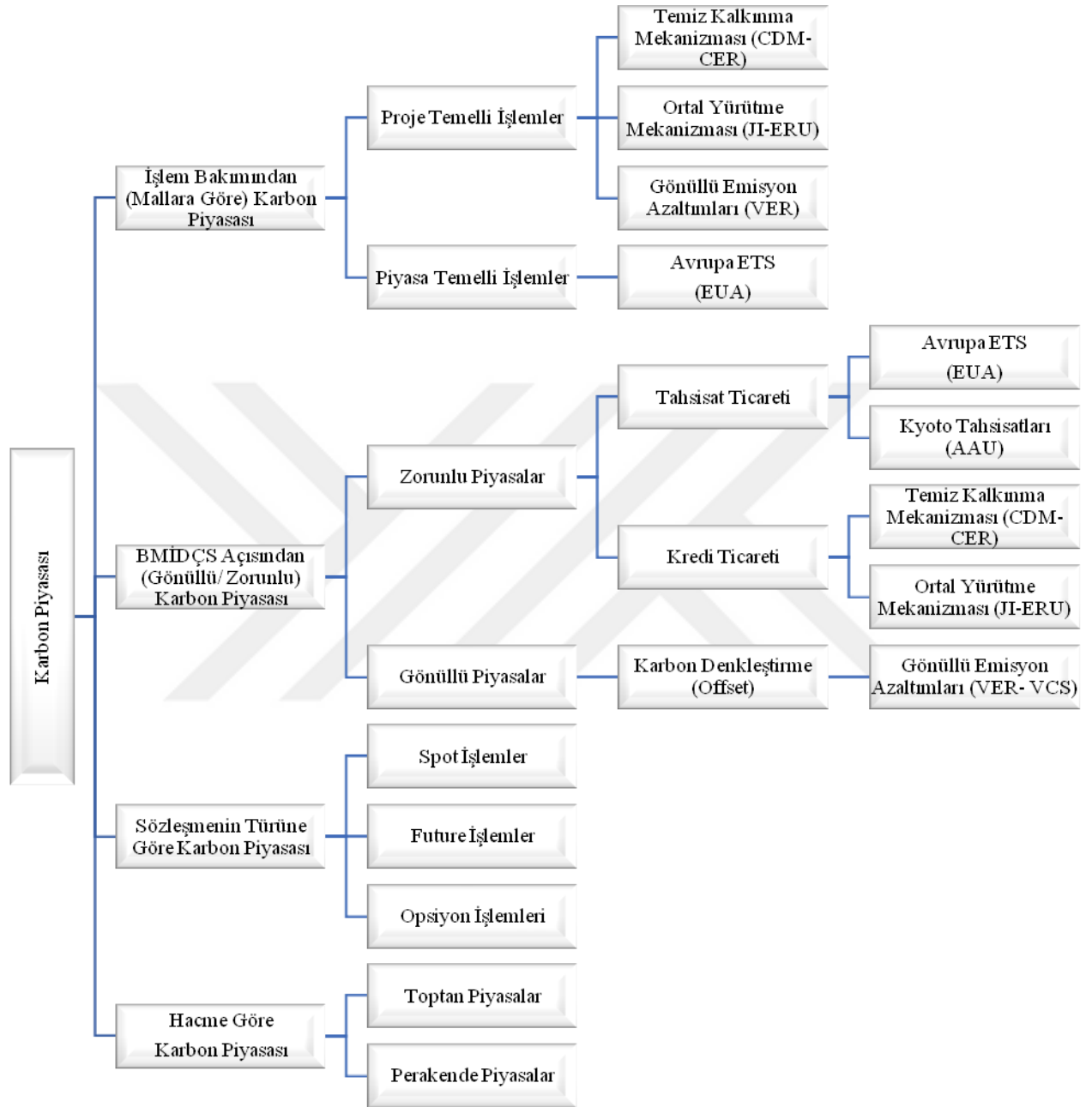
Karbon piyasası uygulamaları; tek mal, tek sözleşme veya tek bir alıcı satıcı grubu ile sınırlandırılmadığından karbon piyasası kendi içinde işlem bakımından (mallara göre), BMİDÇS bakımından zorunlu ve gönüllü, sözleşmenin türüne göre ve hacme göre olmak üzere sınıflandırılmaktadır (Tunahan, 2010: 206, Uyar ve Cengiz, 2011: 54- 55). Şekil 13’de gösterilen ayrımda karbon piyasasının sınıflandırılışı ve alt birimlerinde ele alınan uygulamalar gösterilmektedir.

Buna göre; mallara göre karbon piyasası, proje temelli ve piyasa temelli olarak iki grupta toplanmaktadır. Proje esaslı işlemler, sera gazı azaltım projeleriyle elde edilen salınım haklarını konu edinirken, piyasa temelli işlemler, salınım haklarının düzenleyici bir piyasada işlem görmesini ifade etmektedir. BMİDÇS kapsamında piyasalar; “sözleşmeye dayanan” ve taraf olan ülkelerin katılmasını “zorunlu piyasalar” ve “sözleşmeye dayanmayan” ve genellikle küçük kapsamlı projeler için oluşturulmuş, sadece bağımsız bir denetçi tarafından değerlendirilen ve doğrulanan karbon azaltımı projelerinden oluşan ve standart olmayan sera gazı azaltım birimlerinin işlem gördüğü “gönüllü piyasalar” olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Sözleşmenin şekline göre piyasalar; spot, future ve option işlemleri olarak ele alınmaktadır. Salınım ticareti sisteminde taahhüt edilen miktardan daha az salınım yapan ülke elde etmiş olduğu ERU ve CER (azaltım birimleri) ile dünyada

birçok borsada işlem görebilmekte, bu ürünleri spot veya vadeli işlem ile satabilmektedir. “Hacme göre karbon piyasaları” ise; “toptan ve perakende” olarak gruplandırılmaktadır. Toptan piyasalar milyon ton karbon kredisinden daha büyük işlemleri kapsarken, perakende piyasalar nispeten küçük çaptaki kredileri kapsamaktadır (Tunahan, 2010: 206- 208, Uyar ve Cengiz, 2011: 54- 55, Akkaya ve Uzar, 2012: 77).



Şekil 13: Karbon Piyasası



Kaynak: Aliusta ve diğerleri, 2016: 392, Tunahan, 2010: 206- 209'dan yararlanılarak oluşturulmuştur.

Özellikle Kyoto Protokolü ile hızlanan karbon piyasası çalışmaları, önde gelen borsalar ve işlem merkezlerinden; “Avrupa Enerji Borsası, Noordpool, Avrupa İklim Borsası, Blunext, Climex, Avusturya Enerji Borsası, Chicago İklim Borsası, Chicago İklim Vadeli İşlemler Borsası, Montreal İklim Borsası, Envex, Avustralya İklim Borsası ve Asya Karbon Global” olarak sıralanabilir. Bu borsalarda, ikincil piyasalar olarak temiz kalkınma mekanizmasından elde edilen CER, Avrupa Salınım Tahsisatları EUA, onaylanmış salınım indirimleri VER, gönüllü karbon standardı VCS ve bu ürünlere ilişkin geliştirilen türevler işlem görmektedir (Akkaya ve Uzar, 2012: 72- 73). Örneğin; ilk defa 2007 yılında Avrupa Yatırım Bankası tarafından ihraç edilen İklim Farkındalık Tahvilinin (Climate Awareness Bond) ardından 2008 yılında Dünya Bankası tarafından iklim değişikliğinin etkilerini azaltma projeleri için ihraç edilen yeşil tahvil örnekleri piyasada görülmeye başlamıştır. Ağırlıklı olarak uluslararası finansman kuruluşları ve kamu iktisadi teşebbüslerin ilgi gösterdiği yeşil tahviller, 2013 yılından itibaren yerel yönetimler ve özel sektör tarafından da ihraç edilmektedir (Özer, 2017: 74).

Karbon ticareti 1970’li yıllarda ABD’de başlayan kirlilik karşıtı ölçütler, karbon salınım azaltımları, sera gazı salınımı azaltım kredileri gibi uygulamalarla zamanla işletmelerin maliyet ve yönetim muhasebesiyle ilgili süreçlerini stratejilerini ve bilgi sistemlerini geliştirmelerinde önemli rol oynamıştır (Tsai ve diğerleri, 2012: 102). İşletmeler, protokol çerçevesinde zorunlu karbon piyasası uygulamaları ve gönüllü azaltım faaliyetlerinde, işletme planlarına yeni ticari uygulamaları göz önünde bulundurmalıdırlar. En önemli konu, bir karbon ticaret piyasasının varlığının işletmenin iş stratejisini, mali performansını ve örgütsel değerini etkileyebilecek kapsamda olmasıdır. Bunun değerlendirilebilmesi için işletmenin muhasebe ve finans öğelerinin iyi anlaşılması gerekmektedir (Ratnatunga, 2008: 2).

3.1.2. Kyoto Protokolü ve Esneklik Mekanizmaları

İlk olarak 1972 yılında “Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı”nda ele alınan “ekoloji ve kalkınma” arasındaki ilişkiyi vurgulayan “Eko-Kalkınma” politikası çerçevesinde sürdürülebilir kalkınmanın iki ana ögesi olan “insan merkezlilik” ve “gelecek nesillerin kaynaklarının korunması” konularını gündeme taşımıştır (Alagöz, 2007: 3). 1979 yılında “WMO (Dünya Meteoroloji Örgütü)” öncülüğünde “1. Dünya

İklim Konferansı”nda iklim değışikliği konusu gündeme getirilerek, fosil yakıt tüketiminin ve ormansızlaştırmanın devam etmesi durumunda, atmosferdeki sera gazı miktarının kontrolsüz olarak artabileceği, bunun sonucunda da iklim değışikliğinin oluşacağı ve bu değışikliğin uzun vadeli etkiler yaratacağı belirtilmiştir (Türkeş, 2001: 14). 1988 yılında “Hükümetler arası İklim Değışikliği Paneli (IPCC)” kurulmuş ve 1990 yılında ilk raporunu yayımlamıştır. “WMO öncülüğünde 29 Ekim-7 Kasım 1990 tarihlerinde Cenevre’de yapılan 2. Dünya İklim Konferansı”nda, ana konusu iklim değışikliği ve sera gazları olan “Bakanlar Deklarasyonu”, aralarında Türkiye’nin de bulunduğu 137 ülke tarafından onaylanmıştır. Haziran 1992’de Rio’da gerçekleştirilen “Dünya Zirvesi’nde (UNCED)” imzaya açılan ve Mart 1994’te yürürlüğe giren BMİDÇS’ne, bugüne kadar yaklaşık 197 ülke taraf olmuştur (http://unfccc.int/essential_background/items/6031.php). Sözleşme’nin amacı, “İklim sistemindeki insan kaynaklı bozulmaları önlemek için atmosferdeki sera gazı seviyesinin dengelenmesidir” (BMİDÇS, Md. 2). Sözleşme’de, “ölkelerin ortak fakat farklı sorumlulukları, ulusal ve bölgesel kalkınma öncelikleri, amaçları ve özel koşulları dikkate alınarak, tüm taraflara insan kaynaklı sera gazı salınımlarının azaltılması, iklim değışikliğinin önlenmesi ve etkilerinin azaltılması vb. alanlarda ortak yükümlölükler” getirilmiştir (Türkeş, 2001: 14- 16).

“BMİDÇS’nin sera gazı salınımlarını azaltmaya yönelik sayısal hedef belirleyememesi ve ölkelerin salınım taahhütleri konusunda gerekli düzenlemeleri hazırlayamaması” ilave hukuki düzenlemeleri gerekli kılmıştır (Öztürk ve diğerleri, 2012: 307). Sözleşme’nin yürürlüğe girmesinden 3 yıl sonra 1997 yılında “3. Taraflar Konferansı (COP 3)” Japonya’nın Kyoto şehrinde gerçekleştirilmiştir. Konferansta, BMİDÇS’nin ortaya koyduğu sera gazı salınımlarının azaltılmasına ilişkin yükümlölüklerin uygulanmasını açıklayan protokol imzaya açılmıştır. Kyoto Protokolü ilk olarak; 150 yıldan fazladır gerçekleştirdikleri sanayi uygulamalarıyla sera gazı salınıma en fazla sebep olan ölkelerin ilk dönem olarak belirlenen 2008-2012 döneminde salınımlarını 1990 yılı seviyesine göre “% 5 azaltmalarını” öngörmüştür. 8 Aralık 2012 de Katar da düzenlenen konferansta protokol güncellenerek ikinci dönem olarak 2013- 2020 yılları arası belirlenmiştir (http://unfccc.int/essential_background/kyoto_protocol/items/6034.php, Kyoto Prootokolü, Md.3).

“Kyoto Protokolü”nün yürürlüğe girebilmesi için, “1990 yılı toplam CO₂ salınımlarının” “en az % 55'ine karşılık gelen Ek-I'deki tarafların” protokolü onaylaması gerektiğinden (Kyoto Protokolü, Md.25), son olarak Rusya Federasyonu'nun da 18 Kasım 2004 tarihinde onaylamasıyla “Kyoto Protokolü” 16 Şubat 2005 tarihinde resmen yürürlüğe girmiştir (http://www.dsi.gov.tr/docs/iklim-degisikligi/iklim_degisikligi_cerceve_sozlesmesi_ve_turkiye.pdf?sfvrsn=2) Türkiye'nin de onayladığı Protokole 192 ülke ve AB taraftır (http://unfccc.int/kyoto_protocol/status_of_ratification/items/2613.php).

Kyoto Protokolü, dünya genelinde sera gazlarının azaltılması için ülkelere kılavuz olan BMİDÇS'nin bağlayıcı yükümlülükler içeren bir parçasıdır. Buna göre sözleşmeye taraf olan ülkeler yükümlülükleri açısından üç gruba ayrılmıştır. Bunlar (http://unfccc.int/parties_and_observers/items/2704.php);

1- Ek-I ülkeleri: 1992 yılındaki Sanayileşmiş “OECD (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)” üyesi ülkeler ve “Rusya, Eski Doğu Bloku Ülkeleri ve Baltık Ülkeleri” gibi geçiş ekonomisi döneminde olan ülkelerdir. Bu ülkelerin misyonu; sera gazı salınımlarının azaltılması için gerekli önlemlerin ve politikaların gerçekleştirilmesinde öncü olmasıdır. “Ek-I ülkeleri” salınım düzeylerini aşağı çekmek zorundadırlar. Çekmedikleri takdirde salınım kredileri vb. yollarla salınım düzeylerini düşürmeleri gerekmektedir.

2- Ek-II ülkeleri: Ek- I'de yer alan OECD üyesi ülkelerdir. (Eski doğu bloku ülkeler hariç). Bu ülkelerin yükümlülüğü geliştirmekte olan ülkelere finansal kaynak sağlamaktır. (Türkiye OECD üyesi olmasından dolayı Hem EK-I Hem de EK-II listesinde yer almış ancak EK-II ülkelerinin yükümlülüğünü yerine getiremeyeceğinden EK-I'de yer almak şartıyla protokolü kabul etmiştir.)

3- Ek- I Dışı ülkeler: Ek- I dışındaki geliştirmekte olan ülkelerdir. Ek- I kapsamı dışında kalan ve sözleşmeye taraf olmayan 5 ülke dışındaki 153 ülkeyi kapsamaktadır. Bu ülkeler de, iklim değişikliği konusunda gelişmiş ülkelerle işbirliği yapmakla sorumlu tutulmuşlardır.

Protokol; Ek- I ülkelerinin sera gazı salınımlarını azaltmak için yükümlülüklerini yerine getirirken uygulayabilecekleri üç tür Esneklik Mekanizmasından söz etmektedir. Bunlar; “Ortak Yürütme”, “Temiz Kalkınma” ve “Emisyon (Salınım) Ticareti” mekanizmalarıdır (http://unfccc.int/kyoto_protocol/

mechanisms/items/1673. php). Bu mekanizmalar aracılığıyla protokole taraf olan ülkelerin kendi aralarında sera gazı salınımlarını azaltmaya yönelik proje geliştirmelerine ve sera gazı azaltım hedeflerine ulaşma olanağı doğmuştur. Elde edilen salınım hak sertifikalarının piyasalarda satılabilmesi de işletmeler açısından yeni bir gelir olanağı sağlamış, esneklik mekanizmasının zorunlu uygulamalarının yanı sıra gönüllü piyasaların oluşmasıyla sera gazı salınımlarının azaltımına yönelik yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, katı atık yönetimi, ormanlaştırma ve ağaçlandırma gibi çeşitli alanlarda projeler ve yatırımlar gündeme gelmiştir (Öztürk ve diğerleri, 2012: 307- 308).

3.1.2.1. Ortak Yürütme Mekanizması

Kyoto Protokolü'nün 6. Maddesi ortak yürütme mekanizmasını düzenlemektedir. Buna göre; “Ek-I'deki herhangi bir taraf, taahhütlerini yerine getirmek amacıyla, ekonominin herhangi bir sektöründe, insan faaliyetlerinin neden olduğu sera gazlarının kaynaklardan salınımlarının azaltımını ya da insan kökenli yutaklarca uzaklaştırılmasının arttırılmasını amaçlayan projelerden elde edilen salınım azaltım birimlerini diğer herhangi bir tarafa aktarabilir veya edinebilir.” Bunu gerçekleştirebilmesi için karşılıklı olarak projenin kabul edilmesive projenin kaynaklarca salınımların azaltılması ya da yutaklarca uzaklaştırılmasına katkı sağlaması gerekmektedir (Kyoto Protokolü, Md.6).

Ortak yürütme (OY) mekanizmasında Ek-I'de yer alan ve salınım hedefini belirlemiş bir ülke bir diğer Ek-I ülkesiyle kendi aralarında salınım azaltıcı projeler yapmaktadır. Ortaya koyulan projeler sonucu yatırım yapan ülke hedeflenen salınım azaltımını gerçekleştirebilmiş ise; 1 ton CO₂'ye karşılık gelen Emisyon Azaltım Kredisi (ERU) kazanarak kendi yükümlülük miktarından düşmektedir (http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/joint_implementation/items/1674.php).

3.1.2.2. Temiz Kalkınma Mekanizması

“Kyoto Protokolü” 12. Maddesi “Temiz kalkınma mekanizmasını (TKM)” düzenlemektedir. TKM'nin amacı; “Ek-I'de yer almayan Taraflara, sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirmek ve Sözleşme'nin gerçek amacına katkıda bulunmak üzere

destek sağlamak ve Ek-I'de yer alan Tarafların 3. Madde'deki sayısallaştırılmış salınım sınırlandırma ve azaltım taahhütlerini yerine getirmelerine yardım etmektir” (Kyoto Protokolü, Md.12). Böylece; gelişmekte olan ülkeler bu projeler sayesinde sürdürülebilir kalkınma hedefinde ilerleyebilmekte ve teknolojik açıdan ve finansal açıdan gelişmiş ülkelerden yararlanmaktadır (Öztürk ve diğerleri, 2012: 308).

Bu mekanizma sayesinde Ek-I’ de yer alan ve salınım hedefini belirlemiş bir ülke, salınım hedefini belirlememiş Ek- I’ de yer almayan ülkelerle işbirliği yaparak, o ülkede sera gazı salınımlarını azaltmaya yönelik yatırım yaparsa 1 ton CO₂’ye denk gelen “Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltma Kredisi” (Certified Emission Reduction- CER) kazanmakta ve bu miktar o ülkenin toplam sera gazı azaltım miktarına eklenmektedir. Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltma Kredisi’nin avantajı endüstrileşmiş ülkeler arasında alınıp satılabilen bir kredi olmasıdır (<http://cdm.unfccc.int/about/index.html>).

TKM Ek- I ülkelerine uyum maliyetlerini iki şekilde azaltmalarına yardımcı olabilir. İlk olarak, hükümet, daha yüksek maliyetli yerel indirimleri yapmak için politikalar geliştirmek yerine CER'leri (ve diğer uygunluk birimlerini) satın almayı seçebilir. İkincisi, ulusal hükümet tarafından izin verildiği durumlarda, iç politikaya tabi olan işletmeler, politikaya uymak için CER'leri (ve diğer uygunluk birimlerini) kullanabilirler. Hükümet daha sonra yüksek ülke salınımını denkleştirmek için kurumlar tarafından satın alınan CER'leri kullanabilmektedir (CDM, 2012: 55).

3.1.2.3. Salınım (Emisyon) Ticareti Mekanizması

Bir diğer esneklik mekanizması olan sera gazı salınım ticareti ise; protokolün 17. Maddesiyle düzenlenmektedir. Bu düzenlemeye göre; Ek-1 ülkeleri kendileri için belirlenen salınım oranının belirli bir kısmını ticaret amaçlı kullanabileceklerdir. Sera gazı salınımı kendisi için belirlenen miktardan az ise izinlerinin kullanmadığı bölümünü başka tarafa satma olanağı bulunmaktadır (Kyoto Protokolü, Md.17).

“Kyoto Protokolü” temelde taraf olan ülkelerin sera gazı salınımlarını azaltmaları için gereken yükümlülükleri belirlerken ülkelere salınımlarındaki azaltım taahhütlerini yerine getirebilecekleri uygulamaları önermektedir. Sera gazı salınım ticareti mekanizması da ülkelere tahsis edilen sera gazı kotasını aşan miktarı için aşmayan diğer bir ülkeden satın alma hakkı vermektedir. Böylece ticaret edilebilir

yeni bir ürün ortaya çıkmaktadır. İzin verilen salınım hakları "atanan miktar birimleri" (AAU'lar) olarak işlem görmektedir. "Transfer Kredisi (Removal Unit-RMU- Arazi kullanımı, arazi kullanımı ve ormancılık (LULUCF) ağaçlandırma gibi faaliyetler) CER (TKM) ve ERU (OY)" farklı türlerde ticaret konusu oluşturmaktadır (http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/emissions_trading/items/2731.php).

Bu yasalar ve mekanizmalar arasında, karbon salınım ticareti, genel olarak BM, AB ve birçok hükümet tarafından geniş çapta benimsenen en etkili piyasa mekanizmalarından biri olarak kabul edilmektedir. Dünyada 20'den fazla karbon ticareti platformu bulunmaktadır. Avustralya, Kanada, Japonya ve ABD yerel karbon piyasalarını oluşturmuştur (Hua ve diğerleri, 2011: 178). Salınım Ticareti Mekanizması Kyoto tarafları arasında geçerliliğini korurken, Türkiye özel statüsü nedeniyle piyasanın dışında kalmaktadır. Çalışmanın devamında Türkiye’de yürütülen karbon piyasası uygulamaları ele alınmaktadır.

3.1.3. Paris Anlaşması

"Kyoto Protokolü" taahhüt dönemlerinin sınırlılığı, yaptırımların belirsizliği ve son süreçte "Kanada ve Japonya" gibi ülkelerin hedeflerini tutturamamaları ve protokolden çekilmeleri nedeniyle işlevini kaybetmiştir. "Karbon ticareti" gerçekte salınımları azaltmak veya yok etmek yerine başka yerlere aktaran araçlarla süreci işlevsizleştirmiştir. 2015 yılı sonunda düzenlenen "COP 21’de" ortaya çıkan "Paris Anlaşması" gündeme gelmiştir. "Kyoto Protokolü"nün taahhüt dönemlerinin bittiği 2020 sonrası yeni iklim rejimini şekillendirecek bu anlaşma ile bağlayıcılığı daha zayıf olan ve ülkelerin ortak kararlar geliştirdikleri sorumlulukları oranında değil, kendi verdikleri "gönüllü katkılara dayanan" bir dönem ortaya çıkmıştır (http://iklimadaleti.org/i/upload/Paris_Anlasmasi-ISBN-978-605-83799-1-6.pdf).

"Kyoto Protokolü" ile istenen hedeflere ulaşılamamasıyla, "Paris Anlaşması" "yerel, ulusal, bölgesel ve küresel ölçekteki ekonomileri, toplumları ve çevreyi temelden değiştirecek nitelikte bir anlaşma" olarak gündeme gelmiştir. COP 21’de 197 ülkenin uzlaşmaya vardığı ve 187 ülkenin azaltım planı sunduğu, 7000’e yakın yerel yönetimin hazırlıklarını beyan ettiği Paris Anlaşması toplam küresel salınımların % 96 sından fazlasına neden olan ülkeleri kapsamaktadır (Karakaya, 2016: 2- 4). Gerekli çoğunluğu 5 Ekim 2016 tarihinde tamamlayan anlaşma 4 Kasım

2016’da mevcut 136 ülkenin resmi katılımıyla yürürlüğe girmiştir (http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php).

Anlaşma; BMİDÇS’nin uygulanmasına ve hedefine ulaşmasında destek niteliğindedir. “İklim değişikliği” tehdidine karşı, “sürdürülebilir kalkınma ve yoksulluğu ortadan kaldırma” çabalarıyla güçlendirmeyi amaçlamaktadır (Paris Anlaşması, Md.2):

(a) Küresel ortalama sıcaklıktaki artışı endüstri öncesi düzeylerin 2°C üstünün çok aşağısında tutarak ve sıcaklık artışını endüstri öncesi düzeylerin 1,5°C üstüyle sınırlamak yönünde çaba göstererek bunların iklim değişikliği risk ve etkilerini önemli ölçüde sınırlayacağını kabul etmek,

(b) İklim değişikliğinin olumsuz etkilerine uyum kabiliyetini arttırmak, iklim direncini ve sera gazı düşük salınlı büyüme yi gıda üretimini tehdit etmeyecek şekilde güçlendirmek,

(c) Düşük salınlı ve iklim yönünden dirençli büyümeyle uyumlu finansman akışını sağlamak.

Anlaşmanın 6. Maddesinde “Küresel Karbon Piyasası” oluşturulmasına yönelik dikkat çekilmiş ve “Sürdürülebilir Kalkınma Mekanizması” önerilmiştir. Bu amaçla; su, insan hakları, orman, eğitim, enerji verimliliği gibi alanlarında önemi vurgulanmıştır. Örneğin; “REDD + mekanizması (reducing emissions from deforestation and forest degradation- ormansızlaşma ve ormandaki bozulmadan kaynaklanan salınımları azaltmak) ve ülkeler arasında gönüllü olarak azaltım çıktılarının uluslararası transferi (Internationally Transferred Mitigation Outcomes- ITMOs) mekanizmaları ile piyasa yaklaşımında farklı bir düzey önerilmektedir” (Marcu, 2016: 3, Karakaya, 2016: 9). Madde 6’da ele alınan işleyişe göre; “sera gazı salınımlarının azaltılmasına ve sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesine katkıda bulunma amaçlı mekanizmayla taraflar, işbirlikçi bir anlayışla koordine ve etkin şekilde azaltım, uyum, finans, teknoloji transferi ve kapasite geliştirme konularında gerekli desteğin sağlanmasında bütüncül ve dengeli piyasa dışı yaklaşımların önemini de kabul etmektedir” (Paris Anlaşması, MD. 6). Böylece; tarafların sera gazı salınımı azaltılması konusunda yükümlülük alması kabul edilmiştir. Ancak bu azaltım yükümlülüğünde gelişmiş ülkelerin daha fazla azaltım taahhüdü alması ve mutlak azaltım yapması istenirken, gelişmekte olan ülkelerin ise “ortak fakat

farklılaştırılmış sorumluluk” ilkesi gereği mevcut kapasitelerine göre bir azaltım yapması beklenmektedir. 2050 sonrası için ise öncelikle gelişmiş ülkelerin sıfır salınım sağlayacak konuma gelmeleri istenmektedir (Paris Anlaşması, Md.4).

Anlaşmayla birlikte sürdürülebilir kalkınmanın önemi ve güçlendirilmesi özellikle vurgulanmış, bunun içinde kamu ve özel tüzellerin katılımının sağlanması için teşvik ve kolaylıkların artırılması konusu gündeme gelmiştir. Diğer taraftan; taraflar; karşılaşılan küresel zorluğun yerel, ulusal altı, ulusal, bölgesel ve uluslararası tüm boyutlarıyla ele alınması gerektiğini kabul etmiştir (Paris Anlaşması, Md.6- 7).

“Kyoto Protokolü” ile karşılaştırıldığında Anlaşma’nın klasik bir çevre anlaşmasından farklı olarak, daha esnek kuralları olan bir iklim rejimini yansıtacağı düşünülmektedir. Protokol gibi sadece salınım azaltım hedefini temel almayan anlaşma, “sürdürülebilir kalkınma, insan hakları, iklim değişikliğinden etkilenme sonuçlarından biri olan kitlesel göçler ve karbonsuzlaşma” gibi konuları da gündeme getirmektedir. Yerel yönetimler ve özel sektör gibi iki önemli paydaş da anlaşmaya dâhil edilerek, artık iklim değişikliği ile mücadelede önemli ilerlemeler beklenmektedir (Kıvılcım, 2015: 1). Diğer taraftan; Kyoto Protokolü’nde geçerli olan Temiz Kalkınma Mekanizması’nın yerini alacak, bir ülkedeki salınım azaltımını diğer bir ülkenin Ulusal Katkısında kullanmasına olanak sağlayacak yeni bir mekanizma geliştirilmesi hedef taahhütlere ulaşılabilmesi açısından önem taşımaktadır. Anlaşmada finansal mekanizma, gelişmiş ülke taraflarının geliştirmekte olan ülke taraflarının gereksinimlerini gözeterek azaltım ve uyum çabalarına eşit değerde önem vermesine dayalı bir iklim fonu sisteminin geliştirilmesi olarak tanımlanmakta ve gönüllülük esasıyla da teşvik edilmektedir (Paris Anlaşması, Md. 9). COP 21 sonrası Marekeş’de toplanan COP 22’de sekretarya birimine bu konuyla ilgili Taraflar arasında yuvarlak masa tartışması düzenlemelerini ve COP 23’e (Kasım 2017) kadar sürecek bir özet rapor hazırlamaları istenmiştir (http://unfccc.int/cooperation_and_support/financial_mechanism/items/2807.php).

Paris Anlaşması çok yeni gündeme gelmiş olmakla birlikte 2020’de yürürlüğe girmesi beklenirken gerekli çoğunluğu sağlayıp geçerlilik kazanmıştır. Ancak uygulamada yaşanacaklar ve karbon piyasası üzerindeki etkilerinin gelecek yıllarda gözlemlenebileceği söylenebilir.

3.1.4. Karbon Piyasaları ve Salınım Ticareti Sisteminin Yapısı ve Türkiye Uygulaması

Karbon maliyetlerinin azaltılmasında piyasa araçlarının kullanılması değerlendirildiğinde sistemin hızla geliştiği ve çeşitlendiğini söylemek mümkündür. Bu gelişmedeki en önemli ivmeyi Kyoto Protokolü'nün getirmiş olduğu esneklik mekanizmaları sağlamıştır. Paris Anlaşması ile birlikte artan farkındalığın yeni çabalarla şekilleneceğini söylemek mümkündür. Diğer taraftan; karbon borsaları, karbon salınımı azaltım kredilerinin el değiştirdiği ikincil piyasaların işleyişi sistemi daha zengin ve cazip hale getirmektedir.

Karbon finansmanı olarak da adlandırılan sistemde amaç sera gazı salınımını azaltan bir projeye finansal kaynak sağlamaktır. Genellikle, bir kaynakta oluşan sera gazı salınımlarına dünyanın herhangi bir yerinde sera gazı salınımlarını azaltan ya da önleyen faaliyetler sonucu elde edilen sertifikaların satın alınmasıyla salınımın denkleştirilmesi işlemidir (ÇOB, 2011: 9). Diğer taraftan Karbon sertifikası alınarak satışından gelir elde edilmesi kurumların karbon azaltan faaliyetlerine fon kaynağı sağlamasıdır. Gönüllü Karbon Piyasası ve Zorunlu Karbon Piyasası olarak ikiye ayrılan piyasa mekanizması; Kyoto Protokolü'ne taraf olan ülkelerin tahsisat kredisi ya da “proje temelli temiz kalkınma mekanizması” ve “ortak yürütme mekanizması” uygulamalarıyla elde ettikleri karbon azaltım sertifikalarıyla işlem görmektedir. Tablo 12’de karbon sertifikası alım süreci gösterilmektedir.

Tablo 12: Karbon Sertifikası Alım Aşamaları

Temiz Kalkınma Mekanizması	Ortak Yürütme Mekanizması	Gönüllü Karbon Piyasası
		
 Proje İçin Ön Hazırlık- PP	 Proje İçin Ön Hazırlık- PP	 Ön Değerlendirme- Standart seçimi
 Projenin Tasarlanması	 Projenin Tasarlanması- PP	 Paydaş bilgilendirme
 Projenin Ulusal Onayı- DNA	 Projenin Ulusal Onayı- DFP- AIE	 Proje Tasarım
 Projenin Onaylanması- DOE 1	 Proje İşleyişinin İzlenmesi- DFP	 Onaylama ve Kayıt Süreci- DOE
 Projenin Tescili- CDM-EB	 Sonuçların Değerlendirilmesi- DFP- AIE	 Sonuçların Değerlendirilmesi- DOE
 Projenin İşleyişinin İzlenmesi- PP	 Emisyon Azaltım Kredisi- ERU	 Sertifikaların Piyasaya Sürülmesi- İlgili Standart Kurulu
 Sonuçların Değerlendirilmesi- DOE 2		
 CER Sertifikasının Basımı- CDM-EB		

PP: Projenin Katılımcıları; DNA: Atanmış Ulusal Mercii; DOE: Yetkilendirilmiş Bağımsız Denetim Kuruluşu; CDM-EB: Temiz Kalkınma Mekanizması (TKM) Yönetim Kurulu; DFP: Atanmış Ulusal Odak Mercii; AIE: Akredite Bağımsız Denetim Kuruluşu

Kaynak: UNFCCC, ÇŞB, 2012: 3, Karakaya, 2008: 174- 187 ve ÇOB, 2011: 12’den yararlanılarak oluşturulmuştur.

Tablo 12’de ele alınan piyasa mekanizmaları proje temelli karbon ticaretine yönelik sertifikaların elde etme sürecini göstermektedir. Sertifikalandırma süreci benzer aşamalardan geçse de gerek katılımcı taraflar gerekse denetleyici ve düzenleyici otorite bakımından farklılık göstermektedir.

Türkiye karbon piyasası faaliyetleri değerlendirildiğinde; başlangıçta OECD ülkesi olması nedeniyle hem azaltım taahhüdünde bulunan EK- I hem de finansal destek sağlayan Ek- II listesinde yer almış, ancak; ülke koşulları ve gelişmekte olan ülke olması nedeniyle şartları yerine getiremeyeceğinden Kyoto Protokolünü kabul etmemiştir. BMİDÇS’nin 2001 yılında Marakeş’te gerçekleştirilen “7. Taraflar Konferansı”nda alınan “26/CP.7 sayılı” kararı sonucunda “Türkiye, Sözleşmenin Ek- II listesinden silinmiş ve Taraf ülkeler, Türkiye’yi diğer Ek-I Ülkelerinden farklı bir konuma taşıyan özel koşullarını tanımaya davet edilmiştir”. Bu kararla, Türkiye

“BMİDÇS”ye 24 Mayıs 2004 tarihinde taraf olmuştur. Sözleşmeye taraf olmasının ardından Türkiye 26 Ağustos 2009 tarihinde “Kyoto Protokolü”ne taraf olmuştur (ÇŞBİDB, 2013: 9).

2011 yılı Durban Platformu’nda 2020 yılı sonrası için tüm tarafların ulusal azaltım niyetlerinin sunulmasının istenmesiyle Türkiye beklendiği gibi “Paris İklim Zirvesi” öncesi gönüllü olarak “Ulusal Azaltım Katkı Beyanı (INDC planı)” “BM İklim Değişikliği” sekreteryasına sunmuştur. Türkiye bu beyanında 2030 yılında 1.175 milyon ton CO₂e olarak tahminlediği salınımını % 21 azaltmayı hedeflediğini belirterek 929 milyon ton CO₂e seviyesinde tutacağını ifade etmiştir. Ancak; Türkiye’nin “BMİDÇS” tarafları arasındaki özel konumunun Paris Anlaşması’nda netleştirilememesi, “OECD” ülkesi olması nedeniyle hem iklim finansmanı desteğinden yararlanamaması hem de uluslararası finansman sağlama konusundaki sorunlar nedeniyle Türkiye COP Başkanı’nın sorunu çözeceği beyanıyla henüz anlaşmayı resmi olarak imzalayıp taraf olmamıştır (Karakaya, 2016: 5- 7).

Diğer taraftan iklim değişikliğiyle mücadelede yeni piyasa temelli mekanizmaların oluşturulması ve gelişmekte olan ülkelerin finansal fonlardan etkin olarak yararlanabilmesi amacıyla “Dünya Bankası” gerekli kapasite gelişimini desteklemek amacıyla, “Partnership for Market Readiness- PMR” yaklaşık 100 milyon dolarlık bir destek programını uygulamaya koymuştur. Kasım 2015’de başlayan “Türkiye’de Emisyon Ticaret Sisteminin (ETS) Uygunluğunun Değerlendirilmesi” projesi; ETS tasarımı, senaryolar, politika ve gerekli yasal ve teknik alt yapı hazırlıklarıyla tamamlanarak “ETS Uygulama Yol Haritası” ve “ETS Hazırlık Kılavuzu” hazırlanmıştır. Bu kapsamda Türkiye için 3 milyon dolar hibe onaylanmış Hazine Müsteşarlığı ve PMR ortaklığı anlaşması gerçekleştirilmiştir. PMR kapsamında; “Sera Gazlarının Takibi (MRV) Hakkında Yönetmelik”in uygulanmasına yönelik pilot çalışmalar yürütülmektedir. Bu çalışmalar; ilk adımda, enerji sektörü ve gönüllü diğer şirketlerden veri toplama, raporlama ve doğrulanması faaliyetleri, ikinci adımda, enerji sektörü için ETS kullanımına yönelik çalışma ve seçili sektörler için sera gazı piyasa modellemesi, üçüncü adımda, paydaş eğitimleri, çalıştay ve konferanslarla farkındalık yaratılması ve son olarak dördüncü adımda ise; koordinasyon ve destek için proje yönetim biriminin kurulmasını kapsamaktadır (www.csb.gov.tr).

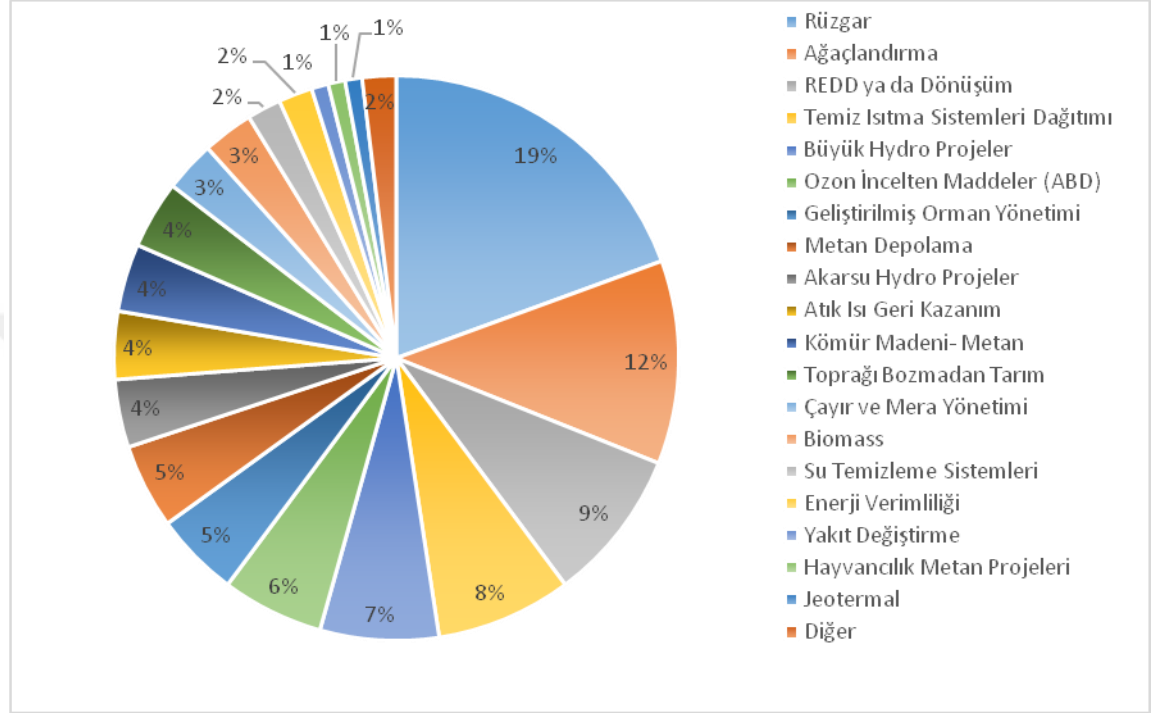
Türkiye, her ne kadar “Kyoto Protokolü”nün salınım ticaretine dâhil olmasa da, bu mekanizmalardan bağımsız olarak işleyen, “çevresel ve sosyal sorumluluk ilkesi” çerçevesinde kurulmuş “Gönüllü Karbon Piyasası”na yönelik projeleri 2005 yılından beri geliştirilmekte ve uygulanmaktadır (ÇŞBİDB, 2013: 12). Türkiye’de “Gönüllü Karbon Piyasaları”ndan geliştirilen projeler sonucu azaltılan sera gazı salınımlarının kayıt altına alınması amacıyla “Gönüllü Karbon Piyasası Proje Kayıt Tebliği” 9 Ekim 2013 tarihli ve 28790 sayılı resmi gazete de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Buna göre; proje sahiplerinin Bakanlığa kayıt olmaları ve projelerine ait “tasarım belgesi, onaylama raporu ve doğrulama raporlarının” 30 gün içinde Bakanlığa iletmeleri gerekmektedir (www.csb.gov.tr).

“Gönüllü Karbon Piyasaları”; iklim değişikliği ile mücadelede hükümetlerin hedef ve politikalarından bağımsız olarak işleyen, “iş dünyasından, yerel yönetimler, STK ve bireylere” kadar ilgili toplumun her kesiminin karbon salınımlarını denkleştirme amacı ile katılabileceği piyasalardır. Bu piyasada işlem gören salınım kredilerine “Voluntary Emission Reduction Units –VER” adı verilmektedir. Bu ticaret “Karbon Salınımı Azaltımı Alım-Satım Sözleşmeleri (ERPA)” aracılığıyla yapılabileceği gibi, “Gold Standart, ISO 14064, social carbon, green- e climate, voluntary carbon standart- VCS, Climate Action Reserve- CAR, Voluntary Emission Reduction- VER, Voluntary Offset Standard- VOS” gibi sertifikalandırıcı kuruluşlar aracılığıyla (kendi azaltım sertifikası) gerçekleştirilebilmektedir (<http://www.karbonkayit.cob.gov.tr/Karbon/AnaSayfa.aspx?sflang=tr>).

Şekil 14’de tezgâh üstü piyasalarda 2012 yılı itibariyle işlem gören karbon denkleştirme projelerinin türleri yüzdesel olarak gösterilmektedir. Buna göre; % 20 oranla en çok tercih edilen rüzgârgülü projeleridir. Bunu takiben ağaçlandırma projeleri % 12 lik payla yer almaktadır. Genel olarak karbon tutucu özelliği ve küçük çapta uygulanabilir olmasıyla ağaçlandırmalar ve orman alanlarına ilişkin iyileştirmeler tercih edilebilmektedir. Daha sonra; hidroelektrik santralleri, atık geri dönüşümleri ve metan depolama ve yutma faaliyetleri yer almaktadır. Diğer taraftan; temiz ısıtma sistemleri ve su sistemlerinin dağıtımı da hane halkına yönelik geliştirilen projeler olarak tercih edilmektedir. Uygulanan projeler arasında enerji verimliliği ve kullanılan yakıtın değiştirilmesi ise daha düşük düzeyde kalmaktadır. Ancak; rüzgâr ve HES projelerinin enerjiye yönelik olması bu düşüklüğü

açıklamaktadır (Forest Trends’ Ecosystem Marketplace, State of the Voluntary Carbon Markets 2013: 20- 24).

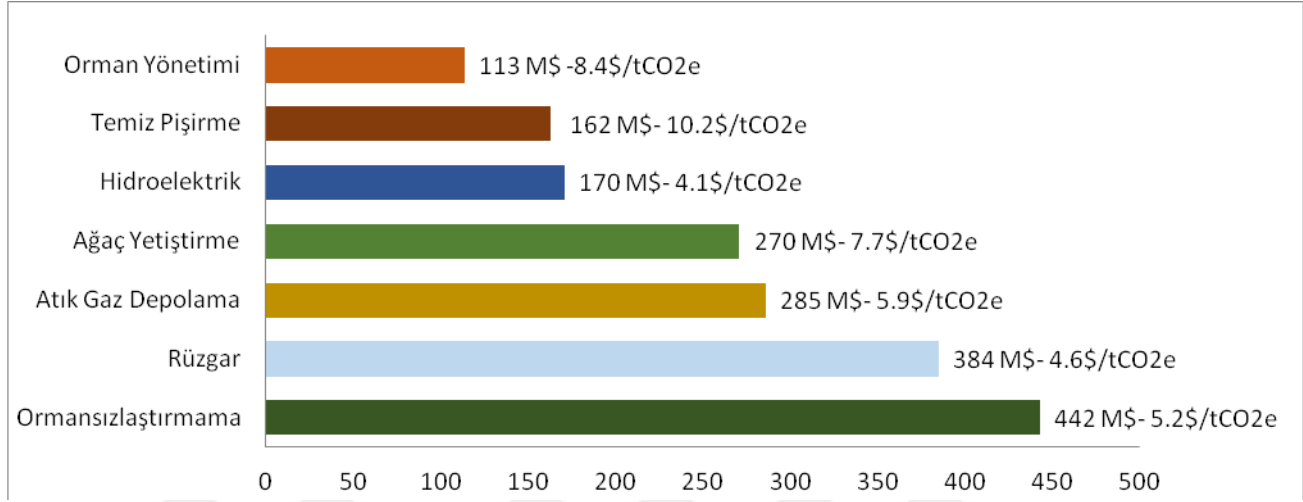
Şekil 14: Gönüllü Piyasalarda İşlem Gören Projeleri Dağılımı



Kaynak: Forest Trends’ Ecosystem Marketplace, State of the Voluntary Carbon Markets, 2013: 20’den yararlanılarak oluşturulmuştur.

Şekil 15’de ise; 2007- 2014 yılları arasında en çok uygulanan projelerin toplam işlem değeri ve karbon kredisi ortalama birim fiyatı gösterilmektedir. Buna göre ormansızlaştırmama 442 M \$ ile en yüksek değere sahip projelerdir. İkinci işlem hacmi en yüksek projeler 384 M \$ ile rüzgâr alanında gerçekleştirilmiştir. Ortalama birim fiyatları incelendiğinde temiz pişirme sistemlerinin yaygınlaştırılması projeleri 10.2 \$/ tCO₂e birim fiyattan işlem görürken, bunu 8.4 \$/ tCO₂e birim fiyatıyla orman yönetimi projeleri takip etmektedir.

Şekil 15: 2007- 2014 Yılları arasında en çok uygulanan Projenin Toplam Değeri ve Karbon Kredisi Ortalama Fiyatı



Kaynak: Forest Trends' Ecosystem Marketplace 2015: 15'den yararlanılarak oluşturulmuştur.

Şekil 14 ve 15 genel olarak değerlendirildiğinde ağaç yetiştirme, ormansızlaştırmama, orman yönetimi projeleri yaygın olarak tercih edilmektedir. Temiz enerji sistemlerinin, atık kontrolü ve yönetiminin ve enerji verimliliği projelerinin bunu takip ettiğini söylemek mümkündür.

Sürdürülebilir kalkınma temelinde değerlendirilen bir çalışmada karbon denkleştirme yöntemiyle alınan her krediyle azaltılan 1 ton CO₂ salınımının toplamda 664 \$ ekonomik, sosyal ve çevresel katkı sağladığı ortaya koyulmuştur. Çalışmanın anket sonuçlarına göre karbon kredisi alıcıları; %67 marka imajı, % 48 çalışan sorumluluğu, % 47 Pazar farklılaşması, % 37 hayırseverlik, % 15 verimlilik ve % 4 tedarik zinciri yönetimi konusunda fayda sağladıkları ifade edilmiştir (Kountouris ve diğerleri, 2014).

Gönüllü piyasalarda Dünya genelinde önemli bir hacme sahip olan Türkiye, yoğunlukta yenilenebilir enerji alanında faaliyet göstermektedir. Tablo 13'de Türkiye'de gerçekleştirilen gönüllü karbon piyasası projeleri türü, sayısı ve yıllık CO₂e azaltım miktarları verilmektedir. Buna göre; işlem gören kayıtlı projeler arasında en yüksek paya hidroelektrik santralleri ve Rüzgâr santralleri sahiptir. Diğer projeler ise; sırasıyla, biogaz, enerji verimliliği ve jeotermalden oluşmaktadır. Toplamda işlem gören 308 adet proje bulunmaktadır. Bu projelerden yıllık 20

Milyon tCO₂ eşdeğerinden sera gazı salınımı azaltımı beklenmektedir (<http://www.csb.gov.tr/projeler/iklim/index.php?Sayfa=sayfa&Tur=webmenu&Id=12461>).

Tablo 13: Türkiye Gönüllü Karbon Piyasası Projeleri

Proje Türü	Proje Sayısı	Yıllık azaltım tCO ₂ / yıllık
Hidroelektrik Santrali	159	8.747.634
Rüzgâr Santrali	106	7.951.391
Atıktan Enerji Üretimi/ Biogaz	27	3.069.273
Enerji Verimliliği	10	432.081
Jeotermal	6	405.309
TOPLAM	308	20.605.688

Kaynak: <http://www.csb.gov.tr/projeler/iklim/index.php?Sayfa=sayfa&Tur=webmenu&Id=12461>. Erişim Tarihi: 12.02.2016

Türkiye, geçmişte enerji politikası gereği ulusal kaynaklarının özellikle yerli linyitlerinin kullanılmakta olduğu ve gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında daha az enerji tükettiği ve kişi başı karbon salınımının düşük olması nedenleriyle salınım ticareti olanaklarından yararlanamamış ancak gönüllü projeler ile salınım ticaretini gerçekleştirmiştir (Azari ve diğerleri, 2015: 4- 5). Diğer taraftan sera gazlarının takibi hakkında ulusal mevzuatın oluşturulması, ETS'ye yönelik geliştirme çabalarının yürütülmesi Türkiye'nin de ulusal karbon ticaret sistemini kurma çabasını ortaya koymaktadır. Mevcut durumda gönüllü projelerle yürütülen karbon azaltım ve denkleştirme faaliyetlerinin gelecek dönemde etkin bir piyasa da yürütüleceğini söylemek mümkündür.

3.2. ÜRÜN SÜREÇ VE ÜRETİM TEKNOLOJİLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Karbon piyasa araçlarının kullanılmasına yönelik en büyük eleştirilerden birisi de azaltım taahhütlerinin gelişmekte olan ülke hedefleriyle uymayacağı yönündedir. Çünkü ekonomik kalkınmanın temelini sanayi oluşturmaktadır. Dolayısıyla; atmosferdeki mevcut sera gazı oranlarının azaltılması uygulamada üretim kapasitelerinin aşağıya çekilmesini gerektirmektedir, ancak; tüm çabalar

üretim kapasitesi azaltılmadan nasıl yapılabileceğine odaklanmış bulunmaktadır (Turgut, 2014: 143). Üretim sürecinde çevresel maliyetler; mamul tasarımında değişiklikler, hammadde ve malzemelerin daha az salınım yapanlarla ikame edilmesi, üretim sürecinin yeniden tasarlanması, daha az salınım yapan teknolojilerin kullanılması gibi yöntemlerle azaltılabilmekte veya yok edilebilmektedir (Özbirecikli, 2000: 19).

Bir işletme azaltım kredisi ya da denkleştirme kredisi kullanmadan önce kendi iç süreçlerindeki karbon salınımlarını azaltıp satın alması gereken kredi tutarını düşürebilir. Dolayısıyla; işletmeler karbon azaltım stratejilerini belirlerken ürün süreç ve üretim teknolojilerindeki iyileştirmeler en önemli adımlardan birini oluşturmaktadır. Bu amaçla; çalışmanın bu bölümünde sürdürülebilir üretim ve yeşil ürün, daha az karbon salın ve karbon tutan teknolojiler ile ürün yaşam dönemi maliyet etkisinden söz edilmektedir.

3.2.1. Sürdürülebilir Üretim ve Yeşil Ürün

Sürdürülebilir kalkınma kavramıyla yakından ilişkili olan sürdürülebilir üretim; toplum, tüketiciler ve ekonomi açısından faydalı, çalışanlar için güvenli, doğal kaynakların ve enerjinin korunarak negatif çevresel etkileri azaltan süreçler kullanılarak üretim yapılmasıdır (Jayal ve diğerleri, 2010: 145). Diğer bir tanımda; kullanılan materyallerin sera gazı salınımlarına neden olmaması, yenilenemeyen ve zehirli malzemeler kullanmadan üretilmesi veya atık üretmeyen dönüşüm teknolojilerinin geliştirilmesi olarak tanımlanabilir (Yavuz, 2010: 74). Sürdürülebilir üretim temiz bir çevre oluşturmanın yanında gelecek nesil gereksinimlerini tehlikeye atmayan ürünlerin üretildiği endüstriyel faaliyetler olarak tanımlanmaktadır (Üstünişik, 2014: 13). Genel olarak değerlendirildiğinde sürdürülebilir üretim hem sürdürülebilir ürünlerin üretimini hem de tüm ürünlerin sürdürülebilir üretimini ifade etmektedir. Üretimde ürün yaşam döneminin dikkate alınarak yenilenebilir enerjinin kullanımı, enerji verimliliğinin sağlanması, yeşil yapı tasarımları ve diğer yeşil ve sosyal yönlü ürünlerin üretimi bu kapsamda yer almaktadır (Jayal ve diğerleri, 2010: 145).

Yeşil ürün ise; çevre dostu ürün olarak ifade edildiği gibi genelde, zehirli maddelerin, kirleticilerin ve atıkların azaltılarak veya ortadan kaldırılarak, enerji

kaynaklarının etkin kullanımı ile doğal çevrenin korunmasına ya da geliştirilmesine katkı sağlayan ürünler olarak tanımlanmaktadır (Ottoman ve diğerleri, 2006: 24). Yazında incelendiğinde yeşil ürünün tüketiciler tarafından tercih edilmesinde duygusal ve sosyal nedenler etkili olurken, tüketicilerin yeşil ürünler için daha yüksek fiyattan satın almaya razı oldukları ifade edilmektedir (Lin ve Huang, 2012: 11).

Yeşil ürünler ya da sürdürülebilirlik anlayışıyla üretilen ürünler her alanda karşımıza çıkmaktadır. Sanayi, mimari, otomobil, ısıtma, aydınlatma gibi alanlarda enerji verimliliğini sağlayan ürünlerin tercih edilmesi gün geçtikçe önem kazanmaktadır (<http://www.alternaturk.org/A++enerji-tasarrufu.php>). Örneğin; genellikle enerji tüketimleriyle dikkat çeken dayanıklı tüketim mallarında A+ sınıf enerji anlayışı, ev elektroniğinde ve teknoloji ürünlerinde yer almaktadır ve bu amaçla elde edilen karbon azaltımları iklim değişikliğiyle mücadele başlığı altında sürdürülebilirlik raporlarıyla ilgili bilgi kullanıcılarına aktarılabilmektedir (Arçelik A.Ş. Sürdürülebilirlik Raporu, 2015: 32). Diğer bir örnekte akıllı ve yeşil binalar olarak karşımıza çıkmaktadır. LEED ve BREEAM sertifikaları yapılarda “sürdürülebilir arazi, su verimliliği, enerji ve atmosfer, malzeme ve kaynaklar, iç mekân, çevre kalitesi ve yenilikçi tasarım” gibi alanlarda yapılara yeşil bina sertifikası sunmaktadır (http://smartecodesign.com/?page_id=322). Bu alanda sertifikalandırma çalışmaları her ürün için farklı standart uygulamalarıyla karşılaşmak mümkündür. Yeşil etiket (Eko-label), Avrupa Birliği Eko- Etiket Kurulunun ekolojik kriterleri ve üretim süreçleri değerlendirilerek verilmektedir. Değerlendirme aşamasında hammadde tedarikinden üretime, dağıtıma, tüketime ve satış sonrası geri dönüşümüne kadar incelenmektedir. Uygulama kapsamında genel olarak, temizlik malzemeleri, ofis malzemeleri, elektronik cihazlar, inşaat ve dekorasyon malzemeleri, toprak mahsulleri, turizm alanları ve tekstil ürünlerinde yeşil etiket tercih edilmektedir (EU Ecolabel).

Ürün ve ürün süreçlerinin çevre üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği bu uygulamalarda ağırlıklı karbon salınımını azaltıcı faaliyetlerin büyüklüğünü görmek mümkündür. Sektörden sektöre değişiklik gösteren karbon salınım faaliyetleri bazı sektörlerde zorunlu süreç iyileştirmeleri ve üretimi gerekli kılarken, bazı sektörler bu faaliyetlerini gönüllü olarak gerçekleştirmektedir.

Ekonomik olarak fayda/ maliyet dengesini korumaya çalışan işletmeler açısından, dengenin bir tarafında çevresel standartların getireceği sosyal faydalar yer alırken diğer tarafında endüstriler açısından fiyatları artırarak rekabeti düşürücü etki yaratacak önleme ve temizleme gibi özel maliyetler yer almaktadır. İyi tasarlanmış çevresel standartlar, bir ürünün toplam maliyetini düşüren veya ürünün değerini artıran yenilikçi fikirlere yön verebilir. Bu tür yenilikler, şirketlerin hammaddeden enerjiye ve işçiliğe kadar daha verimli girdi kullanımına yardımcı olurken çevresel etkiyi artırmanın ve yaşanacak olumsuzlukların maliyetlerini dengelemesini sağlar. Sonuçta, bu gelişmiş kaynak verimliliği, şirketleri daha az değil, daha rekabetçi hale getirir (Porter ve Linde, 1995: 120). Diğer taraftan; ürün fiyatı belirlenirken zorunlu ve gönüllü karbon maliyetlerinin hesaplanması fiyatlarda artışa neden olabilecek bu da endüstrilerin ve ülkelerin rekabetçi üstünlüğünü etkileyebilecektir (Ratnatunga, 2008: 2). Bu nedenle; sürdürülebilir üretim anlayışı ve yeşil ürün uygulamaları maliyetleri artırıcı bir takım çabaları gerektirse de uzun vadede ve sürdürülebilirlik anlayışıyla değerlendirildiğinde karbon salınım maliyetlerinin azaltılmasında etkili olacaktır.

3.2.2. Daha Az Karbon Salan ve Karbon Tutan Teknolojiler

Çevreyle uyumlu altyapı ve teknolojilerdeki yenilik ve yatırımlar, sera gazı salınımlarını azaltmakta ve iklim değişikliğine karşı fayda sağlayabilmektedir. Yenilik ve değişim, uyum ve azaltma seçeneklerinin kullanılabilirliğini ve / veya etkinliğini artırabilir. Örneğin, düşük karbonlu ve karbon-nötr enerji teknolojilerine yapılan yatırımlar, ekonomik kalkınmanın enerji yoğunluğunu, enerji karbon yoğunluğunu, salınımları azaltmanın uzun vadeli maliyetlerini azaltabilir. Benzer şekilde, yeni teknolojiler ve altyapı doğal sistemlerde olumsuz etkileri azaltarak sistemlerin dayanıklılığını artırabilmektedir (IPCC, 2015: 94).

Çevre dostu teknolojiler ve endüstriler üzerinde de çalışmalar yürüten “Birleşmiş Milletler Endüstriyel Kalkınma Örgütü”nün “(UNIDO- United Nations Industrial Development Organization)” tanımına göre; yeşil endüstrilerin tasarlanması ile endüstrilerin küresel süreçlerinin yeşil olması arasında fark bulunmaktadır. Yeşil sanayilerin oluşturulması, yenilenebilir enerji geliştiricileri veya geri dönüşüm ve atıkların güvenli bir şekilde elden çıkarılması gibi

çeşitlendirilmiş bir dizi çevresel mal ve hizmetin endüstriyel tedarikinin başarılması anlamına gelmektedir. İkinci durumda, sanayilerin yeşillendirilmesi, tüm endüstriyel faaliyetleri ifade etmektedir. Bu durum, bireysel düzeyde atık ve salınım azaltımını, bireysel çevresel girişimlerinin yüksek seviyede koordinasyonunu gerektirmektedir (Unido, 2016: 3). Birinci durumda teknik ve teknolojik anlamda belli bir maliyete katlanarak ulaşabilmek söz konusuysa ikinci durumun elde edilmesi çevreci kültürün ve sürdürülebilirlik anlayışının yerleştirilmesiyle ilişkilidir.

İşletmeler üretim sürecinde ve üretilen ürünlerin kullanımında ortaya çıkacak karbon salınımlarının azaltılmasına yönelik gerçekleştireceği ar- ge çalışmalarında ya da yeni teknolojilerin tercih edilmesinde kısa vadede maliyet artışıyla karşılaşacak olsa da uzun vade de tüketici tercihlerini yönlendirerek piyasada rekabet avantajı sağlayarak kârlılığını artıracaktır (Aliusta ve diğerleri, 2016: 384- 385). Bu nedenle; karbon salınımlarının azaltılmasında işletmenin çevre dostu teknolojileri kullanması ya da bu teknolojilere yönelik ar- ge faaliyetlerinde bulunması büyük önem taşımaktadır.

Karbon salınımları hareketli (mobil), sabit ve süreç salınımları olarak üçe ayrılmaktadır. Hareketli salınımlar, makinelerin (örneğin ekskavatörler ve forkliftler) taşınması ve çalıştırılması için tüketilen benzin, dizel ve jet yakıtlarındaki salınımları içermektedir. Sabit salınımlar diğer tüm enerji ile ilgili salınımları içerir ve süreç salınımları ise; üretimde karşılaşılan salınımlardır. Örneğin çimento üretiminde kireç taşının işlenmesi ve demir ve çelik üretiminde indirgeyici malzeme olarak kok kullanımı gibi kimyasal süreçlerden kaynaklanmaktadır (Nässén ve diğerleri, 2007: 1596). Bu salınımlarının azaltılmasında ve iyileştirilmesinde kullanılacak çevre dostu teknolojiler dört ana başlık altında toplanmaktadır (Yücel ve Ekmekçiler, 2008: 324):

- Faaliyet kaynaklı zararlı etkilerin ortadan kaldırılmasına yönelik teknolojiler: Bunlar, üretim sürecinde değişiklik yapmadan, atık ve diğer zararlı çıktıları önleyen teknolojilerdir.

- Süreç değiştirilerek; hammadde, yardımcı madde, doğal kaynak girdileri ve atık çıktıları en aza indirgeyen teknolojilerdir. Bunlar, üretim sürecini ve üretim yöntemini değiştirmeye yöneliktir. Daha az enerji, su ve kimyasal madde kullanarak, daha verimli çalışan, daha az/daha zararsız atık üreten süreçler ve ürünlerdir.

- Geri kazanım ve yeniden kullanım teknolojileri: Atıkların ve atık malzemenin dönüştürülerek kullanıma geri kazandırılması, çevreye atılarak zarar vermelerini önleyen ve doğal kaynak tüketimini azaltan teknolojilerdir.

- Eski ve geleneksel çevre dostu teknolojiler: Çevreye zarar vermeyen geleneksel üretim yöntemlerinin uygulanmasını kapsamaktadır.

Sera gazı salınımlarının kontrolünde uygulanacak azaltma ve tutma teknolojileri sürekli gelişmekte ve yeni teknolojilerle giderek önem kazanmaktadır. Salınımların büyük çoğunluğunun enerji üretimi ve kullanımıyla ilişkili olmasından dolayı teknolojik iyileştirmelerin çoğu fosil yakıt tüketiminin azaltılması ya da verimliliğinin sağlanması üzerine yürütülmekte ve sıfır karbonlu enerji kaynaklarının tasarlanmasına odaklanmaktadır (Türkeş, 2003: 271). Örneğin; Türk Hava Yolları-THY 2014 yılı sürdürülebilirlik raporunda; 2008 yılından itibaren, karbon ayak izini azaltmak için 100'ün üzerinde faaliyet iyileştirme projesini uygulamaya koyduğu belirtilmiştir. Bu iyileştirme projelerinin arasında; “pilot tekniği, uçak yerdeyken APU (yardımcı güç ünitesi) kullanımının optimize edilmesi, yeni optimize uçuş planlama sisteminin getirilmesi, rotaların ve uçak hızının optimizasyonu, uçak ağırlığını azaltma uygulamaları (fly-away kitleri, dergiler, konteynerler, kullanım suyu, ikram malzemeleri) ve kanatçıklar/sharkletler ve motor yıkama gibi uçak modifikasyonları” yer almaktadır (THY Sürdürülebilirlik Raporu, 2014: 58). Bu uygulamaların çoğunda amaç, yakıt tüketiminde verimliliğin sağlanarak salınının azaltılması ve karbon ayak izinin küçültülmesidir.

Bazı yasal düzenlemeler ve yönetmelikler çevresel dışsallıkların azaltılması için farklı sektörlere farklı gereksinimleri karşılayan bir takım teknolojik iyileştirme yükümlülükleri getirebilmektedir. İşletmeler doğrudan karbon salınımlarını azaltacak iyileştirmeleri tercih ederken, hem çevresel yükümlülüklerini hem kurumsal sosyal sorumluluklarını hem de muhtemel karbon salınım yükümlülüklerini yerine getirebilme seçenekleri arasında etkinlik değerlendirmesi yaparak en çok fayda sağlayacak yöntemi tercih etmek durumundadırlar. Burada; seçenekler arasındaki uygunluğun tercih edilmesinde yapılacak yatırımın getirileri ve faydalı ömrü boyunca sağlayacağı katkı önem taşımaktadır.

Örneğin; teknolojik yenilik yatırıma ilişkin bir karşılaştırma aşağıdaki gibi ele alınabilir (Toröz, 2015: 88'den geliştirilmiştir).

ÖRNEK 1

X İşletmesi gemi kaynaklı atıkları toplayan bir işletmedir. Bu işletmede atıklar girdi olarak kullanılarak "piroliz yöntemiyle denizcilik yakıtı" üretilmektedir. Üretilen yakıt hem atık toplama gemilerinde yakıt olarak kullanılabilir, hem de diğer gemilerde yakıt olarak kullanılabilir. Atıkları tekrar üretime kazandırmak vasıtasıyla yıllık 5.184 t/ CO₂e/yıl karbon salınımı azaltılacağı öngörülmekte, böylece; işletme karbon azaltım kredisi satabilecek duruma gelmektedir. İşletme mevcut durumda faaliyetleri sonucunda yıllık 3.217 t/ CO₂e/yıl karbon salınımı yapmaktadır. Bu durumda salınımını denkleştirebilmek için dışarıdan karbon kredisi satın alması gerekmektedir. 2013 yılı verileriyle işletmenin elinde 13.575 m³ yağlı atık bulunmaktadır. İşlem sonucunda % 60 verimle 8.145 m³ denizcilik yakıtı elde edilmektedir. Piroliz reaktörü yatırım maliyeti 4.000.000 \$, işletme ve bakım giderleri ise yıllık 225.000 \$'dır. Atık yağ toplamı ve tesis genel giderleri yıllık 250.000 \$ olarak gerçekleşmektedir. Atık yağ birim satış fiyatı 294 \$/t ve denizcilik yakıtı satış fiyatı 600 \$/t'dur. (Yatırımın faydalı ömrü 10 yıl, 1 karbon kredisi 5 \$ t/ CO₂e olarak hesaplanmıştır.)

	Atık Yağ Toplama	Denizcilik Yakıtı Üretimi
Yatırım Bedeli	-	(4.000.000)
Gelirler		
Satış Geliri (13.575 m ³ x 294 \$/t x 10 yıl) (8.145 m ³ x 600 \$/t x 10 yıl)	39.910.500	48.870.000
Karbon Kredisi Satış (5.184 t/ CO ₂ e/yıl x 5 \$/ t x 10 yıl)		259.200
Giderler		
Yıllık İşletme Gid. (250.000 \$/yıl x 10 yıl) (225.000 \$/yıl x 10 yıl)	(2.500.000)	(2.250.000)
Karbon Denkleştirme Gid. (3.217 t/ CO ₂ e/yıl x 5 \$/ t x 10 yıl)	(160.850)	
Faaliyet Kârı	37.249.650	42.879.200
Fark		5.629.550

İşletmenin atık yağ toplayıp satma faaliyeti yeni yatırımla denizcilik yakıtı üretilip satmayı da faaliyetine ekleyip, karbon salınımını azaltarak toplamda (42.879.200 \$- 37.249.650 \$) 5.629.550\$ fayda yaratmaktadır.

Karşılaştırma paranın zaman değeri dikkate alınarak yatırımın 10 yıl boyunca sağlayacağı nakit girişlerinin sabit olduğu varsayımıyla sermaye maliyeti % 10 alınarak hesaplandığında;

	Atık Yağ Toplama (A)	Denizcilik Yakıtı Üretimi (B)	NBD Faktörü
Yatırım Bedeli	-	(4.000.000)	1.000
Gelirler	3.991.050	4.912.920	
Giderler	(266.085)	(225.000)	
Faaliyet Kârı	3.724.965	4.687.920	6.1446
NBD (Faaliyet Kârı x NBD faktörü)- Yatırım Bedeli	22.888.419,9	24.805.393,2	
Fark (B- A)		1.916.973,3	

Örnekte İki durumda da işletmenin sağlayacağı 10 yıllık nakit akışlarının bugünkü değer toplamları anüite tablosundan sermaye maliyeti %10 (6.1446) alınarak hesaplanmıştır. Buna göre; yatırımın 10 yıl boyunca yaratacağı faydanın NBD'nin farkı denizcilik yakıtı üretimi için 1.916.973,3 \$'dır.

Karbon salınımına ilişkin azaltan teknolojilerin yanında karbon tutan teknolojilerde uygulamada yer almaktadır. “Karbon yakalama ve depolama (CCS- Carbon Capture and Storage)” teknolojileri, büyük, sabit kaynaklardan (örn. Enerji Santrali baca gazları) çıkan CO₂ yakalayarak sıkıştırıp daha sonra jeolojik rezervuarlarda (örn. tükenmiş petrol kuyuları) veya derin okyanusta depolanmak üzere taşımaktadır (Newell ve diğerleri, 2006: 573). Bu teknolojiler yaygın olarak CO₂’yi yakalamak için yanma sırasında, yanma sonrasında ve oksijen yakıt yanma esnasında kullanılmaktadır (Viebahn ve diğerleri, 2007: 124). Genellikle büyük termik santrallerle birlikte tercih edilen bu sistemlerde tüm süreç boyunca yapılan hesaplamalar, CCS teknolojilerinin enerji santrallerinde % 8 ile % 13 arasında ısı verimliliği sağladığı, CO₂ yakalamanın maliyetinin 30- 50 \$/ tCO₂ arasında değiştiği bunun da elektrik maliyetinde % 50 artışa neden olduğu tahmin edilmektedir. CO₂’nin yakalamasının yanında uzaklaştırma maliyetlerinin ise taşıma mesafesine ve depolama alanına göre değiştiği belirtilmektedir (Sims ve diğerleri, 2003: 1320). Enerji Santrallerinde kabul edilenden daha fazla salınım kWh başına gerçekleştirilse de (Toplam CO₂ azaltımı % 72-90 ve toplam sera gazı azaltımı % 65-79) yine de yenilenebilir elektriğe kıyasla çok daha fazla salınımına neden olmaktadır. Ancak; elektrik tedarik sistemi içinde değerlendirildiğinde CCS teknolojileri, SGS’lerin önemli ölçüde mutlak şekilde azalmasına neden olmaktadır (Viebahn ve diğerleri, 2007: 121).

Tüm bu yöntemler arasından hangisinin işletmenin faaliyet alanında uygulanabileceği ve maliyeti yapılacak seçimde etkili olmaktadır. Eğer maliyet olarak fayda sağlamayacak bir tutarda ise karbon salınımını başka bir yöntemle azaltmaya çalışmak ya da karbon kredisiyle dengelemek gerekmektedir.

3.2.3. Ürün Yaşam Dönemi Maliyet Etkisi

Ürün süreç ve üretim teknolojilerinin iyileştirilmesi aşamasında hammaddenin özelliği, kullanılacak kaynakların sürdürülebilirliği, kullanılacak teknolojinin salınım üzerindeki etkisi önemli rol oynamaktadır. Özellikle birçok sektör için genel üretim gideri olan enerji karbon salınımı açısından önemli bir kalem olabilmektedir. Bazı sektörlerde doğrudan yardımcı malzeme olarak fosil yakıt tüketilmesi ya da fosil yakıt tüketerek enerji elde edilmesi ya da mamulün dağıtımı

veya tüm lojistik faaliyetleri boyunca ortaya çıkan salınımlar seçilen araç, tüketilen yakıt, aşılacak mesafe açısından bu maliyetleri artırıcı bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. İşletmenin faaliyetleri sonucu ortaya çıkan maliyetleri karbon temelli olarak değerlendirildiğinde; genel olarak bir mamul veya hizmetin yaşam boyunca ortaya çıkaracağı karbon salınımlarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Ürün tasarımında ve ar- ge çalışmalarında işletmenin karbon salınımı konusunda zorunlu ve gönüllü politikalarını hesaplaması gerekmektedir.

Ürün düzeyinde karbon muhasebesi uygulamaları, ürünün yaşam boyunca neden olacağı doğrudan ve dolaylı CO₂ ve sera gazı salınımlarının azaltılması için gerçekleştirilen çabaların ölçülmesi ve bu sonuçların tüketicilere ve diğer paydaşlara iletilerek farkındalığın artırılması olarak özetlenebilir. Değer zinciri analizi ürün sürdürülebilirliğini artıracakken, yaşam dönemi değerlendirme- LCA uygulamaları ürünün karbon etkilerinin değerlendirilerek alınacak kararlarda etkinliği artıracaktır (Stechemesser ve Guenther, 2012: 33- 34).

LCA, bir ürünün, sürecin veya etkinliğin yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerini değerlendirmek için biçimlendirilmiş, kapsamlı ve standartlaştırılmış analitik bir yöntemdir. Bu yöntem; hammaddenin çıkarılması, imalatı ve kullanımı ile atık yönetim sistemlerinin bir ürünle ilişkili tüm önemli enerji ve malzeme girdileri ile tasarımından kullanım sonuna kadar geridönüşümünü dikkate alarak çevresel salınımlarını açıklamaktadır (Stadel ve diğerleri, 2011: 51). Uygulamada LCA metodolojileri, ürünlerin ve süreçlerin çevresel etkisini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak uygulamanın temel sorunu tam bir değerlendirmenin çok zaman alması ve ürün geliştirmenin ilk aşamalarında saptanamayan çok özellikli verileri içermesidir. Bu nedenle yazında farklı ürün ve ürün grupları için, çevresel etkisinin erken tahmini için bir dizi basitleştirilmiş LCA metodolojisi önerilmekte (Kaebernick ve diğerleri, 2003: 463) hatta geliştirilen yazılım programları aracılığıyla değerlendirmeler yapılmaktadır.

LCA yöntemi bina tasarımlarında çevresel yeşil binaların geleneksel binalarla yaşam dönemleri boyunca karşılaştırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Buna ilişkin bir örnek aşağıdaki gibi ele alınabilir.

ÖRNEK 2

Ülkemizde faaliyet gösteren bir yazılım şirketi ofis olarak kullanılmak üzere bir bina inşa etmeye karar vermiştir. Bina geleneksel olarak tasarlandığında 20 M\$'a mal olmaktadır. Söz konusu bina sürdürülebilirlik anlayışıyla çevreci tasarımla inşa edildiğinde ilk yatırım maliyeti 30 M\$'a yükselmektedir. Binanın ekonomik ömrünün 50 yıl olacağı düşünülmektedir. Geleneksel binanın yıllık işletim maliyeti 150.000 \$, yeşil binanın yıllık işletim maliyeti ise; 75.000 \$ olacağı varsayılmaktadır. Yazılım şirketi yeni binasıyla geleneksel bina olması durumunda yıllık 3 M \$ nakit girişi sağlarken, yeşil bina olması durumunda tercih edilebilirliğini artırarak yıllık 4 M \$ gelir elde edecektir. Yeşil binanın ürettiği enerjinin dışarıya satılmasından ayda 30.000 \$ gelir elde edileceği öngörülmektedir. Her 5 yılda bir normal bina 1 M\$'lık, yeşil bina ise; 2 M\$'lık bakım onarım gerektirmektedir. Sahipliğin toplam maliyeti varsayımı altında 2 seçenekten hangisinin bilgisayar şirketine daha ekonomik olacağını gösteriniz. Sermaye maliyeti % 10 olarak alınmaktadır.

	Geleneksel Bina	Yeşil Bina
Yatırım Bedeli	(20.000.000)	(30.000.000)
Gelirler		
Yıllık Gelir (3.000.000 \$ x 50 yıl) (4.000.000 \$ x 50 yıl)	150.000.000	200.000.000
Enerji Satış Geliri (30.000 \$/ay x 12 ay x 50 yıl)	-	18.000.000
Giderler		
Yıllık İşletme Gid. (150.000 \$/yıl x 50 yıl) (75.000 \$/yıl x 50 yıl)	(7.500.000)	(3.750.000)
Bakım Onarım (5 Yılda bir) (1.000.000 \$ x 9 kez) (2.000.000 \$ x 9 kez)	(9.000.000)	(18.000.000)
Nakit Girişleri Toplamı	150.000.000	218.000.000
Nakit Çıktıları Toplamı	36.500.000	51.750.000
Faaliyet Kârı	113.500.000	166.250.000
Fark		52.750.000

Örnekte iki binanın 50 yıl boyunca sağlanacak gelir ve giderleri karşılaştırıldığında yeşil bina ile toplamda 52.750.000 \$'lık bir olumlu fark elde edilmektedir.

50 yıl boyunca sağlanacak nakit girişlerinin toplamının bugünkü değeri ile nakit çıkışlarının 50 yıl boyunca NBD'lerinin toplamının farkı alındığında,

	Geleneksel Bina	Yeşil Bina
Yatırım Tutarı	(20.000.000)	(30.000.000)
Gelirler	3.000.000	4.300.000
Giderler		
İşletme Giderleri (yıllık)	(150.000)	(75.000)
Bakım Onarım (her 5 yılda)	(1.000.000)	(2.000.000)
Nakit Girişlerinin NBD (3.000.000 \$ x 9.515*) (4.360.000 \$ x 9.515*)	28.545.000	41.485.400
Nakit Çıktıları NBD Toplamı	23.119.600	33.983.800
Fark	5.425.400	7.501.600
		2.076.200

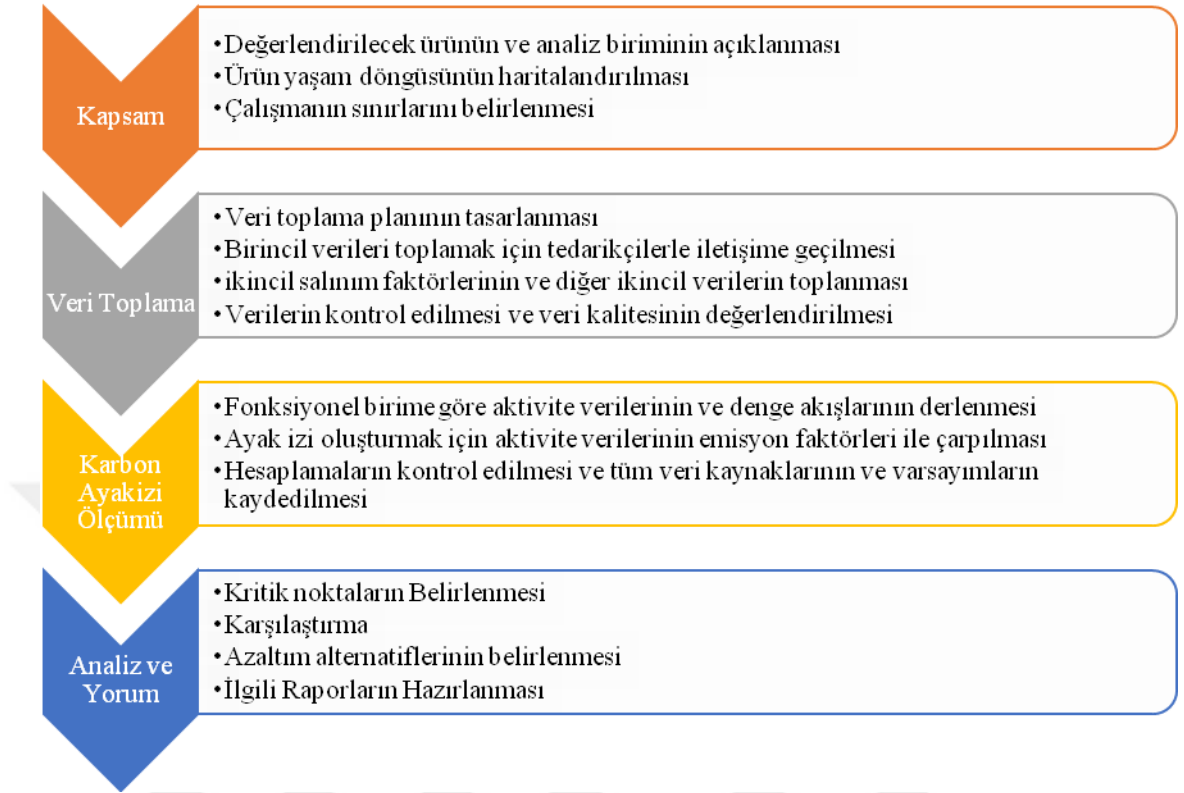
Toplamda yeşil bina 2.076.200 \$'lık fark yaratmaktadır.

Yeşil Binalar, geleneksel binalara göre farklı alanlarda da faydalar sağlamaktadır. Bu faydalar; “enerji ve su tasarrufu, atıkların azaltılması, iç mekân çevre kalitesinin iyileştirilmesi, çalışanların daha fazla konfor/ verimlilik, çalışanların sağlık maliyetlerinde azalma ve daha düşük işletme ve bakım maliyetlerini” içermektedir. (Kats, 2003: 3). Örneğin; Kneifel (2010) çalışmasında, binalarda enerji verimliliği üzerine bir analiz yapmış ve sonuç olarak enerji verimliliği yatırımlarının enerji tüketiminde % 20 ile % 30 arasında azaldığını orataya koumuştur. Ayrıca elde edilen verimliliğe bağlı olarak karbon ayakizinin % 16 azaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca; enerjinin daha pahalı olmasından dolayı uygulanacak karbon maliyetinin enerji verimliliği yatırımının getirisini artıracığı belirtilmiştir (Kneifel, 2010: 339- 340).

Standart uygulamalar incelendiğinde ürün üzerine iki önemli standarttan söz etmek mümkündür. Dünya’da yaygın olarak kullanılan GHG Protokolü’nün “Ürün Yaşam Dönemi Muhasebesi ve Raporlaması Standardı” yaşam dönemi değerlendirme uygulaması için ilkeleri, teknikleri, ürün sınırlarının belirlenmesi, verilerin toplanması, dağıtımı, belirsizliklerin değerlendirilmesi ve hesaplamalara ilişkin kılavuz olmaktadır (GHG Protokolü PLCARS, 2010: 3- 5). Britanya Standart Enstitüsü- British Standarts Institution BRI tarafından yürütülen PAS 2050 (Publicly Available Specification) ise; ürün ve hizmetlerin sera gazı salınımlarının yaşam döneminin değerlemesini belirleyen özellikleri açıklayan bir kılavuzdur (BSI, 2011: 1). PAS 2050 işletmelere; maliyet ve enerji tasarrufu fırsatlarını belirlemeleri için ürünlerin mevcut yaşam döngüsünü değerlendirmelerine yardımcı olurken, alternatif ürün değerlendirmesini yapmaya olanak sağlayarak malzeme ve tedarikçi seçiminde destek olmaktadır. Sera gazı salınımlarını azaltmaya yönelik projelerin hazırlanmasına kolaylık sağlarken kurumsal sorumluluk raporlarının hazırlanması için de gerekli değerlendirmeleri sunmaktadır (BSI Guide, 2011: 1).

PAS 2050’ye göre ürün yaşam boyu değerlendirme çalışmaları dört adımda ele alınmaktadır. Bu adımlar ve yapılması gerekenler Şekil 16’da gösterilmektedir.

Şekil 16: Yaşam Boyu Değerleme Süreci ve İzlenecek Adımlar



Kaynak: BSI Guide, 2011: 4.

Yaşam boyu değerlendirme de izlenecek adımlar değerlendirilecek ürünün kapsamı, kullanılacak birim ölçütlerinin belirlenmesi, ürün yaşam döngüsünün haritasının çizilmesi ve değerlendirilecek çalışmanın sınırlarının çizilmesiyle başlar. Sonrasında verilerin toplanması, bu verilerin karbon izlerinin hesaplanması yer almaktadır. Son aşamada ise; elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde karbon salınımını etkileyen ve maliyetleri artıran kritik noktaların tespiti, bu noktalardaki süreçlerin karbon etkilerinin azaltılması için alternatif yöntemlerin belirlenmesi ve sonuçların şeffaf bir şekilde iletilmesi gerekmektedir (BSI Guide, 2011: 4).

Örneğin; portakal suyu üretiminde karbon salınımı etkisinin yaşam boyu değerlendirilmesi; portakalların yetiştirilmesiyle başlar, karton ve plastiklerin depolanması, atıkların geridönüşümü (budanan ağaçların kalıntıları, ilaç ambalajları, sıkılan portakalların posaları vb. gibi) ve atık suyun iyileştirilmesi evrelerine kadar devam etmektedir. Örnek geliştirilirken 1 hektar arazide toplam 20.000 kg portakal üretildiği varsayımından hareketle hesaplamalar yapılmıştır. Buna göre 1 litre kutu

portakal suyunun üretimi için 0.21 litre portakal suyu konsantresi gerekmektedir. (1.000 kg'dan 500 kg meyve suyu, 1.000 kg meyve suyundan da 200 kg konsantre elde edilmektedir. Her 1 litre içecek üretiminde 0.01 lt atık oluşmaktadır.)

Tablo 14'de 1 litre kutu portakal suyu üretiminin sera gazı salınımları kg başına CO₂e cinsinden ve toplamdaki yüzdesel etkisi olarak gösterilmektedir.

Tablo 14: Karton Kutu Portakal Suyu Üretiminin Karbon Ayak İzi (1LT)

Yaşam Dönemleri	SGS (CO ₂ e/ kg)	Yüzdesel Dağılım %
Portakal Yetiştirilmesi	0.31	49
Konsantre Portakal Suyu Üretimi	0.04	6
Ulaşım	0.07	11
Portakal Suyu Üretimi	0.14	22
Dağıtım	0.06	9
Perakende	0.01	2
Kullanım	<0.001	<0.01
Yaşam Sonu	0.004	0.6
Toplam	0.64	% 100

Kaynak : BSI Guide, 2011: 42.

Tablo 14'deki veriler değerlendirildiğinde 1 lt kutu içeceğin üretiminde sera gazı salınımlarının en yüksek payı portakalların yetiştirilmesi evresinde gerçekleşmektedir. Bunlar gübreleme, arazinin işlenmesinde kullanılan yakıtlar ve arazi kullanımından kaynaklı salınımları kapsamaktadır. Devamında portakal suyu üretim aşamasında % 22'lik payla salınım neden uygulamalar, meyvenin depolanması için gerekli soğutucular, kullanılan enerji, pastörize işlemleri ve ambalajlamadan kaynaklı salınımları kapsamaktadır. Üçüncü sırada gelen ulaşım salınımları ise meyvenin tarladan işlenmeye oradan meyve suyu üretimine sonra da tüketiciye iletilmesindeki ulaşım araçlarının salınım etkilerine göre tahminlenerek hesaplanmaktadır. Ayrıca taşıma sırasındaki soğutucular da dikkate alınmıştır. Sonuç olarak 1 lt portakal suyu üretiminden tüketime ve geridönüşümüne kadar geçen sürede karbondioksit eşdeğeri cinsinden kg başına 0.64 kg salınım gerçekleşmektedir (BSI Guide, 2011: 53- 58).

Karbon maliyetlerinin işletme kararlarındaki bir diğer uygulama alanı ise; gelen her siparişin yaratacağı karbon yükümlülüğünün değerlendirilmesidir. İşletme üretim süreçlerine ve ürün yaşam dönemi maliyetlerine hâkim olduğu zaman karşılaşacağı her ek üretim kararının karbon etkisini dikkate almaktadır. Normal koşullarda karbon salınım hakkını kullanan bir işletme için gelecek her sipariş kotasını aşmasına neden olabilir, bu da dışarıdan azaltım kredisi satın almasını gerektirebilir. Konuya ilişkin örnek aşağıdaki gibi verilebilir.

ÖRNEK 3

X İşletmesi demir çelik sektöründe çalışmaktadır. Mevcut durumda 10 M TL/yıl kâr elde etmekte ve karbon kullanım konusunda bir problemi bulunmamaktadır. Yurtdışından gelen yıllık talebi karşılayabilmek için 5 M TL'lik karbon kullanım kotası satın alması gerekecek buna karşılık gelen siparişin karşılanmasıyla 4 M TL'lik bir katkı payı girdisi sağlanabilecektir. Satın alınacak karbon kullanım kotasının tümüyle doldurulabilmesi için işletmenin 6 M TL'lik daha katkı sağlayacak demir çelik üretim kapasitesi bulunmaktadır. Fakat bu karbon kullanım kotasının doldurulması için henüz bir talep yaratılmamıştır. Karbon kullanım kotasının satın alınıp alınmamasını irdeleyiniz.

	Mevcut Durum	Siparişin Kabulü
Kâr	10.000.000	14.000.000
Giderler	-	(5.000.000)
Katkı Payı	10.000.000	9.000.000

İşletme mevcut durumda 10 M TL/yıl kar elde etmektedir. 5 M TL'lik Karbon Kredisiyle 10 M TL'lik daha katkı elde etme hakkı doğmuştur. Ancak gelen siparişle bunun sadece 4 M TL'lik kısmını elde edebilecektir. Dolayısıyla 5 M TL'lik kredi gideri düşüldüğünde işletmenin karı 9 M TL'ye düşmektedir. Burada 2 seçenek söz konusudur. Henüz üretilmemiş 6 M TL'lik katkı için yeni talep bulma ya da satın alınan karbon kredisinin kullanılmayan kısmının satılması. Bu da 3 M TL'lik kredidir. Yeni müşteri bulmak yerine kredi satılırsa işletme 2 M TL olumlu fark yaratabilecektir. Eğer yeni müşteri bulunursa, 6 M TL'lik daha katkı elde edilebilecek ve mevcut duruma göre fark 5 M TL daha fazla olacaktır.

	Mevcut Durum	Siparişin Kabulü Kredinin Satışı	Siparişin Kabulü Yeni Müşteri Bulma
Kâr	10.000.000	14.000.000	14.000.000
Giderler	-	(5.000.000)	(5.000.000)
Katkı Payı	10.000.000	9.000.000	9.000.000
Kalan karbon kredisi Satışı		3.000.000	
Kalan kapasitenin Kullanımı		-	6.000.000
Yeni Kâr	10.000.000	12.000.000	15.000.000
Fark		2.000.000	5.000.000

Birçok ürün grubu için karbon ayak izi hesaplamaları yapılmakta, tüketici ve yatırımcılar ya da diğer ilgili paydaşlar işletmenin karbon etkileri konusunda bilgilendirilmektedir. Gerek sürdürülebilirlik raporları gerekse tedarikçilerin ve müşterilerin taleplerine yönelik hazırlanan diğer gönüllü açıklamalar aracılığıyla işletmelerin sosyal sorumluluk anlayışıyla ürün ve üretim süreçlerindeki karbon etkilerinin raporlandığı ve alınan kararlarda bu maliyetlerin dikkate alındığı söylenebilir. Yaşam boyu değerlendirme, değer zinciri analizleri işletmelerin ürettikleri ürünlerin çevresel etkilerinin değerlendirilmesinde ya da seçilecek alternatif teknolojilerin değerlendirilmesinde yardımcı olabilmektedir. İşletmeler bu analizler aracılığıyla karbon salınımlarının gerçekleştiği noktaları saptayıp, buralarda azaltım yöntemleri geliştirerek satın almaları gereken karbon sertifikası maliyetlerini azaltabilirler. Bir diğer açıdan da maliyet/ fayda analiziyle süreç iyileştirme yerine karbon kredisi satın almayı tercih edebilirler.

3.3. ENERJİ VERİMLİLİĞİ

“Enerji verimliliği”; enerji arzının güvenli bir şekilde sağlanması, dışa bağımlılığın olmanın getireceği risklerin azaltılması, enerji arzının sürdürülebilir kılınması, “iklim değişikliği” ile mücadelede etkinliğin sağlanması ve çevrenin korunması gibi stratejik hedefleri kapsayan bir kavramdır (Enerji Verimliliği Strateji Belgesi, 2010- 2023: 1). Ürün süreçlerinde ve genel işletme faaliyetlerinde karbon salınımlarının en önemli kaynağını oluşturan özellikle fosil yakıtlardan elde edilen enerji tüketimi, karbon kaynaklarında birinci sırada yer almaktadır. Bu nedenle; karbon temelli maliyetlerin azaltılmasında ve denkleştirilmesinde enerji verimliliği büyük önem taşımaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde öncelikle enerji kaynakları ve karbon maliyetleri ele alınmakta ve devamında enerji verimliliğinin sağlanmasında yararlanılabilecek alternatif enerji politikaları ve karbon salınımını azaltacak uygulamalar değerlendirilmektedir.

3.3.1. Enerji Kaynakları ve Karbon Maliyetleri

Günümüzde karbon salınımlarının % 80 oranıyla fosil yakıt kullanımından kaynakladığı görülmektedir. Bunu ormansızlaştırma ve orman yangınları takip etmektedir. Bu nedenle, enerji tüketiminin analizi, özellikle fosil yakıtların çıkarılması, kullanılması ve ilgili atık ürünlerin uzaklaştırılması, iklim değişikliği stratejilerinin geliştirilmesi ve buna bağlı maliyetlerin yönetilmesi için, hükümetler, şirketler, sivil toplum kuruluşları, yerel yönetimler, haneler ve bireyler tarafından önem taşımaktadır (Labatt ve White, 2007: 30).

Karbon salınımının birincil kaynağı arasında yer alan enerji kaynaklı CO₂'nin salınımını etkileyen faktörler “karbon yoğunluğu etkisi (CO₂/ Fosil yakıt)”, “fosil yakıt yoğunluğu etkisi (fosil yakıt/ toplam enerji)”, “çevrim verimliliği etkisi (toplam birincil enerji arzı/ toplam enerji tüketimi)” ve “enerji yoğunluğu etkisi (toplam enerji tüketimi/ GDP)” olarak sıralanmaktadır (Hamilton ve Turton, 2002: 65). Enerji göstergeleri değerlendirilirken bu oranlar dikkate alınmaktadır. Günümüzde fosil yakıtlar küresel enerji piyasalarına hükmetmeye devam etmekte, birinciliği de petrol üstlenmektedir. Tablo 15’de toplam birincil enerji arzının kaynaklara göre dağılımı yüzdesel olarak gösterilmektedir.

Tablo 15: Toplam Birincil Enerji Arzının Kaynaklara Göre Dağılımı- Dünya (%)

Yakıt Türü	1973	2014
Petrol	46.2	31.3
Kömür	24.5	28.6
Doğalgaz	16	21.2
Biyogaz	10.5	10.3
Hidro	1.8	2.4
Nükleer	0.9	4.8
Güneş, Rüzgâr, Jeotermal ve diğer	0.1	1.4
Toplam	5.523 Mtoe	13.700 Mtoe

Kaynak: IEA, 2016b: 6

Tablo 15’de gösterildiği üzere toplam birincil enerji arzı içerisinde fosil kaynaklı yakıtlar önemli bir yere sahiptir. 1973 yılında dünya genelinde toplam birincil enerji arzının % 86,7’si kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil kaynaklı

yakıtlardan karşılandığı görülmektedir. 2014 yılında ise bu oran % 81,1'e gerilemiştir. Fosil kaynaklı yakıtların karbon salınım etkisi göz önünde bulundurulduğunda toplam kaynaklar içindeki bu yüksek pay, küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda enerji kullanımının belirleyici bir etken olarak karşımıza çıkmasına neden olmaktadır. Tablo 16'da ise; toplam nihai enerji tüketiminin kaynaklara göre dağılımı gösterilmektedir.

Tablo 16: Toplam Nihai Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı- Dünya (%)

Yakıt Türü	1973	2014
Petrol	48.3	39.9
Kömür	13.5	11.4
Doğalgaz	14	15.1
Elektrik	9.4	18.1
Biyogaz ve Atıklar	13.1	12.2
Diğer*	1.7	3.3

*Jeotermal, güneş ve rüzgâr.

Kaynak: IEA, 2016b: 28.

Tablo 16'da görüldüğü üzere; 1973 yılında toplam nihai enerji tüketiminin % 48.3'ü petrol, % 13.5'i de kömür ve % 14'ü doğalgaz gibi kaynaklardan karşılanmıştır. 2014 yılında ise; bu oranlar % 39.9'u petrol, % 15.1'i doğalgaz ve % 11.4'ü de kömür gibi kaynaklardan karşılanmıştır. Buna göre; tüketimin yoğunlukla fosil yakıtlardan karşılandığı görülmektedir. Tablo 17'de de yakıt türlerinin karbon salınımları içindeki yüzdesel payı gösterilmektedir.

Tablo 17: Farklı Yakıt Türlerinin CO2 Emisyonu Dağılımı (%)

Yakıt Türü	1973	2014
Petrol	49.9	33.9
Kömür	35.6	45.9
Doğalgaz	14.4	19.7
Diğer Yakıt Türleri (Endüstriyel atıklar ve diğer yenilenemezler)	0.1	0.5
Toplam Emisyon (Mt CO ₂)	15.458	32.381

Kaynak: IEA, 2016b: 44

Tablo 17’de gösterildiği üzere, 1973 yılında 15.458 MtCO₂ olan CO₂ salınımının % 49.9’u petrol tüketiminden kaynaklanmıştır. Bunu sırasıyla kömür % 35.6 ve doğalgaz % 14.4 takip etmiştir. 2014 yılına gelindiğinde yakıt tüketimine bağlı ortaya çıkan CO₂ salınımı miktarı 32.381 MtCO₂ seviyesine yükselmiştir. Petrolün sahip olduğu pay 2014 yılında azalma gösterirken, birinci sırayı kömür almış, diğer yakıt türlerinin paylarında ise artış meydana gelmiştir.

“Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)” tarafından yayımlanan 2016 yılı “Dünya Enerji Göstergeleri”nden derlenen tablolar değerlendirildiğinde enerji üretimi öncelikli olarak fosil yakıtlardan üretilmekte ve tüketimde de en çok fosil kaynaklı enerjilerin yoğunluğu görülmektedir. Tablo 17’de gösterildiği üzere karbon salınımında en yüksek paya sahip olan fosil yakıtların tüketimi endüstriler için birincil girdi kaynağı olarak katlanılacak karbon maliyetlerini de artırmaktadır. Fosil yakıtlar enerji için birincil kaynak olmakla beraber birçok sektörde de yardımcı malzeme olarak üretim sürecine girmektedir.

“GHG Protokolü Kurumsal Muhasebe ve Raporlama Standardı”na göre; karbon salınım kaynakları üç kapsamda gruplandırılmaktadır. Bu kapsamlar doğrudan ve dolaylı sera gazı salınımlarının kaynakları olarak tablo 18’de gösterilmektedir.

Tablo 18: Doğrudan ve Dolaylı CO₂ Emisyon Kaynakları

Kapsam 1		Doğrudan CO ₂ Salınımları	Elektrik, ısı veya buhar üretimi
			Fiziksel ve Kimyasal Süreçler
			Malzemelerin, ürünlerin, atıkların ve çalışanların taşınması
			Salınım Kaçakları
Kapsam 2			Elektrik, ısı veya buharın satın alınması (ithalatı) sera gazı salınımları
Kapsam 3		Diğer Dolaylı CO ₂ Salınımları	Çalışanların İş Seyahatleri
			Ürünlerin, malzemelerin ve atıkların taşınması
			Dışarıdan satın alınan faaliyetler
			Atık salınımları
			Ürünlerin fiilen elden çıkarılmasından kaynaklanan salınımlar
			Çalışanların işe gelip gidişleri
			Üretimde ithal malzemelerin kullanılması

Kaynak: WBCSD/WRI 2004, pp. 25–29’dan aktaran Labatt ve White, 2007: 31.

Tablo 18’de ele alınan salınım kaynakları değerlendirildiğinde Kapsam 1 ve Kapsam 2 salınım kaynakları işletmenin doğrudan yönetebileceği kaynaklar iken, Kapsam 3 salınımlarını izlemek ve azaltmak şirketin gönüllülüğüne bağlı olmaktadır.

COP 21’e katılan tarafların azaltım taahhütlerine göre ülkelerin Ulusal Azaltım Katkı Beyanı (INDC) enerji kaynaklı salınımlar ve süreç kaynaklı salınımlar olarak ayrı ayrı ele alınmakta ve tablo 19’da gösterilmektedir.

Tablo 19: Ulusal Azaltım Katkı Beyanı (INDC) Senaryolarına Göre Küresel Enerji ve Süreç Kaynaklı SGS’ler (GtCO₂e)

	2014	2020	2025	2030
Enerji Kaynaklı SGS	35.4	36.9	37.5	38.4
Süreç Kaynaklı SGS	2.8	3.2	3.4	3.5
Toplam	38.2	40.1	40.9	41.9

Kaynak: IEA, 2016: 20

Tablo 19’a göre enerji kullanımından ve enerji üretiminden kaynaklı salınımlar 2014 yılında 35.4 GtCO₂e olarak hesaplanmış ve 2030 yılı hedefi 38.4 GtCO₂e olarak öngörülmüştür. Süreç kaynaklı salınımlar ise 2014 yılında 2.8 GtCO₂e olarak hesaplanmış ve 2030 yılı hedefi, 3.5 GtCO₂e olarak hedeflenmiştir. GHG Protokolü Kapsam 1 ve 2 açısından değerlendirildiğinde enerji kaynaklı ve süreç kaynaklı salınımlar büyük öneme sahiptir. Diğer taraftan üretilen ürünlerin yaşam boyu kullanımlarının katkısı da göz ardı edilmeyecek kadar önemlidir. Örneğin, petrol ve gaz sektöründe, ürünlerinin kullanımının, ürün imalatıyla ilgili salınımların yaklaşık dokuz katını oluşturduğu bilinmektedir (Labatt ve White, 2007: 31).

Enerji kaynakları kullanım alanına göre; “yenilenebilir ve yenilemez enerji kaynakları”, dönüştürülebildiklerine göre ise; “birincil ve ikincil enerji kaynakları” olarak sınıflandırılmaktadır. Enerjinin herhangi bir değişim ya da dönüşüme uğramamış haline “birincil enerji”, birincil enerjinin dönüştürülmesi sonucu elde edilen enerji ise; “ikincil enerji” olarak tanımlanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları ise; doğal bir çevrim sürecinde olduğu gibi kalabilen, kullanılmasına

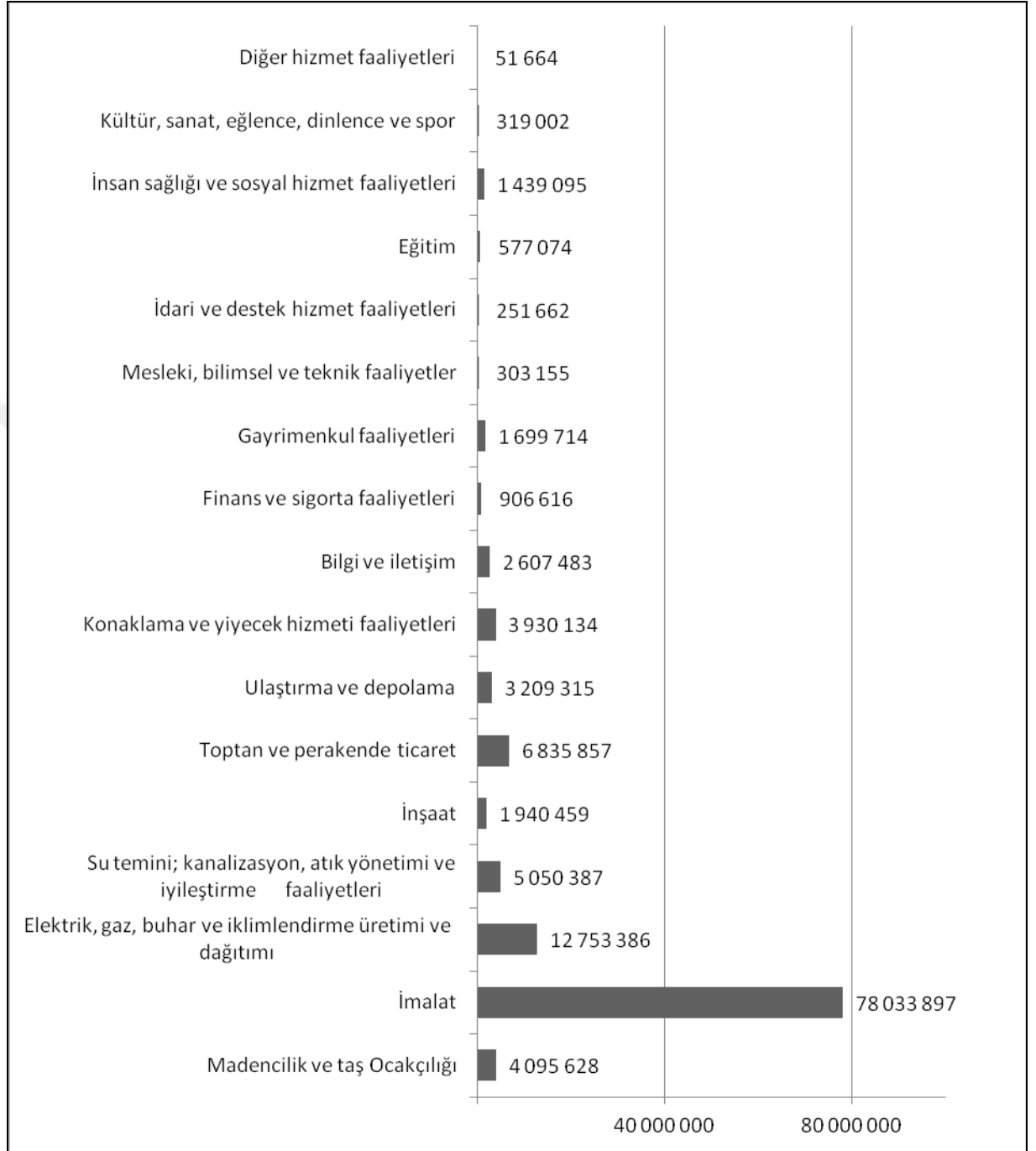
rağmen azalmayan, tükenmeyen kaynaklardır (Kaya ve Koç, 2015: 62). Enerji kaynaklarının tüketimini ve enerji sisteminin çevresel bozulmalara katkısını göz önüne alırsak, yenilenebilir enerji kaynakları daha az karbon salan çevresel etkilerle ilgili geleneksel değişkenlere kıyasla belirgin avantajlar ortaya koymaktadır (Pehnt, 2006: 62). Dolayısıyla; fosil kaynaklı enerji kullanımının yaratacağı zararı azaltmak ve büyümenin sürdürülebilirliği açısından yenilenebilir enerji kaynakları stratejik rol oynamaktadır. Düşük karbonlu enerji sistemine geçiş için sadece yenilenebilir enerji kapasitesinin genişletilmesi yeterli değildir. Bununla birlikte; üretim süreçlerindeki enerji girdilerinin verimliliğinin sağlanması, en önemli süreçlerden olan taşımacılıkta kullanılan araçların yakıt tercihlerinin ve tüketimlerinin kontrolü, kullanılan binalarda tasarrufların sağlanması ya da yenilenebilir enerji uygulamalarına uyumlu hale getirilmesi ve kullanımlarının yaygınlaştırılması için politikalar geliştirilmelidir.

3.3.2. Karbon Salınımını Azaltacak Politikalar ve Uygulamalar

Karbon salınımindaki değişiklikler, ekonomik aktivitedeki değişiklikler, ekonomik faaliyet birimi başına enerji kullanımı (enerji verimliliği) ve kullanılan enerjinin karbon yoğunluğu (karbon verimliliği) gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle; enerji verimliliği ve karbon verimliliği sağlayan teknolojilerin teşviki, ar- ge fonları, enerji tasarruflu donanımlarda vergi indirimi, karbon ticaret sistemi, yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılması ve ürünler için enerji verimliliği standartları gibi uygulamalarla karbon salınımlarının azaltılması amaçlanmaktadır (Newell ve diğerleri, 2006: 563- 564).

Enerji tüketiminin sektörel dağılımına bakıldığında yoğunluğun imalat sektöründe tüketildiği görülmektedir. Bunu elektrik, buhar ve gaz üretimi, ticaret, atık yönetimi, madencilik sektörleri takip etmektedir. Türkiye 2014 yılı sektörel enerji tüketimleri şekil 17’de gösterilmektedir.

Şekil 17: Enerji Tüketiminin Sektörel Dağılımı (MWh)



Kaynak: TÜİK, Sektörel Enerji Tüketim İstatistikleri, 2014.

Şekil 17'ye göre; imalat sanayiinde 2014 yılında toplam 78.033.897 MWh enerji tüketilmiştir. Bunun % 91,6'sı mal ve hizmet üretiminde, % 1,6'sı alan ısıtmasında, % 1,9'u havalandırma ve % 4,8'i ise; aydınlatma ve elektrikli büro

gereçlerinde tüketildiği TÜİK verilerinden elde edilmektedir. Yüzdesel dağılıma bakılarak enerji verimliliğinin sağlanabileceği kritik noktaların saptanması mümkündür. Buna göre; mal ve hizmet üretiminde temel girdilerden olan enerjinin verimliliğinin sağlanabilmesi için mal ve hizmet tasarımının iyileştirilmesi ya da kullanılacak enerji kaynağının yenilenebilir kaynaklardan seçilmesi uygun olacaktır.

Örneğin mal ve hizmet üretiminin son yaşam evresi olan geri dönüşüm ile kaynakların gereksiz kullanılmasının önlenmesi ve atıkların kaynağında ayrıştırılması ile birlikte atık miktarı azaltılarak; demir, çelik, bakır, kurşun, kâğıt, plastik, kauçuk, cam, elektronik gibi atık maddelerin geri dönüşümü ve tekrar kullanılması ile doğal kaynakların tüketilmesi önlenabilir. Böylece; ülkelerin gereksinimlerini karşılayabilmek için ithal edilen hurda malzemeye ödenen döviz miktarı da azalarak, kullanılan enerjiden önemli derecede tasarruf sağlanabilir. Örneğin; kullanılmış kâğıdın tekrar kâğıt üretiminde kullanılması hava kirliliğini % 74 -94, su kirliliğini % 35, su kullanımını % 4-5 oranında azaltmakta ve bir ton atık kâğıdın kâğıt hamuruna katılmasıyla 8 ağacın kesilmesi önlenmektedir (Karabıçak ve Özdemir, 2015: 47).

Karbon salınımını azaltacak faaliyetler ve politikaların Türkiye’de uygulanması değerlendirildiğinde; “Enerji Verimliliği Kanunu” uyarınca, “enerji verimliliğini arttırmak üzere hazırlanan projeler 2009 yılından itibaren desteklenmektedir. Ayrıca; eğitim programları kapsamında, 4.500’ü aşkın kişi “Enerji Yöneticisi” olarak sertifikalandırılmıştır. 2002 yılında başlayan ve Asya, Orta Doğu ve Balkan ülkelerine yönelik olarak düzenlenen “Enerji Yöneticisi Eğitim Programları” her yıl düzenlenmektedir. 2009 yılında yürürlüğe giren “Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi”nde yer alan hedeflerden en önemlisi; yenilenebilir kaynakların elektrik enerjisi üretimi içerisindeki payının 2023 yılında en az %30 düzeyinde yükseltilmesidir. Bu amaçla: “i) rüzgâr enerjisi kurulu gücünün 2023 yılında kadar 20.000 MW’a çıkartılması, ii) teknik ve ekonomik olarak değerlendirilebilecek hidroelektrik potansiyelinin tamamının 2023 yılına kadar elektrik enerjisi üretiminde kullanılmasının sağlanması, iii) elektrik enerjisi üretimi için uygun olduğu belirlenmiş olan 600 MW’lık jeotermal potansiyelinin 2023 yılına kadar işletmeye alınması, iv) güneş enerjisinin elektrik üretiminde kullanılması uygulamasının yaygınlaştırılmasıdır”. Bu hedefler çeşitli düzenlemelerle

desteklenmiştir. Örneğin; yenilenebilir kaynak payının artırılması amacıyla yürürlüğe giren “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun (YEK Kanunu)” üreticiye önemli teşvikler ve destekler sağlamıştır. “YEK Kanunu” ile yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğe alım garantisi ve tarife desteğinin yanı sıra, arazi tahsisi konularında da destekler sağlanmıştır (ÇŞBİDB, 2013: 12- 13). Ayrıca; Kanunu’nda 2011 yılında yapılan değişiklik ile tarife destekleri kaynaklara göre yapılandırılmış, “yerli üretim katkı oranına” göre “ilave teşvikler” getirilmiş ve kanuna aykırı davranan üreticilere uygulanacak cezalar artırılmıştır. Diğer taraftan, “Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik” ile “500 kW ve altı kurulu kapasiteye sahip yenilenebilir enerji tesis yatırımları için kolaylıklar sağlanmış ve bu tesislerde üretilen kullanım fazlası enerjinin sisteme verilebilmesi ve perakende satış şirketleri tarafından belirlenen fiyattan satın alınması” olanağı getirilmiştir (ÇŞBİDB, 2013: 106).

Genel olarak değerlendirildiğinde enerji verimliliği uygulamaları sanayi, inşaat, ulaşım ve enerji sektörlerinde farklı yöntem ve tekniklerle gerçekleştirilebilir. Örneğin; lisanssız elektrik üretimi işletmelere ya da son tüketicilere herhangi bir lisans alma ya da şirket kurma yükümlülüğü getirmeden kendi enerjilerini üretme, ürettikleri enerjiyi kullanma ve üretim fazlalarını şebekeye satma hakkı getirmektedir. Böylece; işletmeler enerjiyi dışardan satın almak yerine kendisi üreterek maliyet avantajı sağlamaktadır. Konuya ilişkin bir örnek aşağıdaki ele alınabilir.

ÖRNEK 4

X İşletmesi çimento sektöründe faaliyette bulunmaktadır. Önemli miktarda elektrik tüketmektedir. Aylık elektrik tüketiminde ilk 1.000.000 kWs için 0,25 TL/ kWs ödemekte, 1.000.000 kWs'i aşan her 1 M kWs'lik kullanım için elektrik dağıtım şirketi % 10'luk fiyat artışı yapmaktadır. İşletme kış aylarında 8 M kWs, yaz aylarında 5 M kws ortalama elektrik tüketmektedir. Ülkenin elektrik dağıtım şirketi çıkartılan bir yönetmelikle önemli miktarda elektrik tüketen firmalara teşvik amacıyla güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi konusunda 1 M kWs/ ay elektrik üretecek yatırımın yapılması ve üretilen enerjinin sisteme verilmesi durumunda fazla enerji kullanımında uygulanan % 10'luk fiyat artışlarından işletmeleri muaf tutmaya karar vermiştir. Yapılacak yatırımın tutarı 20 M TL olacağı ve 10 yıllık ekonomik ömrünün bulunacağı ve 100.000 TL/ay işletme giderine mal olacağı tahmin edilmektedir. Elektrik dağıtım şirketi güneş enerjisine dayalı 1 M kWs elektriği 0,25 TL/ kWs'den satın almayı taahhüt etmektedir. Çimento şirketinin yeşil enerji konusunda yatırım yapıp yapmama kararına yardımcı olunuz. Sermaye maliyeti % 10 hesaplanmaktadır.

	Mevcut Durum	Güneş Enerjisi
Yatırım Tutarı	-	(20.000.000)
Gelirler		
Enerji satışı (yıllık) (0.25 TL/kws x 1M kws x 12 ay)	-	3.000.000
Giderler		
İşletme Giderleri (yıllık) Enerji Gideri (yıllık) (1.526.275 TL/kws x 6 ay) + (2.858.972,03 TL/kws x 6 ay) ((0.25 TL/kws x 5M kws x 6 ay) + (0.25 TL/kws x 8M kws x 6 ay))	- (26.311.482,2)	(1.200.000) (19.500.000)
10 yıllık maliyet toplamı	(263.114.822)	(207.000.000)
10 yıllık gelir toplamı		30.000.000
Yatırım tutarı		(20.000.000)
	(263.114.822)	217.000.000
Fark	(46.114.822)	

10 yıl boyunca katlanılacak giderler iki durum için de karşılaştırıldığında işletme yatırım yapmadan faaliyetlerine devam ederse toplamda 46.114.822 TL daha enerji giderine katlanmak durumunda kalacaktır.

Karşılaştırma paranın zaman değeri dikkate alınarak yatırımın 10 yıl boyunca sağlayacağı nakit girişlerinin sabit olduğu varsayımıyla sermaye maliyeti % 10 alınarak hesaplandığında;

	Mevcut Durum (A)	Güneş Enerjisi (B)	NBD Faktörü
Yatırım Bedeli	-	(20.000.000)	1.000
Gelirler	-	18.433.800	6.1446
Giderler	(161.673.534)	(7.373.520) (119.819.700)	6.1446
10 yıl boyunca sağlanacak Fayda NBD	(161.673.534)	(128.759.420)	
Fark (B- A)		32.914.114	

Örnekte İki durumda da işletmenin sağlayacağı 10 yıllık nakit akışlarının bugünkü değer toplamı anüite tablosundan sermaye maliyeti %10 (6.1446) alınarak hesaplanmıştır. Buna göre; güneş enerjisi yatırımının yapılarak teşviklerden yararlanılması durumunda işletme 10 yıl boyunca toplamda NBD 32. 914.114 TL daha az maliyete katlanacaktır.

Karbon temelli maliyetlerin azaltılması veya denkleştirilmesi yöntemleri açısından değerlendirilen enerji verimliliği konusu giderek önem kazanmaktadır. Düşük enerji tüketimli ürünlerin tercih edilmesinin yanı sıra tüketilen enerjinin hangi kaynaktan sağlandığı konusu da dolaylı salınımlar açısından işletmelerin dikkatini çekmektedir. Dolayısıyla; yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik sunulan teşvik ve avantajlar ve bu uygulamalar sonucu elde edilen karbon kredisi gelirleri sektörü cazip hale getirmektedir.

3.4. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

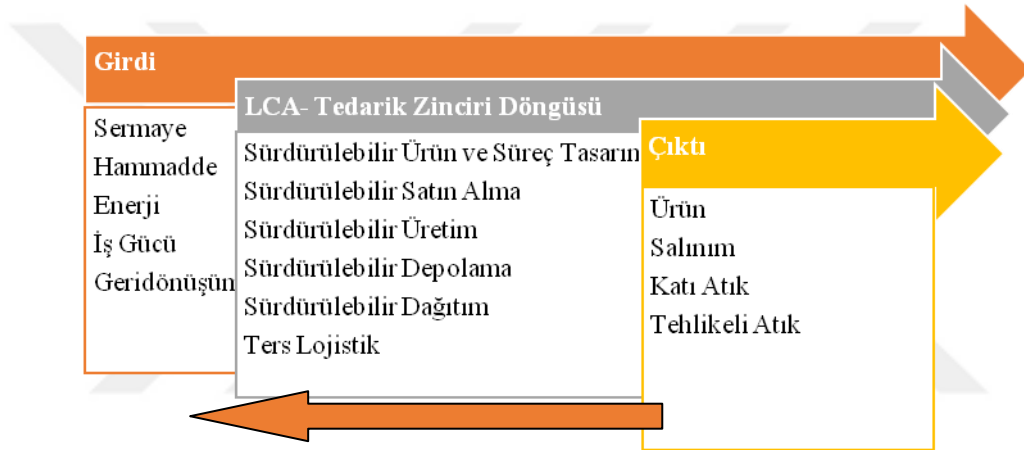
Karbon salınımlarıyla ilgili getirilen düzenlemeler firmaları, daha fazla enerji verimliliği sağlayan donanım, tesis veya araçları tercih etmeye yöneltmektedir. Böylece; üretim, nakliye ve stok yönetimindeki kararlarının da optimize edilmesi sağlanabilmektedir. Bu yaklaşım, düşük enerji tüketen teknolojileri benimsemekten çok daha az veya sıfır maliyetle daha fazla karbon salınımı azaltabilmektedir. Bununla birlikte, endüstriyel amaçların, çevrenin korunmasına yönelik bu yaklaşımı büyük oranda göz ardı ettiği görülmektedir. Accenture tarafından yapılan bir ankete göre, şirketlerin yalnızca % 10'u tedarik zincirinin karbon ayak izlerini aktif olarak modellemekte ve başarılı sürdürülebilirlik girişimleri uygulamakta ve tedarik zinciri yöneticilerinin üçte birinden fazlası (%37) tedarik zinciri ağlarındaki tedarik zinciri salınımlarının seviyelerinin farkında olmamaktadır (Hua ve diğerleri, 2011: 178).

Çalışmanın önceki kısımlarında ürün yaşam boyu maliyetlerinde ortaya çıkan karbon salınımları ele alınmaktaydı. Bu bakış açısıyla değerlendirildiğinde; üretimde hammaddenin elde edilmesinden, geridönüşümüne hatta ters lojistik faaliyetlerine kadar geçen süreçte karbon maliyetlerinin azaltılmasında tedarik zinciri yönetimi de önemli bir yer taşımaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi; hammadde ve malzemelerin elde edilmesinden son ürün aşamasına kadar (geri dönüşüm ve yeniden kullanım dahil) yönetilmesini içeren, gerekli teknoloji ve kaynakların nasıl örgütleneceği üzerine odaklanan ve işletme içi faaliyetleri, optimizasyon ve etkinlik ile kurgulayan bir yönetim felsefesidir (Tan vd., 1998: 2'den aktaran Özdemir, 2004: 88). Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi ise; işletmelerin tedarikçiden müşterilerine kadar tüm paydaşlarının gereksinimlerini ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarıyla dikkate alarak malzeme,

bilgi ve sermaye akışını yönetme sistemidir (Seuring ve Müller, 2008: 1700). Bu yaklaşım tedarik zincirini maliyet odaklı düşünmekten değer odaklı düşünmeye sevk etmektedir. Üretimden müşteriye ileriye tedarik zinciri ile müşteriden geri dönen ürünlerin toplanması, depolanması, geri dönüşümü ve yok etme gibi tersine tedarik zinciri faaliyetleri bilgilerin iki yönlü akışını sağlarken, çevreye zarar verecek kaynakların belirlenmesi ve bunların azaltılması sürdürülebilirliği sağlayacaktır (Şişman, 2015: 176). Şekil 18’de sürdürülebilir tedarik zinciri akışı gösterilmektedir.

Şekil 18: Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Tasarımı



Kaynak: Chaaabane ve diğerleri, 2012: 39.

Şekil 18’deki sürdürülebilir tedarik zincirinin tasarlanmasında en önemli aşama stratejik planlamadır. Stratejik planlamada temel hedef ekonomik, çevresel ve sosyal faydaların artırılmasıdır. Tedarik zinciri tasarımında öncelikle; tesis lokasyon seçimi, kapasite, kaynakları, yeni ürün tasarımı, ürün dağıtım ve satın alma tercihleri değerlendirilmelidir. Bu kararlar alınırken yatırım ve karbon yönetimi kararları da göz önünde bulundurulmalıdır. Bunlar; teknoloji seçimi ve satın alma, tesis tasarımı, ulaştırma teknikleri ve karbon kredisi satma ve alma şeklinde sıralanabilir. Tüm bu kararlar dikkate alınarak ürün akışının, stokların, dağıtımın ve geridönüşümün planlamasıyla sürdürülebilir tedarik zinciri tasarlanabilir (Chaaabane ve diğerleri, 2012: 39).

Genel olarak değerlendirildiğinde tedarik zinciri yönetiminde iş akışlarının farklı noktalarında farklı düzeylerde karbon maliyetleriyle karşılaşılabilir. Örneğin sadece doğrudan karbon salınımları dikkate alındığında, gelişmiş ülkeler salınım haklarını doldurmamak için; üretimlerini karbon envanter ve raporlama faaliyetlerinin zorunlu olmadığı veya sistemli bir şekilde çalışmadığı ülkelere aktarabilirler. Böylece; işletmeler doğrudan karbon salınımlarını azaltabilirler. Konuya ilişkin bir örnek aşağıdaki gibi ele alınabilir.

ÖRNEK 5

X İşletmesi'nin faaliyette bulunduğu ülkede kota tahsisi yapılmakta ve karbon ticareti zorunlu uygulanmaktadır. İşletme mevcut kapasitede karbon salınım kotasını doldurmuş durumdadır. 10 M €'luk katma değer sağlayacak üretimi artrabilmesi için 2 M €'luk karbon kredisi satın alması gerekmektedir. İkinci bir seçenek olarak aynı katma değeri sağlayacak üretimi karbon ticaretinin zorunlu uygulanmadığı bir ülkede fason ürettirerek ithal etmektedir. İkinci seçenekte işletmenin 1 M €'luk ilave nakliye giderine katlanması gerekmektedir.

	Üretme	Dışarıdan Satın Alma
Katkı Payı	10.000.000	10.000.000
Giderler		
Karbon Kotası Satın Alma	(2.000.000)	
Nakliye Gideri		(1.000.000)
Net Katkı Payı	8.000.000	9.000.000

İşletme mevcut durumda 10 M € katkı sağlamaktadır. 2 M €'luk Karbon Kredisiyle net 8 M € katkı sağlamaktadır. Ancak karbon hesaplamalarının yapılmadığı ve ticaretinin zorunlu olmadığı bir ülkede ürettirerek aynı 10 M €'luk katkıyı ilave 1 M €'luk nakliye giderine katlanarak elde edebilmektedir. İşletme için üretme ve dışarıdan satın alma kararları bu bakış açısıyla değerlendirildiğinde; dışarıdan satın almanın net katkısı 1 M € daha fazla olmaktadır.

Tedarik zinciri yönetiminde karbon salınımı esas alınırken; tesis büyüklüğü, kullanılan araçların yakıt verimliliği, taşınan yükün ağırlığı ve seyahat mesafesi önem taşımaktadır. Cachon (2012) çalışmasında geliştirdiği tedarik zincirlerini bu değişkenlere göre karşılaştırmış ve şu sonuçlara ulaşmıştır. Buna göre; sadece taşıma maliyetleri değerlendirildiğinde maliyetlerin optimizasyonu karbon salınımlarında az artışa neden olmaktadır. Faaliyet giderleri ise; salınımın azaltılmasında optimal seviyeye yaklaşmaktadır. Mağaza alanı (tesis) maliyetleri modele eklendiğinde salınımın % 11 arttığı, bunun da m² başına artan karbon salınımlarının neden olduğu ortaya koyulmuştur. Bir diğer modelde; eğer perakendeci yenilenebilir enerji

kullanıp pahalı bölgede faaliyet gösterirse, faaliyet giderlerinin % 75 arttığı gözlemlenmiştir. Tüm bu değerlendirmelere rağmen tedarik zinciri maliyetlerini düşürmede karbon salınımı azaltımının düşük etkisi olduğu ortaya koyulmuştur (Cachon, 2012: 28).

Bir diğer örnekte ise; tedarik zincirinde karbon azaltımının maliyetleri düşürdüğü ve kârlılığı artırdığı ortaya koyulmaktadır. Doğrudan ve dolaylı karbon kaynakları açısından ele alındığında günümüzde artık işletmeler kapsam 3 kaynaklarını da göz önünde bulundurarak sadece doğrudan kontrol edebildikleri salınım azaltımlarına değil, tedarikçileri ve müşterileri tarafından gerçekleşen salınım etkilerini de dikkate almaktadır. Örneğin; Dünyanın en büyük perakendecisi ve yaygın olarak tedarik zinciri yönetiminde lider kabul edilen Walmart, 2005 yılında çevreyi koruma sorumluluğunu yerine getirmek ve salınımlarını azaltmak amacıyla tedarik zincirini geliştirmek için adım atmıştır. Bu amaçla; % 100 yenilenebilir enerji kullanmayı, sıfır atık yaratmayı, insan ve çevre için sürdürülebilir ürünler satmayı hedef olarak belirlemiştir. İşletmenin 2007- 2010 yılları arasındaki faaliyetlerini inceleyen bir çalışmada; Walmart'ın faaliyetlerinden ve tedarik zincirinden kaynaklı karbon salınımını azaltarak kârlılığını artırdığı ortaya koyulmuştur. Bunun nedeni salınım azaltımında; maliyetlerin azalmasına, yeni gelir kaynaklarının oluşmasına, çalışanların motivasyonunun artmasına, halkla ilişkilerin gelişmesine, işbirliğinin güçlenmesine ve düzenleyici otoritelerde sözünün geçmesine yardımcı olması etkili olmuştur (Plambeck, 2012: 64).

Kapsam 3'ün dikkate alınması ayrıca gelecekte ortaya çıkabilecek muhtemel karbon düzenlemelerinin de planlanması açısından işletmelere yardımcı olmaktadır. Örneğin, bir şirketin tedarik zincirindeki enerji veya salınım vergileri veya düzenlemeleri, satın alınan hammadde, mal veya hizmetlerin maliyetini önemli ölçüde artırabilir. Bu anlamda; kurumsal tedarik kararlarının alınmasında ve ürün tasarımının yönlendirilmesinde kapsam 3 salınımları önem taşımaktadır. Buna ek olarak; şirketler, daha geniş bir açıyla kurumsal değer zinciri faaliyetlerinin etkilerini değerlendirmedikleri takdirde itibar riski ile karşılaşabilmektedirler. Dolayısıyla; kapsam 3 doğrultusunda karbon kaynaklarını ve akışını belirleyebilen işletmeler, salınımlarını tespit ederek paydaşlarına bunların potansiyel etkilerini ve ilişkili

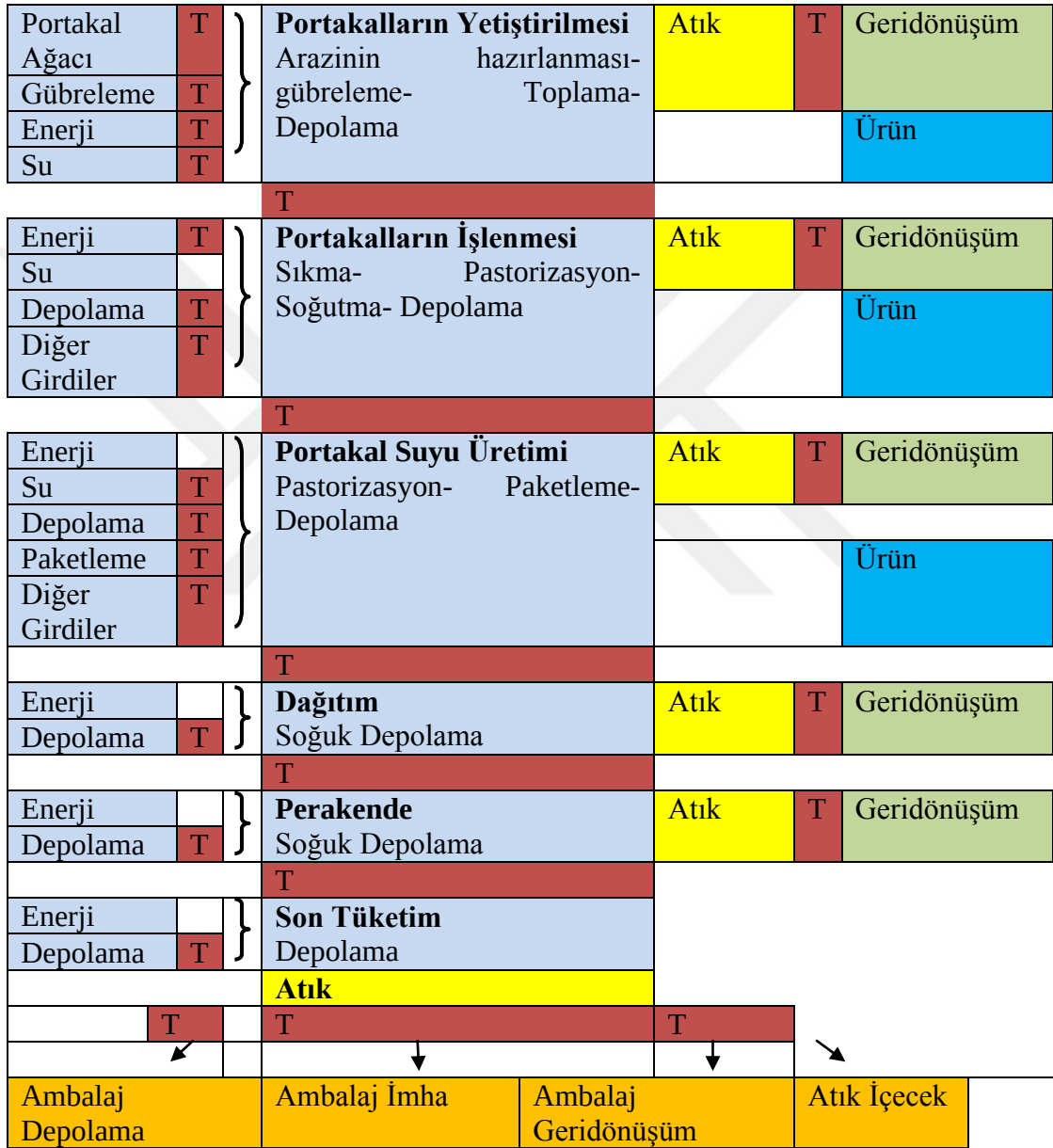
riskleri azaltmak için planlanan veya gerçekleştirilen eylemlerini güvenilir şekilde açıklayabilmektedirler (GHG VCA, 2011: 11).

Özellikle son yıllarda yaygınlaşan yeşil etiket, organik ürün, karbon ayakizi uygulamalarıyla karar vericiler için ürün alternatiflerinin değerlendirilmesinde tedarik zinciri verileri önem taşımaktadır. Bu etiketler genelde; karbon yoğunluğu, karbon azaltımı ya da sıfırlama gibi ürünün iklim değişikliği üzerindeki farklılaşan etkilerini açıklayarak, tedarik zinciri ve ürün yaşam boyunca ürünün karşılaştırılabilmesine yardımcı olmakta ve tercih edilebilirliğini artırmaktadır (Schaltegger ve Csutora, 2012: 11). Bir firmanın karbon salınımı ya da tüketimi faaliyette bulunduğu sektöre, değer zincirindeki konumuna ve firmanın özelliklerine bağlı olarak farklılaşabilmektedir. Örneğin; otomobil üretiminde tedarik zinciri yönetimi önem taşımaktadır. LCA ile otomobilin salınım etkilerinin belirlenmesi hem tüketici hem de üretici açısından gerekmektedir (Lee, 2011: 1218). LCA ile ürün karbon ayakizini ortaya koymaya yönelik çabalar ürünün değerlemesinden çok üreticinin değerlemesi açısından da önem taşımaktadır. Dolayısıyla; üreticinin hammadde tercihi, geridönüştürülebilir malzemeler kullanması, yerel üretilmesi yani daha az taşıma gerçekleştirilmesi, üretiminde yenilenebilir kaynakların kullanılması gibi göstergeler ile ürüne odaklanmaktansa üreticinin çevresel etkilerine odaklanmak daha etkin bir yaklaşım olmaktadır (Schmidt, 2009: 28).

LCA sürecinde ilk adımın değerlendirme sürecinin kapsamının belirlenmesi olduğu ve bunun içinde de ürün yaşam döngüsünün haritalandırılmasının öneminden çalışmanın önceki kısmında söz edilmekteydi. Buna göre; tedarik zinciri değerlendirmesinde ve sürdürülebilir tedarik zincirinin tasarlanmasında ürün süreç haritalandırması ve buna bağlı olarak tedarik sürecinin şematize edilmesi önem taşımaktadır. Süreç haritası başlangıçta basit veya ayrıntılı olabilir. Önemli olan gereksiz ayrıntıları göz ardı ederek, karbon salınımının en çok yoğunlaştığı aşamaların belirlenebilmesi için malzeme akışlarının ve enerji kullanımının iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Haritalandırılan her adım için; verilerin toplanmasına yardımcı olacak faaliyetlerin tanımlanması, eğer mümkünse her aşamanın coğrafik konumunun belirlenmesi ve safhalar arası tüm taşıma ve depolama bilgilerinin belirtilmesi gerekmektedir. Haritalandırmanın kapsamı belirlenirken de sistemin sınırlarının iyi çizilmesi, zaman ve istenen bilginin niteliğinin dikkate alınması

gerekmektedir (BSI Guide, 2011: 6- 7). 1 lt karton kutu portakal suyu üretimi örneğini tekrar ele aldığımız da şekil 19’da portakal suyu üretiminin süreç haritası gösterilmektedir.

Şekil 19: Portakal Suyu Üretimi Süreç Haritası



Kaynak: BSI Guide, 2011: 8’den yararlanılarak oluşturulmuştur.

Şekil 19’a göre; portakal suyu üretiminin her süreci girdi ve çıktılarıyla birlikte gösterilmektedir. Arada “T” ile ifade edilen kısımlar süreçler arası ulaştırma

ve taşıma faaliyetlerini ifade etmektedir. Haritaya göre karbon maliyetlerinin akışları tedarik zinciri ve lojistik faaliyetleri boyutunda da gözlemlenebilmekte ve karar mekanizmasına dâhil edilmektedir.

Karbon salınımının tüm bu ekonomik faaliyetlere olan etkisini ve ortaya çıkan yeni uygulama alanlarını karbonomiks olarak ifade eden Ratnatunga (2008) çalışmasında ayrıca, karbalizasyon kavramından söz etmektedir. Karbalizasyon; globalizasyon kelimesine alternatif olarak küreselleşen dünya da ticaret sınırlarının genişlemesiyle ürün ve hammaddenin üretimden tüketime yol aldığı mesafe boyunca neden olduğu karbon salınımını ifade etmektedir (Ratnatunga, 2008: 8). Küreselleşmenin etkisiyle dağıtım noktaları arasındaki mesafelerin artması beraberinde tercih edilen aracın yakıt tüketimine bağlı olarak karbon salınımının da artmasına neden olmaktadır. Bu durum kara yolu, hava yolu ve deniz yolu taşımacılığında farklı düzeylerde ortaya çıkmaktadır.

BP (British Petroleum) tarafından gerçekleştirilen çalışmada deniz yolunun hava yoluna kıyasla daha fazla salınımına neden olduğu ortaya koyulmaktadır. Ancak; taşınan ürünün toplam ağırlığına göre değerlendirildiğinde, gemi ile taşımada kg başına salınımın düştüğü ifade edilmektedir (Ratnatunga ve Balachandran, 2009: 335). Örneğin; 1 ton şişe suyunun Avrupadan Avustralya'ya ihracatında 80 kgCO₂ salınımı tahminlenmektedir. Bu miktar Mısır'dan 70 kgCO₂ ve Fiji'den 20 kgCO₂ olarak gemi ulaşımına göre hesaplanmaktadır (Ratnatunga, 2008: 8). Bir diğer örnekte ise; hibrid otomobil ile normal otomobil karşılaştırılmaktadır ve hibrid otomobilin bataryasının üretimi için, nikelin çıkarılması, nikelin satın alınarak gemiyle rafineriye getirilmesi, oradan üretim için fabrikaya sevki, üretimi ve üretim sonrası tekrar geri dönüşüm için toplanması sırasında 30.000 km'den fazla yol aldığı öngörülmekte ve buna bağlı olarak da daha fazla salınımına neden olduğu ifade edilmektedir. Diğer taraftan her iki ürünün de yaşam boyu değerlemesi yapıldığında hibrid otomobilin yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji tükettiği varsayımıyla karbon salınımına neden olmadığı ifade edilmektedir (Ratnatunga ve Balachandran, 2009: 339).

Kapsam 3 salınımları ve karbalizasyon açısından ele alındığında; ithal ürünler büyük önem arz etmektedir, diğer bir açıdan ucuz iş gücü ve yatırım olanağıyla üretim merkezlerini deniz aşırı ülkelere taşımak ya da fason üretim yaptırmak da

karbon maliyetlerinin artmasına neden olabilmektedir. Dolayısıyla; daha uzak mesafede daha pahalıya alıcı bulması nedeniyle binlerce kilometre giden ürünlerin yerini yerel ürünlerin üretim ve tüketiminin almasının karbon salımını önemli ölçüde azaltacağı söylenebilir (Turgut, 2014: 154). Gerek doğrudan gerekse dolaylı salınımların gözlemlenebileceği tedarik zinciri yönetimi bu yönüyle karbon temelli maliyetlerin azaltılmasında yardımcı olabilmektedir. Öncelikle işletme içi yaratılan maliyetlerin analiz edilmesi ve bunların azaltılması daha sonra dışarıdan kredi satın alınarak piyasa uygulamalarıyla denkleştirme yapılması açısından karar mekanizmasında ele alınması gerekmektedir.

3.5. AĞAÇLANDIRMA PROJELERİ VE ORMAN YÖNETİMİ

Küresel anlamda ele alındığında ormanlar, atmosferdeki karbon oranını dengeleyen ve etkileyen kaynaklar açısından veya karbon temelli maliyetlerin azaltılmasında ve denkleştirilmesinde büyük önem taşımaktadır. Çünkü yeryüzündeki karbon salınımlarının dengesinin sağlanmasında ormanlar etkin rol oynamaktadır. Diğer taraftan; karbon azaltım kredilerinin alınmasında da gönüllü ve zorunlu piyasalar açısından en çok tercih edilen yatırım alanlarından biridir.

Ulusal düzeyde ormanların korunması, ağaçlandırma faaliyetlerinin artırılması ve mevcut ormanların sürdürülebilir yönetimi karbon salınımının azaltılmasında önem taşırken, endüstriyel düzeyde işletmelerin karbon salınımlarını dengelemek üzere ağaç dikmeleri veya piyasalardan orman karbon kredilerini satın alarak iklim değişikliğiyle mücadeleye destek olmaları mümkündür. Ayrıca; yanlış arazi kullanımı ve tarım arazilerinin etkin kullanılmamasından dolayı da karbon salınımları etkilenebilmektedir. Bu amaçla çalışmanın bu kısmında; orman yönetiminin karbon salınımıyla ilişkisi açıklanmakta ve orman karbon piyasası ve uygulamalar değerlendirilmektedir.

3.5.1. Orman Yönetimi ve Karbon

Ormanlar; yeryüzündeki karbon dengesinin korunmasında, salınan sera gazı salınımlarının azaltılmasında sera gazlarını çekme yoluyla karbon yutağı oluşturmada önemli rol oynamaktadır. Ormanlar; fotosentez yoluyla atmosferle

karbon alışverişinde bulunarak CO₂ miktarını dengeler ve bitki örtüsü ve toprak aracılığıyla karbonu depolamaktadır. Tortul kayalar dışında, dünya karasal sisteminde tutulan karbonun yaklaşık % 67'si orman ekosistemlerinde depolanmaktadır. Ayrıca uzun ömürlü orman ürünleri ahşap binalar ve mobilyalar gibi ürünler de yanmadıkları sürece karbon stoğu olarak kalmaya devam etmektedir (Cacho ve diğerleri, 2003: 155; DPT İklim Değişikliği Özel İhtisas komisyonu Raporu, 2000: 10). Ormanlar yılda ortalama hektar başına 3-5 ton CO₂ tutmakta, buna karşılık 8-13 ton arasında O₂ üretmektedir. Bu nedenle; karbon salınımını azaltmanın, dolayısıyla küresel düzeyde ısınmanın önüne geçmek için başvurulacak yollardan birisi de; fidan dikmek, ağaçlandırma yapmak, orman alanlarını artırmak ve niteliklerini iyileştirmektir (Polat ve diğerleri, 2011: 315). Orman arazileri sera gazlarının en önemli yutağı olarak, tarım, mera, sulak alan ve yerleşim alanları içindeki yeşil alanlar ile birlikte salınan toplam CO₂'in ortalama %25'ini geri çekmektedir (ÇŞBİDB, 2013: 14). Bu özelliğiyle ormanların bozulması veya yok edilmesi fosil yakıt yanmasına bağlı salınımlardan sonra % 20 oranla ikinci sırada yer alarak iklim değişikliği üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır (Ebeling ve Yasué, 2008: 1917).

Ormanlarda, karbonun canlıkütle olarak korunmasının ve depolanmasının maliyeti yüksek olabilmektedir; ancak diğer karbon azaltım yöntemleri ile rekabet edebilecek durumdadır. Maliyetleri etkileyecek unsurlar; arazinin fırsat maliyeti, tesis ve bakım giderleri, fidanlık giderleri, yıllık bakım ve izleme giderleri vb. olarak sıralanabilir (DPT İklim Değişikliği Özel İhtisas komisyonu Raporu, 2000: 10).

Karbon salınımlarının azaltılmasında ormanların yönetilebilme potansiyelleri de orman işletmecilik uygulamaları açısından önem taşımaktadır. Orman yönetimi; atmosferdeki CO₂ düzeyini sınırlandırmaya yönelik çabalar olarak üç yöntemle ele alınmaktadır. Bunlar; “karbon koruma, karbon tutma ve depolama ve karbon ikamesidir” (DPT İklim Değişikliği Özel İhtisas komisyonu Raporu, 2000: 64- 66; IPCC, 2007: 549; Ravindranath ve Ostwald, 2008: 18).

- Karbon Koruma; ormansızlaşmayı ve bozulmayı azaltarak, ağaçlandırma ve yeniden ağaçlandırma yoluyla orman alanını korumak veya arttırmak, üretim yöntemlerini değiştirme, yangın ve böcek afeti gibi diğer etkilerini

kontrol altına alarak mevcut karbon depolarını koruyarak karbon salımlarını önlemektir.

- Karbon Tutma ve Depolama; doğal ve plantasyon ormanlarında, orman alanı ve/ veya canlıkütle artışı yoluyla, vejetasyon ve orman toprağında tutulan karbon miktarını arttırmak ve dikim, saha hazırlama, budama yöntemlerinin etkinliğiyle karbonun dayanıklı ağaç ürünlerinde tutulması ve tutulan karbon yoğunluğunun artırılmasıdır.
- İkame Yönetimi ise; fosil yakıtların yerine kontrollü ve sürdürülebilir olarak işletilen endüstriyel ormanlardan elde edilen yakacak odunun kullanılmasıdır. Kömüre göre % 60 verimlilik sağlayan odunun tercih edilmesi karbon salınımı açısından daha az maliyetli olmaktadır.

Ormancılıkta en uygun maliyetli azaltım seçenekleri ağaçlandırma, sürdürülebilir orman yönetimi ve ormansızlaşmayı azaltmaktır (IPCC, 2015: 102). Stern 2007 çalışmasında sekiz ülkenin verilerini analiz etmiş ve ormanları bozmamanın (ormansızlaştırmamanın) maliyetini 2 \$/tCO₂ olarak hesaplamıştır. Bu tutar; enerji verimliliğinden kaynaklanan karbon tasarrufuna ve CO₂'nin ton başına beklenen zararına göre maliyetin çok altında bir rekabet avantajı yaratmaktadır (Stern, 2007'den aktaran Karky ve Skutsch, 2010: 667). Karbon azaltım maliyetlerinin tüm tahminlerinde, ana unsur arazi kullanımının fırsat maliyeti olarak ele alınmaktadır. Bu, arazinin alternatif kullanımının ne olacağına bağlı olarak, bölgeden bölgeye değişmektedir. Örneğin; arazinin fırsat maliyeti dikkate alındığında CO₂ fiyatı 45 \$/ tCO₂ ile 1300 \$/ tCO₂ arasında değişebilmektedir (Van Kooten ve diğerleri, 2004: 248). Ayrıca; ormanın ekiminden (ağaçlandırma ve yeniden ağaçlandırma) sağlanan karbon azaltımlarının, orman korumasından (yani, ormansızlaşmayı önlemekten) % 257- 297 daha pahalı olacağı ve endüstriyel ormancılığın da mevcut ormanların korunmasına göre % 261 daha fazla maliyetli olacağı ortaya koyulmaktadır (Van Kooten ve diğerleri, 2004: 246). Baral ve Guha (2004) ise çalışmasında; ağaçlandırma faaliyeti ile fosil yakıt ikamesi olarak ağaç ve biyoenerji faaliyetinin karbon azaltım maliyetini karşılaştırmış ve ağaçlandırma faaliyetiyle karbonun doğrudan tutulmasının daha düşük maliyete neden olacağını ortaya koymuştur (Baral ve Guha, 2004: 50). Dolayısıyla; kısa vadede karşılaştırıldığında; karbon salınımı azaltımı açısından değerlendirildiğinde

ormansızlaşmayı azaltmanın yararları yeni ağaçlandırmanın faydalarına göre daha fazla olabilmektedir (IPCC, 2007: 543). Bu açıdan değerlendirildiğinde; karbon temelli maliyetlerin azaltılmasında diğer yöntemler ile karşılaştırıldığında orman yönetimi, mevcut ormanların korunması ve iyileştirilmesi ve yeniden ağaçlandırmaların yapılması daha kolay ve etkin bir yöntemdir.

Yazında incelendiğinde karbon salınımları karşılığı olarak dikilmesi gereken ağaç miktarı net rakamlarla ifade edilememektedir. Bunun en önemli nedeni ağaçların dikiminde yetişkin bir ağaç olarak geçen sürenin uzun olması ve yapılan ölçümlerin yaklaşık değerler vermesi olarak açıklanmaktadır. Diğer taraftan; konuyla ilgili farklı kurum ve kuruluşların geliştirmiş oldukları hesap makinaları (carbon calculator) uygulamada yer almaktadır. Bu programlar; kurumsal ve bireysel karbon ayakizlerini hesaplamakta ve çıkan sonuca karşılık dikilmesi gereken ağaç sayısını belirtmektedir. Ayrıca; bazı aracı kurumlar denkleştirme için satın alınması gereken kredileri ve buna bağlı projeleri de önererek karbon ayakizini azaltmaya yönelik alternatifleri sunmaktadır. Tablo 20’de bu uygulamalardan biri gösterilmektedir.

Tablo 20: Karbon Salınımı Karşılığı Dikilmesi Gereken Ağaç Miktarı

Salınım Kaynağı (aylık)	Salınım Miktarı (tCO ₂ /yıl)	Ağaç Adedi (yıl)
1000 kw/saat elektrik tüketimi	5.52	17
1000 kw/saat doğalgaz tüketimi	2.28	7
1000 litre fuel oil tüketimi	34.8	104
1000 m ³ kömür tüketimi	33.72	101
1000 kg geri dönüşümsüz kâğıt tüketimi	6	18
1000 km küçük sınıf aracın yaptığı yol	2.64	8
10 saat havayolu ulaşımı kullanımı	21.84	66

Kaynak: <http://www.cevreciyiz.com/sayfa/1/23/karbon-sayaci> ve Karakoç, 2012: 120’den yararlanılarak hazırlanmıştır.

Tablo 20’ye göre; web sayfasındaki hesaplayıcıya girilen değerler karşılığı ortaya çıkan karbon salınım miktarı ve bunu nötrlemek için dikilmesi gereken ağaç miktarı belirtilmektedir. Hesaplayıcı; elektrik, doğalgaz, fuel oil, kömür, kâğıt tüketimi ve araç ve uçak aylık kullanım miktarına göre hesaplama yapmakta ve gereken ağaç miktarını sunmaktadır. Buna göre; en düşük salınım kaynağı yılda 7

ağaç gereksinimiyle 1000 kwh doğalgaz tüketimi iken, en yüksek salınımı yılda 104 ağaç gereksinimiyle 1000 lt fuel oil tüketimi yer almaktadır.

Karbon maliyetlerinin azaltılmasında orman yönetiminin ve ağaçlandırma faaliyetlerinin bir diğer önemi ise; bu uygulamaların piyasa araçlarında tercih edilmesinin giderek yaygınlaşmasıdır.

3.5.2. Orman Karbon Piyasası ve Uygulamalar

Ormanlar karbon tutma özelliği nedeniyle azaltan bir etki yaratmasına bağlı olarak sera gazı salınımlarının hesaplamasında dışarıda bırakılmaktadır. Bazı taraflar özellikle AB, “LUCF (Land use change and forestry)” projelerinin piyasa mekanizması kapsamında uygulanmamasını savunmuştur. Çünkü “LUCF projeleri” diğer salınım azaltıcı projelere göre daha uzun vadeli bir yatırımı gerekli kılmakta ve diğer projeler gibi anlık azaltım sonuçları sunmamaktadır. Dolayısıyla; orman karbon piyasalarının gelişmesi diğer finansal mekanizmalara oranla daha yavaş gerçekleşmiştir (Cacho ve diğerleri, 2003: 154). Karbon muhasebesi açısından değerlendirildiğinde ormanların salınımlarının ölçülmesi zor olmaktadır. Bunun en önemli nedeni farklı iklimlerde farklı topraklarda büyüyen farklı ağaç türlerinin farklı karbon miktarlarını depolamasıdır. Buna ek olarak, iklim değişikliklerine bağlı olarak depolanan karbondan yıldan yıla farklılıkların olması da kaçınılmazdır. Ayrıca; izleme döneminin uzunluğu sistemi karmaşıktır (Ratnatunga, 2007b: 9)

Orman yutaklarında tutarak elde edilen karbon kredilerine yönelik piyasa, “Orman Karbon Piyasası” olarak ifade edilmekte ve genel uygulama alanında zorunlu ve gönüllü karbon piyasası olmak üzere iki ana grupta ele alınmaktadır. Zorunlu karbon piyasaları Kyoto Protokolü’ne taraf olanlar arasında uygulanan piyasaları kapsamaktadır. Bunlar; “Temiz Kalkınma Mekanizması ve Gelişmekte Olan Ülkelerde Ormansızlaşma ve Ormanların Bozulmasından Kaynaklanan Emisyonların Azaltılması (REDD - Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries) projeleridir” (ÇOB, 2011: 94).

Ağaçlandırma ve yeniden ağaçlandırma, TKM kapsamında izin verilen iki faaliyettir. Bu projeler, proje alanındaki karbon stoklarının artırılmasını, baz (projesizlik) senaryosunda gerçekleşmiş olan karbon stoğu değişikliklerine eklemeyi amaçlamaktadır (Ravindranath ve Ostwald, 2008: 7). Ayrıca; “Kyoto Protokolü”

kapsamında, “Ek I ülkeleri ormancılık CER (Certified Emission Reduction-Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltımı)”lerini 1990 yılındaki “toplam salınımlarının sadece % 5’ine kadar” kullanabilmektedir (2008-2012 yükümlülük döneminin her bir yılı için % 1) ve salınım ticareti mekanizmasında bu sertifikalar kullanılamamaktadır (ÇOB, 2011: 94). Dolayısıyla; TKM kapsamında ormancılık faaliyetlerine yönelik bir kısıtlama söz konusudur. Ancak, TKM deneyimi bu mekanizmaya paralel olarak ortaya çıkan bir dizi piyasanın harekete geçmesine katkı sağlamıştır.

“Ormansızlaşma ve Ormanların Bozulmasından Kaynaklanan Emisyonların Azaltılması (REDD) projeleri” ise; başlangıçta; “RED (ormansızlaşmadan kaynaklı salınımların azaltılması)” olarak uygulanmış, zamanla orman bozulmalarının da eklenmesiyle “REDD” olmuş ve daha sonra sürdürülebilir yönetim anlayışıyla “REDD+” olarak uygulanmaya başlanmıştır (Graham ve diğerleri, 2016: 9). Bu uygulama; ormansızlaşmayı ve bozulmayı önleyerek karbon salınımlarının azaltılması ve ormanların iyileştirilerek karbon kredilerine dönüştürülmesini kapsamaktadır. Böylece, orman idaresi ile uğraşan toplulukların küresel karbon piyasasına katılması için olanak sağlamaktadır (Karky ve Skutsch, 2010: 666). REDD+ projeleri ise; ormanlarda depolanan karbon için maddi değer yaratma çabasıyla, gelişmekte olan ülkelere ormanlık arazilerdeki salınımları azaltma ve düşük karbonlu sürdürülebilir kalkınmaya yatırım yapma olanağı sağlamaktadır. Bu projeler; ağaçlandırma ve orman bozulmasının ötesinde koruma, sürdürülebilir ormancılık yönetimi ve orman karbon stoklarının zenginleştirilmesi rolünü içermektedir (IPCC, 2015: 126). Ayrıca yatırım yapılan bölgenin kalkınması ve bölge halkının yaşam standartlarının iyileştirilmesine yönelik bir takım yararları da beraberinde ele almaktadır. Dolayısıyla; sosyal, teknolojik, ekolojik ve ekonomik unsurların da bir arada değerlendirilmesini gerektirmektedir.

Bu girişim ilk olarak Montreal’de gerçekleştirilen “COP-11”de, “Yağmur Ormanı Ülkeleri Koalisyonu (Coalition for Rainforest Nations)” adına Kosta Rika ve Papua Yeni Gine tarafından önerilmiştir (ÇOB, 2011: 95) ve daha sonra 2007’de COP 13’de daha fazla tanınmış ve Bali Eylem Planında yer almıştır. O zamandan itibaren “REDD” için destek artmış ve yavaş yavaş ülkeler tarafından desteklenen bir eylem çerçevesi haline gelmiştir (IPCC, 2015: 126).

“Bali Eylem Planı”nın gündeme gelmesinden sonra gönüllü karbon denkleştirme uygulamaları “REDD projeleri” üzerinde hızla gelişmeye başlamış ve 2014 yılı verileri karşılaştırıldığında gönüllü karbon piyasaları uygulamalarında orman faaliyetleri rüzgâr projelerine kıyasla öne geçmiştir. Bu piyasalar da diğer gönüllü piyasalar gibi aracı kurumlar vasıtasıyla işlemekte ve uygulanan projenin kapsamı ve sertifikalandıran standart kuruluşa göre fiyatları değişkenlik gösterebilmektedir (Forest Trends’ Ecosystem Marketplace, 2015: 14). “Gönüllü karbon orman piyasaları”; “ağaçlandırma, yeniden ağaçlandırma, ormansızlaşmanın önlenmesi ve sürdürülebilir orman yönetimi projelerinin işlem gördüğü” ve yaygın olarak tercih edilen piyasalardır. Bu girişimlerin finansmanı; karbon salınımlarını gönüllü olarak azaltmak ve denkleştirmek isteyen bireyler veya şirketler tarafından sağlanmaktadır. Bu projeler aracılığıyla işletmeler, kurumsal sosyal sorumluluk faaliyetlerini de yerine getirebilmektedir. Ayrıca, “yeşil” şirket imajının geliştirilmesi olanağı da avantaj sağlamaktadır (ÇOB, 2011: 96).

Orman yönetimi ve ağaçlandırma faaliyetleri piyasa aracı olarak etkin bir denkleştirme veya azaltım yöntemi sunmaktadır. Bu araçlar aracılığıyla firmalar, hem salınımlarını azaltmak için yatırım yapabilmekte hem de sürdürülebilirlik anlayışıyla yeryüzündeki orman dengesinin korunmasına katkıda bulunmaktadır. Diğer taraftan, işletmenin gönüllü olarak ağaçlandırma yapması sosyal sorumluluk faaliyeti olarak bir katkı sağlarken, işletmenin faaliyette bulunduğu bölgenin karbon salınımını azaltıcı etkide bulunmaktadır.

3.6. KİRLİTEN ÖDER İLKESİ, VERGİ VE İÇ FİYATLANDIRMA

Karbon temelli maliyetlerin azaltılmasında karbon kredilerinin kullanılması ticaret edilebilir izinler kapsamında ele alınırken, kirlilik yükümlülüğü uygulamaları da çevresel dışsallıkları içselleştiren bir diğer piyasa aracı olarak uygulanmaktadır. Kirlilik yükümlülüğü; çevresel zararın karşılığında ödenecek harç ve vergileri kapsamaktadır ve “Kirliten Öder İlkesi” temeline dayanmaktadır. Diğer taraftan işletmenin içsel olarak azaltmadığı karbon salınımına karşılık karbon kredisi de satın almaması durumunda ödemesi muhtemel cezalar da söz konusudur. Bu nedenle, çalışmanın bu kısmında öncelikle kirliten öder ilkesi ele alınmakta, devamında karbon salınımları karşılığında uygulanabilecek diğer teknikler olan zararın

karşılanması, vergi uygulamaları ve firma içinde kullanılan iç fiyatlandırma yöntemi açıklanmaktadır.

3.6.1. Kirleten Öder İlkesi, Zararın Karşılanması ve Yaptırımlar

“Sürdürülebilir Kalkınma”,” sosyal, çevresel ve ekonomik” boyutların bir arada ele alınmasını gerekli kılsa da, temelde çevre boyutunun irdelenmesi diğer boyutların gelişimini de doğrudan etkilemektedir. Çevre küresel anlamda kamusal mal olarak değerlendirilmektedir. Çevre koruması için yapılan çalışmaların uzun geçmişi olmasa da “iklim değişiklikleri ve küresel ısınma” farkındalığıyla hız kazandığını söylemek mümkündür (Alıcı ve Yıldız, 2012: 57). Mal ve hizmetlerin aşırı tüketimi ve kaynakların etkin olmayan kullanımı, enerji ve kaynak tüketimine bağlı olarak çevre kirliliğine yol açmaktadır. Dolyasıyla; vergilendirme bu etkinsizliği ortadan kaldırmak ve kirlilik seviyesini azaltmak için önemli bir iktisadi araçtır (Yalçın, 2013: 143).

1970’li yılların başında “Kirleten Öder İlkesi-KÖİ” OECD ülkelerinde sıkı çevresel düzenlemeler ile uygulanmaya başlanmıştır. Ancak; yüksek maliyetler ve rekabet üzerindeki olumsuz etkiler işletmelerin tepki göstermesine neden olmuştur. Esas olarak, yasal bir ilkeden ziyade ekonomik politika ilkesi olan "Kirleten Öder İlkesi", kirleticinin kirlilik önleme tedbirlerini yerine getirme veya kirliliğin yol açtığı zarar için karşılaşıacağı maliyetleri üstlenmesi gerektiğini belirtmektedir. 1972 OECD Çevresel Politikaların Uluslararası Ekonomik Yönleri Konusunda Yol Gösterici İlkeler’de ifade edildiği gibi (OECD, 1995: 12):

“Doğada kıt olarak bulunan çevre kaynaklarının rasyonel kullanımını teşvik etmek ve uluslararası ticarete ve yatırımlarda çarpıklıkları önlemek için kirlilik önleme ve kontrol süreçlerinin yaratacağı maliyetleri dağıtmak için kullanılacak ilke, "Kirleten Öder İlkesi" olarak adlandırılmaktadır.”

İlke’nin kapsamı, kirleticinin hangi maliyetlere katlanması gerektiği konusunu gündeme getirmektedir. Bazı tanımlamalara göre; KÖİ önleme ve kontrol maliyetleriyle sınırlıdır. Diğer tanımlar da; KÖİ, kirlilik ile ilgili tüm maliyetleri, örn. koruma ve kontrol maliyetlerini ve varsa, kirleticinin kirlilik nedeniyle katlanması gereken diğer maliyetleri içermektedir. Bu yaklaşımda; kirleticinin karşılayacağı maliyetler, kirlilik önleme ve kontrol maliyetlerini ve kirliliği uzaklaştırma hizmetini

- iyileştirme vergileri veya giderlerini (atık suyun toplanması ve işlenmesiyle ilgili belediye alt yapısına bağlanma giderleri) ve belediye atık toplama ve elden çıkarma vergileri gibi çeşitli araçlarla formüle edilebilmektedir. Buna ek olarak, KÖİ; kirliliğin önlenmesi ve kontrol edilmesi için kamusal hizmetlerden kaynaklanan kirlilik giderme maliyetleri (kaza veya kronik dökülmeden sonra emme, temizleme veya bertaraf etme) ve varsa, gözetim, muayene ve danışmanlık gibi idari giderleri de içermektedir (OECD, 2002: 12). Ancak; KÖİ'nin bu kapsamı; kirleticinin gerçekten herkese "ödeme" zorunda bulunduğu anlamına da gelmemektedir. KÖİ'nin uygulanması, kirliliğin azaltılmasını teşvik etmek için bazı sübvansiyonları azaltma veya ortadan kaldırma ile de sonuçlanabilmektedir (OECD, 2002: 9). Dolayısıyla; kirleten öder ilkesinin kapsamı işletmelerin karşılaşacağı fiili maliyetin yanı sıra kirletmesine bağlı olarak azaltılacak destek ve teşviklerinin alternatif maliyetlerini de kapsamaktadır.

Kirleten öder ilkesinin etkisiyle; “Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı”nda çevre kirliliğinin kontrolü ve önlenmesi konusunda, maliyetleri karşılayan kullanıcı harçları, teşvik ve yeşil vergi uygulamalarının gündeme gelmesiyle, politika tercihlerini kontrol edici unsurlar değil, piyasa temelli iktisadi araçlar yönlendirmeye başlamıştır (Özdemir, 2009: 7). Yine bu amaçla; AB Çevre Hukuku da bütünüylecilik, koruma ve önleme konuları kirleten öder ilkeleri üzerinde şekillenmiştir. Başta “Çevre Konusunda Bilgilere Ulaşım Yönergesi” ve “Çevreye Etki Değerlendirmesi Yönergesi” olmak üzere farklı Çevre Eylem Programları kapsamında yatay mevzuat düzenlenmiştir. Türkiye’de ise; “Çevre Kanunu” kirleten öder ilkesini temel alarak 1983 yılında çıkarılmış ve çeşitli sektörlerle işlerliğine ilişkin mevzuat şekillenmiştir. Bu bağlamda; çeşitli tüzük ve yönetmeliklerle “hava kalitesi, atık yönetimi, su kalitesi, doğal kaynakların korunması, endüstriyel kirliliğin kontrolü ve risk unsurları denetim altına alınmıştır” (Yerlikaya, 2003: 689).

Bu gelişmeler ışığında; çevreye zarar vermeyen teknolojilerin geliştirilmesi ve kirleten öder ilkesinin uygulanmasını sağlamak üzere, “çevre vergileri (ya da, yaygın adıyla yeşil vergiler)” düzenlenirken, “vergi veya harç koyma”, “ruhsata bağlama”, “teminat alma” gibi farklı iktisadi araçlar uygulamada yer bulmuştur (Özdemir, 2009: 13- 14). Örneğin; yarı kamusal mal ve hizmetlerin finansmanı için kullanılan, çevresel kirliliğe yol açanlara uygulanan ve genellikle yerel yönetimlerin

inisiyatifinde kullanılan harçlar, hizmetin yapıldığı an tahsil edilerek dışsallıkların azaltılmasında kullanılmaktadır. Harçları vergilerden ayıran en önemli fark ise; bir hizmet karşılığı alınmış olmasıdır. Dolayısıyla; vergiler sabit zorunlu bir yükümlülük iken harçlar faaliyet konusuna göre değişebilmektedir (Özdemir, 2015: 122).

Karbon maliyetlerinin yönetimi açısından değerlendirildiğinde ise; salınımların kontrol altına alınması için geliştirilen araçlar salınımlara maliyet yüklerken, azaltımlara değer katan bir karbon fiyatı ortaya çıkarmaktadır (Carraro ve Favero, 2009: 398). Karbon fiyatları, salınımları azaltmak için ekonomideki tüm paydaşlara teşvikler sağlayarak bu süreçte önemli bir rol oynamaktadır. Karbon fiyatlandırması, salınım azaltımına iki şekilde katkıda bulunabilir: (i) üretimi düşük karbonlu ve daha enerji verimli teknolojilere doğru kaydırarak ve (ii) yüksek karbon kaynaklarını, ürünleri ve hizmetleri daha az karbon açısından yoğun alternatiflerle değiştirerek (Carraro ve Favero, 2009: 396). Bu da hem düzenleyici otorite açısından hem de uygulayıcı açısından ele alındığında; karbon salınımı yönetimine doğrudan finansal etkide bulunmaktadır. Düzenleyici otorite açısından ele alındığında; şirketler salınımlarını zorunlu karbon yönetim planları altındaki hedeflere indirmeye yönelik yükümlülüklerini yerine getiremezlerse, para cezalarını ödemek veya karbon ticareti piyasasından salınım kredileri satın alması gerekmektedir; iki durumda da şirket bir maliyete katlanmaktadır (Liu ve diğerleri, 2016: 5).

Karbon ticaret mekanizması içerisinde ilk olarak 2001 yılında COP 7 Marakeş 7. Taraflar Konferansı'nda Kyoto Protokolü İcra Mekanizması'nı gündeme getirmiştir. Bu mekanizmanın amacı; Protokolün çevresel bütünlüğünü güçlendirmek, karbon piyasasının güvenilirliğini desteklemek ve Taraflarca muhasebe şeffaflığını sağlamak için tasarlanmıştır. Amacı, Protokol'deki taahhütlere uyum sağlamayı kolaylaştırmak, teşvik etmek ve uygulamaktır. İcra Komitesi, iki ana koldan işlerlik göstermektedir. Bunlar; Destek Şubesi (Facilitative Branch) ve İcra Şubesi (Enforcement Branch)' dir. Destek Şubesi'nin amacı; tarafların çalışmalarına danışmanlık etmek ve faaliyetlerinde destek olmaktır. İcra Şubesi'nin ise; taahhütlerini yerini getirmeyen taraflar için katlanacakları yükümlülükleri belirleme sorumluluğu bulunmaktadır (Hagem ve diğerleri, 2003: 2).

Taahhütlerini veya salınım hedeflerini tutturamayan bir tarafın öncelikle ikinci taahhüt döneminde salınım hedefini %30 azaltması gerekmektedir. Buna göre

faaliyetlerini açıklayan bir “uygunluk eylem planı” geliştirmelidir. Ayrıca; hedeflerini düzeltinceye kadar salınım kredisi satma hakkı da askıya alınmaktadır. Bu durumda İcra Kurulu tarafından uygun olmadığına dair kamu açıklaması yapılır ve uygulamanın sonuçları kamuoyuna açıklanır. Uygunluğu geri çekilen veya askıya alınan taraf şartları yeniden karşıladığında, uzman inceleme ekibince incelenerek uygunluğunun sağlanması için talepte bulunabilir. Uzman değerlendirmesinden sonra taraflara, salınım hedeflerine uyum durumunda, Ek I Tarafları, nihai yıllık salınım envanterinin uygunluğunun herhangi bir eksikliğini telafi etmesi için (örneğin, salınım ticareti yoluyla AAÜ'ler, CER'ler, ERU'lar veya RMU'lar edinerek) 100 gün süre verilir. Bu sürenin sonunda bir tarafın salınım değerleri tahsis edilen miktarından daha yüksekse, İcra Kurulu tarafın uyumsuzluğuna karar verir ve yukarıda özetlenen sonuçları yeniden uygulamaya koyar ve tüm faaliyetlerini askıya alır (http://unfccc.int/kyoto_protocol/compliance/items/3024.php). Kyoto Protokolü süresince bu şekilde işlerlik gösteren yaptırım süreci, Paris Anlaşması ile daha farklı ve esnek şekilleneceğini söylemek mümkündür. Ulusal Azaltım Katkı Beyanı (INDC) sistemine dayanan bir uygulama olan Anlaşma, ülkelerin ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklarıyla kendi azaltım taahhütlerini kapsamaktadır. Bununla birlikte; anlaşma henüz yaptırım mekanizmasını ortaya koymamıştır (http://unfccc.int/focus/indc_portal/items/8766.php).

Sonuç olarak değerlendirildiğinde; kirleten öder ilkesi temelinde işletmelerin veya ulusal düzeyde ülkelerin küresel ısınma üzerindeki insan kaynaklı etkilerini azaltmak amacıyla karşılaması gereken geçerli veya alternatif fedakârlıkların tümü karbon maliyetleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunlar işletme içinde azaltım, yerine koyma, verilen teşvik ve desteklerden vazgeçiş ya da cezasını ödemek şeklinde olabilmektedir.

3.6.2. Karbon Vergisi

Vergiler de diğer araçlar kadar iklim değişikliği ile mücadelede önem taşımaktadır ve çevre kirliliğinin önlenmesinde aktif olarak kullanılabilecek piyasa temelli iktisadi araçlardan birisi de “Karbon Vergisi”dir (Karakaya ve Özçağ, 2004: 5). Karbon vergisi en geniş kapsamıyla; karbon salınımıyla çevre kirliliğine neden olan tarafın, vermiş olduğu zarar karşılığında, ortaya çıkarmış olduğu salınım miktarı

başına vergiye tabi tutulmasıdır. Böylece; çevrenin korunmasında, işletmeler ve tüketiciler hem daha etkin bir rol oynamakta hem de maliyet etkin bir araç niteliği taşımaktadır (Karakaya ve Özçağ, 2001: 4- 5).

Karbon ticaretinin kavramsal temelleri, Pigou (1920) toplum yararı için şirketlerin kendi kirliliğinden doğan negatif dışsallıklarının değerine eşit oranda vergilendirilmesi, bu yolla şirketlerin kendi kirliliklerinin maliyetleri için ödeme yapmaları gerektiğini belirtmesiyle atılmıştır (Çankaya ve Şeker, 2013: 108). Dolayısıyla; kirleten öder ilkesiyle gündeme gelen ve çevre vergilerinin bir uzantısı olan karbon vergisi, “Pigouvian vergi” yaklaşımı altında sınıflandırılmaktadır. “Pigouvian vergi”; fiyatların tam maliyetleri karşılayacak düzeyde oluşmasını sağlayarak, optimal kirlilik düzeyini belirleyen marjinal çevresel zarara tamamiyle denk olacak düzeyde oluşturulan vergidir. Burada amaç; dışsallıkların içselleştirilmesi aracılığıyla, fiyatların marjinal sosyal maliyete daha yakın bir seviyeye ulaşmasını sağlamaktır (Kovancılar, 2001: 12- 13).

Karbon vergisi kömür, gaz, jet yakıtı, doğal gaz gibi karbon içerikli fosil yakıtlar üzerinden alınan, karbon salınımı yüksek olan bu tarz yakıt tüketimini azaltma amaçlı konulan vergi türüdür (Özdemir, 2015: 123). Pigouvian yaklaşımla kirleticiler; daha temiz üretim yöntemleri bulmaya ve ödedikleri vergi nedeniyle ürün fiyatlarını yükseltmeye yönelmekte, bu da tüketicileri bu ürünü daha etkin bir şekilde kullanmaya ya da başka alternatifler aramaya sevk etmektedir (Kovancılar, 2001: 12- 13). Bu açıdan değerlendirildiğinde; karbon vergisinin iki türlü etkisinden söz edilebilir. Bunlardan ilki; diğer yakıtların ikame edilme amacıyla kullanımının artması ve bu sebeple enerji üretiminde dolaylı da olsa dağılımın değişmesidir. İkincil etki ise; toplanan karbon vergisi ile ortaya çıkan salınım maliyetinin karşılanması ile geri dönüşüm, enerji yatırımı ve tüketimi üzerinde ekonomik yatırımların değişimidir. Örneğin; toplanan karbon vergilerinin yenilenebilir enerji yatırımı için teşvik olarak kullanılması ile hem birinci hem de ikinci etkiye ulaşılabilir (Özdemir, 2015: 123). Dolayısıyla; maliyet temelli bir politika olan karbon vergisi çevreyi kirleten üretim faaliyetinin maliyetlerini arttırarak işletmeleri çevreyi kirleticili faaliyetlerden uzaklaştırmakta, böylece; üreticileri daha çevreci bir üretim tekniğine yöneltmeyi sağlamaktadır.

Temelleri Pigou ile atılsa da “karbon vergileri”; 1990’lı yılların başında AB ülkelerinin, “çevre kirliliği” ve “küresel ısınma” gibi ekolojik tehlikelerin farkına varmasıyla birlikte “yeşil vergi reformu” çerçevesinde uygulamaya konulan çevre vergilerinin bir uzantısıdır (Organ ve Çiftçi, 2013: 87). Yaklaşık 20 yıldır uygulanmakta olan karbon vergisi ilk olarak, İskandinav ülkeleri tarafından kullanılmıştır. 1990 yılında Finlandiya’da uygulanmaya başlanan karbon vergisi, daha sonraki yıllarda Hollanda (1990), Norveç (1991), İsveç (1991) ve Danimarka (1992) gibi AB ülkeleri tarafından uygulanmıştır. Günümüzde bu 5 ülkenin dışında pek çok ülkede (Birleşik Krallık, Fransa, İtalya, Kanada ve ABD’nin bazı eyaletlerinde olduğu gibi) de karbon vergisi uygulanmaktadır (Çiçek ve Çiçek, 2012: 97). AB’de günümüzde uygulanan pek çok “çevre vergisi” türü olmakla birlikte “AB resmi istatistik kurumu Eurostat”a göre dört tür “çevre vergisi” bulunmaktadır. Bunlar; “enerji, ulaştırma, kirlilik ve doğal kaynak vergileridir”. “Enerji vergileri”, daha çok karbon vergisi olarak adlandırılmakla birlikte, enerji kaynaklarının taşımacılıkta ya da diğer sabit kullanımlarına göre alınmaktadır. Taşımacılıkta kullanılan en önemli kaynaklar, benzin ve motorindir. Sabit olarak tüketilen diğer enerji kaynakları ise; fueloil, doğal gaz, kömür ve elektrik enerjisidir. “Ulaştırma vergileri” ise; bir motorlu araca sahip olmayı ya da kullanmayı konu edinmektedir. “Kirlilik vergileri”; kirli su, katı atık ve diğer kirletici salınım kaynakları üzerinden alınırken, “doğal kaynak vergileri” ise; daha çok değerli maden ve petrolün çıkartıldığı sahanın kira bedeli olarak tahsil edilmektedir (Yalçın, 2013: 144).

Karbon vergisi uygulamasının etkinliğinin göstergesi ise; elde edilen vergilerin çevrenin korunması amacına yönelik harcanıp harcanmadığıdır. Çevre koruma bilincinin artırılması olan temel amaca göre; elde edilen gelirlerin küresel düzeyde karbon azaltımına katkı sağlamak amaçlı Ar-Ge faaliyetlerine yönelik harcanması yerinde olacaktır (Alıcı ve Yıldız, 2012: 62). Elde edilen gelirler, genelde üç farklı amaç için kullanılmaktadır. Bunlar; “karbon azaltım programları (iklim değişikliği programları)” için kullanılabileceği gibi, “çevreci amaçlar doğrultusunda vergi indirimlerinde” de kullanılabilmektedir. Bazı ülkelerde ise; “merkezi hükümet bütçesine gelir” olarak kaydedilmektedir (Çiçek ve Çiçek, 2012: 99).

Tablo 21’de karbon vergilerinin öncülüğünü yapan söz konusu 5 ülkenin vergi oranları, verginin konusu, yıllık gelir tutarları ve gelirin kullanım alanlarına göre dağılımı gösterilmektedir.

Tablo 21: Karbon Vergisinin Öncülüğünü Yapan Ülkelerin Genel Görünümü

Ülke	Başlangıç Tarihi	Vergi Oranı (CO ₂ Ton Başına)	Verginin Konusu	Yıllık Ortalama Gelir* (Milyon \$)	Vergi Gelirinin Dağılımı ve/veya Kullanım Amacı
Finlandiya	1990	30\$	Doğal gaz, benzin, kömür, elektrik, dizel, fuel-oil	750	Merkezi Hükümet Bütçesi (Amaç Tahsisi Yok)
Hollanda	1990	20\$	Doğal gaz, elektrik, fuel-oil	4.819* **	İklim Değişikliği Programları ve Vergi İndirimi
Norveç	1991	15.93\$-61.76\$	Doğal gaz, benzin, dizel, fuel-oil, LPG	900	Merkezi Hükümet Bütçesi
İsveç	1991	104.83\$ (standart oran) 23.04\$ (sanayi oranı)	Doğal gaz, benzin, kömür, fuel-oil, LPG	3.665	Merkezi Hükümet Bütçesi
Danimarka	1992	16.41\$	Doğal gaz, kömür, elektrik, LPG	905	Çevresel Sübvansiyonlar ve Endüstriye Geri Dönüşüm

* Finlandiya ve Danimarka için 2008 yılı verisi, İsveç için 2005, 2006 ve 2007 yıllarının ortalama verisi ve Norveç için 1994 yılı tahmini verisidir.

** Hollanda’da çevre ile ilgili vergilerin toplam hâsılatını vermektedir.

Kaynak: Sumner ve diğerleri, 2009:4- 8’den aktaran Çiçek ve Çiçek, 2012: 98.

Tablo 21’e göre; Finlandiya, Hollanda, Norveç, İsveç ve Danimarka’da 1990’lı yıllarda başlayan karbon vergisi 15\$/tCO₂ ile 105\$/tCO₂ arasında değişmekte ve yaygın olarak fosil yakıtlara uygulanmaktadır. Elde edilen gelirler genel olarak merkez bütçeye eklenirken, Hollanda ve Danimarka’da çevresel destek için kullanılmaktadır.

Türkiye’de ise; “kirlilik ve doğal kaynak vergisi” türü olarak uygulanan “Çevre Temizlik Vergisi”nin dışında doğrudan çevresel amaçlara yönelik başkaca bir

çevre vergisi türü bulunmamaktadır. Ancak; dolaylı yoldan akaryakıt ürünleri üzerinden alınan hem “Özel Tüketim Vergisi (ÖTV)” hem de “Katma Değer Vergisi (KDV)” açısından AB ve OECD üyesi ülkeler içinde en yüksek vergiyi alan ülke konumundadır. Dolayısıyla; “Türk Vergi Sistemi” kapsamında ulaşım vergisi sınıfına koyabileceğimiz tek vergi türü, “motorlu taşıtlar vergisi”dir. Diğer taraftan; karşılaşılan çevresel problemlerin çözümüne yönelik olarak kullanıcı harçları uygulanmaktadır (Yalçın, 2013: 146- 147). Diğer bir açıdan değerlendirildiğinde; dolaylı vergiler de dâhil olmak üzere enerji ürünleri üzerinden alınan her türlü vergi bir tür “gizli karbon vergisi” olarak kabul edilebilir. Salınan karbondioksit miktarının iklim sistemi üzerinde oluşturacağı etkinin ülkeden ülkeye farklı düzeyde olacağı varsayımıyla bu etkinin de ne derecede olacağı konusunda henüz sağlıklı bir tahmin yapılamadığından küresel düzeyde sabit oranlı bir karbon vergisinin uygulanması üzerinde tartışılmaktadır (Uğur, 2014: 349).

Etkin bir karbon yönetimi için, söz konusu verginin her bir fosil yakıtın içermiş olduğu karbon miktarıyla orantılı olması gerekmektedir. Bu durum; karbon yoğun ürünlerin fiyatlarının artmasına neden olmaktadır (Karakaya ve Özçağ, 2004: 5). Bunun belirlenmesinin zor olması durumu; ürünün kullanım aşamasında yani, ürün üretiminde, tüketiminde veya atık haline geldiğinde, içeriğindeki kirletici madde emsal alınarak kirletmeye neden olan kaynakta, “ürün vergisi” biçiminde de alınmasına neden olabilmektedir (Özdemir, 2009: 16).

Karbon ticareti ve karbon vergisi karşılaştırıldığında aralarında bazı farklılıklar dikkat çekmektedir. İlk olarak; karbon ticareti kirlilik düzeyini sınırlandırırken, vergi kirlilik kontrolünün maliyetini belirlemektedir. İkinci olarak; teknolojik yenilikler ve devlet müdahalesi olmadan karşılaştırıldığında, karbon ticaretinde kirlilik miktarında bir değişim olmazken, vergi uygulamasında artış olmaktadır. Üçüncü olarak; karbon ticaretinde kaynaklar özel sektörde el değiştirirken, vergi de kamuya doğru bir gelir aktarımı söz konusudur. Dördüncü olarak; her iki uygulamada da işletmelere ve tüketicilere yansıtılacak bir maliyet doğmaktadır. Beşinci olarak; vergi oranları çok yaygın değişmese de karbon ticaretinde fiyatlar enflasyonist bir değişim gösterebilmektedir. Altıncı olarak; karbon ticaretinde stratejik işletme uygulamalarına daha fazla rastlanmaktadır. Yedi; işlem maliyetlerinin yüksek olması her iki uygulamada da olumsuz etki olmaktadır.

Özellikle karbon ticaretinde bu daha fazla olmaktadır. Ve son olarak; belirsizlik durumunda “marjinal fayda” ve “marjinal maliyet” fonksiyonlarının eğilimine ve aralarındaki ilişkiye bağlı olarak iki uygulama da etkin olabilmektedir (Stavins, 1998: 5) Ayrıca; uygulanacak karbon vergisinin, fosil kaynaklı yakıt tüketimi üzerinde yaratacağı etkinin ne derece büyük olacağı, sözkonusu yakıtın fiyat esnekliğine bağlı olacaktır. Bu iktisadi araçlardan hangisinin kullanılacağı ise; kazançların ve kayıpların karşılaştırılmasıyla belirlenebilecektir. Böylece; bu araçlarının birimler arasında karışıklığa neden olmadan bir arada kullanılmaları da mümkündür (Karakaya ve Özçağ, 2004: 5- 6)

İşletmeler; salınımları üzerinden ödediği vergi ile “marjinal azaltım maliyeti (marginal abatement cost- MAC)” eşit oluncaya kadar salınımlarını düşürecekler. Çünkü birim başına ödenen karbon vergisi oranı, marjinal azaltım maliyetinden yüksek olduğu sürece işletme için salınımlarını azaltmamak daha kârlı olacaktır (Saruç ve Karakaya, 2008: 198). Örneğin; tablo 22’de aylık karbon salınım miktarı 0 ile 10 tCO₂ arasında değişim gösteren bir işletmenin karbon azaltım maliyetleri ve ödemesi gereken vergi karşılaştırılmaktadır.

Tablo 22: Karbon Azaltım Maliyetleri ile Vergi Karşılaştırması

Salınım tCO ₂ /ay	Marjinal Azaltım Maliyeti- MAC	Toplam Azaltım Maliyeti- TAC	Toplam Vergi	Firmanın Toplam Maliyeti
10	0	0	1200	1200
9	15	15	1080	1095
8	30	45	960	1005
7	50	95	840	935
6	70	165	720	885
5	90	255	600	855
4	115	370	480	850
3	135	505	360	865
2	175	680	240	920
1	230	910	120	1030
0	290	1200	0	1200

Kaynak: Field, 1997: 232 ve Jamali, 2005: 121’den aktaran Aliusta ve diğerleri, 2016: 394.

Tablo 22’de verilen örneğe göre; birim başına karbon vergisi 120 TL/ tCO₂ olarak uygulanmaktadır. Buna göre; işletme ayda 4 tCO₂ salınımı gerçekleştirdiğinde ödeyeceği vergi 480 TL olacaktır. MAC ise; 115 TL olacaktır. Toplam maliyeti ise; 850 TL olacaktır. MAC’i ödeyeceği vergiden düşük olacak ve toplam maliyette değerlendirildiğinde firma kârlı olacaktır. 4 tCO₂’den daha az salınım yapıldığında

MAC ödenen birim vergi tutarını aşacaktır. Bu durumda da işletme salınımını azaltmak yerine vergiyi ödemeyi seçecektir. 4 tCO₂'den daha fazla salınım yapıldığında ise; ödenecek vergi tutarı artacak bu da toplam maliyeti etkileyecektir (Aliusta ve diğerleri, 2016: 394).

Marjinal azaltım maliyetleri ile vergi uygulamasının karşılaştırıldığı bu örnek aynı kapsamda karbon kredisi satın alınmasıyla da karşılaştırılabilir. İşletmeden işletmeye farklılık gösteren veya farklı düzeylerde dengeye gelen MAC, bazı işletmeler için çevre kullanımında bedelin bir piyasa aracıyla ödenmesini gerekli kılarken, diğerlerin de çevre kullanımını azaltmanın daha faydalı bir yöntem olmasına neden olabilmektedir. Dolayısıyla; karbon maliyetlerinin azaltılmasında uygulanacak piyasa aracı; MAC'i düşük olan firmaların karbon maliyetlerini daha ucuza azaltıp kullanmadıkları karbon kredilerini yüksek MAC'li firmalara satmasına neden olmakta, bu da piyasanın etkinliğini artırarak küresel karbon azaltımına katkıda bulunmaktadır.

3.6.3. İç Fiyatlandırma

Karbon maliyetlerinin azaltılmasında kullanılan ve giderek yaygınlaşan son araç ise; karbon fiyatıdır. Karbon fiyatlandırması; en geniş kapsamıyla, uygulanacak vergiler, enerji vergileri, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji destekleri ve diğer iç politika araçlarını içermektedir (WBG, 2016: 19). Dolayısıyla; uygun şekilde tasarlandığında bir ülkedeki en etkin ve kabul edilebilir yöntemdir. Gereksinimlere göre; politika yapıcılar, iklim değişikliğini azaltmanın yanında birçok hedefini de gerçekleştirebilmektedir. İklim değişikliğinin azaltılmasında politikaların bütünleşik olarak ele alınması, karbon fiyatlandırmasının optimum etkisini artırmakta ve yarattığı sinerji ile elde edilecek azaltım faydalarını maksimize etmektedir (WBG, 2016: 15). Çalışmanın önceki kısımlarında açıklanan zorunlu fiyatlandırma mekanizmalarına istinaden bu kısımda sadece iç fiyatlandırma uygulamaları ele alınmaktadır.

Temelde, karbon ticaret sistemleri ve karbon vergileri gibi karbon fiyatını belirleyen mekanizmalar, maliyet etkin bir şekilde azaltma sağlamaktadır, ancak; ulusal koşullara ve politikaların tasarımına bağlı olarak farklı düzeylerde uygulanmaktadır (IPCC, 2015: 107). Bu nedenle, zorunlu karbon fiyatlandırma

girişimlerinin sayısındaki artışa ek olarak, 2016 yılında Carbon Disclosures Projects-CDP'ye iç karbon fiyatlama uygulamakta olduklarını bildiren şirketlerin sayısı artmıştır (WBG, 2016: 11). CDP Türkiye'nin 2016 yılında borsada işlem gören ve görmeyen toplam 50 firma arasındaki araştırmasında %18'inin iç fiyatlama uygulaması yaptığı ortaya koyulmuştur (CDP Türkiye, 2016: 9).

Riskleri, maliyetleri ve sera gazı salınımlarını azaltmak için etkin bir finansal bir araç olan karbon fiyatı; iklim değişikliğinin toplumsal, çevresel ve ekonomik maliyetlerini yansıtarak mali kararlarda kullanılabilecek bir mekanizma sağlamaktadır. Genel olarak karbon fiyatı üç şekilde ele alınmaktadır. Bunlar; gölge fiyat, iç fiyat ve iç vergi uygulamalarıdır. Gölge fiyat; karbon için varsayılan bir maliyet belirleyip, projenin kârlılığı üzerindeki dış karbon fiyatlamasının potansiyel etkilerinin daha iyi anlaşılması için kullanılmaktadır. Bir gölge fiyatı oluşturmak, şirketlerin planlanan projelerini potansiyel karbon fiyatları, politikaları ve tahsis edilen salınım hakları gibi farklı senaryolarda test etmelerini sağlamaktadır. Örneğin; ASDA (Walmart üyesi) karbon azaltımı yatırım kararlarında karbon için bir gölge maliyeti kullanan ilk perakendecilerden biridir. Yine Shell risklerini azaltmak için karbon fiyatı uygulayan firmalar arasında yer almaktadır. İç fiyat ise; her bir metrik ton karbon salınımı için belirlenen sabit değeri ifade etmektedir. Salınımların kâr ve zarar tablosunda bir maliyet olarak gösterilmesine ve böylece; verimsizlikleri ortaya çıkarmaya ve şirket içindeki işletme birimlerinin karbon ayakizlerini ayırt etmeye yardımcı olmaktadır. Bu da; işletme birimlerinin karbon maliyetlerinin ayrımının gözükmesine ve bölümsel düzeyde enerji verimliliğinin ve teknoloji yatırımının gerekliliğinin saptanmasına yol göstermektedir. Örneğin; Novartis, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için iç karbon fiyatını kullanmaktadır. 2020 yılına gelindiğinde, şirket, 2010'a kıyasla hem kapsam 1 + 2 salınımını, hem de geri dönüşümsüz işletme atığı miktarını % 30 azaltmayı hedeflemektedir. Şirket; Dünya bankası tarafından belirlenen ton başına 100 ABD doları karbon fiyatını uygulayarak, salınımlarını azaltacak projeleri geliştirmektedir. İç vergi ise; işletme birimleri arasındaki salınımlar için uygulanarak düşük karbon ekonomisine geçişte yardımcı olan temiz teknolojilere ve / veya karbon azaltma projelerine yatırımları desteklemek için kullanılmaktadır. Örneğin; Microsoft, çevresel hedeflerini gerçekleştirmek için iç karbon fiyatı uygulayan en iyi örneklerden biridir. 2012 yılından beri Microsoft,

karbon nötr durumdadır. İç karbon fiyatlandırmasıyla firma, 9.5 milyon ton CO₂ salınımını karşılayan tutarı 14 milyar kilowatt saatten fazla yeşil enerji satın alarak ve dünya çapında 7 milyondan fazla kişiye destek olan karbon azaltma projelerini destekleyerek kullanmaktadır (<http://www.goldstandard.org/blog-item/carbon-pricing-setting-internal-price-carbon>).

2016 yılında 1.200'den fazla şirket CDP'ye şu an karbondaki iç fiyat kullandığını veya önümüzdeki iki yıl içinde bunu yapmayı planladığını bildirmiştir. Bu şirketlerin yüzde 83'ü zorunlu karbon fiyatlandırmasının uygulandığı ulusal veya uluslararası düzeyde planlandığı ülkelerde faaliyette bulunmaktadır. 2016 yılında CDP'ye bildirilen kurumsal karbon fiyatları; 0.3\$/ tCO₂e'den 893 \$/ tCO₂e'e kadar değişmekte olup bildirilen fiyatların yaklaşık % 80'i 5\$/ tCO₂e ve 50 \$/ tCO₂e arasında değişmektedir (WBG, 2016: 23). Birleşmiş Milletler Küresel İlkeler Sözleşmesi, işletmeleri, salınımlarını 1.5- 2 ° C'lik etki düzeyinde tutmak için 2020 yılına kadar en azından 100 ABD \$/ tCO₂e'lik bir iç karbon fiyatını kabul etmeleri çağrısında bulunmuştur. Diğer taraftan; rapor edilen iç karbon fiyat aralığının geniş olması, bazı şirketlerin karbon fiyatlandırma girişimlerinin faaliyetleri üzerindeki potansiyel etkisini değerlendirmek için stratejik bir risk yönetim aracı olarak dahili karbon fiyatlandırmasının ötesine geçtiğini göstermektedir. Bu şirketler aynı zamanda yenilik yoluyla maliyet tasarruflarını ve gelir fırsatlarını artırmak için karbon fiyatını kullanmaktadır (WBG, 2016: 54). Bu fırsatlar çoğu zaman kurumsal yatırımcıların işletmenin karbon performansını görmek istemesiyle yatırım kararlarında uygulanacak karbon fiyatının belirlenmesinde etkili olmaktadır. Çünkü yatırımcı kararının iklim değişikliği üzerindeki etkilerini bilmek istemektedir (WBG, 2016: 31). Dolayısıyla; karbon iç fiyatlandırmasının getirdiği fayda ve fırsat aşağıdaki şekilde özetlenebilir (www.goldstandard.org):

- Gelecekteki herhangi bir karbon fiyatlandırma mevzuatına karşı riskleri azaltmak.
- Gelecek yatırımlar için riski yönetmek.
- Daha temiz alternatifler için finansal kaynak yaratmak ve salınımları azaltmak.
- Yatırımcıların ve tüketicilerin beklentilerini karşılamak.

Diğer araçlarla karşılaştırıldığında iç fiyatlandırma tamamen yönetim kararlarına yönelik uygulansa da sonuçta işletme maliyetlerini artıracığından diğer paydaşların da dikkatini çekmektedir. İşletmeler açısından değerlendirildiğinde; risklerin azaltılması, yatırım kararlarının alınması ve gelecekte ortaya çıkabilecek muhtemel maliyetlerin geçerli maliyet olması alınacak kararların etkinliği açısından önem taşımaktadır.

Karbon temelli maliyetlerin azaltılması ve denkleştirilmesi yöntemleri uygulanacak politika ve hedeflere göre maliyet etkinliğini farklılaştırabilmektedir. Karbon azaltımında tek bir politikanın ve tek fiyatın uygulanması, her ülke ve her sektörde uygun olmayacak ve küresel düzeyde daha düşük bir azaltıma neden olabilecektir. Bu nedenle bütünleşik azaltım modellerinin kullanılması, (IPCC, 2015: 121) farklı araçların bir arada ele alınması hem salınım azaltımını hem de maliyetlerin azaltımını etkinleştirecektir.

Karbon salınımlarının azaltılması veya denkleştirilmesi temelde stratejik bir maliyet kararı gibi görünse de; sürdürülebilirlik felsefesiyle ele alındığında işletmenin sürekliliği, kaynakların devamlılığı ve gelecek nesil paydaşlarının gereksinimleri açısından daha büyük değer yaratmaktadır. Bu yönüyle seçilecek politika ve araçların değerlendirilmesinde sadece fayda/ maliyet karşılaştırması yeterli olmayacaktır. Alınacak kararlarda gelecek nakit akışları, işletmenin marka değeri, itibarı ve değer zinciri katkısı da aynı derecede önem taşımaktadır.

Çalışmanın bu kısmında karbon piyasa araçlarının kullanılması, ürün süreç ve teknolojilerinin iyileştirilmesi, enerji verimliliği, tedarik zinciri yönetimi, ağaçlandırma projeleri ve vergi uygulamaları temelinde sınıflandırılan karbon maliyetleri azaltım yöntemleri ve işletme yönetim kararlarındaki önemi ele alınmıştır. Diğer taraftan, karbon finansmanı ile elde edilen gelirlerden de söz edilmektedir. Karbon maliyetlerinin azaltılmasıyla yaratılacak kaynakların nereye aktarılacağı, iklim değişikliğiyle mücadeleyi yönlendiren alanlarda kullanılması ve/veya nasıl bir karma oluşturulması gerektiği, elde edilecek teşvikler veya karşılaşılabilecek yükümlülükler alınacak işletme kararlarında etkili olmaktadır. Bu amaçla; çalışmanın devamında bir işletmenin karbon maliyetlerini azaltma uygulamaları ve alacağı yönetim kararları irdelenmektedir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ÖRNEK BİR İŞLETMEDE KARBON SALINIMI MALİYETLERİNİN İŞLETME KARARLARI AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Çalışmada sürdürülebilir kalkınma temelinde bir işletmenin karbon ayak izinin doğuracağı maliyetlerin işletme kararlarını ne şekilde etkileyeceği değerlendirilmektedir. Bunun için karbon salınımının en çok gözlemlendiği çimento sektöründe faaliyet gösteren bir işletme ele alınmaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde önce araştırmanın amacı, daha sonra araştırmanın kapsamı ve örnekleme olarak seçilen firmanın faaliyette bulunduğu sektöre ve sektördeki karbon salınımlarına ilişkin genel bilgiye yer verilmektedir. Araştırmanın kapsamının açıklanmasının ardından, araştırmanın yöntemi ve kısıtlar bölümünde işletmenin üretim süreci, işletmenin karbon kaynakları ve maliyetleri açıklanmaktadır. Son olarak araştırmanın bulguları kısmında, işletmenin karbon salınımına ilişkin karşılaşılabileceği beş senaryo tasarlanarak, bu beş durumda ortaya çıkacak maliyetler ve elde edeceği gelirler varsayımıyla alacağı kararlar üzerinde değerlendirme yapılmaktadır.

4.1. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ VE AMACI

İklim değişikliğinin sadece çevresel değil aynı zamanda sosyal ve ekonomik bir sorun olduğunun fark edilmesiyle bir araya gelen ülkeler gelişmişlik düzeyinden bağımsız olarak, düşük karbon salınımı yapan faaliyetlere geçiş için girişimlerde bulunmaktadır. İklim değişikliğine ilişkin hedeflere ulaşılması için atılması gereken adımlardan birisi de karbon salınımlarını azaltacak teknoloji yatırımlarıdır.

Petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlara bağımlı enerji sisteminin küresel düzeyde kökten değişmesi için, gelecekteki enerji sisteminin temelini alternatif enerji kaynaklarının ve düşük karbon teknolojilerinin oluşturması gerektiği her geçen gün daha fazla kabul görmektedir. Bir diğer kabul gören konu ise; karbon salınımını azaltıcı veya yok edici teknolojilerin geliştirilmesi için işletmelere daha fazla sorumluluk düşmesidir. Bu kapsamda özel sektörü harekete geçirmek ve kamu-

özel sektör işbirliğini artıracak hem yasal hem de gönüllü mekanizmaların geliştirilmesinin gerekliliği söz konusudur.

Sürdürülebilir kalkınma temelinde gelecek nesil gereksinimlerine özen göstererek doğal kaynakları korumayı ilke edinen işletmeler, sosyal sorumluluklarının yanı sıra yasal sorumluluklarını da yerine getirmek amacıyla faaliyetlerini şekillendirmekte ve yapacakları yatırımlarda bu konuları göz önünde bulundurmaktadır. İşletmelerin farklılaşan faaliyetlerinin kontrolünde ve denetiminde büyük bir öneme sahip olan karbon salınımlarının takip edilmesi, ölçme, değerlendirme ve raporlama faaliyetleri alınacak kararlarda büyük önem taşımaktadır. Sürdürülebilirlik konusunun gündeme gelmesi, sürdürülebilirlik endeksi, bütünleşik (entegre) raporlama, küresel ısınmanın öneminin artması, Kyoto protokolü, Paris Anlaşması, karbon ticareti ve finansmanı, sera gazı salınımlarına ilişkin raporlama ve denetim konularına ilişkin geliştirilmiş ve gelişimi giderek dikkat çekmekte olan yasal düzenlemeler ve standartlaştırma çalışmaları karbon salınımlarının yaratacağı sürdürülebilir maliyetleri önemli kılmaktadır.

Araştırmanın amacı; karbon salınımı yapan bir işletmenin tasarlanan beş senaryo durumunda karşılaşılabilecek maliyetlerin ve elde edeceği gelirlerin karşılaştırılarak alacağı en uygun kararın belirlenmesidir. Bu amaçla incelenen çimento sektöründe faaliyet gösteren firma, tasarlanan beş senaryo açısından değerlendirilmektedir. Karbon salınımı ve yaratacağı maliyetler açısından değerlendirilen işletme, getirilen yasa ve standartlar, mevcut karbon piyasası, karbon azaltım teknolojileri ve temiz enerji üretimi konuları dikkate alınarak incelenmekte ve kararlarını etkileyecek noktalara dikkat çekmek amaçlanmaktadır.

Çalışmada öncelikle incelenecek işletmenin üretim süreci ve karbon kaynakları belirlenerek ortaya çıkacak maliyet kalemleri açıklanmakta, daha sonra karar vermesi gereken beş senaryo analiz edilmektedir.

4.2. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI VE ÖRNEKLEMİ

İnsan kaynaklı karbon salınımlarının giderek artmasındaki temel neden; fosil yakıt tüketimi, yakıt yanma süreçli endüstriyel işlemler, orman ve arazilerin yanlış kullanımı oluşturmaktadır. Kaynakların tüketiminin gelecek nesil gereksinimlerinin

göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmesi sürdürülebilirlik kavramının temelini oluşturmaktadır.

Sanayi sektöründe sera gazı salınımı azaltım çalışmalarında öncelik verilmesi gereken alt sektörler olarak belirlenen “çimento, demir-çelik, cam, seramik, kâğıt, tekstil ve kimya sektörleri” üretim teknolojilerinin hızla yenilendiği sektörler olarak öne çıkmaktadır (ÇŞBİDB, 2013: 118). Bunun en önemli nedeni bu endüstrilerde enerji tüketiminin çok yüksek olması ve buna bağlı karbon salınımlarının da yüksek olmasıdır. İmalat sanayii ve inşaat sektörü içinde ele alındığında, yıllık CO₂ salınımının yaklaşık %28’i çimento üretiminden kaynaklanmaktadır (ÇŞBİDB, 2013: 65). Tüm endüstriyel faaliyetlerin gelecek kaynaklarının azaltımında farklı düzeylerde katkısı bulunmakla birlikte sürdürülebilir beton/ yeşil beton üretimi de inşaat sektörü açısından büyük önem taşımaktadır (Özçelik ve diğerleri, 2013:181). Bu nedenle; enerji üretiminden sonra en yüksek salınımın gerçekleştiği sektörlerden birisi çimento üretimidir.

Bu amaçla; çalışmada değerlendirilecek karbon azaltım seneryolarının karşılaştırılması için çimento üretimi yapan bir firma tasarlanmıştır. Çalışmanın bu kısmında; işletmenin faaliyet gösterdiği çimento sektörüne genel bir bakış ve sektöre ilişkin ulusal ve uluslararası düzeyde karbon salınım göstergelerine yer verilmektedir.

4.2.1. İşletmenin Faaliyette Bulunduğu Sektöre Genel Bakış

Çimento; üretim süreci ve kullanım alanı olarak “madencilik, inşaat ve hazır beton sektörlerine” hitap edebilmesi nedeni ile üç ayrı iş kolunu içinde barındırmaktadır. Yaşam alanı için gerekli altyapı gereksiniminin sağlanmasında önemli bir yere sahip olan sektör, ülke ekonomilerinin kalkınmasında öncü rol oynayarak birçok paydaş için değer yaratmaktadır (Çimsa Sürdürülebilirlik Raporu, 2014: 15).

Çimento üretimi genel olarak üç adımdan oluşan, karmaşık ve oldukça enerji yoğun bir süreçtir. Bunlar; hammadde hazırlama, klinker üretimi, klinker öğütme ve harmanlama işlemleridir. (Benhelal ve diğerleri, 2013: 144). Üretim süreci dünya çapında; ıslak, yarı ıslak ve kuru işlemler olmak üzere üç farklı yöntemle gerçekleştirilmektedir. Islak işlem, tipik olarak % 30- 40 nem içeren hammaddeleri

kullanan bir işlemdir. Bu yöntemde hammadde doğrudan kurutma ve ön ısıtma işlemi yapılmadan fırına verilmektedir. Bu nedenle; toplam enerjinin bir kısmı, nem içeriğini buharlaştırmak ve kalsinasyon reaksiyonlarında gerekli malzemeleri hazırlamak için tüketilmektedir. Yarı ıslak işlemde fırına beslemeden önce % 10-20 su alınmaktadır. Bu yöntemde; besleme materyalleri fırın baca gazları ile önceden ısıtılan bir konveyöre yüklenmektedir. Böylece; besleme materyalleri % 15- 20 nem içeren fırın girişine ulaşmaktadır. Buna karşın, kuru yöntemde hammaddeler öncelikle kurutulmakta, ön ısıtma yapılarak fırına verilmektedir. Bu işlemde kalsinasyon reaksiyonu temelde döner fırın öncesi kalsiner olarak adlandırılan bir bölümde tamamlanmaktadır. Dolayısıyla; kuru yöntemde hammadde önceden kurutulmuş iken ve döner fırına girmeden önceden kalsine edilmiş olsa da, ıslak bir işlemde hammadde öğütücü, yüksek nem içeriği ile direkt olarak uzun bir döner fırına beslenmektedir. Bu iki süreçte enerji tüketimi arasında belirgin farklar ortaya çıkmaktadır. Sonuçta; kuru sistem tercih edilerek tüketilen enerjinin % 50'sine kadarını tasarruf etmek ve CO₂ salınımlarının % 20'sini azaltmak mümkündür (Benhelal ve diğerleri, 2013: 146- 147). Dünya da ve ülkemizde yaygın üretim modeli olarak kuru sistem tercih edilmektedir. Bir çimento tesisinde ortalama enerji tüketimi bir ton çimento başına yaklaşık 0.4 milyon Btu (117 kW) olarak gerçekleşmektedir (Marceau ve diğerleri, 2006: 3).

Çimento; “klinkerin bir veya daha fazla katkı maddesi ile öğütülmesiyle elde edilen, su ile karıştırıldığında sertleşen bir hamur oluşturan ve sertleşme sonrası su altında bile dayanımını ve kararlılığını koruyan, inorganik ve ince öğütülmüş hidrolik bir bağlayıcı malzemedir”. Çimentonun ana bileşenleri “klinker ve alçı taşı” olup, klinker de başlıca “kireçtaşı (kalker), kil ve marndan” oluşmaktadır. Klinkere belli oranda alçıtaşı katılarak öğütüldüğünde oluşan çimentoya “portland çimento”, katkı malzemesi de ilave edilerek öğütüldüğünde oluşan çimento “katkılı çimento” olarak adlandırılmaktadır. Katkı maddeleri genel adıyla; “puzzolonik maddeler (yüksek fırın cürufu, uçucu kül, alçı taşı, demir cevheri ve benzeri katkı maddeleri)” klinkere katılarak 5 ana çimento türünde 27 çeşit tipte çimento üretimi yapılmaktadır (ÇSGB, 2006: 5).

2004 yılında Türkiye’de Avrupa standartları norm haline getirilmiş ve “TS EN 197 standardı” benimsenmiştir. Bu standart ile “CEM-I, CEM-II, CEM-III,

CEM-IV ve CEM-V” çimento tipleri tanımlanmıştır. “CEM-I (portland çimento)” çoğunlukla % 95 oranında klinker içerip, %5’e kadar katkı malzemesi içermektedir. CEM-II de katkı malzemeleri oranı %35’e kadar çıkabilmektedir. CEM-II oranından yüksek olmak üzere CEM-III yüksek fırın cürufu, CEM-IV puzolan içermektedir. CEM-V’de fırın cürufu, puzolan veya uçucu kül bir arada bulunmaktadır (Gürsel ve Meral, 2012: 3).

“Türk Çimento Sektörü”; üretimde 2012 yılında “Çin, Hindistan, Amerika ve İran”dan sonra 5’inci, Avrupa’da ise; 1. sırada yer almaktadır. 1911 yılında 20.000 ton/yıl kapasiteye sahip olan sektörün (Derinöz Gencel, 2017: 1) 2016 yılı çimento kapasitesi toplamda yaklaşık çimentoda 80 milyon ton ve klinker üretiminde 132 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. 2016 yılı verilerine göre; sektörde yönetici, mühendis, teknisyen, tekniker, memur ve işçi olmak üzere toplamda 11. 979 kişi istihdam edilmektedir. 66 milyon ton olarak gerçekleşen iç satışların % 49.61’i hazır beton, % 5.34’ü inşaat şirketleri, % 3.86’sı müteahhit, % 4.04’ü prefabrik, % 34.69’u bayi, % 0.20’si kamu ve % 2.27’si ise diğer alanlarda gerçekleşmiştir (<http://www.tcma.org.tr/index.php?page=icerikgoster&menuID=42>).

Ülkemizde halen 54 adedi entegre tesis, 18 adedi öğütme-paketleme tesisi olmak üzere 72 çimento fabrikası faaliyette bulunmaktadır (<http://www.tcma.org.tr/images/file/ocak%202017%20cimento%20harita.jpg>). Çimento sektörüne ilişkin 66 üye çimento kuruluşuyla Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği (TÇMB) firmaları temsil etmekte ve araştırma- geliştirme, analiz, kalite kontrol ve eğitim faaliyetlerine destek olmaktadır (<http://www.tcma.org.tr/index.php?page=icerikgoster&menuID=48>).

Çimento Endüstrisi’nde faaliyet gösteren firmaları bir arada toplayan ve firmaların gereksinimlerine ortak çözümler üreten bir diğer kuruluş ise; merkezi Brüksel’de bulunan “Cembureau, Avrupa Çimento Birliği”dir. Birlik; Avrupa’daki çimento endüstrisinin temsilcilik organizasyonu olarak faaliyet göstermekte ve AB’nin ulusal çimento endüstrisi birlikleri ve çimento şirketleri ile (Malta ve Slovakya hariç), Norveç, İsviçre ve Türkiye’nin çimento birlikleriyle ortak faaliyette bulunmaktadır. Cembureau; AB kurumları ve diğer kamu yetkilileri önünde çimento endüstrisi sözcüsü olarak görev yaparak teknik, çevre, enerji, çalışan sağlığı ve güvenliği ve sürdürülebilirlik konularındaki tüm konularda ve politika gelişmeleriyle

ilgili endüstrinin görüşlerini aktaran görevini üstlenmektedir. AB'ye ek olarak, dünyanın diğer yerlerinde bulunan diğer uluslararası kuruluşlar (örneğin OECD, IEA), Çimento Sürdürülebilirlik Girişimi (CSI) ve kardeş girişimler ile iletişim içinde faaliyet göstermektedir (<https://cembureau.eu/about-cembureau/who-are-we/>). Diğer taraftan; CSI, WBCSD ve bir dizi önde gelen çimento şirketi, sera gazı salınımlarının izlenmesi ve raporlanması konusunda işbirliği yapmaktadır. Bu konulardan biri de, 2001 yılında üzerinde uzlaşılan, hesaplama ve raporlama için bir metodoloji olan “Çimento CO₂ ve Enerji Protokolü”dür. Protokol WBCSD ve Dünya Kaynak Enstitüsü (WRI) ortak bir girişimiyle geliştirilen GHG Protokolü ile paralellik göstererek çimento endüstrisinin özel gereksinimlerini dikkate almaktadır (Çimento CO₂ ve Enerji Protokolü, 2011: 2).

4.2.2. Sektöre İlişkin Karbon Salınım Göstergeleri

1970 yılından itibaren yapılan ölçümlere göre insan kaynaklı sera gazı salınımlarının kümülatif artışındaki en büyük katkı; fosil yakıt kullanımı, çimento üretimi ve yanma prosesli sanayi uygulamalarıyla gerçekleşmiştir. 2011 yılı salınım göstergelerine göre; fosil yakıt kullanımı, çimento üretimi ve yanma proseslerinden kaynaklanan salınımlar yaklaşık 40 GtCO₂/yıl olarak gerçekleşmiştir (IPCC, 2015: 1). Dünya'daki karbon salınım göstergeleri incelendiğinde, en büyük payı % 25 ile elektrik ve ısı üretimi sektörü oluşturmaktadır. Bunu sırasıyla; tarım, ormancılık faaliyetleri (% 24), Endüstri (% 21), ulaştırma (% 14), diğer enerji kullanımı (% 10) ve inşaat (% 6) takip etmektedir (EPA, Climate Change Indicators. <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data#Sector>. Erişim Tarihi: 30.10.2016).

Çimentoya olan talep ve büyümenin bir sonucu olarak, CO₂ salınımları da hızla artış göstermektedir. 1990 yılında çimento fabrikasından gelen küresel CO₂ salınımları 576 milyon ton iken, 2006 yılında yaklaşık üçe katlayarak 1.88 milyar tona ulaşmıştır. Bu artış hızıyla küresel çimento endüstrisinin CO₂ salınımlarının 2050 yılında 2.34 milyar tona çıkması beklenmektedir. Diğer taraftan; IEA sektöre yönelik geliştirilmiş olan enerji verimliliği, alternatif yakıt kullanımı, klinker ikamesi ve karbon yakalama ve tutma gibi karbon azaltım teknik ve uygulamalarının etkisiyle

2050 yılında 1.55 milyar tona ulaşabileceğini öngörmektedir (Benhelal ve diğerleri, 2013: 145).

Çimento üretimindeki salınımlar bölgesel ve ülke bazında ele alındığında; çimento üretimi, klinker çimento üretimi, enerji tüketim yoğunluğu, toplam enerji kullanımı, proses (süreç) ve enerji kullanımı salınımları ve çimento üretiminin toplam karbon salınımı ve salınımların Dünya çapındaki yüzdesel dağılımı tablo 23'deki gibi gösterilmektedir.

Tablo 23: Çimento Üretimi Küresel Karbon Salınımları

	Çimento üretimi	Klinker / çimento oranı	Yoğunluk	Enerji	Proses karbon salınımı	Enerji kullanımı karbon salınımı	Toplam karbon salınımı	Birim Salınım Oranı	Yüzde payı
Bölge/ ülke	Tg	%	MJ/Kg	PJ	Tg CO ₂	Tg CO ₂	Tg CO ₂	kg CO ₂ /kg	%
Çin	423	83	5.0	2117	175	197	372	0,88	33.0
Avrupa	182		4.1	749	73	56	129	0,70	11.5
OECD Pasifik	151		3.5	533	65	41	106	0,70	9.3
Diğer Asya	124		4.9	613	46	64	110	0,88	9.3
Orta Doğu	111		5.1	563	51	44	95	0,85	8.4
Kuzey Amerika	88		5.4	480	39	40	78	0,89	7.0
Doğu Av/ Eski Sovyetler Bir.	101		5.5	558	42	38	80	0,79	7.1
Latin Amerika	97	89	4.7	462	41	30	71	0,73	6.3
Hindistan	62		5.0	309	28	30	58	0,93	5.1
Afrika	41		4.9	201	18	15	33	0,80	2.9
Dünya Toplam	1381		4.8	6585	578	555	1133	0,82	100.0

Kaynak: Hendriks ve diğerleri, 2003: 5'den yararlanılarak oluşturulmuştur.

Tablo 23'e göre; 1994 yılı birincil enerji yoğunluğu Doğu Avrupa ve Eski Sovyetler Birliği'nde 5.5 MJ/kg, Kuzey Amerika da 5.4 MJ/kg ve Orta Doğu'da 5.1 MJ/kg olarak kaydedilerek, Dünya ortalamasında 4.8 MJ/kg çimento olarak gerçekleşmiştir. İlgili yılda çimento üretiminden tahminlenen karbon salınımı; 578 Tg CO₂ proses salınımı ve 555 Tg CO₂ enerji kullanımından olmak üzere toplamda 1.133 Tg CO₂ olarak gerçekleşmiştir. Dünya ortalama karbon salınımı yoğunluğu kg

çimento başına 0,82 kg CO₂ olarak hesaplanmıştır. Çin'in üretim kapasitesi nedeniyle en yüksek salıncı olmasına rağmen kg başına çimento üretimindeki birim salınımda Hindistan 0.93 kg CO₂/kg ile en yoğun salınım olan ülke olmuştur. Bunu; 0.89 kg CO₂/kg ile Kuzey Amerika ve 0.88 kg CO₂/kg ile Çin takip etmiştir (Hendriks ve diğerleri, 2003: 5).

“Türkiye seragazı salınım envanteri” sonuçlarına göre; “sanayi salınımlarının %88'e yakın kısmı mineral ürünlerden kaynaklanmaktadır. Bunlarda; çimento, kireç, asfalt yol, çatı kaplama ve cam üretimini içermektedir. Bu alt sektörlerden ağırlıklı pay çimento sektörüne aittir ve sanayide proses kaynaklı CO₂ salınımlarının yaklaşık %91'i çimento üretiminden kaynaklanmaktadır” (ÇŞBİDB, 2013: 117). “İmalat sanayi ve inşaat sektörü kapsamında ele alındığında; yakıt kullanımından kaynaklanan salınımlarda, enerji sektörü toplam salınımlarında %19,9'luk bir paya sahiptir. Bu sektör içerisinde yer alan çimento sektörü salınımların %28'sini, demir çelik endüstrisi %23'ünü, şeker, gübre ve diğer endüstriler ise kalan %49'luk kısmı oluşturmaktadır” (ÇŞBİDB, 2013: 65). 2015 yılı toplam seragazı salınımı verilerine göre; “CO₂ eşdeğeri olarak 475,1 milyon ton (Mt) olarak hesaplanmıştır. 2015 yılı salınımlarında CO₂ eşdeğeri olarak en büyük payı % 71,6 ile enerji kaynaklı salınımlar alırken, bunu sırasıyla % 12,8 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, %12,1 ile tarımsal faaliyetler ve % 3,5 ile atık” takip etmektedir (<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24588> Erişim Tarihi: 03.07.2017).

Çimento fabrikasında karbon ayak izinin izlenebilmesi için; üretim sürecinin tanınması ve değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Salınımların miktarı ve türü, çimento fabrikalarında kullanılan hammadde ve yakıtların cinsine, kullanılan üretim teknolojilerine, elektrik üretiminde kullanılan yakıt kaynaklarının türüne göre önemli farklılıklar göstermektedir. Türkiye'de uygulanan kuru sistemle çimento üretiminde; yakma işleminde kullanılacak kömür, petrokok gibi katı yakıtlar da önceden öğütülmektedir. Hammadde, klinker ve katı yakıt öğütülmesi esnasında çimento üretimi için kullanılan toplam elektriğin %60 - %70'i tüketilmektedir. Yakıt yanması sürecinde toplam salınımların % 40'ı ortaya çıkmaktadır. Ayrıca; öğütme sırasında kullanılan makinelere ve elektrik üretimini teşkil eden enerji kaynaklarına bağlı olarak değişen miktarlarda CO₂ salınımı açığa çıkmaktadır. Bu da yaklaşık toplam salınımların % 10'unu açığa çıkarmaktadır. Öğütme sonrasında istenen ürün

inceliği ve de öğütülen malzemelerin özelliği de salınım miktarını etkilemektedir (Benhelal ve diğerleri, 2013: 145, Gürsel ve Meral, 2012: 6- 8).

Örneğin; Özçelik ve diğerleri (2013) çalışmasında; beton üretiminin yaşam döngüsü analizini yaparak, betonun neden olduğu CO₂ salınımları ve toplam yakıt tüketimlerini değerlendirmiştir. Türkiye genelindeki ortalama çimento ve beton üretim yöntemleri ve teknolojileri temel alınarak hazırlanan çalışmaya göre; 4 tip beton karışımının üretilmesinde kullanılan çimento miktarına göre, m³ beton başına 236.5, 291, 344.3 ve 389.9 kg CO₂ açığa çıkmakta ve bu salınımlardaki en büyük pay da çimento üretiminden kaynaklanmaktadır (Özçelik ve diğerleri, 2013: 192- 193).

Günümüz teknolojisi ile 1 ton çimento üretiminde 0,8-0,9 ton CO₂ salınımı açığa çıkmaktadır. Bu miktar CO₂ eşdeğeri olarak hesaplandığında AB 15 ülkelerinin toplam seragazi salınımlarının yaklaşık %2'si veya sadece CO₂ salınımlarının %3'üne denk gelmektedir. Küresel ölçekte ise; insan kaynaklı tüm CO₂ salınımlarının %5'i çimento üretiminden kaynaklanmaktadır. Betonla ilişkilendirilen CO₂ salınımlarının da % 60- 80'i çimento üretiminden meydana gelmektedir (Arıöz ve Yıldırım, 2012: 183).

“CEMBUREAU” tarafından 2008 yılında yayınlanan “EPD (environmental product declaration)” raporuna göre bir ton çimento üretimi sonucu yaklaşık 899 kg CO₂ salınmaktadır (Engin ve diğerleri, 2014: 3). CO₂ salınımları çimento üretim sistemi içinde aşağıdaki süreçlerden kaynaklanmaktadır (Gürsel ve Meral, 2012: 8-9):

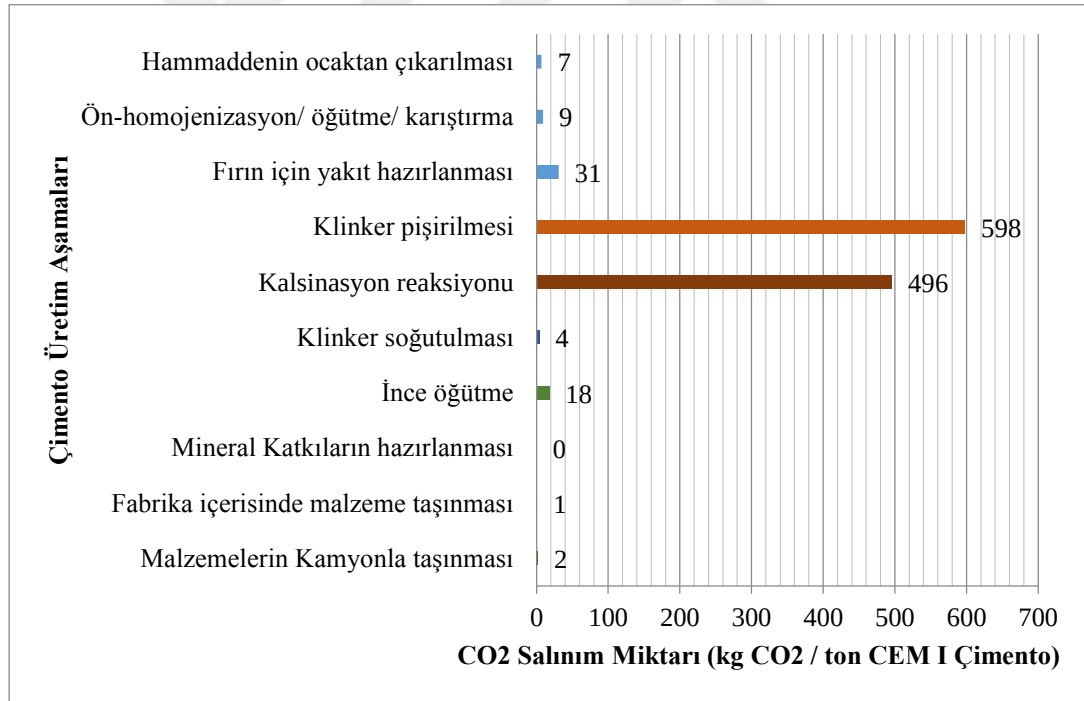
- Hammaddenin dekarbonizasyonu,
- Fırında kullanılan yakıtın yanması (Fırın dışında hammaddenin ocaktan çıkarılışı, katkı minerallerinin hazırlanması ve bu malzemelerin bir yerden bir yere taşınması sırasında kullanılan yakıtın içindeki karbondan. Kullanılan donanım ya da taşıt cinsine ve uzaklığa göre değişiklik gösterebilmektedir);
- Üretim esnasında donanımları çalıştıran (fırın, kurutucular, soğutucular, öğütücüler, vb.) elektriğin üretilmesinde kullanılan yakıtın içindeki karbondan. (Elektrik üretiminde kullanılan kaynağın cinsine göre salınım değeri büyük farklılık göstermektedir);

- Elektriğin üretildiği santralin inşaatı, taşımada kullanılan yol ve taşıtın yapımı, tamir ve operasyonu sırasında salınımlar ortaya çıkmaktadır.

Dolayısıyla; çimento üretiminin tedarik zincirinde yer alan tüm karbon kaynaklarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Gürsel ve Meral (2012) çalışmasında; Türkiye’deki ortalama çimento üretim yöntemlerini ve teknolojilerini temel alarak, yaşam döngüsü analiziyle çimento sektörünün CO₂ salınımlarını hesaplamıştır. Buna göre; Türkiye’de çimento üretim aşamalarında doğrudan (üretim sürecinde) ve dolaylı (elektrik tüketimi ve tesislerin dolaylı etkileri) olarak açığa çıkan CO₂ salınımları aşağıdaki gibi özetlenmiştir (Gürsel ve Meral, 2012: 9):

Şekil 20: Türkiye’de Üretim Süreçlerine Göre CEM-I Tipi Çimentodan Kaynaklanan CO₂ Salınımları (kg CO₂/ton çimento)



Kaynak: Gürsel ve Meral, 2012: 9

Şekil 20’ye göre; Türkiye’de bir ton CEM-I tipi (portland) çimento üretimi esnasında 1,165 kg CO₂ açığa çıkmaktadır. Toplam CO₂ salınımların yaklaşık %94’ü

klinkerin pişirilmesi ve kalsinasyon safhalarında gerçekleşmektedir. Bu rakamı yakıt, hammadde ve klinkerin öğütülmesinde kullanılan elektrik kaynaklı salınımlar izlemektedir (toplamın %5'i). Geri kalan % 1 ise; hammaddenin ocaktan çıkarılması, kamyonla taşınması, malzemelerin fabrika içinde konveyörlerle taşınması ve klinkerin soğutulması süreçlerinde meydana gelmektedir.

4.3. KARBON MALİYETLERİNİN AZALTILMASINDA ÇİMENTO SEKTÖRÜ UYGULAMASI

Çalışmanın bu bölümünde önce araştırmanın yöntemi ve kısıtları anlatılmakta, daha sonra araştırmanın kapsamı ve örnekleme olarak değerlendirilen firmanın üretim süreci ve karbon kaynakları üzerine bilgi verilmektedir. İşletmenin karbon kaynakları ve bunların hesaplanmasına ilişkin verilen bilgilerin ardından işletmede uygulanabilecek karbon azaltım ve denkleştirme senaryoları açıklanmaktadır.

4.3.1. Araştırmanın Yöntemi ve Kısıtları

Çimento sektörü üretim süreci ve kullanılan hammaddeler itibarıyla benzerlik gösterdiği ve homojen bir ürün çıktısına sahip olduğu için karbon salınımları ve analiz edilen senaryolar tüm çimento tesisleri için yaklaşık sonuçları doğurmaktadır. Bu amaçla; çalışmada tasarlanan çimento tesisinin ve kurgulanan beş duruma ilişkin verilerin toplanmasında farklı uzmanların görüşlerinden yararlanılmıştır.

Araştırmanın örneklemini oluşturmak amacıyla; farklı bölgelerde faaliyette bulunan çimento işletmelerinin Üretim Müdürü, Enerji Müdürü, Çevre Müdürü ve Finans Müdürü ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca; temiz enerji yatırımları senaryosu için sektörde görev alan işletme müdürü, enerji ve elektrik mühendislerinden de görüşler alınarak işletmeye ilişkin gerçek veriler elde edilmeye çalışılmıştır.

Yapılan görüşmeler sonucunda işletmenin karbon salınımı sonucu karşılaşılabilecek maliyetler ve bu maliyetlerin alınacak kararlardaki etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Analizde ele alınan senaryoların tek bir işletme de uygulanmaması nedeniyle diğer firmalardan da karbon azaltım projelerine ilişkin yaklaşık maliyetler

elde edilmeye çalışılmıştır. Tüm veriler bir arada toplanarak aşağıdaki sorulara yanıtlar aranmıştır:

- Firmanın üretim süreci nasıl işlemektedir?
- Firmanın karbon salınımına neden olan kaynakları nelerdir, bu kaynaklar hangi maliyetleri ortaya çıkarmaktadır?
- Firmanın karbon salınımını azaltmak için karbon kotası satın alması, alternatif hammadde kullanımı, alternatif yakıt kullanımı, karbon salınımına neden olan teknolojilerini iyileştirmesi ve karbon salınımını azaltacak temiz enerji üretimi tercihinde karşılaşılabilecek maliyetler ve elde edilecek faydalar nelerdir?

Araştırmada öncelikli olarak çimento üretim süreci incelenerek karbon salınımına neden olan kaynakları belirlenmektedir. İşletmenin karbon salınım verileri hesaplanırken, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na sunulmak üzere hazırlanan 2016 yılı "Sera gazı emisyon izleme planı" ve "Sera Gazı Emisyon Raporu" dikkate alınmaktadır. İlgili düzenlemeye göre Nisan 2017'ye kadar hazırlanması gereken raporun, ilk raporlama dönemi olması ve işletmelerin alt yapı sorunlarından dolayı Bakanlık'a teslimi Ekim 2017'ye ertelenmiştir. Bu nedenle; hem karbon salınım verilerinin işletmeler için gizli olması hem de henüz tam netleşmemesi nedeniyle Çevre Müdürü'nün desteğiyle yaklaşık veriler kullanılarak gerçeğe yakın değerler hesaplanmaktadır. Daha sonra bu verilere göre yukarıda belirlenen amaçlar doğrultusunda gerçekleştirilen analizlerle firmanın karşılaşılabilecek beş senaryo değerlendirilmektedir.

İşletmenin karşılaşılabilecek beş senaryo belirlenirken, yazında çimento üretimi sürecinde karşılaşılan karbon azaltım teknolojileri araştırılarak yaygın olarak tercih edilen ve uygulanması ekonomik olan yöntemler seçilmiştir. Bu amaçla ilk olarak; çalışmanın amaç ve çerçevesine bağlı olarak, karbon salınımının azaltılması ve denkleştirilmesi için BMİDÇS'ne bağlı olarak ortaya çıkan karbon kredisi satın alma durumu incelenmektedir. Bu durumdaki verilerin elde edilmesinde çalışmanın hazırlandığı dönemde Kyoto Protokolü'nün sona ermesi yerine Paris Anlaşması'nın getirilmesi dikkate alınarak mevcut uygulamalardaki verilerden yararlanılmaktadır. İkinci senaryo durumunda; işletmenin üretim süreci ve ürün yaşam dönemine bağlı

olarak mamul bünyesinde yapabileceği karbon azaltımı incelenmektedir. Bu durumda işletmenin alternatif hammadde ile salınımı yüksek olan hammaddeyi ikame ettiği katkılı çimento üretimi değerlendirilmektedir. Üçüncü senaryoda; tercih edilen fosil yakıtların daha az salınımına neden olan alternatif yakıtlarla ikame edildiği uygulama değerlendirilmekte, daha yüksek salınımı olan kömür yerine alternatif yakıt olarak katı atık ve biyoyakıt olarak arıtma çamuru kullanımının etkileri analiz edilmektedir. Dördüncü durumda; işletmenin atık baca gazlarından elektrik enerjisi üretimi projesi değerlendirilmektedir. Son olarak beşinci senaryo da ise; işletme bünyesinde temiz enerji yatırımı yapılarak karbon sertifikası satış hakkı ile enerji gelirinin elde edilmesi durumu değerlendirilmektedir.

Karbon salınımlarıyla ilişkili çalışmalar incelendiğinde; yaygın olarak yaşam dönemi değerlendirme ve maliyetleme yaklaşımlarının uygulandığı görülmektedir. Diğer taraftan; seçilecek alternatif projelerin değerlendirilmesinde sermaye bütçelemesi yöntemlerinden faydalanılarak yaygın olarak projelerin maliyetlerinin karşılaştırılmasında paranın zaman değeri dikkate alan dinamik yöntemler kullanılmaktadır. Bu nedenle; atık ısıdan enerji kazanımı ve temiz enerji yatırımlarının maliyetlerinin değerlendirilmesinde net bugünkü değer yöntemi ve yıllık eşdeğer maliyet (YEM) yönteminden yararlanılmaktadır. Net bugünkü değer yöntemi; paranın zaman değerini dikkate alarak belirlenmiş bir iskonto oranı üzerinden projenin faydalı ömrü boyunca sağlayacağı toplam nakit girişlerinin ve toplam nakit çıkışlarının bugünkü değerinin karşılaştırılmasına olanak sağlarken, YEM’de alternatif projelerin yıllık eş değer maliyetleri karşılaştırılmaktadır. Yatırım değerinin bir yıla düşen payının belirli iskonto değerine göre hesaplandığı yöntemde yıllık işletme giderleri de eklenerek projenin YEM’i bulunmaktadır (Aşıkoğlu ve diğerleri, 2011: 309- 317). Analizi gerçekleştirilen senaryolar; sadece karbon maliyetleri ve karbon azaltım senaryolarına bağlı ortaya çıkan tasarruf değerlerinin karşılaştırılmasını kapsamaktadır. İşletmede oluşan diğer maliyet kalemlerinin değişimi değerlendirmeye alınmamıştır.

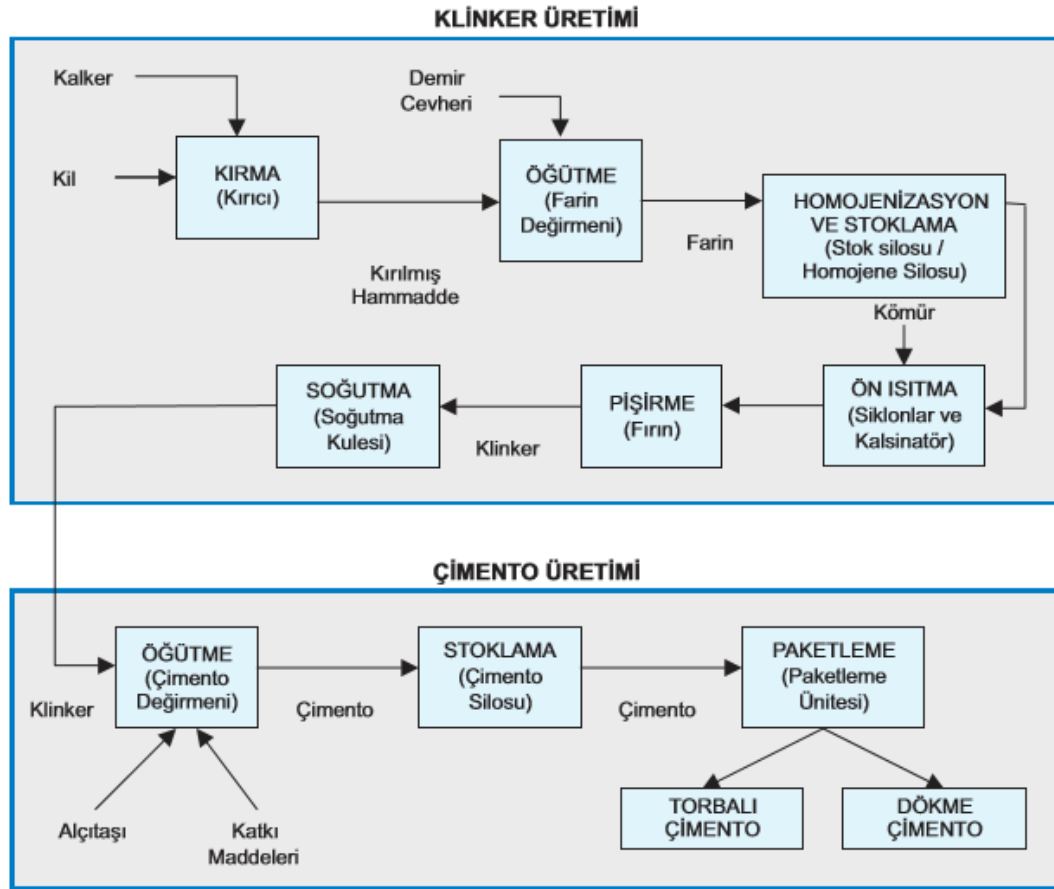
Analiz sonucunda hesaplanan beş duruma ilişkin verilen işletmenin mevcut durumda (1. Senaryo- Karbon kredisi Satın Alınması) katlanması gereken karbon maliyetleriyle karşılaştırılarak karbon maliyeti azaltım etkileri ortaya koyulmaktadır. Ayrıca; her senaryonun azaltım etkisi hem bağımsız olarak hem de birbirleriyle

bütünleşik olarak değerlendirilerek kümülatif karbon maliyeti azaltım etkisi sunulmaktadır.

4.3.2. İşletmenin Üretim Süreci ve Maliyet Bileşenleri

Çimento üretimi; gerek hammadde tüketimi gerekse enerji tüketimi açısından oldukça yoğun etkileri olan bir sanayi dalıdır. Portland çimento olarak adlandırılan ürün; hammaddelerin pişirilmesi ve öğütülmesi sonucu elde edilen klinkerin gerekli katkılarla öğütülmesi sonucu elde edilmektedir (GHG PA, 2005: 84). Dolayısıyla; genel olarak değerlendirildiğinde çimento üretimi ana hatlarıyla iki safhadan oluşmaktadır. Birincisi; yarımamul olan klinkerin üretimi, ikincisi ise; mamul olarak çimentonun üretilmesidir. Çimento üretim süreci iki safha olarak şekil 21’de gösterilmektedir.

Şekil 21: Çimento Üretim Süreci



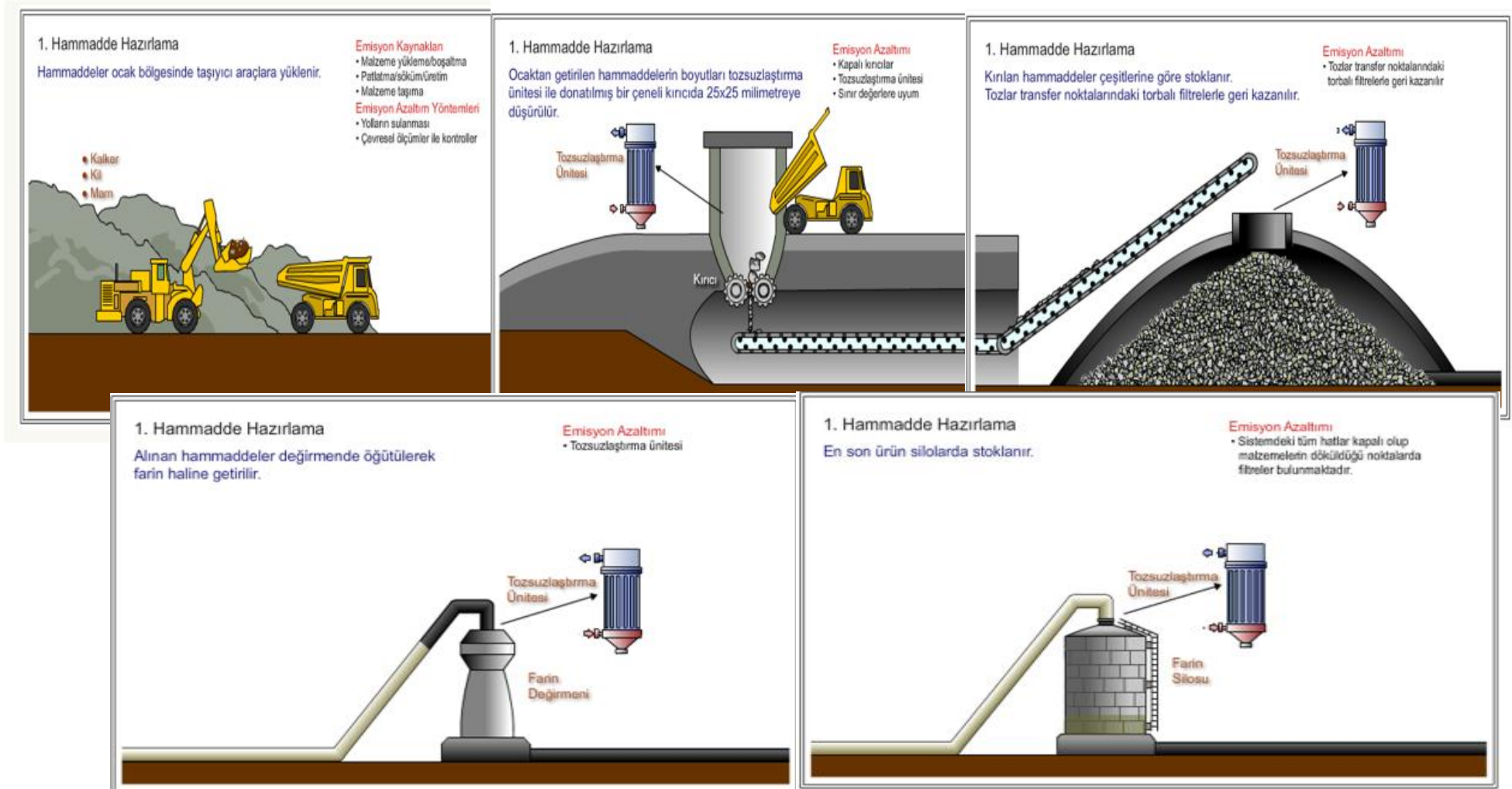
Kaynak: ÇSGB, 2006: 8

Şekil 21'e göre; üretimin birinci safhasında yarımamul klinkerin üretimi, ikinci safhasında ise; mamul olarak çimentonun üretimi gerçekleşmektedir. Kalker, kil, silisyum ve demir gibi madenlerin kırılmasıyla başlayan üretim süreci, hammaddenin kömür, atık lastikler, katı atıklar ya da biyoyakıt gibi alternatif yakıtlar ile pişirilerek klinker olması ve daha sonra gerekli yardımcı malzemeler ile öğütülerek çimentonun üretilmesi söz konusudur (ÇSGB, 2006: 8, GHG PA, 2005: 86).

Klinker üretim aşaması tipik bir çimento fabrikasında hemen hemen tüm yakıtların kullanıldığı enerji en yoğun aşama iken, birinci safhada gerçekleşen hammadde hazırlama ve ikinci safhadaki çimento üretimi, elektrik tüketen ana süreçlerdir. Klinker üretimi, en fazla enerji tüketen üretim aşaması olarak, tüketilen toplam enerjinin yaklaşık % 70- 80'inden sorumludur. Hammadde hazırlama ve çimento öğütme, elektrikle yoğun üretim adımlarıdır. Dolayısıyla; çimento sanayii tarafından enerji tüketimi, birincil küresel enerji tüketiminin % 2'sine veya toplam küresel endüstriyel enerji tüketiminin % 5'ine denk geldiği tahmin edilmektedir. Bu nedenle; CO₂ salınımlarının potansiyel kaynaklarından biri olarak önemi nedeniyle enerji kullanımına daha fazla önem verilmektedir (Worrell ve diğerleri, 2001: 306).

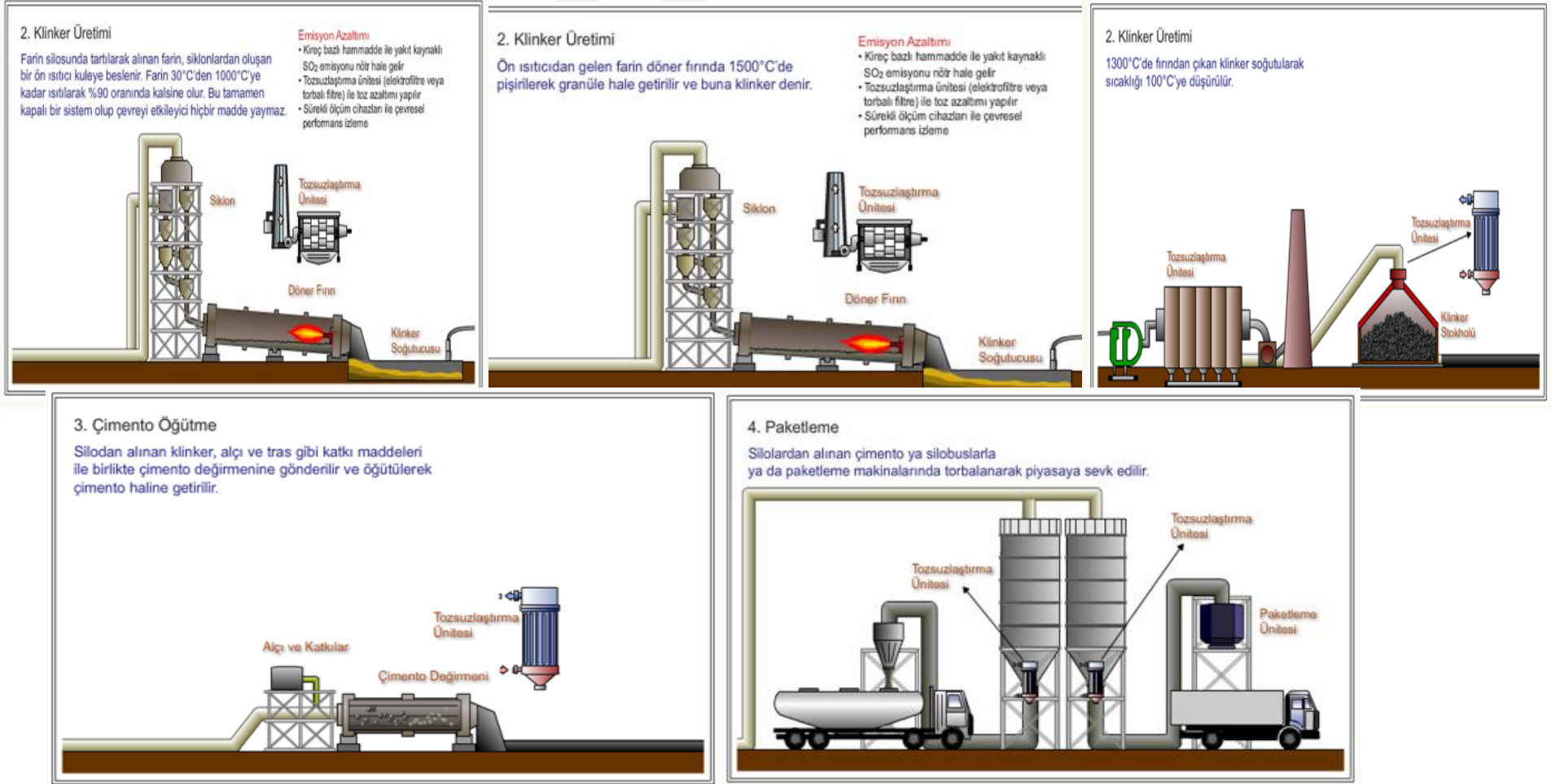
Ayrıntılı olarak ele alındığında üretim 4 aşamadan meydana gelmektedir. Bu aşamalar ve her bir aşamada ortaya çıkan salınım unsurları ve azaltma yöntemleri Şekil 22'deki gibi gösterilebilir:

Şekil 22: Çimento Üretim Aşamaları- 1. Hammadde Hazırlama



Kaynak: <http://www.tcma.org.tr/index.php?page=icerikgoster&menuID=54>, Erişim Tarihi: 29.08.2017

Şekil 22 (Devamı): Çimento Üretim Aşamaları- 2. Klinker Üretimi- 3. Çimento Öğütme- 4. Paketleme



Kaynak: <http://www.tcma.org.tr/index.php?page=icerikgoster&menuID=54>, Erişim Tarihi: 29.08.2017

Şekil 22'ye göre; çimento üretiminin birinci safhası hammaddenin hazırlanmasıdır. Hammadde hazırlama aşamasında ilk olarak hammaddeler ocaktan taşıyıcı araçlara yüklenmektedir. Bu aşamada; melzemelerin yüklenmesi ve taşımada kaynaklı salınımlar ortaya çıkmakta, bu salınımların azaltılması için yolların sulanması ve genel ölçümlerle sürekli kontrollerin yapılması etkili olmaktadır. İkinci adımda; ocaktan getirilen hammaddelerin boyutları bir kırıcıda 25x25 mm boyutlarında küçültülmektedir. Bu aşamada salınımların azaltılması için; kapalı kırıcıların tercih edilmesi, tozsuzlaştırma ünitesinin kullanılması ve sınır değerlere dikkat edilmesi önem taşımaktadır. Üçüncü aşamada; kırılan hammaddeler çeşitlerine göre stoklanmaktadır, bu aşamada ortaya çıkan tozlar transfer noktalarındaki torbalı filtrelerle geri kazanılmaktadır. Devamında; elde edilen hammaddeler değirmende öğütülerek farin haline getirilmektedir. Kalker, kil ve demir cevheri vb. hammaddelerin öğütülmesiyle elde edilen farin klinker üretiminin yarımamulünü oluşturmaktadır. Çimento üretimindeki ikinci safha klinker üretimidir. Klinker üretimi için farin silosundan tartılarak alınan farin; siklonlardan oluşan bir ön ısıtıcı kuleye beslenerek 30° C'den 1000° C'ye ısıtılarak % 90 oranında kalsine edilir. Farinin kalsine edilerek klinkere dönüşmesinde yaklaşık olarak %40 ağırlık kaybı meydana gelmektedir (yaklaşık olarak 1,65 ton farinden 1 ton klinker elde edilmektedir). Bu aşamada tozsuzlaştırma ünitesi ve sürekli ölçüm cihazlarıyla çevresel performansının izlenmesi salınımların azaltılmasında yardımcı olmaktadır. Devamında ön ısıtıcıdan geçen farin, döner fırında 1500° C'de pişirilerek granül hale getirilir ve bu süreçten klinker olarak çıkar. Döner fırından çıkan klinker soğutucu üniteye sıcaklığı 100° C'ye düşürülerek çimento üretiminde yarımamul olarak kullanılmak üzere silolara depolanır. Üçüncü safhada çimento üretimine geçilir. Bu aşamada; silodan alınan klinker, alçı taşı ve tras gibi katkı maddeleri çimento değirmeninde öğütülerek çimento haline getirilir. Dördüncü ve son safhada ise; üretilen çimento paketlenerek ya da dökme olarak piyasaya sevk edilmektedir (<http://www.tcma.org.tr/index.php?page=icerikgoster&menuID=54>).

Üretim süreci dikkate alındığında “klinker ve çimento” üretiminde kullanılan temel girdi ve birim mamul başına kullanım miktarları yaklaşık olarak Tablo 24'de gösterilmektedir.

Tablo 24: Çimento Üretiminde Kullanılan Ana Girdiler

Girdi	Birim	Miktar
1) Hammadde • Kalker • Marn-Kil • Diğer (*)	ton/klinker	1.025 0.528 0.048
2) Yardımcı Malzeme • Alçı • Mineral Katkı • Diğer	kg/ton çimento	50 Tipe göre değişir Tipe göre değişir
3) İşletme Malzemesi • Bilya, plaka • Refrakter	kg/ton çimento	16gr/ton çimento 550 gr / ton klinker
4) Enerji	kWs/ton çimento	110 +/- 5
5) Yakıt • Petrokok • İthal Kömür • Yerli Kömür • Alternatif Yakıtlar	kcal /kg 7500 6500 4500	800 +/- 50 kcal /kg klinker
6) Kraft Kâğıdı	kg/ton 2 kat torbalı çimento	3 kg / ton çimento

(*) Boksit, Demir Cevheri, Prit külü, Kum, Alternatif Hammaddeler v.b.

Kaynak: DPT Taş ve Toprağa Dayalı Sanayiler Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2008: 80

Tablo 24'e göre; klinker ve çimento üretiminde yaklaşık değerler ile hammadde, yardımcı malzeme, işletme malzemesi kullanılan enerji ve yakıt miktarları ile torbalı çimento üretiminde ambalaj malzemesi olan Kraft kağıdı miktarları verilmektedir. Buna göre; bir (1) ton çimentonun üretiminde 1.600 kg kadar hammadde, 50 kg (% 5 katkı olduğunda) alçı, 110 kWs elektrik, 800 kcal /kg katı yakıt ve 3 kg Kraft kâğıdı tüketilmektedir.

Hammadde, yardımcı malzeme, işletme gideri, elektrik, yakıt ve ambalaj gideri ile birlikte işçilik, amortisman ve diğer sabit giderler maliyet bileşenlerini oluşturmaktadır. Türk Çimento Sektörü sınayi maliyet bileşenleri tablo 25 de gösterilmektedir (BSTB Çimento Sektörü Raporu, 2015: 12).

Tablo 25: Çimento Üretimi Maliyet Bileşenleri

Türk Çimento Sektörü Üretim Maliyet Kalemleri	Ortalama Maliyet %
Hammadde ve Yardımcı Maddeler	9,6
Elektrik	21,1
Yakıt	38,0
İşçilik	9,4
Amortisman	7,0
Diğer Sabit Giderler	13,1
Diğer	1,8
Toplam	100,0

Kaynak: BSTB Çimento Sektörü Raporu, 2015: 12

Tablo 25'e göre; çimento üretiminde en önemli maliyet kalemini % 38'lik pay ile yakıt oluşturmaktadır. Bunu; %21,1 ile elektrik, % 9,6 ile hammadde ve yardımcı malzemeler izlemektedir. Üretimin yakıt ve enerji yoğun bir süreçte gerçekleştirilmesi ve ülkemizde bu kalemlerin maliyetinin yüksek olması nedeniyle bu bileşenlerin payının daha yüksek çıkması beklenen bir durumdur. Diğer taraftan; yerli yakıtların istenen enerji kalitesini sağlayamaması ithal enerji kaynaklarının kullanılmasına neden olmakta bu da maliyetleri olumsuz yönde etkilemektedir (BSTB Çimento Sektörü Raporu, 2015: 12).

4.3.3. İşletmenin Karbon Kaynakları ve Salınım Envanteri

Çimento üretimi kaynaklı salınımlar; “hammaddelerin fiziksel ve kimyasal reaksiyonları ve yakıtların yanmasından kaynaklanmaktadır. Bir çimento fırınından çıkan gazların ana bileşenleri; yanma havasından gelen azot, kalsinasyon ve yanmadan gelen CO₂, yanma süreci ve hammadde kaynaklı su ile oksijendir. Ayrıca; çıkış gazları az miktarda toz, klorür, florür, kükürtdioksit, NO_x, karbonmonoksit ve daha az miktarda organik bileşenleri ve ağır metalleri içermektedir” (TÇMB SÇÜ, <http://www.ebrosur.net/tcma/index.html>, Erişim Tarihi: 13.02.2017). Çimento prosesi kaynaklı tüm salınımlar ve tesisin atıktan türetilmiş yakıt yakmasına bağlı gerçekleşen ağır metal salınımları gereken sıklıkla ölçülerek ilgili yönetmeliklerde

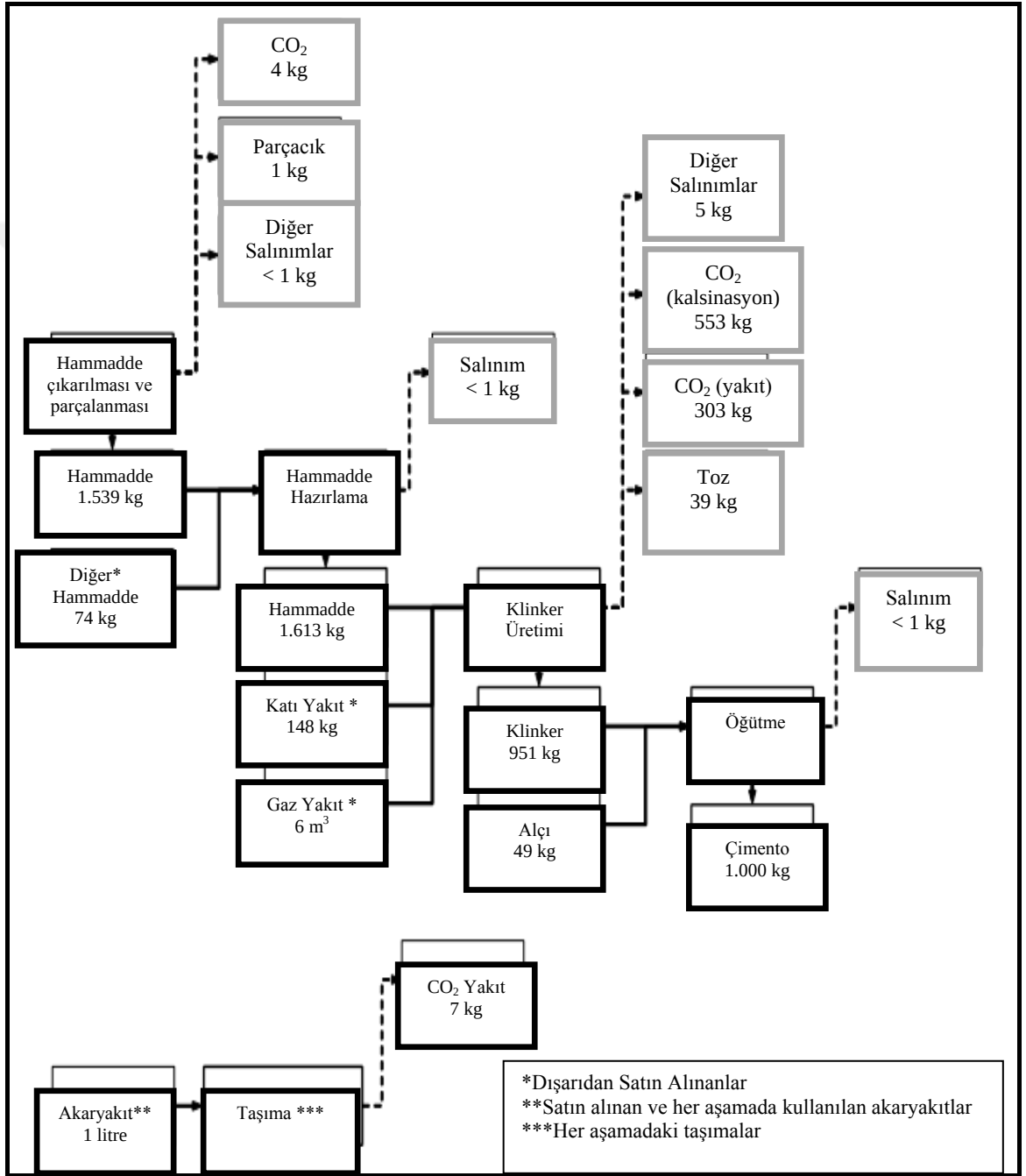
belirtilen sınırların altında tutulması için azami özen gösterilmektedir (ÇŞB MET Kılavuzu, 2016: 19).

Çimento üretimindeki karbon salınımları ise; tercih edilen yakıt karması, enerji tüketimi, tesisin teknolojik olanakları ve diğer değişkenlere göre farklılaşabilmektedir. Salınımların; doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki kaynağı bulunmaktadır. Doğrudan salınımlar; üretim sürecine bağlı olarak iki ana salınım kaynağından meydana gelmektedir. Birincisi; farinin kalkerlenmesi (kalsinasyonu) sonucu kimyasal reaksiyona bağlı olarak karbondioksitin açığa çıkmasından kaynaklanmaktadır ve bunlar proses (süreç) salınımı olarak ifade edilmektedir. Bu süreçte salınım miktarı, klinkerin içindeki kalker miktarına bağlı olarak değişmektedir. Diğer salınım da ise; farinin pışırılması sürecinde fırının ısıtılmasında kullanılan yüksek kalorifik değerli yakıtların (kömür, akaryakıt, doğalgaz, petrol kok, alternatif yakıtlar) yanması sonucu ortaya çıkmakta ve bunlar da enerji kullanımı salınımları olarak ifade edilmektedir. Bu süreçte kullanılan yakıtın yaklaşık % 88'i tüketilmektedir. Dolayısıyla karbon salınımı, yakıt tüketimi ve yakıt karışımı verilerinin kalitesine ve özelliklerine göre duyarlılık göstermektedir. Dolaylı olarak salınımına neden olan ve doğrudan salınımına göre belirgin olarak daha küçük olan kaynak ise; fosil yakıtların tüketiminden elde edildiği varsayılan elektrik tüketimidir. Çimento üretimi sırasında ortaya çıkan karbondioksitin yaklaşık yarısı fosil yakıtların yanmasından, diğer yarısı da kalsinasyondan meydana gelmektedir (GHG PA, 2005: 86, Hanle ve diğerleri, 2004: 5, Hendriks ve diğerleri, 2003: 4, Marceau ve diğerleri, 2006: 30, Worrell ve diğerleri, 2001: 316).

Marceau ve diğerleri (2006) çalışmasında portland çimento üretiminde yaşam dönemi envanterini ortaya koymaya çalışmıştır. Çalışmada; dört farklı üretim metoduyla faaliyetlerini yürüten tesislerin üretim süreçleri incelenmiş ve bir ton portland çimentonun üretiminde kullanılan ortalama girdiler (hammadde, yardımcı madde, işletme malzemesi ve diğer) ve çıktılar (karbondioksit ve diğer salınımlar, parçacıklar ve tozlar) hesaplanmıştır. Çalışmaya göre; çimento üretim sürecinin doğrusal olması ve tek bir mamul çıktısına dönüşmesi nedeniyle, tüm girdiler ve salınımlar ürüne yüklenmektedir. Yaşam dönemi envanteri sonuçlarına göre; yakıt, enerji, malzeme girdileri ve salınım verileri toplanarak her bir çimento tesisi için her bir proseste üretilen klinkerin nispi oranı ile ağırlandırılarak ortalama üretim girdi ve

çıktıları hesaplanmıştır (Marceau ve diğerleri, 2006: 9). Buna göre; bir (1) ton portland çimentonun üretim sürecindeki ağırlıklı ortalama girdi ve çıktı miktarlarının akışı şekil 23’de gösterilmektedir.

Şekil 23: Çimento Üretim Sürecinde Ağırlıklı Ortalama Kütle Dengesi



Kaynak: Marceau ve diğerleri, 2006: 10

Şekil 23'e göre; 1.000 kg çimento üretimi için (buradaki örnek % 95 klinker içeren portland çimentodur) 1.613 kg hammadde karışımı üretime verilmektedir. Bu aşama da 148 kg katı yakıt ve 6 m³ gaz kullanılarak 951 kg klinker yarımamulü elde edilmektedir. Bu üretim sürecinde; 553 kg'ı proses salınımı, 303 kg'ı enerji kullanımı salımı olmak üzere toplamda yaklaşık 856 kg CO₂ salınımı gerçekleşmektedir. Son safhada; 951 kg klinker ve 49 kg alçının birlikte öğütülmesiyle çimento mamulü üretilmektedir. Ayrıca üretimin her safhasındaki nakliye için kullanılan her 1 litre akaryakıt da 7 kg CO₂ salınımına neden olmaktadır. AB'de bu rakamlar genel olarak 1 ton klinker üretmek için tüketilen hammadde miktarı ortalama 1.52 ton olarak belirtilmektedir. Aradaki farkın çoğunluğu kalsinasyon reaksiyonu ($\text{CaCO}_3 > \text{CaO} + \text{CO}_2$) sırasında havaya salınan karbondioksit şeklinde süreç boyunca kaybedilmektedir (ÇŞB MET Kılavuzu, 2016: 2). Dolayısıyla; çimento üretim sürecinde ortaya çıkan karbondioksit miktarı ağırlıklı olarak aşağıdaki etmenlere bağlı olmaktadır (Hendriks ve diğerleri, 2003: 4- 5);

- Üretim sürecinin türü (süreç ve alt süreçlerin verimliliği)
- Kullanılan yakıtın türü (kömür, akaryakıt, doğal gaz, petrokok ve diğer alternatif yakıtlar)
- Klinker/çimento oranı (katkı yüzdesi)

Buna göre; kuru ve ıslak üretim yöntemi, kullanılan yakıt türü ve klinker çimento katkı oranına göre ortalama salınım değerleri tablo 26'daki gibi gösterilmektedir.

Tablo 26: Üretilen Kg Çimento Başına Kg CO₂ Salınımı

	Proses salınımı	Proses ve Enerji kullanımı salınımları							
		Kuru sistem				Yaş sistem			
Klinker/çimento oranı	Klinker	Kömür	Akaryakıt	Doğalgaz	Atık	Kömür	Akaryakıt	Doğalgaz	Atık
%55	0.28	0.55	0.50	0.47	0.36	0.67	0.59	0.53	0.36
%75	0.38	0.72	0.66	0.61	0.47	0.88	0.77	0.69	0.47
%95	0.49	0.89	0.81	0.75	0.57	1.09	0.95	0.90	0.57

Kaynak: Hendriks ve diğerleri, 2003: 4- 5.

Tablo 26'ya göre; kuru sistemle üretim ve yaş sistemle üretim yöntemleri sonucu meydana gelen salınım miktarlarında önemli farklar bulunmaktadır. % 95 klinker katkılı çimento üretimin de sadece kömür kullanıldığında kuru sistemde 0.89 kg CO₂ salınımı olurken bu miktar yaş sistemde 1.09 kg CO₂ olmaktadır. Yakıt türleri arasındaki farklar değerlendirildiğinde ise; kömür en yüksek salınımına neden olurken atıkların yakıt olarak kullanılması daha az salınımına neden olmaktadır. Son olarak üretilen ürün bazında değerlendirildiğinde; tercih edilen klinker/çimento oranına göre salınım miktarı önemli derecede farklılaşmaktadır.

Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi ve Raporlanması Hakkında Tebliğ'in Ekler'ine göre; bir çimento üretim işletmesi, asgari olarak aşağıdaki potansiyel CO₂ salınım kaynaklarını salınım raporunda hesaplamaktadır:

- Hammaddelerdeki kireçtaşının kalsinasyonu,
- Fosil döner fırın yakıtları,
- Alternatif fosil bazlı döner fırını yakıtları ve hammaddeler,
- Biyokütle döner fırın yakıtları (biyokütle atıkları),
- Döner fırın dışı yakıtlar,
- Kireç taşının ve atık gaz yıkamasında kullanılan şist ve hammaddelerin organik karbon içeriği.

Bu hesaplamalar yapılırken; farin bileşenlerinden kaynaklanan proses emisyonları proses girdisinin karbonat içeriğine veya üretilen klinker miktarına dayanarak izlenebilmektedir. Enerji kaynaklı salınımlar ise; tesisin kullanılan enerji kaynaklarının girdi miktarına göre hesaplanmaktadır. Girdi ve çıktı temelli yöntemler 2006 IPCC Ulusal Sera Gazı Envanterleri Rehberi (Tier 1 ve 2, Tier 3) ve Avrupa Emisyon Ticaret Sistemi'ndeki Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi ve Raporlanması için Kılavuz'da (MRG) da yer almaktadır. Tüm bu hesaplamalar yapılırken ilgili yönetmelik, tebliğ ve eklerinde belirtilen IPCC kılavuzunu temel alan emisyon (salınım) faktörleri ile çarpılarak hesaplanmaktadır (Çimento CO₂ ve Enerji Protokolü, 2011: 10- 11).

Çimento işletmesinde ortalama bir salınım verisinin hesaplanması tablo 27'de gösterilmektedir.

Tablo 27: Çimento Tesisinde Karbon Salınımı Hesaplaması

A. Enerji kaynaklı CO₂ salınımlarının hesaplanması aşağıdaki denklem yardımıyla yapılmaktadır:

$$\text{CO}_2 \text{ salınımları} = \sum_{k=1}^n (FV_k \times \text{NKD}_k \times \text{EF}_k \times (1 - \text{BO})_k \times \text{YF}_k)$$

Kaynak Akışı	Faaliyet Verisi (FV)*		Net Kalorifik Değer (NKD)**		Emisyon Faktörü (EF)***		Biyokütle Oranı (BO)****		Yükseltgenme Faktörü (YF)*****		Salınımlar (tCO ₂)
Yakıt Akışı	Değer	Birim	Değer	Birim	Değer	Birim	Değer	Birim	Değer	Birim	
Motorin	1.000	t	43,0	GJ/t	74,1	tCO ₂ /TJ	0	%	100	%	1.000t x 43,0 GJ/t x 0,0741 tCO ₂ /TJ x (1-0) x 1 = 3.186,3
Kömür	170.000	t	25,2	GJ/t	0,096	tCO ₂ /GJ	0	%	100	%	170.000 t x 25,2 GJ/t x 0,096 tCO ₂ /GJ x (1-0) x 1 = 411.264,0
Hayvan Yemi	4.000	t	0,088	GJ/t	18,0	tCO ₂ /GJ	100	%	100	%	4.000 t x 0,088 GJ/t x 18,0 tCO ₂ /GJ x (1-1) x 1 = 0,0
Evsel Atık	9.000	t	0,057	GJ/t	15,4	tCO ₂ /GJ	30	%	100	%	9.000 t x 0,057 GJ/t x 15,4 tCO ₂ /GJ x (1-0,3) x 1 = 5.530,1
Doğalgaz	25.000.000	Nm ³	0,0361	GJ/Nm ³	0,0562	tCO ₂ /GJ	0	%	100	%	25.000.000 Nm ³ x 0,0361 GJ/Nm ³ x 0,0562 tCO ₂ /GJ x (1-0) x 1 = 50.720,5
Toplam	(3.186,3 + 411.264,0 + 0,0 + 5.530,1 + 50.720,5) tCO₂										= 470.700,9

*Faaliyet verisi: Hesaplama temelli yöntemler kapsamında, terajul cinsinden enerji, ton cinsinden kütle veya gazlar için normal metre küp cinsinden hacim şeklinde ifade edilen, bir proses tarafından tüketilen veya üretilen yakıt veya maddelere ilişkin veriyi,

**Net kalorifik değer (NKD): Yakıt veya malzeme içindeki suyun buharlaşma ısısı hariç tutularak, bir yakıt veya malzemenin standart koşullar altında oksijen ile tam yandığında açığa çıkan net ısı enerjisini,

***Emisyon faktörü: Tam yanmanın ve diğer tüm kimyasal reaksiyonların tamamlandığının varsayıldığı bir kaynak akışındaki faaliyet verisine ait sera gazının ortalama emisyon oranını,

****Biyokütle oranı: Bir yakıt veya malzemenin biyokütle kaynaklı karbon içeriğinin toplam karbon içeriğine oranını,

*****Yükseltgenme faktörü: Atmosfere salınan karbonmonoksitin karbondioksit molar eşdeğeri olarak alındığı ve yanma sonucunda karbondioksite yükseltgenen karbonun, yakıt içinde bulunan ve yakıt kesri olarak ifade edilen toplam karbona oranını ifade etmektedir.

Kaynak: ÇŞB SHÖ, <http://www.csb.gov.tr/projeler/iklim/index.php?Sayfa=duyurudetay&Id=53805>, Erişim tarihi: 12.09.2017

Tablo 27(Devamı): Çimento Tesisinde Karbon Salınımı Hesaplaması

Kaynak Akışı	Faaliyet Verisi (FV)		Emisyon Faktörü (EF)		Biyokütle Oranı (BO)		Dönüşüm Faktörü (DF)*		Emisyonlar (tCO ₂)
	Değer	Birim	Değer	Birim	Değer	Birim	Değer	Birim	
Hammadde Akışı									
Klinker	1.550.000	t	0,525	tCO ₂ /t	0	%	100	%	1.550.000 t x 0,525 tCO ₂ /t x (1-0) x 1 = 813.750,0
Toplam	(813.750,0) tCO₂								= 813.750,0

* Dönüşüm faktörü: Atmosfere CO₂ olarak salınan karbonun, kaynak akışında orijinal halde bulunan ve kaynak akışındaki kesri olarak ifade edilen toplam karbon oranını (kaynak akışından atmosfere salınan CO, CO₂'nin mol eşdeğeri olarak alınır) ifade etmektedir.

B. Proses CO₂ salınımlarının hesaplanması aşağıdaki denklem yardımıyla yapılmaktadır:

$$\text{CO}_2 \text{ salınımları} = \sum_{k=1}^n \binom{n}{k} (FV_k \times EF_k \times (1 - BO)_k \times DF_k)$$

C. Tesisin yıllık toplam CO₂ salınımları; enerji kaynaklı salınımlar (yakıtların yanması) ile proses salınımlarının toplanmasıyla elde edilmektedir.

$$\begin{aligned} \text{Toplam yıllık CO}_2 \text{ salınımları (tesis)} &= \text{CO}_2 \text{ salınımları (enerji kaynaklı)} + \text{CO}_2 \text{ salınımları (proses)} \\ &= 470.700,9 + 813.750,0 \text{ tCO}_2 = 1.284.451 \text{ tCO}_2 \end{aligned}$$

Kaynak: ÇŞB SHÖ, <http://www.csb.gov.tr/projeler/iklim/index.php?Sayfa=duyurudetay&Id=53805>, Erişim tarihi: 12.09.2017

Tablo 27'ye göre; çimento üretim tesisindeki CO₂ salınımlarının hesaplaması gösterilmektedir. Standart yöntemle göre; kullanılan enerji kaynağı ve üretilen klinker miktarına bağlı olarak iki farklı süreç değerleri hesaplanmakta, üçüncü ve son adımda ise; toplam alınarak tesisin toplam salınımı hesaplanmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde; girdilerdeki farklılıklar salınım miktarını ve sonuçta katlanılacak maliyetleri de farklılaştırmaktadır. Buna göre; karbon maliyetleri, üretilen klinker miktarına, tüketilen yakıt miktarına ve tercih edilen yakıtın enerji değeriyle salınım (emisyon) faktörüne göre değişkenlik göstermektedir. Bu yönüyle karbon maliyetleri değişken maliyet özelliğindedir. Dolayısıyla; daha az enerjinin kullanıldığı kuru üretim sisteminde enerji kullanımı kaynaklı salınımlar daha az olmaktadır. Çimento içeriğindeki klinker oranının azaltılması da; proses kaynaklı salınımların azaltılmasında etkili olurken, klinker yarımamulünün bünyesindeki enerji kullanım oranı da azalacağı için enerji kaynaklı salınımlar da azalmaktadır. Dolayısıyla; üretimde tercih edilen yakıt, tesisin üretim yöntemi, teknolojik altyapısı ve üretilen çimento türüne göre karbon salınım miktarı değişmektedir.

4.3.4. İşletmede Uygulanabilecek Karbon Azaltım ve Denkleştirme Senaryoları

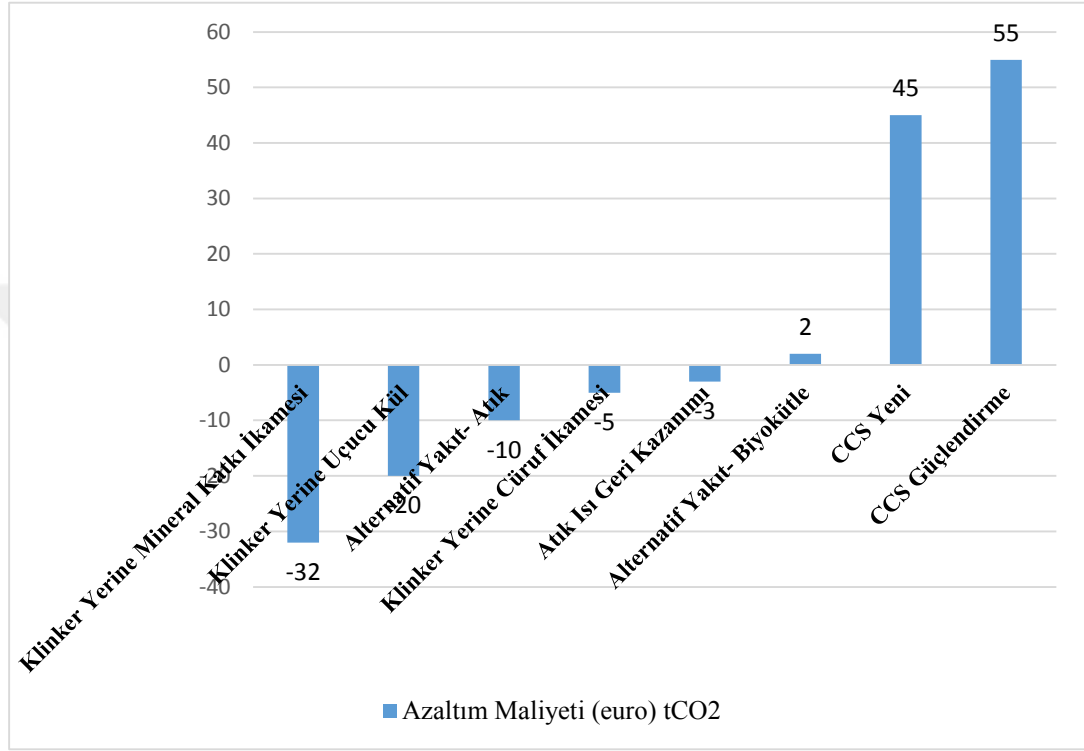
Çimento sektöründe karbon salınımının azaltılmasına yönelik yazın incelendiğinde; farklı senaryolar ve gelecek tahminlerine göre, genelde dört azaltım yaklaşımı ön plana çıkmaktadır (Çimento Teknoloji Yol Haritası, 2009: 5). “Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)” ve “Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi (WBCSD)” ortaklaşa olarak, 2050 yılına kadar öngörülen zaman diliminde çimento sektöründeki salınımların azaltılması için hazırlamış oldukları yol haritasında da yer alan bu yöntemler (Ali ve diğerleri, 2011: 2256; Berker, 2010: 4; Li ve diğerleri, 2013: 1378);

- (1) karbon yakalama ve tutma teknolojileri (CCS),
- (2) enerji verimliliği,
- (3) alternatif yakıt kullanımı ve
- (4) karbon yoğun klinker yerine ikame ürün kullanımı olarak sıralanmaktadır

McKinsey&Company (2009) “Düşük Karbon Ekonomisi Yol Haritası”nda çimento sektörü için belirtilen dört azaltım yolu için uygulanabilecek sekiz alternatif

yöntemin azaltım maliyetleri ve yıllık azaltım potansiyelleri şekil 24'deki gibi gösterilmektedir.

Şekil 24: Çimento Sektörü Küresel SGS Azaltım Maliyetleri



Kaynak: McKinsey&Company, 2009: 76'dan yararlanılarak oluşturulmuştur.

Şekil 24'e göre; işletmede uygulanabilecek karbon azaltım yöntemlerinden en etkili olanı klinker içindeki mineral katkı oranının artırılmasıdır. Bu da küresel azaltım potansiyelinin % 50'sini karşılayabilmekte ve yıllık 490 MtCO₂ azaltıma neden olmaktadır. İkinci sırada gelen alternatif yakıt kullanımı ise; % 27 oranında azaltım etkisiyle yılda yaklaşık 260 MtCO₂ azaltım sağlamaktadır. Üçüncü sırada ise; CCS teknolojilerinin kullanılması % 22'lik bir potansiyelle 290 MtCO₂ ve dördüncü sırada % 1'lik azaltım potansiyeliyle Atık ısı geri kazanım sistemi yılda 12 MtCO₂ potansiyeliyle yer almaktadır (McKinsey&Company, 2009: 76- 77). Buna göre; karbon salınımının birincil kaynağı olan klinker üretimindeki değişiklikler azaltım alternatiflerinde birincil rol oynarken, ikincil olarak alternatif yakıtların yakıt

karmasına dâhil edilmesi de önem taşımaktadır. Atık ısıdan enerji geri kazanımı yönteminin azaltım etkisinin düşük olması ise; atık ısının mevcut salınımına doğrudan bir katkısının bulunmamasıdır.

Bir diğer çalışmada ise; teknolojik yenilik ve iyileştirmenin gün geçtikçe artmasıyla birlikte; çimento üretiminde üretim süreçlerinde, genel tesis düzeyinde ve ürün düzeyinde karbon azaltımı için önerilen uygulamalar tablo 28'deki gibi özetlenmektedir.

Tablo 28: Çimento Üretiminde Karbon Azaltımı İçin Enerji Verimliliği ve Teknolojik Uygulamalar

Hammadde Hazırlama	• Verimli taşıma sistemleri • Hammadde karıştırma sistemleri • Kapalı devre yıkama değirmenine dönüştürme • Yüksek verimli silindir değirmenleri • Yüksek verimli sınıflandırıcılar
Klinker Üretimi	• Fırın yanma sistemi iyileştirmeleri • Fırın ısı kaybı azaltması • Atık yakıt kullanımı • Modern ızgaralı soğutucuya dönüştürme • Atık ısıdan enerji geri kazanımı • Ön ısıtıcılar için basınç düşürme siklonları • Uzun kuru fırından çok aşamalı ön ısıtıcı fırına dönüştürme • Izgara soğutucuların iyileştirilmesi • Ön ısıtma fırınına ön kalsinatör eklenmesi
Öğütme	• Geliştirilmiş öğütme ekipmanları • Değirmenlerin iyileştirilmesi
Genel Durum	• Önleyici bakım • Fırın tozu atıklarında azaltım • Enerji yönetimi ve süreç kontrol • Yüksek verimli motorlar • Etkin soğutucular
Ürün Düzeyinde	• Katkılı çimento üretimi • Klinker oranı azaltımı • Bazı uygulamalar için çimento inceliğinin azaltılması

Kaynak: Worrell ve diğerleri, 2000: 1202

Tablo 28'e göre; hammadde hazırlama, klinker üretimi, öğütme, genel durum ve ürün düzeyinde sınıflandırılan karbon azaltım teknikleri gösterilmektedir. Buna göre; çalışmada inceleme yapılan firma için uygulanan yöntemler belirlenmiştir.

Ayrıca; CSI'nin sponsorluğunda “Avrupa Çimento Araştırma Akademisi (ECRA)” tarafından geliştirilen “Çimento Teknoloji Yol Haritası”na göre, 2050 yılına kadar gerçekleştirilmesi öngörülen azaltım teknikleri ve göstergeleri tablo 29’da gösterilmektedir.

Tablo 29: Çimento Yol Haritası Karbon Azaltım Göstergeleri

Çimento Yol Haritası Göstergeleri						
	2012	2015	2020	2025	2030	2050
Ton klinker başına enerji tüketimi GJ/t	3.9	3.8	3.5-3.7	3.4-3.6	3.3-3.4	3.2
Alternatif yakıt ve biyokütle kullanımının payı (1)	5-10%	10-12%	12-15%	15-20%	23-24%	37%
Klinker/ çimento oranı	77%	76%	74%	73.5%	73%	71%
Karbon Yakalama ve Tutma (CCS)						
Pilot tesis sayısı	2	3				
Çalışan demo tesis sayısı		2	6			
İşleyen tesis sayısı				10- 15	50-70	200- 400
Depolanan Karbon miktarı (Mt)	0.1	0.4	5- 10	20- 35	100- 160	490- 920
Ton çimento başına karbon salınımı (t) (2)	0.75	0.66	0.62	0.59	0.56	0.42

(1) 2015'te 25 ila 30 Mtoe alternatif yakıt tüketimi ve 2030'da 50 ila 60 Mtoe varsayar ve CCS'nin enerji ve elektrik kullanımını hariç tutar,

(2) CCS'nin azaltım etkisini içermektedir.

Kaynak: Çimento Teknoloji Yol Haritası, 2009: 24

Tablo 29’a göre; 2012 yılında 3.9 GJ/t olan enerji tüketiminin teknolojik iyileştirmelerle azalış göstererek 2050 yılında 3.2 GJ/t değerine ulaşacağı, alternatif yakıt ve biyokütle kullanımının payının %5’lerden % 37’lere çıkacağı, klinker çimento katkı oranının ise; % 77’lerden % 71’lere gerileyeceği, henüz gelişim aşamasında olan karbon yakalama ve tutma tesislerinin sayısının 2025 sonrası işlerlik sağlayacağı ve buna bağlı olarak ton çimento başına karbon salınımının 0.75 tCO₂/tçimento’ dan 0.42 tCO₂/tçimento’ya gerileyeceği öngörülmektedir.

Bir çimento tesisinin kurulum maliyeti yaklaşık 1 M ton kapasiteli bir işletme için yaklaşık 120- 150 M Euro’dur. Bu açıdan ele alındığında; mevcut tesislerin iyileştirilmesi de yüksek yatırım maliyetlerini gerektirmektedir. Bir fabrikanın satışlarının üç yıllık toplamına eş değer olarak hesaplanan çimento tesisi yatırımı, sermaye yoğun sektörlerden biri olması nedeniyle yatırımların geri dönüşünün uzun

olmasını da etkilemektedir. Dolayısıyla; iyileştirme ve yeni teknoloji yatırımlarında uzun vadeli planlamanın yapılması gerekmektedir (ÇŞB MET Kılavuzu, 2016: 9).

Tüm bu göstergeler ve tahminler değerlendirildiğinde; karbon salınımının önemli ölçüde azaltılabilmesi için alternatif yakıtlar ve katkıların kullanılması yeterli olmamakta, karbon tutma ve depolama gibi yüksek maliyetli yatırımlar da gerekmektedir. Bu yöntemler içinde; enerji verimliliği ve alternatif yakıt tüketimi mevcut üretim tesislerinde uygulanması en kolay yaklaşımlardır. Diğer taraftan; karbonun yakalanması ve uzaklaştırılması dışında diğer uygulamalarda üretim sürecine bağlı olarak azaltılabilecek CO₂ miktarının bir sınırı söz konusudur. Dolayısıyla; tesis düzeyinde ortaya çıkacak süreç kaynaklı CO₂'lerin yakalanıp depolanması toplam salınımın azaltılmasında daha önemli bir etkiye sahiptir (Li ve diğerleri, 2013: 1378). Ancak; teknik açıdan karbon yakalama teknolojilerinin 2020 yılından önce ticari olarak kullanılabilirliği mümkün görülmemektedir (Berker, 2010: 10). Dolayısıyla; bu uygulamanın maliyeti ve ekonomik uygulanabilirliği ülkemiz için geçerli olmadığı için analize dâhil edilmemiştir.

Çalışmanın önceki bölümlerinde de ele alındığı üzere; karbon salınımlarının izlenmesi ve raporlanması; çevresel performansın yönetimi, performans karşılaştırma, ürün yaşam dönemi değerlendirme, çevre raporlaması, vergilendirme, gönüllü veya zorunlu anlaşmalar ve salınım ticareti gibi farklı amaçlara hizmet etmektedir (Çimento CO₂ ve Enerji Protokolü, 2011: 42). Bu amaçla; çalışmada mevcut yazın ve sektöre ilişkin göstergeler değerlendirilerek, incelenen işletmenin karbon azaltımında tercih edebileceği beş durum ele alınmaktadır. Bunlar;

- (1) karbon kredisi satın alınması,
- (2) alternatif hammadde kullanımı,
- (3) alternatif yakıt kullanımı,
- (4) atık ısıdan enerji üretimi ve
- (5) temiz enerji üretimi senaryolarıdır.

4.3.4.1. Karbon Kredisi Satın Alınması

Değerlendirilmesi yapılacak birinci senaryoda işletmenin; mevcut üretim teknolojileri ve yöntemleriyle üretimine devam ettiği varsayılarak gerçekleştireceği

salınım karşılığında satın alması gereken karbon salınım hakkı maliyeti ele alınmaktadır.

Çalışmanın önceki bölümünde ayrıntılı olarak ele alındığı üzere, Kyoto Protokolü ile uygulamaya geçen salınım ticaret mekanizması; TKM, OY ve ETS olmak üzere üç farklı piyasa ve proje temelli aracın gelişmesine ve sera gazı salınımının azaltımının dünya çapında ticaret edilebilir bir emtiaya dönüşmesine neden olmuştur. Piyasa temelli uygulamalar içerisinde salınım ticareti sistemi yaygın olarak kullanılan sistemlerdendir. Bu sistemde ülkeler azaltım taahhütlerine göre tahsis edilen kotalarını kirletici endüstrileri (enerji, demir çelik, çimento vb.) arasında paylaştırarak her işletmenin yıllık salınım sınırını belirlemekte ve bu sınırın kullanılmayan kısmını satma hakkını vermektedir (cap-and-trade) (Rehan ve Nehdi, 2005: 111).

Ülkemiz Kyoto Protokolü kapsamındaki taahhüt vermeyen yapısı ve Paris Anlaşması'na henüz taraf olmaması nedeniyle salınım ticareti mekanizmasının dışında kalmıştır. Bu nedenle işletmenin karbon maliyetlerini azaltmak için uygulayacağı karbon kredisi satın alınması durumu için Dünya karbon pazarının en büyüğü olan AB ETS sistemi verileri ve uygulamaları incelenmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde; piyasa mekanizmaları çerçevesinde karbon ticaretini kapsayan üç tane senaryo geliştirilebilir. Bunlar (Taşdan, 2008: 5):

1. Üretim nedeni ile sera gazı salınımı yapan bir şirket, üretime devam edebilmesi için sera gazı limitini aşmak durumunda kaldığında bir başka salınım yapan şirketten salınım hakkı alarak limitini genişletir ve sera gazı salınımına rağmen üretimine devam eder.
2. Sera gazı salınımına neden olan bir şirket sera gazı limitini aşmadığında, geri kalan kotasını bir sonraki yıla saklayabilir ya da karbon piyasasında satabilir.
3. Sera gazı salınımına neden olan şirket farklı ülkeler ve bölgelerde sera gazı azaltım projelerine yatırım yaparak elde edebileceği kredilerle kotasını genişletebilir ya da bunları piyasada satabilir.

Bunun yanında zorunlu olarak azaltım taahhüdü bulunmasa da işletmeler gönüllü olarak karbon salınımlarını denkleştirmek için doğrulanmış azaltım sertifikaları (VER- VCS) aracılığıyla gelir elde edebilir.

Salınım ticareti sisteminde karşılaşılan en büyük problem tahsisatın ne şekilde yapılacağıdır. Bu hakların tesislere dağıtılmasında tarihi salınım göstergeleri (grandfathering), açık artırma ya da ikisinin karması yöntem olarak uygulanmaktadır (Rehan ve Nehdi, 2005: 111). AB ETS’de günümüze kadar bedelsiz tahsisat yapılmıştır. Uzmanlarla yapılan görüşmeler ve incelenen uygulamalar açısından değerlendirildiğinde işletmelerin çoğunun kotasını aşmadığı dolayısıyla; kota satışından yüksek gelir elde ettiği gözlemlenmektedir. Özellikle çimento tesislerinin klinkeri ithal ederek salınım envanterlerini az gösterdiği ifade edilmektedir. Bu nedenle 2020 sonrası dönemde (4. Dönem) tahsisatların açık artırma yoluyla dağıtılacağı konusu tartışılmaktadır (<http://carbon-pulse.com/12348/>).

AB ETS’de tahsisatların dağıtımı bedelsiz olarak karşılaştırma yöntemiyle yapılmaktadır. Karşılaştırma yönteminde % 10 en iyi tesisin performansının ortalaması alınmaktadır (Ecofys, 2009: 15). Bedelsiz tahsisatlar; şirketlerin karbon kota fazlalarını satarak fedakârlıksız gelir (düşüş gelir de denilebilir- windfall profit) elde ettikleri gerekçesiyle yaygın olarak eleştirilmektedir. Bu gelirden en çok faydalanan sektörler; demir, çelik, çimento, rafineriler ve petrokimyadır. Bu sektörlerin 2008- 2014 arası dönemde elde ettiği gelirin AB’nin AB ETS kapsamında yenilik üzerine harcadığı tutarın 10 katından fazla olduğu tahmin edilmektedir. 2008-2014 yılları arasında AB ETS’de en çok kazanan sektörler ve elde edilen gelir tablo 30’da gösterilmektedir (<https://carbonmarketwatch.org/2016/03/14/press-statement-carbon-leakage/>).

Tablo 30: 2008- 2014 Yılları Arası AB ETS’de En Çok Kazanan Sektörler

Sektör	Karbon Kredisi Fazlası Geliri	Offset Projeleri Geliri	Maliyetlere Yansıtılarak Elde Edilen Gelir	Toplam Gelir
Demir Çelik	€ 1.044 Milyon	€ 235 Milyon	€ 7.995 Milyon	€ 8 Milyar
Çimento	€ 2.649 Milyon	€ 146 Milyon	€ 1.915 Milyon	€ 4.7 Milyar
Rafineriler	€ 170 Milyon	€ 83 Milyon	€ 4.178 Milyon	€ 4.4 Milyar
Petrokimya	€ 780 Milyon	€ 41 Milyon	€ 815 Milyon	€ 1.6 Milyar

Kaynak: <https://carbonmarketwatch.org/2016/03/14/press-statement-carbon-leakage/>.

Erişim Tarihi: 21.10.2017

Tablo 30'a göre; hazırlanan raporda; endüstrilerin 2008- 2014 arasında € 24 Milyar bedelsiz geliri AB ETS kapsamında nasıl elde ettiğine dikkat çekilmektedir. Raporda, endüstrilerin ETS yoluyla gelirini açıklayan üç konu yer almaktadır. Bunlar (<https://carbonmarketwatch.org/2016/03/14/press-statement-carbon-leakage/>): (1) Şirketlere kullanabileceğinden fazla salınım tahsisatı yapılmıştır. (2) Şirketler hedeflerine ulaşmak için daha ucuz uluslararası offset kredilerini satın alarak kalan tahsisatlarını satabilmişlerdir. (3) Şirketler bedelsiz elde edilen salınım haklarının maliyetlerini tüketiciye yansıtarak gelirini artırmıştır.

Çimento Sektörü ele alındığında; 2013-2020 yıllarını kapsayan üçüncü dönem için, tahsisatlar, her fabrikanın tarihi üretim seviyesine (ton klinker olarak ifade edilmiştir) ve Avrupa sektöründe ortak bir referans değerine (ton cinsinden) dayalı yeni bir metodolojiye göre hesaplanmaktadır (Ton klinker başına t CO₂). Ayrıca şimdilik çimento sektöründe uluslararası rekabete maruz kaldıkları için tahsisatların dağıtımına bedelsiz olarak devam edileceği belirtilmektedir (Lafarge 2014 Yılı Finansal Raporu, Dipnot 25). Bu dağıtım yöntemi; klinkerin ara mamul olarak satılması, klinkerin ihracatı ve ithalatı, tesisler arası klinker aktarımı gibi (Ecofys, 2009: 5- 9) durumlarda işletmelerin klinkeri salınım düzenlemelerinin olmadığı ülkelerden elde etmesiyle karbon kaçağına (carbon leakage) neden olmuştur (Sandbag, 2016: 2).

Salınım ticareti sisteminin işleyişine ilişkin genel bilgiler dikkate alındığında; karbon maliyetlerin azaltılması için karbon kredisinin satın alınması durumunda işletmelerin karşılaşacağı en önemli durumlar üretim yöntem ve politikalarının düzenleyici otoriteler tarafında ne kadar kısıtlanacağı, uygulanacak dağıtım politikası ve ortaya çıkacak karbon fiyatı olarak sıralanabilir.

2014 yılında başlayan ulusal mevzuat oluşturma çabalarında PMR desteğiyle birlikte 2015- 2018 yılları arası MRV (monitoring reporting verification) dönemi olarak belirlenmiş ve yönetmelik kapsamındaki tesislerin salınım envanterlerini hesaplama ve raporlamaları gerekliliği ortaya çıkmıştır. 2017 yılında ilk kez yapılacak olan raporlama için işletmelerin çevre birimleri çalışmalarını yürütmektedir. “Ulusal Karbon Piyasası”nın geliştirilmesi için temel adımları oluşturan bu aşamalarda; mevcut uygulamalarda karşılaşılan sorunların göz önünde

bulundurularak ve eleştirilerin dikkate alınarak sistemin tasarlanmasına önem verilmelidir.

Çimento tesisinin çevre uzmanıyla yapılan görüşmeler sonucunda; karbon kredisi satın alınması durumunun analizi için, işletmenin mevcut durumda 2016 yılı için gerçekleştireceği salınım miktarı yaklaşık olarak hesaplanmaya çalışılmaktadır. Azaltım miktarı ve tahsisat oranı olarak klinker bazlı birim tahsisat dikkate alınmaktadır. Varsayımsal olarak tasarlanan örnekte referans tahsisat birimi olarak Dünya ortalaması ve yazında yer alan değerlerden yararlanılmış, tahsisat yıllık toplam olarak değil birim klinker olarak yapılmıştır. Buradaki amaç; üretim miktarı ve karbon maliyeti arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır.

Gürsel ve Meral (2012) çalışmasında portland çimento salınım miktarını 1,20 kg CO₂/ kg klinker olarak hesaplamıştır. 2014 yılı Türkiye’de faaliyet gösteren 49 entegre çimento tesisinin salınım ortalaması 0,85 kg CO₂/ kg klinker olarak hesaplanmıştır. Bu tesisler içinde en iyi performans gösteren % 10 tesisin ortalaması ise; 0,81 kg CO₂/ kg klinker olarak bulunmuştur (Salbaş, 2016: 34- 35). Marceau ve diğerleri (2006) ise; 0,86 kg CO₂/ kg çimento olarak belirtmiştir. Hendriks ve diğerleri (2003) çalışmasında belirtilen Dünya ortalama değeri ise 0,82 kg CO₂/ kg çimento’dur. Ayrıca; görüşme yapılan tesislerde salınım aralığının 0,85 ile 0,95 kg CO₂/ kg klinker arasında değiştiği bilgisi elde edilmiştir. Bu verilere göre; analizde işletmenin salınım kotası sınırı 0,80 kg CO₂/ kg klinker olarak belirlenmiştir.

Buna göre karbon kota tahsisatının uygulanması durumunda;

Birim karbon salınımı > 0,80 t CO₂/ t klinker - kota satın alınmalı,

Birim karbon salınımı = 0,80 t CO₂/ t klinker - kota satın alınmamalı,

Birim karbon salınımı < 0,80 t CO₂/ t klinker - kota fazlası piyasada satılmalıdır.

Kota satın alınması ya da satılması durumunda kullanılacak fiyatta AB ETS’nin piyasada işlem gören EUA birimlerinin fiyatı değerlendirmeye alınmıştır (www.eex.com). Buna göre; 2017 yılındaki EUA birimlerinin ikincil piyasadaki işlem fiyatlarının ortalaması alınarak elde edilen 5.40 €/ EUA fiyatı analiz de kullanılmaktadır.

4.3.4.2. Alternatif Hammadde Kullanımı

Değerlendirmeye alınan ikinci senaryoda işletme; ürün hammadde içeriğini değiştirerek yoğun karbon salınımına neden olan klinker oranını azaltıp katkılı çimento üretimi yapmaktadır.

Sürdürülebilir kaynak kullanımı açısından büyük önem taşıyan çimento sektöründe alternatif hammadde kullanımı iki şekilde gerçekleşmektedir. Birincisi, alternatif hammaddenin yarı mamul olan klinkerin üretimi aşamasında doğal hammaddelerin yerine kullanılması, ikincisi ise; klinkere belirli oranlar ile katılan doğal katkı malzemelerinin çimento kalite standartlarını bozmayacak şekilde eklenmesidir (Çimsa Sürdürülebilirlik Raporu, 2016: 71). Çalışmada ikinci kullanım olan katkılı çimento üretimi ele alınmaktadır.

Katkılı çimento üretimi; çimentonun ana bileşeni olan klinkerin kullanılabilirliğine bağlı olarak bazı alternatif bileşenler ile ikame edilmesidir. Çimentoda katkı olarak kullanılan bileşenler; demir veya çelik üretiminden kaynaklı atıklar olan yüksek fırın cürufu, kömür yakımından kaynaklı uçucu küller, volkanlar veya bazı tortul kayaçlardan elde edilen doğal puzolanlar olarak sıralanmaktadır (Worrell ve diğerleri, 2001: 324).

Teknik anlamda katkılı çimento üretimi uygulanabilmekle birlikte bazı sebeplerle sınırlamalarla karşılaşabilmektedir. Bunlar; kullanılacak maddelerin bölgesel olarak erişilebilirliği ve maliyetleri, kullanılacak katkının oranı ve kullanım alanları, yasal ve standart düzenlemeler ve piyasa tarafından tercih edilebilirliği olarak sıralanmaktadır (Berker, 2010: 9).

Proses salınımlarının azaltılması ve enerji tasarrufu sağlayacak katkılı çimento üretimiyle; küresel düzeyde toplam karbon salınımlarının % 5'i düzeyinde (56 Mt CO₂) ve % 20'ye ulaşabilecek değerde azaltım yapılabileceği tahmin edilmektedir. Bu azaltım potansiyeli bölgesel olarak ve ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir (Worrell ve diğerleri, 2001: 325). Dünya üretiminin yaklaşık 1/3'ü katkılı çimentodur. Dünya'da çimento üretiminde kullanılan uçucu kül miktarı, 40 milyon tondan fazladır ve özellikle Akdeniz ülkelerinde doğal puzolanlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemiz doğal puzolan açısından zengin kaynaklara sahiptir. Bu

nedenle üretilen çimentoların yaklaşık % 60'ı katkı çimentolardan oluşmaktadır (DPT Taş ve Toprağa Dayalı Sanayiler Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2008: 77).

Sürdürülebilirlik anlayışıyla değerlendirildiğinde; işletme katkı çimento üretimiyle karbon salınımlarını değer zinciri boyunca azaltabilmektedir. Örneğin; çimento üretiminde uçucu küllerin klinker ikamesi olarak kullanılması çimentonun karbon salınımının azaltırken, atık uçucu küllerin işlenmesi sonucu ortaya çıkacak salınımları da azaltarak daha etkin ve daha az maliyetli bir salınım azaltma alternatifi sunmaktadır (GHG Protokolü, 2006: 26- 27). Böylece; atık olan uçucu kül de ortak ürün olarak pazarda değer kazanmaktadır (GHG VCA, 2011: 95). Aynı durum demir çelik endüstrisinin atığı cüruf içinde geçerlidir.

İkame olarak kullanılan katkı maddelerine klinker üretimi için gerekli üretim işlemlerinin yapılmaması nedeniyle daha az maliyetle benzer özelliklerdeki çimentoyu üretebilmek mümkündür. % 95 klinker oranlı CEM I Portland Çimento'ya göre benzer dayanıma sahip katkı çimento % 35'e kadar cüruf ve %35'e kadar uçucu kül katkı üretilmektedir. Diğer taraftan; her cüruf ve uçucu kül çimento üretimi için uygun olmayabilmektedir. Bu nedenle; katkı maddesinin kullanılmasında bölgesel olanaklar, piyasa ve uygulamalara göre değişkenlik gösterebilmektedir (Ecofys, 2009: 5).

Çimento sektöründeki ürün tipleri, üretim sınıfları ve katkı oranları 2011 yılında Avrupa'da ve 2012 yılında Türkiye'de yürürlüğe giren TS EN 197-1 Standardı ile tanımlanmaktadır. Standart; genel çimento sınıflarının bileşimini, özelliklerini ve uygunluk şartlarını içeren tanımlamalar yer almaktadır. Standartta göre çimento tipleri ve katkı oranları tablo 31'de gösterilmektedir.

Tablo 31: TS EN 197-1'deki Çimento Tipleri

Çimento Tipi	Adı	Notasyon	Ana Bileşenler (Kütlece % olarak)									
			Klinker K	Yüksek Fırın Cürufu S	Silis Dumanı D	Doğal Puzolan P	Endüstri- yel Puzolan Q	Silissi Uçucu Kül V	Kalkersi Uçucu Kül W	Pişmiş Şişt T	Kalker L	Kalker LL
CEM I	Portland Çimento	CEM I	95 -100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CEM II	Portland Cürufu Çimento	CEM II/A-S	80 - 94	6 -20	-	-	-	-	-	-	-	-
	Portland Cürufu Çimento	CEM II/B-S	65 - 79	21 - 35	-	-	-	-	-	-	-	-
	Portland Silis Dumanlı Çimento	CEM II/A-D	90 -94	-	6 -10	-	-	-	-	-	-	-
	Portland Puzolanlı Çimento	CEM II/A-P	80 - 94	-	-	6 -20	-	-	-	-	-	-
	Portland Puzolanlı Çimento	CEM II/B-P	65 - 79	-	-	21 - 35	-	-	-	-	-	-
	Portland Puzolanlı Çimento	CEM II/A-Q	80 - 94	-	-	-	6 -20	-	-	-	-	-
	Portland Puzolanlı Çimento	CEM II/B-Q	65 - 79	-	-	-	21 - 35	-	-	-	-	-
	Portland Uçucu Küllü Çimento	CEM II/A-V	80 - 94	-	-	-	-	6 -20	-	-	-	-
	Portland Uçucu Küllü Çimento	CEM II/B-V	65 - 79	-	-	-	-	21 - 35	-	-	-	-
	Portland Uçucu Küllü Çimento	CEM II/A-W	80 - 94	-	-	-	-	-	6 -20	-	-	-
	Portland Uçucu Küllü Çimento	CEM II/B-W	65 - 79	-	-	-	-	-	21 - 35	-	-	-
	Portland Pişmiş Şiştli Çimento	CEM II/A-T	80 - 94	-	-	-	-	-	-	6 -20	-	-
	Portland Pişmiş Şiştli Çimento	CEM II/B-T	65 - 79	-	-	-	-	-	-	21 - 35	-	-
	Portland Kalkeri Çimento	CEM II/A-L	80 - 94	-	-	-	-	-	-	-	6 -20	-
	Portland Kalkeri Çimento	CEM II/B-L	65 - 79	-	-	-	-	-	-	-	21 - 35	-
	Portland Kalkeri Çimento	CEM II/A-LL	80 - 94	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20
	Portland Kalkeri Çimento	CEM II/B-LL	65 - 79	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35
CEM III	Portland Kompoze Çimento	CEM II/A-M	80 - 94	6 -20								
	Portland Kompoze Çimento	CEM II/B-M	65 - 79	21 - 35								
	Yüksek Fırınlı Çimento	CEM III/A	35 - 64	36 - 65								
CEM IV	Yüksek Fırınlı Çimento	CEM III/B	20 - 34	66 - 80								
	Yüksek Fırınlı Çimento	CEM III/C	5 - 19	81 - 95								
	Puzzolanik Çimento	CEM IV/A	65 - 89	11 - 35								
CEM V	Puzzolanik Çimento	CEM IV/B	45 - 64	36 - 55								
	Kompoze Çimento	CEM V/A	40 - 64	18 - 30								
	Kompoze Çimento	CEM V/B	20 - 38	31 - 50								

Kaynak: ÇSGB, 2006: 18.

Tablo 31'e göre; CEM I, CEM II, CEM III, CEM IV ve CEM V olarak sınıflandırılan çimento tipleri, klinker, yüksek fırın cürufu, silis dumanı, doğal ve endüstriyel puzolan, uçucu kül, pişmiş şişt ve kalkerle standart tarafından belirlenen oranlarda karıştırılarak katkılı çimento üretilmektedir.

Tablo 32'de ise; farklı çimento türlerinin neden olduğu ortalama CO₂ salınımları gösterilmektedir.

Tablo 32: Farklı Çimento Türlerinin Neden Olduğu CO₂ Salınım Değerleri

Çimento Tipi	Klinker oranı, %	Ortalama CO ₂ salınımı (kg CO ₂ /ton çimento)
CEM I	95-100	985
CEM II/A-L	80-94	840
CEM II/A-S	80-94	815
CEM II/A-V	80-94	790
CEM II/B-L	65-79	720
CEM II/B-S	65-79	730
CEM II/B-V	65-79	690
CEM III/A	35-64	560
CEM IV/A	65-89	640
CEM IV/B	45-64	570
CEM V/A	40-64	590
CEM V/B	20-38	415

Kaynak: Engin ve diğerleri, 2014: 9.

Tablo 32’ye göre; çimento üretiminde klinker ikamesi olarak kullanılan katkı oranının arttıkça ton çimento başına ortalama CO₂ salınımının azaldığı gösterilmektedir. Buna göre; klinker oranının en yüksek olduğu CEM I’de ton çimento başına ortalama CO₂ salınımı 985 kg iken, en yüksek katkının olduğu CEM V türünde salınım 415 kg’ye düşmektedir (Engin ve diğerleri, 2014: 9).

Diğer taraftan beton üretiminde de kullanılan çimento türüne ve oranına göre karbon salınım miktarı değişebilmektedir. Örneğin; yeşil bina tasarımları için A + Beton ürününü geliştiren Betonsa, çimento yerine % 70’e varan oranda öğütülmüş yüksek fırın cürufu kullanarak % 30 katkı içeren karışıma göre 61 kg/ m³, % 100 CEM I içeren karışıma göre 113 kg/ m³ CO₂ salınımı tasarrufu hesaplamıştır (<http://www.betonsa.com.tr/ozel-urunler/a-beton/>).

2014 verileriyle yapılan bir araştırmaya göre; küresel düzeyde ortalama klinker/ çimento oranı % 75 olarak bulunmuştur. Avrupa’da bu oran % 73’dür ve alanında % 10 en iyi firma değerlendirildiğinde bu oran % 66 olarak belirtilmektedir (ECRA, 2017: 18). Avrupa iç tüketim tercihlerine % 58,1 oranında CEM II, % 26,9 oranında ise; CEM I çimento türü tercih edilmektedir (Engin ve diğerleri, 2014: 9). Türkiye’de ise; katkılı çimento kullanımı ile CO₂ salınımlarının azaltılması hedefine henüz ulaşamamıştır. En yüksek karbon salınımına sahip çimentolar (CEM I) 42,5

ve 52,5 dayanım sınıflarında 0,85- 0,90 t CO₂/ton çimento salınımlarıyla hala pazarda en yüksek paya sahiptir (ÇŞB MET Klavuzu, 2016: 21).

Buna göre portland çimento ve katkılı çimento oranları aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

CEM I- Portland Çimento % 95 Klinker + % 5 Katkı

CEM II- Portland Cürüflü Çimento % 65 Klinker + % 35 Katkı

Bu veriler dikkate alınarak varsayımsal olarak tasarlanan örnekte işletmenin sadece CEM I üretmesi ve aynı tutarda gelir elde etmesi için üretmesi gereken CEM II cürüflü çimento üretimi için klinker üretim miktarı azaltılmaktadır. Böylece işletmenin sadece CEM II cürüflü çimento üretmesi durumunda karbon salınımı miktarındaki azalma ve buna bağlı olarak oluşacak maliyet azaltımı hesaplanmaktadır.

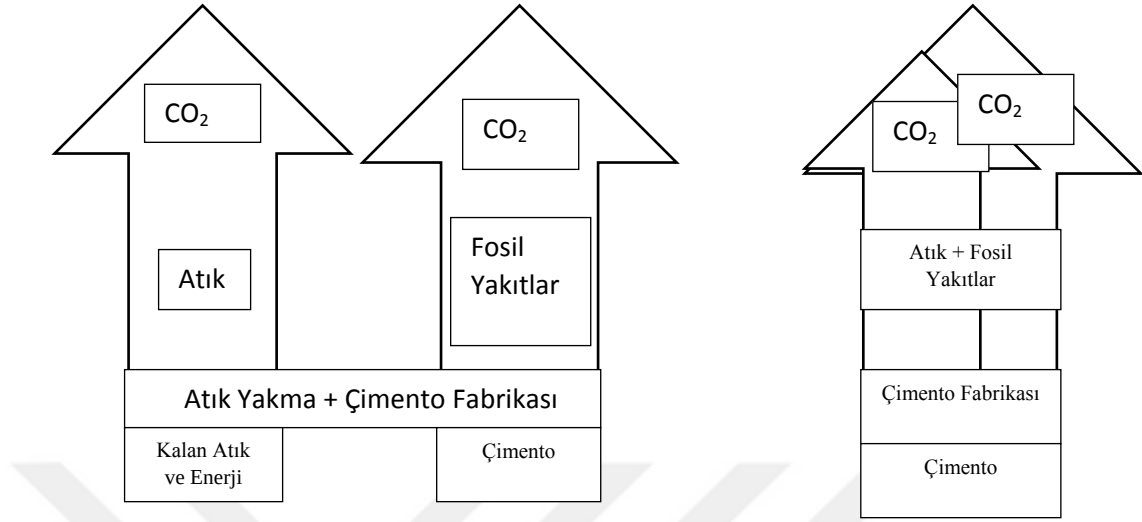
4.3.4.3. Alternatif Yakıt Kullanımı

Değerlendirilmesi yapılacak üçüncü senaryoda işletme üretimde kullandığı yakıt karomasında fosil yakıt yerine alternatif yakıt tercih ettiğinde gerçekleştireceği salınım miktarı ve buna bağlı azaltacağı karbon maliyeti ele alınmaktadır.

Çimentonun ara mamülü olan klinkerin üretilmesi; yüksek sıcaklık gereksinimiyle enerji yoğun bir süreçtir. Dolayısıyla; çimento üretiminde en büyük maliyet kalemi enerjidir. Enerjinin en önemli kaynağı da kullanılan yakıttır. Buna göre; klinker üretiminde kullanılan fosil yakıtların azaltılmasıyla üretilen çimentonun enerji ve karbon miktarının ve buna bağlı maliyetlerinde azaltılabileceği bir gerçektir (Worrell ve diğerleri, 2001: 319). Çimento üretiminde fosil yakıt kullanılması yerine ısı değeri yüksek atıkların kısmen ya da tamamen kullanılabilmesi durumu alternatif yakıt uygulaması olarak adlandırılmaktadır.

Alternatif yakıtların kullanımı; bu atıkların bertaraf edilmesi ya da yakılarak imha edilmesi sonucu ortaya çıkabilecek salınımların çimento tesisinde yakılmasıyla tek bir sefer de salınım yapılmasına olanak vermektedir. Bu durum beraber yakma, birlikte işleme (co- processing) şeklinde ifade edilmektedir. Böylece kaynak verimliliği sağlanarak doğrudan salınımların etkileri toplam düzeyde azaltılmaktadır (Çimento CO₂ ve Enerji Protokolü, 2011: 27). Bu durum Şekil 25’de gösterilmektedir.

Şekil 25: Çimento Üretiminde Fosil Yakıt Yerine Katı Atık Kullanımı



Kaynak: TÇMB, 2014: 3’den yararlanılarak oluşturulmuştur.

Şekil 25’e göre; belediye katı atıklarının iki farklı tesiste yakılması sonucu ortaya çıkacak salınımlar ve birlikte işleme ile sağlanacak fayda gösterilmektedir (TÇMB, 2014:3). Ayrıca; bu atıkların yakılmayarak düzenli depolamasının yapılması durumunda ortaya çıkabilecek ve küresel ısınma değeri CO₂’ye göre 21 kat fazla olan metan gazının salınımı önlenmiş olmaktadır (ECRA, 2017: 15).

Çimento endüstrisinde kullanılan alternatif yakıtlar; “ön işlemden geçmiş endüstriyel (RDF) ve kentsel katı atıklardan (evsel atık- SRF), atık tekerleklerden, atık yağ ve çözücülerden, plastiklerden, tekstil ve kâğıt atıklarından, hayvan besinlerinden, biyokütle ürünlerden, ahşap parçalarından ve kalıntılardan ve zirai atıklardan” oluşmaktadır. Bazı Avrupa ülkelerindeki ortalama atık kullanım oranı % 50’nin üzerinde olup bazı fabrikalarda % 98’e kadar ulaşmaktadır (Berker, 2010: 7).

Murray ve Price (2008) çalışmasında alternatif yakıtların karakteristik özelliklerine göre karşılaştırma yapmış ve atıkları; tarımsal biyokütle atıkları, tarımsal olmayan biyokütle atıkları, kimyasal atıklar, petrol bazlı atıklar ve diğer çeşitli atıklar olarak sınıflandırmış ve karbon içeriklerini göstermiştir. Tarımsal biyokütle atıkları; pirinç, buğday, mısır, şeker kamışı, fındık ve Hindistan cevizi atıkları olarak sıralanmaktadır. Tarımsal olmayan biyokütle atıkları; arıtma çamuru, kâğıt çamuru, talaş, atık odunlar ve hayvan atıkları olarak sıralanmaktadır. Kimyasal

atıklar; solvent, atık boyalar ve zehirli atıklardır. Petrol bazlı atıklar; atık lastikler, atık yağlar ve petrokoktur. Diğer çeşitli atıklar ise; parçalanmış otomobil artıkları, naylon artıklar, tekstil, arıtma çamuru gazı ve belediye katı atıkları olarak sıralanmaktadır (Murray ve Price, 2008: 47- 51).

Teknik olarak alternatif yakıtların % 100 oranında kullanılabilmesi mümkünken, uygulamada bu konuda bir takım zorluklar bulunmaktadır. Düşük kalorifik değere sahip olması, yüksek nem ve klor içeriği gibi teknik sorunların yanında politik ve yasal sınırlar da önem taşımaktadır. Bu konuya ilişkin düzenlenmiş atık yönetimi mevzuatları ve yerel atık toplama ağlarının yeterliliği de alternatif yakıtın tercihinin etkilemektedir. Ayrıca; karbon maliyetlerinin azaltılması amacıyla alternatif yakıtı yönelmenin maliyetleri yükselişe geçireceği öngörülmekte, 2030 yılına kadar alternatif yakıtların kullanımının ekonomik olacağı, 2050 yılına kadar ise; önce klasik yakıtların fiyatının % 30'una daha sonra da % 70'ine ulaşacağı tahmin edilmektedir (Ali ve diğerleri, 2011: 2259, Berker, 2010: 8).

Çimento sanayinde atıkların kullanılması, yani birlikte işlenmesi endüstriyel süreçlerde yenilenemeyen birincil yakıt ve hammaddenin uygun atık malzeme ile azami ölçüde ikamesinin sağlanmasıdır. AB mevzuatı uyarınca “geri kazanım işlemi” olarak kabul edilen uygulama “Atıkların Yakılması ve Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü (IPPC) Direktifleri”ne uygun olarak yerine getirilmekte ve “Mevcut En İyi Teknik (BAT)” olarak kabul edilmektedir. Alternatif yakıt/hammadde olarak kabul edilen atıklar, organik kısmının ısı değeri olarak veya mineral kısmının malzeme değeri olarak sürdürülebilir çimento üretimine katkıda bulunmakta ve atıkların depolama alanlarında bertarafına duyulan gereksinimi azaltmaktadır. Alternatif yakıtların birlikte işlenmesi; fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılmasının yanı sıra salınımların azaltılmasında da etkili olmaktadır (TÇMB SÇÜ, <http://www.ebrosur.net/tcma/index.html>, Erişim Tarihi: 13.02.2017). Böylece; hem atıklar bertaraf edilmekte hem de yenilenemez kaynakların tüketimi de azaltılmaktadır.

Gäbel ve Tillman (2005) çalışmasında; geri dönüştürülebilir malzemelerin ve alternatif yakıtların kullanılmasını yaşam dönemi yöntemiyle 9 simülasyonla test etmiş ve klinker üretiminde ortaya çıkan salınımların % 30 ile 80 arasında azaltılabileceğini ortaya koymuştur.

2014 yılı verilerine göre; küresel düzeyde çimento üretimindeki toplam yakıt tüketiminin % 16'sı alternatif yakıtlardan sağlanmaktadır. Bunun da % 6'lık kısmını biyokütle yakıtlar oluşturmaktadır. Kalan % 84'lük kısım geleneksel fosil yakıtlardan özellikle kömürden karşılanmaktadır. Farklı bölgelerden % 10 en iyi performansı gösteren tesislerde alternatif yakıt kullanımı % 30'ların üzerine çıkmaktadır (ECRA, 2017: 15).

Sürdürülebilirlik ve çevresel açıdan değerlendirildiğinde atıkların alternatif yakıt olarak kullanılması birçok fayda sağlamaktadır. Bunlar (DPT Taş ve Toprağa Dayalı Sanayiler Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2008: 108- 109, Worrell ve diğerleri, 2001: 322- 324, Hendriks ve diğerleri, 2003: 8):

- Kömür gibi yenilenmeyen fosil yakıt tüketiminin ve bunun yanı sıra kömür madenciliğine bağlı çevresel etkilerin azalması,
- Yakılarak bertaraf edilmeleri gereken ve bu nedenle çevreye salınım ve artıklar bırakacak olan atıkların kullanılması sonucu sera gazları benzeri salınımların azaltılmasına,
- Klinker fırınında atık enerjisinin tamamından yararlanılabilmesi nedeniyle, atıklardan sağlanabilen enerji miktarının pratikte mümkün olan en üst seviyeye çıkarılması.
- Yakılan atıkların içindeki inorganik unsurlar, çimento için gereken hammaddelerin yerini alarak çimentonun bir parçası olma niteliğini kazandıkları için elde edilecek faydaların pratikte mümkün olan en üst seviyeye çıkarılması,
- Atıkların yakılmasından sonra cüruf ve kül gibi herhangi bir kalıntı oluşmaması.
- Atıkların çimento fırınlarında güvenli ortamda değerlendirilmeleri
- Atıkların alternatif yakıt olarak kullanılmaları teknik açıdan sağlıklı bir çözümdür, çünkü yanma sonucu atıkların organik kısımları imha olurken ağır metaller de dahil olmak üzere inorganik kısımları ürünün bünyesine alınarak burada bağlanmaktadır

şeklinde sıralanabilir. Diğer taraftan; alternatif yakıt kullanımının çimento üretim sürecinde meydana getirdiği bazı zorluklar da bulunmaktadır. Özellikle klorür ve kükürt içeriği yüksek olan yakıtlar siklonlarda tıkanmalara ve döner fırınlarda

istenmeyen arızalara neden olabilmektedir. Bu nedenle çimento fabrikaları sürdürülebilir üretimi sağlamak için bu sıkıntılara katlanmakta ve geliştirici/iyileştirici yöntemleri araştırmaktadır. Ayrıca klorür miktarı çimentoda sınırlı olduğu için özellikle PVC içeren atıklar belirli oranlarda kullanılabilir. Bu nedenle; genellikle fosil yakıtlar ve alternatif yakıtlar optimum karışım yapılarak birlikte kullanılmaktadır (Engin ve diğerleri, 2014: 5).

Çalışmada; fosil yakıt olarak işletmeler tarafından en çok tüketilen ithal kömür ve yerli kömür karması değerlendirilmektedir. Alternatif yakıt olarak; “belediye katı atıklarından (MSW- Municipal Solid Waste)” üretilen ve “atıktan türetilmiş yakıt (ATY)” olarak da adlandırılan “evsel ve endüstriyel katı geri kazanım yakıtı (SRF- Solid Recovered Fuel ve RDF- Refuse Derived Fuel)” kullanılmaktadır. SRF ve RDF; belediye katı atıklarından, halk arasında anıldığı üzere belediye çöpünden ve sanayi atıklarından üretilmektedir. “Atıktan Türetilmiş Yakıtlar”; ön işlem tesislerinde fiziksel ayrıştırma, sınıflama, boyut küçültme, kurutma gibi işlemlerle üretilmekte ve yakıt karması içinde yanma prosesli tesislerde alternatif yakıt ve ek yakıt olarak kullanılmaktadır (TÇMB, 2014: 4).

Örneğin; Marmara bölgesinde ortalama değerlerle yapılan hesaplama göre 20.000.000 kişinin kişi başı 350 kg/yıl atık yaptığı varsayımıyla yıllık 7.000.000 t evsel atığın ortaya çıkacağı, bunun da yaklaşık 32.200.000 GJ/yıl enerji elde edilebilmesinde kullanılabileceği öngörülmektedir. Yıllık toplam klinker üretiminin 14.8 M ton ve ton başına enerji gereksiniminin 3.4 GJ/ t klinker olduğuna göre toplam enerji gereksinimi 50.320.000 GJ/yıl olarak hesaplanmaktadır. Bu da evsel atıkların çimento tesislerinin enerji gereksiniminin % 64’ünü karşılamaktadır (<http://www.tcma.org.tr/images/file/Akcansa.pdf>). Bir diğer hesaplama göre; 1 ton kömürün ikame edilmesi için 2.3 ton MSW kullanılması gerekmektedir. Ayrıca; 1 ton kömür 2.5 tCO₂ salınımına neden olurken, MSW kullanılması durumunda ikame edilen her 1 ton kömür için 0.4 tCO₂ salınım azaltımı gerçekleştirilmektedir (Murray ve Price, 2008: 51). Biyoyakıt olarak ise; arıtma çamuru yakıt karmasına ilave edilerek ayrıca değerlendirilmektedir. Arıtma çamuru; kanalizasyon arıtma tesislerinde toplanan biyokütlenin kurutulması sonucu elde edilen bir yakıt türüdür.

Bu veriler dikkate alınarak varsayımsal olarak tasarlanan örnekte işletmenin klinker üretim sürecinde tam kömür kullanımı (% 100), % 50 oranında katı atık (RDF) ile ikame edilmesi durumu ve % 50 kömür, % 30 katı atık (RDF) ve % 20 biyoyakıt olarak arıtma çamuru kullanması durumu analiz edilmektedir. İşletmenin mevcut üretim miktarını koruyarak sadece yakıt tercihindeki değişikliğin karbon salınım miktarındaki azalma ve buna bağlı olarak oluşacak maliyet azaltımı hesaplanmaktadır. İşletmenin 2. Senaryoda gerçekleştirdiği klinker üretimini azaltması durumunda yakıtını da azaltması sonucu ortaya çıkacak durum ayrıca değerlendirilmektedir.

4.3.4.4. Atık Isıdan Elektrik Üretimi

Çalışmada değerlendirilen dördüncü senaryoda işletme; üretim sürecinde ortaya çıkan baca gazlarının ısısından elektrik enerjisi üretmektedir. Bu sistemin kurulması için belli bir yatırım maliyetine katlanan işletme; ürettiği elektriği iç tüketiminde kullanarak dışarıdan satın aldığı elektrik miktarını azaltmakta ve dolaylı olarak karbon salınımını azaltmaktadır. Ayrıca; kurulan projenin karbon azaltım sertifikasının alınmasıyla işletme azaltım yaptığı karbon miktarı kadar da karbon kotası satış hakkı elde etmektedir.

Çimento üretimi maliyet bileşenlerine göre; tesisin elektrik tüketimi maliyetlerinin % 21,1'ini oluşturmaktadır. Dolayısıyla; yapılacak her türlü enerji tasarrufu ya da yatırımı bu maliyetlerin de azalmasına katkıda bulunacaktır.

“Atık Isı Geri Kazanımı (Waste Heat Recovery- WHR)”; ısıl değeri yüksek atık gazların enerjisinden klasik buhar teknolojisi ile elektrik üretilmesini sağlayan bir sistemdir. Döner fırın çıkışından ve ön ısıtıcıdan alınan yüksek sıcaklıktaki gazlar WHR sistemine aktarılarak buhar üretilir ve buhar türbinleri aracılığıyla elektrik enerjisine çevrilir. Ortaya çıkan elektrik, satın alınan elektriğin bir bölümünü karşılamak amacıyla iç tüketimde kullanılır, böylece elektrik talebi azaltılmaktadır (Engin ve Arı, 2005: 557). Bu yöntemle işletmeler toplam enerji tüketimlerinin yaklaşık % 30'unu atık ısı ile üretebilmektedir (Moya ve diğerleri, 2011: 1210).

Yaygın olarak demir çelik, çimento ve cam sektörleri tarafından kullanılan sistem; fabrikanın yeri, üretim kapasitesi, atık ısının parametreleri, su analizleri, iklim şartları, jeolojik şartları ve özellikle fabrika içinde sistemin kurulması için

yeterli alan olması durumuna göre projelendirilme aşamasında dikkate alınmaktadır. Bunlar kullanılacak teknolojiyi ve ekipman seçimini etkilemektedir (http://sc.com.tr/Enerji/13_whr). Diğer bir açıdan ekonomik faktörler de sistemin uygulanmasını etkilemektedir. Örneğin atık ısıdan enerji üretimi; AB'deki tesislerde enerji fiyatlarının düşük olması nedeniyle fazla yaygın değil iken, Çin'de toplam da 730 MW'lık kurulu güç ile 120 çimento tesisinde kullanılmaktadır (Moya ve diğerleri, 2011: 1209). Türkiye'de ise 56 entegre çimento tesisinden 16'sında farklı kurulu güç kapasitesinde WHR bulunmaktadır (<http://www.sanayisurasi.gov.tr/pdfs/cimento-sektorunde-atik-isi-geri-kazanimi-sistemleri-kullanimi.pdf>).

Atık ısı geri kazanım sisteminde seçilen teknoloji ve üretim yöntemine göre; toplamda 8 ile 22 kW/ t klinker enerji üretilebilmektedir (ECRA, 2017: 53). Fırın aktivitesinin modifiye edilmesiyle üretimin 45 kW/ t klinker'e kadar çıkartılabileceği belirtilmektedir. Ayrıca; 8 MW kapasiteli bir WHR sisteminin 4.500 t / gün klinker üretimiyle yıllık yaklaşık 45.000 t CO₂ azaltımı sağlayacağı tahminlenmektedir (<http://ietd.iipnetwork.org/content/waste-heat-recovery-power-generation>). 2 Milyon t/ yıl klinker kapasiteli bir tesis için yatırım maliyeti 15 ile 25 Milyon € arasında değişmektedir. İşletme giderleri ise; 0.5 ile 1.4 € t/ klinker azalmaktadır (ECRA, 2017: 55). Örneğin; Akçansa Çimento 4.4 Milyon t/ klinker üretim kapasiteli Çanakkale tesisine 15.2 MW'lık WHR sistemini 2011 yılında 24 Milyon \$ yatırım maliyetiyle kurmuş ve bu sistemle yılda 105 Milyon kW elektrik üretmiştir. Bu da 58.328 t CO₂ azaltım sağlamıştır (http://pocacito.eu/sites/default/files/Akcansa_Canakkale.pdf).

Örneğin (Engin ve Arı, 2005: 558); 1.000 kW'lık bir sistemde yıllık 8.000 saat çalışıldığı varsayılırsa,

Tasarruf Edilen Enerji= (Üretilen Güç) x (Çalışma Süresi)

Tasarruf Edilen Enerji= (1.000 kW) x (8.000 sa./yıl)= 8.000.000 kWsa/yıl'dır.

Elektrik birim fiyatının 0.07 \$/ kW olduğu varsayımıyla; tasarruf edilen elektrik gideri,

Tasarruf Edilen Elektrik Gideri= 0.07 x 8.000.000= 560.000 \$/ yıl'dır.

Sistemin işçilik ve işletme giderlerinin 20.000\$/ yıl olduğu varsayımıyla elde edilen yıllık net tasarruf 540.000\$/ yıl'dır. Bu kapasitedeki sistemin tüm nakliye ve

kurulum giderlerinin 750.000 \$ olacağı tahmin edilmektedir. Buna göre; yatırımın geri ödeme süresi,

Geri Ödeme Süresi= (Yatırım Maliyeti) / (Yıllık Maliyet Tasarrufu)

Geri Ödeme Süresi= 750.000 \$ / 540.000 \$= 1.38 yıl $\approx$ 17 ay

olarak hesaplanmaktadır.

Normal üretim koşullarından doğrudan atmosfere karışacak gazların ve ısıнын bir ekonomik değeri bulunmazken, WHR sistemine yatırım yapılarak bu kaybı kazanca dönüştürmek, enerji tasarrufu sağlamak ve dolaylı da olsa karbon azaltımına katkıda bulunmak önem taşımaktadır. WHR sistemiyle elde edilen enerji tasarrufu ayrıca tüm üretim sisteminin de etkinliğini artırmaktadır. İşletme hem atığını değerlendirirken hem maliyet tasarrufu yapmakta hem de elde edeceği karbon azaltım kredisi ile gelir elde edebilmektedir.

Buna göre; varsayımsal olarak tasarlanan örnekte işletmenin atık ısı geri kazanım tesisi kurması durumunda mevcut karbon maliyetleri üzerindeki etkisi analiz edilmektedir. İşletmenin mevcut üretim miktarını koruyarak WHR kurması durumu; alternatif hammadde ve alternatif yakıt kullanım durumlarıyla bir arada kullanıldığında ortaya çıkacak maliyetler ayrıca hesaplanmaktadır.

4.3.4.5. Temiz Enerji Yatırımı

Çalışmada değerlendirilen beşinci senaryoda işletme; temiz enerji üretimi yapmaktadır. Temiz enerji üretim santralinin kurulması için belli bir yatırım maliyetine katlanan işletme; ürettiği elektriği teşvik ve satın alma taahhütleriyle şebekeye satarak gelir elde etmektedir. Ayrıca; kurulan projenin karbon azaltım sertifikasının alınmasıyla işletme azaltım yaptığı karbon miktarı kadar da karbon kotası satış geliri elde etmektedir.

Temiz enerji; doğaya en az zararı vererek yenilenebilir kaynakların kullanılmasıyla elde edilen enerjidir. Ülkemizde yaygın olarak rüzgâr, güneş, hidroelektrik, jeotermal ve biyokütle enerji santrali tercih edilmektedir. Enerji kaynakları; kaynakların doğada var olma özelliğine göre yenilenebilir ve yenilenemez kaynaklar olarak sınıflandırılmaktadır. Bu ayrım tablo 33'de gösterilmektedir.

Tablo 33: Yenilenebilir ve Yenilenemez Enerji Kaynakları

Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Yenilenemez Enerji Kaynakları
1- Direkt güneş enerjisi (ısı, ışık)	1- Fosil Yakıtlar
2- Biyolojik (Fotokimyasal)	a) Gaz (doğal gaz)
a) Odun	b) Sıvı (petrol, katran)
b) Tahıl ve hayvan artıkları	c) Katı (kömür)
c) Organik artıklar	2- Nükleer
d) Biyolojik gaz	a)Fizyon
e) Hayvan ve İnsan gücü	b)Füzyon (deteryum,lityum)
3- Dolaylı güneş enerjisi	3- Jeotermal (Isı kapanı)
a) Su veya hidrolik	
b) Rüzgâr	
c) Dalga	
d) Termik ısı farkı	
e) Gelgit	
4- Jeotermal (Isı akışı)	

Kaynak: http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/9514e888b8f2aca_ek.pdf

Yenilenebilir enerji; gücünü güneşten sağlamakta olan ve hiç tükenmeyeceği düşünülen, aynı zamanda çevreye de fosil yakıtlar gibi herhangi bir salınım yaymayan yani kaynağı hiç tükenmeyen ve çevreye zararı olmayan doğal süreçlerden elde edilen bir enerji türüdür. Yenilenebilir enerji; güneş ışığı, rüzgâr, yağmurlar, jeotermal ısı ve biyoenerji gibi kaynaklardan elde edilebilmektedir (<http://www.ruzgarenerjisikulubu.com/yenilenebilir-enerji>). “Yenilenebilir enerji kaynakları (YEK)” : hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, biyokütleden elde edilen gaz (çöp gazı dâhil), dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynaklarını kapsamaktadır (YEK Kanunu, Md.3).

2016 yılında devreye alınan 807 yeni santral ile Türkiye’nin toplam kurulu gücü 2015 yılı sonuna göre % 7.3 büyüme ile nette 5.351 MW (kapatılan santraller dikkate alındıktan sonra) artış göstererek 2016 yıl sonu itibarıyla 78.497 MW’a ulaşmıştır. Dönem içinde devreye giren toplam 5.758 MW’lık yeni kapasitenin % 49’u yenilenebilir enerji santrallerinden (% 22 rüzgâr enerji santralleri, %14 hidroelektrik santralleri, % 10 güneş enerji santralleri ve % 3 jeotermal enerji santralleri), % 32’si yerli ve ithal kömür santrallerinden, % 16’sı ise doğal gaz ve LNG santrallerinden oluşmaktadır. 2016 yıl sonu itibarıyla kurulu gücün %34’ü hidrolik, %28’i doğal gaz, % 22’si yerli ve ithal kömür, % 7,3’ü rüzgâr, % 1’i jeotermal, % 1.1’i güneş ve % 6’sı ise diğer enerji kaynaklarından oluşmaktadır. Kurulu gücün % 25.6’sı EÜAŞ ve bağlı ortaklıklarına, %11.7’si yap işlet devret, yap

işlet ve işletme hakkı devredilen santrallere ve % 62.6'sı da serbest üretim şirketleri ve lisanssız santrallere aittir (Zorlu Enerji Faaliyet Raporu, 2016: 23).

Ülkemizde enerji üretimi 4628 sayılı “Elektrik Piyasası Kanunu” kapsamında düzenlenmektedir. Yenilebilir enerji üretimi ise; 5346 Sayılı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun” ile düzenlenmektedir. Yenilenebilir enerji üretimi lisanslı ve lisanssız olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilmektedir. Lisanslı üretimde; projelendirilen kurulum gücüne göre üretim yapılırken, lisanssız üretimde iki alternatif söz konusudur. Lisanssız elektrik üretimi tesisleri bu hususta oluşturulan Yönetmelik ve Tebliğ kapsamına göre kurulmaktadır. Buna göre işletme lisanssız olarak azami 1 MW üretim yapabilmekte ve kullanım fazlası üretimini YEK kapsamında satabilmektedir. Diğer alternatifde; üretim ve tüketimin aynı yerde olması durumunda işletmenin, şebekeye satmamak koşuluyla gereksinimi kadar üretim yapması mümkündür. Bu uygulamanın projelendirilmesi aşamasında tesisin yıllık minimum tüketim düzeylerini temel alması gerekmektedir. Çünkü aksi takdirde fazla üretimini şebekeye bedelsiz devretmek durumunda kalmaktadır.

Yenilenebilir enerji üretiminde teşvik ve destek olması amacıyla; ilk on yıl belirli fiyattan alım taahhütünde bulunmaktadır. “YEKDEM (YEK Destekleme Mekanizması)” olarak ifade edilen mekanizma; “YEK Kanunu” kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim faaliyeti gösterenlerin faydalanabileceği fiyat, süreler ve bunlara yapılacak ödemelere ilişkin usul ve esasları içeren sistemdir (YEK Kanunu, Md.3). Son yapılan değişiklikler ile YEKDEM fiyatları tablo 34’de gösterilmektedir.

Tablo 34: YEKDEM Fiyat Listesi

Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (ABD Doları cent/kWs)	Yerli Donanım Teşvikli Tavan Fiyatlar (ABD Doları cent/kWs)
a. Hidroelektrik üretim tesisi	7.3	9.6
b. Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	7.3	11
c. Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10.5	13.2
d. Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	13.3	18.9
e. Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13.3	20

Kaynak: YEK Kanunu I ve II Sayılı Cetvel

“YEKDEM Yönetmeliği”nde yapılan düzenlemelerin ardından 24 Haziran 2016’da yürürlüğe giren “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Yerli Aksamın Desteklenmesi Hakkında Yönetmelik” ile de elektrik enerjisi üreten tesislerde yerli aksam kullanılması durumunda YEK bedeline ek olarak ödenecek yerli üretim katkı payının hesaplanmasında bazı değişiklikler yapılmıştır. Böylece; üretilen enerjinin kaynağı ve kullanılan teknolojinin yerli olmasına durumunda 0.4 ile 2.4 ABD Doları cent/kWs tutarında değişen aralıkta ilave teşvik getirilmiştir (YEK Kanunu II Sayılı Cetvel). Örneğin; Zorlu Enerji bünyesinde faaliyet gösteren Gökçedağ RES, 7.3 ABD Doları cent/kWh’lik destek fiyatından satış yapmaktadır. Sarıtepe RES ve Demirciler RES ise bu fiyata ek olarak yerli aksam kullanımdan dolayı verilen 1.28 ABD Doları cent/kWh’lik yerli katkı ilavesinden de faydalanarak toplamda 8.58 ABD Doları cent/kWh fiyatından satış yapmaktadır. Kızıldere II JES ve Alaşehir I JES ise, 10.5 ABD Doları cent/kWh’lik destek fiyatına ek olarak yerli aksam kullanımdan dolayı verilen 0.7 ABD Doları cent/ kWh’lik yerli katkı ilavesinden de faydalanarak toplamda 11.2 ABD Doları cent/kWh fiyatından satış yapmaktadır (Zorlu Enerji Faaliyet Raporu, 2016: 11).

Genel olarak değerlendirildiğinde temiz enerji üretimi kârlı bir sektör durumundadır. Üretilen elektriğin satış fiyatına uygulanan teşvikler ve alım garantisi yatırımın kârlılığını artırmaktadır. Diğer taraftan; geleneksel yöntemlerle elektrik üretilirken her GWs için 1.027 t su tüketildiği ve 0.862 kWs rüzgâr enerjisinden 1 kg CO₂ tasarruf edildiği (http://www.emo.org.tr/ekler/0e207ab6946b5d7_ek.pdf) göz önüne alındığında temiz enerji üretiminin işletmeler açısından karbon maliyetlerini azaltmada ve sürdürülebilirliğini artırmada etkin bir yöntem olacağı söylenebilir.

Çalışma kapsamında görüşülen firmanın aktif faaliyette bulunan 4 enerji üretim santrali bulunmaktadır. Bunlardan 3’ü 51.2 MW, 9.35 MW ve 8.25 MW toplamda 69 MW kurulu güce sahip hidroelektrik santralleridir. 4. Santral 9 MW’lık atık ısı santralidir (4. senaryoda değerlendirilmiştir). Çalışmada örnek olarak; 8.25 MW’lik hidroelektrik santrali maliyetleri ve gelirleri değerlendirilmektedir. Ayrıca; karşılaştırılabilir bilgi sunmak amacıyla, lisanslı 8,25 MW’lik rüzgâr ve güneş enerji üretiminde karşılaşılabilecek maliyetler ve elde edilecek gelirler hesaplanmaktadır.

Bu veriler dikkate alınarak; varsayımsal olarak tasarlanan örnekte işletmenin temiz enerji üretimi yapması durumunda karbon maliyetleri üzerindeki etkisi analiz edilmektedir. İşletmenin mevcut üretim miktarını koruyarak temiz enerji üretmesi, alternatif hammadde, alternatif yakıt ve WHR sistemiyle birlikte uygulandığında ortaya çıkacak maliyetler ayrıca hesaplanmaktadır.

4.4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

Çalışmada sürdürülebilir kalkınma temelinde bir işletmenin karbon ayak izinin doğuracağı maliyetlerin işletme kararlarını ne şekilde etkileyeceği değerlendirilmektedir. Buna göre; araştırmanın bulguları kısmında, çimento sektöründe faaliyette bulunan herhangi bir işletmenin karbon salınımına ilişkin karşılaşılabileceği maliyetler ve azaltım teknikleri beş senaryoda ele alınmaktadır.

- Birinci senaryoda; işletmenin mevcut yakıt karması ve üretim düzeyinde gerçekleştireceği karbon salınım miktarı hesaplanarak karbon kredisi satın alması,
- İkinci senaryoda; sadece CEM I veya sadece CEM II üretmesi durumu,
- Üçüncü senaryoda; fosil yakıt yerine alternatif yakıt ve biyoyakıt kullanımı durumu,
- Dördüncü senaryoda; atık ısıdan elektrik üretilmesi durumu,
- Beşinci senaryoda da temiz enerji yatırımı yapması durumunda karşılaşılabilecek maliyetler hesaplanarak karşılaştırılmaktadır.

Örnek çimento işletmesinde uygulanabilecek beş karbon azaltım senaryosu ve farklılaşan gelir ve maliyet bilgileri tablo 35’de gösterilmektedir. Tablo 35’e göre; işletme her durum için mevcut üretim düzeyini ve satışlarını koruyarak farklı tutarlarda karbon maliyetlerine maruz kalmaktadır. Bu da satın alması gereken karbon kredisi miktarını değiştirerek faaliyet sonuçlarına yansımaktadır.

Tablo 35: Örnek Karbon Azaltım Senaryoları

I Mevcut Durum	II Alternatif Hammadde	III Alternatif Yakıt	IV Atık Isıdan Enerji Geri Kazanımı	V Temiz Enerji
Mevcut salınımı koruyarak CO ₂ kotası satın alma	Klinker oranını azaltarak CO ₂ salınımı azaltma	Fosil Yakıt yerine alternatif yakıt ve biyoyakıt kullanarak CO ₂ salınımı azaltma	Yatırım yaparak CO ₂ azaltma ve kota satış sertifikası elde etme	Yatırım yaparak CO ₂ azaltma ve kota satış sertifikası elde etme
Faaliyet Geliri	Faaliyet Geliri - Hammadde maliyeti tasarruf değeri	Faaliyet Geliri - Yakıt maliyeti tasarruf değeri	Faaliyet Geliri - Teşvik - Kota Satış Geliri - Dışarıdan satın alınmayan elektriğin tasarruf değeri	Faaliyet Geliri - Teşvik - Kota Satış Geliri - Temiz Enerji Satış Geliri
Faaliyet Giderleri (-) - Karbon Kredisi ödemesi	Faaliyet Giderleri (-) - Yatırım Tutarı - Daha az karbon kredisi ödemesi	Faaliyet Giderleri (-) - Yatırım Tutarı - Daha az karbon kredisi ödemesi	Faaliyet Giderleri (-) - Yatırım Tutarı - Daha az karbon kredisi ödemesi	Faaliyet Giderleri (-) - Yatırım Tutarı - Daha az karbon kredisi ödemesi
Faaliyet Kârı	Faaliyet Kârı	Faaliyet Kârı	Faaliyet Kârı	Faaliyet Kârı

Analizin gerçekleştirilmesi amacıyla öncelikle; yapılan görüşmelerden elde edilen veriler ve seçilen bir işletmenin faaliyet verilerine göre varsayımsal bir çimento üretimi senaryosu tasarlanmıştır. İşletmenin faaliyet konusu; dökme ve torba çimento üretimi, satışı ve naklidir. Tasarlanan senaryoya göre; yıllık 1.400.000 t_{klinker} ve 1.800.000 t_{çimento} üretim kapasitesine sahip işletmenin ilgili yılda % 90 kapasite kullanımıyla 1.260.000 t_{klinker} ürettiği hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned}\text{Üretilen Klinker Miktarı} &= \text{Üretim Kapasitesi} \times \text{Kapasite Kullanım Oranı} \\ &= 1.400.000 \times 0,90 \\ &= 1.260.000 \text{ t}_{\text{klinker}}\end{aligned}$$

Üretilen çimento miktarının hesaplanmasında dünya ortalaması olan klinker/ çimento oranı % 75 alınarak işletmenin ilgili yılda toplamda 1.680.000 t_{çimento} CEM I (% 95 klinker katkılı portland çimento) ve CEM II (% 65 klinker katkılı portland cürüflu çimento) olmak üzere iki tip ürün ürettiği varsayılarak hesaplamalar yapılmıştır.

$$\begin{aligned}\text{Üretilen Çimento Miktarı} &= \frac{\text{Kullanılan Klinker Miktarı}}{\text{Klinker / Çimento Oranı}} \\ &= 1.260.000 \text{ t}_{\text{klinker}} / 0,75 \text{ Klinker/ Çimento} \\ &= 1.680.000 \text{ t}_{\text{çimento}} \text{ CEM I ve CEM II Toplamı}\end{aligned}$$

Örnek işletmenin mevcut yakıt karması hesaplamaları için; görüşülen işletmeden alınan bilgiler ve Avrupa Çimento Araştırmalar Akademisi'nin (ECRA) hazırlamış olduğu varsayımsal örnekten yararlanılarak işletmenin termal enerji kullanımının % 85 fosil yakıt, % 10 alternatif yakıt ve % 5 biyoyakıt karmasından oluştuğu varsayılmıştır.

Hesaplamalarda kullanılan birim elektrik tüketimi Türkiye ortalaması 110 kW/ t_{çimento} olarak alınmıştır. Dışarıdan satın alınan elektrik birim fiyatı olarak 0,24 TL/ kW alınmıştır. Karbon azaltım yatırımlarıyla azaltılan karbon miktarını hesaplamak için İngiltere Çevre Gıda ve Köy İşleri Daire Başkanlığı (DEFRA) karbon tasarruf oranı 0,542 kullanılmıştır. Bu oran 1 kW temiz enerji üretiminin karbon azaltım etkisini göstermektedir.

Yabancı paralı işlemlerin hesaplanmasında TCMB Döviz alış kuru değerleri kullanılmıştır. Karşılaştırmada kullanılacak temel varsayımlar ve örnek işletme verileri kaynaklarıyla birlikte tablo 36'da gösterilmektedir.

Tablo 36: Örnek İşletme Verileri- Temel Varsayımlar

Göstergeler	Birim	İşletme Verileri	Referans
Üretim Modeli		Kuru Yöntem	Örnek İşletme
Yıllık Klinker Kapasitesi	t klinker/yıl	1.400.000	Örnek İşletme
Yıllık Çimento Kapasitesi	t çimento/yıl	1.800.000	Örnek İşletme
Günlük Klinker Kapasitesi	t klinker/gün	4.000	Örnek İşletme
Klinker/ Çimento Oranı	%	75	ECRA
Fırın Pişirme Kalorisi	kCal/ kg	780	Örnek İşletme
Klinker Üretim Miktarı	t klinker/yıl	1.260.000	Senaryo
Yıllık Çimento Üretimi	t çimento/yıl	1.680.000	Senaryo
Klinker/ Çimento Oranı			
CEM I	%	95	
CEM II	%	65	TS EN 197-1
Yakıt Tüketimi:			
Fosil Yakıt	%	85	
Alternatif Yakıt	%	10	
Biyoyakıt	%	5	Örnek İşletme ve ECRA
Yakıt Enerji Tüketimi	MJ/t klinker	3.510	ECRA
Elektrik Enerji Tüketimi	kWs/t çimento	110	ÇŞB MET Kılavuzu, 2016
Tesis Toplam CO ₂ Salınım Miktarı	t CO ₂	1.071.219	Analiz Sonucu
Ton Klinker Başına Toplam CO ₂ Salınımı	kg CO ₂ /t klinker	850	Analiz Sonucu
Ton Klinker Başına Yakıt Kaynaklı CO ₂ Salınımı	kg CO ₂ /t klinker	325	Analiz Sonucu
Birim Çimento Brüt CO ₂ Salınımı	kg CO ₂ /t çimento	638	Analiz Sonucu
Temiz Enerji Birim CO ₂ Tasarruf Miktarı	kg CO ₂ /kWs	0,542	DEFRA
Petrokok Maliyeti	TL/t	315	Örnek İşletme
İthal Kömür Maliyeti	TL/t	370	Örnek İşletme
Yerli Kömür Maliyeti	TL/t	250	Örnek İşletme
Katı Atık (RDF) Maliyeti	TL/t	100	Örnek İşletme
Arıtma Çamuru Maliyeti	TL/t	86	Örnek İşletme
Birim Karbon Kotası Maliyeti	€/ t CO ₂	5,4	European Energy Exchange
Birim Elektrik Satın Alma Maliyeti	TL/ kWs	0,24	Örnek İşletme
Klinker Üretim Maliyeti	TL/t	88	Örnek İşletme
Cüruf Maliyeti	TL/t	50	Örnek İşletme
Birim Çimento Satış Fiyatı			
CEM I	TL/t	145	
CEM II		155	Örnek İşletme
Kur Değerleri*			
Euro	€	4,52	
Dolar	\$	3,85	
*08/12/2017 Tarihli TC Merkez Bankası Döviz Alış Kuru			TCMB Döviz Alış Kuru

İşletmenin karbon salınım verileri hesaplanırken Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın "İzleme ve Raporlama Tebliği Sektörel Hesaplama Örnekleri" kılavuzundaki çimento tesisi örneği ve görüşülen işletmenin çevre uzmanının vermiş olduğu bilgilerden yararlanılmıştır. Hesaplama; "29068 sayılı Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi ve Raporlanması Hakkında Tebliğ" in Ek- 5'inde yer alan "Hesaplama Faktörleri İçin Referans Değerler" tablosu ve IPCC 2006 kılavuzunda yer alan emisyon faktörleri ve net kalorifik değerler, kullanılan yakıt türüne göre belirlenerek seçilmiştir. Proses kaynaklı salınımların hesaplanması için IPCC'nin uyguladığı 0,525 tCO₂/tklinker sabit katsayısı uygulanmıştır.

İşletmenin yakıt karması bilgileri örnek işletmeden alınmıştır. Buna göre işletme; fosil yakıt karomasında, % 15 petrokok, % 60 ithal kömür, % 10 yerli kömür, alternatif yakıt olarak % 3 atık yağ, % 7 katı atık (RDF) ve biyoyakıt olarak da % 5 arıtma çamuru kullanmaktadır.

İşletmenin tasarlanan senaryolardaki yakıt tüketim miktarlarının hesaplanmasında örnek işletmeden edinilen yakıt ortalama ısıl değerleri ve fırın pişirme kalorisi verilerinden yararlanılarak ton klinker üretimi başına ortalama birim yakıt tüketimleri aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Öztürk, 2016: 21). Hesaplama fırın pişirme kalorisi 780 kcal/ kg klinker olarak alınmıştır.

$$\text{Pişirme Kalorisi} = \text{Yakıt Kalorisi} \times \frac{\text{Tüketilen Yakıt}}{\text{Üretilen Klinker}}$$

Buna göre hesaplanan bir ton klinker üretimi için yakıt tüketim miktarları örnek işletmeden alınan birim ısıl değerlerine göre hesaplanarak sonuçlar tablo 37'deki gibi elde edilmiştir.

Tablo 37: Örnek İşletme Yakıt Karması

Yakıt Türü	Birim Isıl Değeri	Ton Klinker Başına Tüketim (kg)
Petrokok	7.700 kCal/kg	101,29
İthal Kömür	6.000 kCal/kg	130,00
Yerli Kömür	4.500 kCal/kg	173,33
Atık Yağ	8.000 kCal/kg	97,50
Katı Atık (RDF)	3.500 kCal/kg	222,85
Arıtma Çamuru	2.000 kCal/kg	390,00

Tablo 37’de elde edilen birim yakıt tüketim miktarları tasarlanan senaryolarda tüketilen yakıt varsayımına göre hesaplanarak işletmenin karbon salınım miktarı hesaplanmıştır.

1. Senaryo Analizi: İşletmenin karşılaştacağı ilk durum; mevcut koşullar altında üretimine devam ettiğinde gerçekleştirdiği karbon salınımının tahsis edilen salınım kotası ile karşılaştırılmasıdır.

Buna göre karbon kota tahsisatının uygulanması durumunda işletme üç durumla karşılaşabilecektir. Bunlar;

Birim karbon salınımı $> 0,80 \text{ t CO}_2 / \text{t}_{\text{klinker}}$ - kota satın alınmalı,

Birim karbon salınımı $= 0,80 \text{ t CO}_2 / \text{t}_{\text{klinker}}$ - kota satın alınmamalı,

Birim karbon salınımı $< 0,80 \text{ t CO}_2 / \text{t}_{\text{klinker}}$ - kota fazlası piyasada satılmalıdır.

Çimento tesisinde mevcut üretim koşullarında 1.260.000 $\text{t}_{\text{klinker}}$ ’in üretilmesinde kullanılan yakıtlar ve miktarları aşağıdaki gibidir:

Tablo 38: Birinci Senaryo Yakıt Karması, Tüketimi ve Karbon Salınım Miktarı

Yakıt Türü	Yakıt Tüketim Isıl Yüzdesi	Ton Klinker Başına Ortalama Tüketim (kg)	Toplam Tüketim Miktarı	Karbon Salınımı (tCO ₂)
Petrokok	15,00	15,19	19.143,81	60.661,95
İthal Kömür	60,00	78,00	98.280,00	262.183,52
Yerli Kömür	10,00	17,33	21.839,58	53.303,43
Atık Yağ	3,00	2,93	3.685,50	10.859,92
Katı Atık (RDF)	7,00	15,60	19.655,37	22.710,21
Aritma Çamuru	5,00	19,50	24.570,00	0,00
Toplam				409.719,02

İşletmenin 1.260.000 $\text{t}_{\text{klinker}}$ üretiminde kullanmış olduğu yakıt karmasına göre enerji kaynaklı salınımları ve proses salınımları aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\sum_{k=1}^n \binom{n}{k} (FV_k \times NKD_k \times EF_k \times (1 - BO)_k \times YF_k) + \sum_{k=1}^n \binom{n}{k} (FV_k \times EF_k \times (1 - BO)_k \times DF_k)$$

Toplam yıllık CO₂ salınımları (tesis) = CO₂ salınımları (enerji kaynaklı) + CO₂ salınımları (proses)

Toplam yıllık CO₂ salınımları = 409.719 t CO₂ /enerji + 661.500 t CO₂/proses

Toplam yıllık CO₂ salınımları = 1.071.219 t CO₂

Buna göre; işletmenin toplam karbon salınım miktarı 1.071.219 t CO₂ olarak, birim salınımı ise 0,85 t CO₂/ t_{klinker} ve 0,63 t CO₂/t_{çimento} olarak gerçekleşmiştir.

İşletmenin tahsis edilen kota sınırı 0,80 t CO₂/ t_{klinker} olduğuna göre satın alması gereken karbon kotası miktarı (KKM₁);

$$KKM_1 = ((\text{Gerçekleşen Karbon Salınım Miktarı} - (\text{Üretim Miktarı} \times \text{Tahsis Edilen Birim Sınır}))$$

$$KKM_1 = 1.071.219 \text{ t CO}_2 - (1.260.000 \text{ t}_{\text{klinker}} \times 0,80 \text{ t CO}_2 / \text{t}_{\text{klinker}})$$

$$KKM_1 = 63.219 \text{ t CO}_2$$

Karbon kredisi için ödenecek toplam tutar (KKÖTT₁);

$$KKÖTT_1 = \text{Birim karbon kredisi tutarı} \times \text{Satın alınacak kota miktarı} \times \text{Döviz kuru}$$

$$KKÖTT_1 = 5,40 \text{ €} \times 63.219 \text{ t CO}_2 \times 4,52 \text{ TL/ €}$$

$$KKÖTT_1 = 1.543.049,81 \text{ TL olarak hesaplanır.}$$

İşletmenin karbon salınımlarını azaltmak için hiçbir çaba sarfetmemesi durumunda mevcut yakıt karması ve üretim miktarına göre ulusal emisyon ticaret sisteminin olması durumunda karşılaşılabilecek maliyet tablo 39’da gösterilmektedir.

Tablo 39: Karbon Kredisi Satın Alınması Durumunda Karbon Maliyeti

İşletmenin Yıllık Üretim Miktarı (ton klinker)	1.260.000
Yıllık Karbon Kotası Salınım Hakkı (t CO ₂)	1.008.000
Yıllık Fiili Karbon Salınım Miktarı (t CO ₂)	1.071.219
Satın Alması Gereken Karbon Kredisi Miktarı (t CO ₂)	63.219
Satın Alması Gereken Karbon Kredisi Tutarı (€)	341.382,70
Satın Alması Gereken Karbon Kredisi Tutarı TL	1.543.049,81

Bu hesaplamalara göre işletme karbon kotasını aştığı için AB ETS birimleri ortalama fiyatından yapılan değerlendirmeye göre ilgili yıl için 1.543.049,81 TL karbon kredisi maliyetine katlanmaktadır.

AB ETS sisteminde faaliyet gösteren işletmelerin karbon hak ve yükümlülüklerini finansal raporlarında net yükümlülük yaklaşımına göre izlediği gözlemlenmektedir. Net yükümlülük yaklaşımına göre; işletme bedelsiz elde edilen karbon haklarını kaydetmemekte, dönem sonunda gelir oluşursa satışların maliyetinden düşmekte ya da gerçekleşen karbon maliyetini satışların maliyetine eklemektedir (Lafarge 2014 Yılı Finansal Raporu, Dn.25). Buna göre işletme; dönem içinde karbon maliyetlerini geçmiş dönem performanslarına göre bütçeleterek

karşılık ayırması ve karbon maliyetlerini birleşik maliyet olarak ele alıp ürün karmasının klinker/ çimento oranına ve üretim miktarına göre ürün maliyetine dağıtması uygun görülmektedir.

2. Senaryo Analizi: İşletme ikinci durumda; ürün hammadde içeriğini değiştirerek yoğun karbon salınımına neden olan klinker oranını azaltıp katkıli çimento üretimi yapmaktadır.

İşletme eğer ürettiği 1.260.000 t_{klinker} 'in tümüyle % 95 klinker katkıli CEM I üretirse, toplam 1.326.315 t CEM I tipi çimento üretebilmektedir. İşletmenin klinker oranını azaltarak aynı satış gelirini elde edeceği miktarda % 65 cüruf katkıli CEM II tipi çimento üretmesi için gerekli klinker üretim miktarı (CEM II ÜM) aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$\text{CEM II ÜM} = (\text{Üretilen CEM I Miktarı} \times \text{CEM I Birim Satış Fiyatı}) / \text{CEM II Birim Satış Fiyatı}$$

$$\text{CEM II ÜM} = (1.326.315 t_{\text{CEM I}} \times 145 \text{ TL}/t_{\text{CEM I}}) / 155 \text{ TL}/t_{\text{CEM II}}$$

$$\text{CEM II ÜM} = 192.315.675 \text{ TL} / 155 \text{ TL}/t_{\text{CEM II}}$$

$$\text{CEM II ÜM} = 1.240.746 t_{\text{CEM II}}$$

Buna göre; işletmenin aynı düzeydeki satış gelirine ulaşmak için 1.240.746 t CEM II satması gerekmektedir. CEM II tipi çimento % 65 klinker katkısıyla üretildiğinde göre, üretilmesi gereken klinker miktarı;

$$\text{CEM II için Gerekli Klinker Miktarı} = \text{CEM II ÜM} \times \text{Katkı Oranı}$$

$$\text{CEM II için Gerekli Klinker Miktarı} = 1.240.746 \times 0,65$$

$$\text{CEM II için Gerekli Klinker Miktarı} = 806.485 t_{\text{klinker}} \text{ olarak hesaplanmaktadır.}$$

Bu üretim düzeyinde işletmenin yakıt tüketimi miktarı da değişecektir. Üretilen klinker miktarının azalması hem tüketilecek yakıtın azalmasına bağlı enerji kaynaklı salınımlarını hem de proses salınımlarını azaltacaktır. Yakıt tüketim miktarları ve salınım miktarları tablo 40'da gösterilmektedir.

Tablo 40: İkinci Senaryo Yakıt Karması, Tüketimi ve Karbon Salınım Miktarı

Yakıt Türü	Yakıt Tüketim Isıl Yüzdesi	Ton Klinker Başına Ortalama Tüketim (kg)	Toplam Tüketim Miktarı	Karbon Salınımı (tCO ₂)
Petrokok	15,00	15,19	12.253,33	38.827,74
İthal Kömür	60,00	78,00	62.905,83	167.815,14
Yerli Kömür	10,00	17,33	13.978,80	34.117,79
Atık Yağ	3,00	2,93	2.358,97	6.951,08
Katı Atık (RDF)	7,00	15,60	12.580,76	14.536,06
Aritma Çamuru	5,00	19,50	15.726,46	0,00
Toplam				262.247,81

İşletmenin 806.485 t/_{klinker} üretiminde kullanmış olduğu yakıt karmasına göre enerji kaynaklı salınımları ve proses salınımları aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\sum_{k=1}^n \binom{n}{k} (FV_k \times NKD_k \times EF_k \times (1 - BO)_k \times YF_k) + \sum_{k=1}^n \binom{n}{k} (FV_k \times EF_k \times (1 - BO)_k \times DF_k)$$

Toplam yıllık CO₂ salınımları (tesis) = CO₂ salınımları (enerji kaynaklı) + CO₂ salınımları (proses)

Toplam yıllık CO₂ salınımları (tesis) = 262.247 t CO₂ /enerji + 423.405 t CO₂ /proses

Toplam yıllık CO₂ salınımları (tesis) = 685.652 t CO₂

Buna göre; işletmenin toplam karbon salınım miktarı 685.652 t CO₂ olarak, birim salınımı ise 0,85 t CO₂/ t_{klinker} ve 0,55 t CO₂/ t_{çimento} olarak gerçekleşecektir.

İşletmenin tahsis edilen kota sınırı 0,80 t CO₂/ t_{klinker} olduğuna göre satın alması gereken karbon kotası miktarı (KKM₂);

$$KKM_2 = ((\text{Gerçekleşen Karbon Salınım Miktarı} - (\text{Üretim Miktarı} \times \text{Tahsis Edilen Birim Sınır}))$$

$$KKM_2 = 685.652 \text{ t CO}_2 - (806.485 \text{ t}_{\text{klinker}} \times 0,80 \text{ t CO}_2 / \text{t}_{\text{klinker}})$$

$$KKM_2 = 40.464 \text{ t CO}_2 \text{ şeklinde hesaplanabilir.}$$

Karbon kredisi için ödenecek toplam tutar (KKÖTT₂);

$$KKÖTT_2 = \text{Birim karbon kredisi tutarı} \times \text{Satın alınacak kota miktarı} \times \text{Döviz kuru}$$

$$KKÖTT_2 = 5,40 \text{ €} \times 40.464 \text{ t CO}_2 \times 4,52 \text{ TL/ €}$$

$$KKÖTT_2 = 987.655,97 \text{ TL olarak hesaplanmaktadır.}$$

2. Senaryoya göre; işletmenin aynı satış gelirini elde edebileceği miktarda sadece CEM I tipi çimento ve sadece CEM II tipi çimento üretiminde karşılaşılabilecek karbon maliyetleri tablo 41’de karşılaştırılmaktadır.

Tablo 41: Alternatif Hammadde Kullanımında Karbon Maliyetlerinin Karşılaştırılması

	CEM I % 95 Klinker Katkılı Çimento	CEM II % 65 Klinker Katkılı Çimento
İşletmenin Yıllık Üretim Miktarı ($t_{\text{çimento}}$)	1.326.315	1.240.746
İşletmenin Yıllık Üretim Miktarı (t_{klinker})	1.260.000	806.487
Yıllık Karbon Kotası Salınım Hakkı (t CO ₂)	1.008.000	645.188
Yıllık Karbon Salınım Miktarı (t CO ₂)	1.071.219	685.652
Birim Karbon Salınım Miktarı (t CO ₂ / t_{klinker})	0,85	0,85
Birim Karbon Salınım Miktarı (t CO ₂ / $t_{\text{çimento}}$)	0,80	0,55
Satın Alması Gereken Karbon Kredisi Miktarı (t CO ₂)	63.219	40.464
Satın Alması Gereken Karbon Kredisi Tutarı (€)	341.382,70	218.507,96
Satın Alması Gereken Karbon Kredisi Tutarı TL	1.543.049,81	987.655,97
FARK	555.393,84	

İşletmenin karbon salınımını en yoğun gerçekleştirdiği klinker üretimini azaltarak sadece CEM II cüruflu çimento üretmesi durumunda ödemesi gerekecek karbon kredisi tutarı 1.543.049,81 TL'den 987.655,97 TL'ye düşecektir. Uygulamada işletmelerin kapasitelerini azaltmaları söz konusu olmasa da, işletme bu uygulamayla karbon maliyetini 555.393,84 TL azaltabilecektir. Ayrıca; işletme 1.260.000 t_{klinker} yerine 806.485 t_{klinker} üreterek 453.515 t_{klinker} 'in üretim maliyetinden kaçınabilecek, yerine ikame ettiği cürufla maliyetiyle farkı arasındaki tutar kadar tasarruf edecektir.

$$\begin{aligned}\text{Üretimi azaltılan klinker miktarı} &= 1.260.000 \, t_{\text{klinker}} - 806.485 \, t_{\text{klinker}} \\ &= 453.515 \, t_{\text{klinker}}\end{aligned}$$

Bir t_{klinker} 'in üretim maliyeti 88 TL/t ve bir $t_{\text{cüruf}}$ satın alma maliyeti 50 TL olduğuna göre hammadde değiştirmeden kaynaklı toplamda edinilecek tasarruf tutarı;

$$\text{Hammadde Tasarruf Tutarı} = (88 \, \text{TL}/t_{\text{klinker}} - 50 \, \text{TL}/t_{\text{cüruf}}) \times 453.515 \, t_{\text{klinker}}$$

Hammadde Tasarruf Tutarı = 17.233.570 TL'dir.

İşletme klinker üretim miktarındaki azalışa bağlı üretim maliyetinden tasarruf ederken, çimento üretim miktarı da azalacağı için satış gelirleri de düşecektir. İşletme mevcut durumda 1.680.000 $t_{\text{çimento}}$ üretilip satacakken, yeni çimento üretimi 1.240.746 t_{CEMII} olacaktır. Klinker üretim maliyeti satış fiyatından çıkarılarak elde edilen kâra göre brüt kâr azalmaktadır.

Buna göre sadece CEM II üretildiğinde mevcut duruma göre brüt kârdaki azalış (BKA);

$BKA = (\text{Mevcut Üretilen Çimento Miktarı} - \text{Üretilen CEM II Miktarı}) \times (\text{CEM I Birim Satış Fiyatı} - \text{Klinker Maliyeti})$

$BKA = (1.680.000 t_{\text{çimento}} - 1.240.746 t_{\text{CEMII}}) \times (145 \text{ TL/ } t_{\text{CEMI}} - 88 \text{ TL/ } t_{\text{klinker}})$

$BKA = 439.254 t_{\text{çimento}} \times (145 \text{ TL/ } t_{\text{CEMI}} - 88 \text{ TL/ } t_{\text{klinker}})$

$BKA = 25.037.478 \text{ TL olur.}$

Bu durumda işletme hammadde değişimiyle elde edeceği tasarruftan daha yüksek tutarda satış geliri kaybına uğramaktadır. Bu kayıp da doğrudan üretim miktarının azalmasına bağlıdır.

Çimento hammaddeleri doğal özellikleri açısından bölgeden bölgeye değişmesine rağmen çimento standart bir ürün olarak üretilmektedir. Dolayısıyla; ürünler standartlarda belirtilen katkı türlerine ve oranlarına bağlı olarak kendi içlerinde de değişim gösterebilirler. Bu nedenle; hem üretici hem de tüketici açısından maliyet önemli bir belirleyicidir.

Katkılı çimento üretimi atıkların da geri kazanılmasına katkıda bulunurken hem karbon maliyetlerinin azaltılmasında hem de küresel karbon salınımının azaltılmasında etkili olmaktadır. Hazır beton sektöründeki gelişmeler, sürdürülebilir yapıların yaygınlaşması daha çevreci ürünlerin tasarımına öncülük etmiştir. Bu ürünlerin geliştirilmesi için ayrılacak Ar- Ge kaynaklarının yönetimi, gerekli test ve kontroller, markanın yaratılması ve tutundurulması faaliyetleri, alternatif hammaddeye ulaşım olanakları, kullanılacak katkı maddesinin satın alma, nakliye, depolama ve hazırlama maliyetleri de alınacak kararlarda etkili olmaktadır.

3. Senaryo Analizi: İşletme üçüncü durumda; yoğun karbon salınımına neden olan fosil yakıtlar yerine alternatif yakıtlar kullanmaktadır. Analizde fosil yakıt olarak sadece kömür kullanılmıştır ve kömür kullanımında gerekli ısı değerinin elde edilmesi amacıyla %25 ithal kömür %25 yerli kömür karmasına göre hesaplamalar yapılmıştır. Buna göre; alternatif yakıt kullanımı senaryosunun karşılaştırılabilirliği için dört alt senaryo tasarlanarak A, B, C ve D Karması olarak adlandırılmıştır.

A Karmasında % 50 ithal kömür ve % 50 yerli kömür kullanımı, B Karmasında % 25 ithal kömür, % 25 yerli kömür ve % 50 katı atık (RDF) kullanımı,

C Karmasında % 25 ithal kömür, % 25 yerli kömür, % 30 katı atık (RDF) ve % 20 arıtma çamuru kullanımı sonucu gerçekleşecek salınımlar ve maliyetleri hesaplanmıştır. Ayrıca; D Karmasında karbon maliyetlerinin azaltılmasında kümülatif etkisini görmek amacıyla; 2. Senaryoda gerçekleştirilen sadece CEM II üretimi salınımları alternatif yakıt karmasıyla yeniden hesaplanarak karşılaştırılmaktadır.

İşletme eğer yakıt olarak % 100 kömür kullanırsa (A Karması) 1.260.000 t_{klinker} üretmek için 81.900 t ithal ve 109.197,90 t yerli olmak üzere toplamda 191.097,90 t kömür tüketmektedir. Buna göre salınım miktarı aşağıdaki gibi gerçekleşir.

Tablo 42: Üçüncü Senaryo A Karması Yakıt Tüketimi ve Karbon Salınım Miktarı

Yakıt Türü	Yakıt Tüketim Isıl Yüzdesi	Ton Klinker Başına Ortalama Tüketim (kg)	Toplam Tüketim Miktarı	Karbon Salınımı (tCO ₂)
İthal Kömür	50,00	65,00	81.900	218.486,27
Yerli Kömür	50,00	86,67	109.197,90	266.517,13
Toplam				485.003,40

İşletmenin 1.260.000 t_{klinker} üretiminde % 100 kömür kullanması durumunda enerji kaynaklı salınımları ve proses salınımları aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

Toplam yıllık CO₂ salınımları (tesis) = CO₂ salınımları (enerji kaynaklı) + CO₂ salınımları (proses)

Toplam yıllık CO₂ salınımları (tesis) = 485.003 t CO₂/enerji + 661.500 t CO₂/proses

Toplam yıllık CO₂ salınımları (tesis) = 1.146.503 t CO₂

Buna göre; işletmenin toplam karbon salınım miktarı 1.146.503 t CO₂ olarak, birim salınımı ise 0,90 t CO₂/ t_{klinker} olarak gerçekleşmiştir.

İşletmenin tahsis edilen kota sınırı 0,80 t CO₂/ t_{klinker} olduğuna göre satın alması gereken karbon kotası miktarı (KKM_{3A});

KKM_{3A} = ((Gerçekleşen Karbon Salınım Miktarı – Üretim Miktarı x Tahsis Edilen Birim Sınır))

KKM_{3A} = 1.146.503 t CO₂ – (1.260.000 t_{klinker} x 0,80 t CO₂/ t_{klinker})

KKM_{3A} = 138.503 t CO₂ şeklinde hesaplanabilir.

Karbon kredisi için ödenecek toplam tutar (KKÖTT_{3A});

KKÖTT_{3A} = Birim karbon kredisi tutarı x Satın alınacak kota miktarı x Döviz kuru

$$KKÖTT_{3A} = 5,40 \text{ €} \times 138.503 \text{ t CO}_2 \times 4,52 \text{ TL/€}$$

$KKÖTT_{3A} = 3.380.590,95 \text{ TL}$ olarak hesaplanmaktadır.

İşletme % 50 kömür yerine % 50 katı atık kullanırsa (B Karması) işletmenin yakıt tüketimi ve karbon salınımı aşağıdaki gibi olacaktır:

Tablo 43: Üçüncü Senaryo B Karması Yakıt Tüketimi ve Karbon Salınım Miktarı

Yakıt Türü	Yakıt Tüketim Isıl Yüzdesi	Ton Klinker Başına Ortalama Tüketim (kg)	Toplam Tüketim Miktarı	Karbon Salınımı (tCO ₂)
İthal Kömür	25,00	32,50	40.950	109.243,13
Yerli Kömür	25,00	43,33	54.598,95	133.258,57
Katı Atık (RDF)	50,00	111,43	140.395,50	162.215,77
Toplam				404.717,47

İşletmenin 1.260.000 t_{klinker} üretiminde % 50 kömür karışımı ve % 50 katı atık kullanması durumunda enerji kaynaklı salınımları ve proses salınımları aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam yıllık CO}_2 \text{ salınımları (tesis)} = \text{CO}_2 \text{ salınımları (enerji kaynaklı)} + \text{CO}_2 \text{ salınımları (proses)}$$

$$\text{Toplam yıllık CO}_2 \text{ salınımları (tesis)} = 404.717 \text{ t CO}_{2/\text{enerji}} + 661.500 \text{ t CO}_{2/\text{proses}}$$

$$\text{Toplam yıllık CO}_2 \text{ salınımları (tesis)} = 1.066.217 \text{ t CO}_2$$

Buna göre; işletmenin toplam karbon salınım miktarı 1.066.217 t CO₂ olarak, birim salınımı ise 0,84 t CO₂/ t_{klinker} olarak gerçekleşmiştir.

İşletmenin tahsis edilen kota sınırı 0,80 t CO₂/ t_{klinker} olduğuna göre satın alması gereken karbon kotası miktarı (KKM_{3B});

$$KKM_{3B} = ((\text{Gerçekleşen Karbon Salınım Miktarı} - (\text{Üretim Miktarı} \times \text{Tahsis Edilen Birim Sınır}))$$

$$KKM_{3B} = 1.066.217 \text{ t CO}_2 - (1.260.000 \text{ t}_{\text{klinker}} \times 0,80 \text{ t CO}_2 / \text{t}_{\text{klinker}})$$

$$KKM_{3B} = 58.217 \text{ t CO}_2 \text{ şeklinde hesaplanmaktadır.}$$

Karbon kredisi için ödenecek toplam tutar (KKÖTT_{3B});

$$KKÖTT_{3B} = \text{Birim karbon kredisi tutarı} \times \text{Satın alınacak kota miktarı} \times \text{Döviz kuru}$$

$$KKÖTT_{3B} = 5,40 \text{ €} \times 58.217 \text{ t CO}_2 \times 4,52 \text{ TL/€}$$

$$KKÖTT_{3B} = 1.420.971,96 \text{ TL}$$
 olarak hesaplanmaktadır.

İşletme % 50 kömür yerine % 30 katı atık ve % 20 arıtma çamuru kullanırsa (C Karması), işletmenin yakıt tüketimi ve karbon salınımı aşağıdaki gibi olacaktır:

Tablo 44: Üçüncü Senaryo C Karması Yakıt Tüketimi ve Karbon Salınım Miktarı

Yakıt Türü	Yakıt Tüketim Isıl Yüzdesi	Ton Klinker Başına Ortalama Tüketim (kg)	Toplam Tüketim Miktarı	Karbon Salınımı (tCO ₂)
İthal Kömür	25,00	32,50	40.950	109.243,13
Yerli Kömür	25,00	43,33	54.598,95	133.258,57
Katı Atık (RDF)	30,00	66,86	84.237,30	97.329,46
Aritma Çamuru	20,00	78,00	98.280	0,00
Toplam				339.831,16

İşletmenin 1.260.000 t_{klinker} üretiminde % 50 kömür karışımı % 30 katı atık ve % 20 arıtma çamuru kullanması durumunda enerji kaynaklı salınımları ve proses salınımları aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

Toplam yıllık CO₂ salınımları (tesis) = CO₂ salınımları (enerji kaynaklı) + CO₂ salınımları (proses)

Toplam yıllık CO₂ salınımları (tesis) = = 339.831 t CO₂/enerji + 661.500 t CO₂/proses

Toplam yıllık CO₂ salınımları (tesis) = 1.001.331 t CO₂

Buna göre; işletmenin toplam karbon salınım miktarı 1.001.331 t CO₂ olarak, birim salınımı ise 0,79 t CO₂/ t_{klinker} olarak gerçekleşmiştir.

İşletmenin tahsis edilen kota sınırı 0,80 t CO₂/ t_{klinker} olduğuna göre satın alması gereken karbon kotası miktarı (KKM_{3C});

KKM_{3C} = ((Gerçekleşen Karbon Salınım Miktarı – (Üretim Miktarı x Tahsis Edilen Birim Sınır))

KKM_{3C} = 1.001.331 t CO₂ – (1.260.000 t_{klinker} x 0,80 t CO₂/ t_{klinker}) = -6.669 t CO₂ şeklinde hesaplanabilir.

İşletme bu yakıt karması ve üretim miktarıyla salınım kotasını aşmamış böylece; 6.669 t CO₂ karbon kotası fazlası elde etmiştir. Elde edilen bu hak fazlası karbon piyasasında aynı değerle satıldığında;

Karbon kredisi fazlası satışından elde edilecek toplam gelir (KKSG_{3C});

KKSG_{3C} = Birim karbon kredisi tutarı x Satılacak kota miktarı x Döviz kuru

KKSG_{3C} = 5,40 € x 6.669 t CO₂ x 4,52 TL/€

KKSG_{3C} = 162.773,04 TL olacaktır.

İşletme karbon maliyetlerini azaltmak amacıyla hem katkılı çimento üretiminde bulunup hemde alternatif yakıtlarla azaltımına katkıda bulunabilir. Buna göre; 2. Senaryo analizinde değerlendirilen sadece CEM II üretimi durumunda 806.485 t_{klinker} üretimi ve yakıt tercihi olarak % 50 kömür, % 30 katı yakıt ve % 20

arıtma çamuru olması durumunda (D Karması); işletmenin yakıt tüketimi ve karbon salınımı aşağıdaki gibi olacaktır:

Tablo 45: Üçüncü Senaryo D Karması Yakıt Tüketimi ve Karbon Salınım Miktarı

Yakıt Türü	Yakıt Tüketim Isıl Yüzdesi	Ton Klinker Başına Ortalama Tüketim (kg)	Toplam Tüketim Miktarı	Karbon Salınımı (tCO ₂)
İthal Kömür	25,00	32,50	26.210,83	69.923,15
Yerli Kömür	25,00	43,33	34.947,10	85.294,68
Katı Atık (RDF)	30,00	66,86	53.921,72	62.302,23
Arıtma Çamuru	20,00	78,00	62.905,99	0,00
Toplam				217.520,07

İşletmenin 806.485 t_{klinker} üretiminde enerji kaynaklı salınımları ve proses salınımları aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

Toplam yıllık CO₂ salınımları (tesis) = CO₂ salınımları (enerji kaynaklı) + CO₂ salınımları (proses)

Toplam yıllık CO₂ salınımları (tesis) = 217.520 t CO₂/enerji + 423.405 t CO₂/proses

Toplam yıllık CO₂ salınımları (tesis) = 640.925 t CO₂

Buna göre; işletmenin toplam karbon salınım miktarı 640.925 t CO₂ olarak, birim salınımı ise 0,79 t CO₂/ t_{klinker} olarak gerçekleşmiştir.

İşletmenin tahsis edilen kota sınırı 0,80 t CO₂/ t_{klinker} olduğuna göre satın alması gereken karbon kotası miktarı (KKM_{3D});

KKM_{3D} = ((Gerçekleşen Karbon Salınım Miktarı – Üretim Miktarı x Tahsis Edilen Birim Sınır))

KKM_{3D} = 640.925 t CO₂ – (806.485 t_{klinker} x 0,80 t CO₂/ t_{klinker}) = -4.265 t CO₂ şeklinde hesaplanabilir.

İşletme bu yakıt karması ve üretim miktarıyla salınım kotasını aşmamış böylece; 4.265 t CO₂ karbon kotası fazlası elde etmiştir. Elde edilen bu hak fazlası karbon piyasasında aynı değerle satıldığında;

Karbon kredisi fazlası satışından elde edilecek toplam gelir (KKSG_{3D});

KKSG_{3D} = Birim karbon kredisi tutarı x Satılacak kota miktarı x Döviz kuru

KKSG_{3D} = 5,40 € x 4.265 t CO₂ x 4,52 TL/€

KKSG_{3D} = 104.097,89 TL olacaktır.

İşletmenin alternatif yakıt tüketimi senaryolarına yönelik dört farklı yakıt karmasından oluşan alt senaryolarının karbon maliyetlerinin karşılaştırılması tablo 46’da gösterilmektedir.

Tablo 46: Alternatif Yakıt Tüketimi Karbon Maliyetlerinin Karşılaştırılması

	1. Senaryo Mevcut Durum	3. Senaryo			
		A	B	C	D
	% 85 Fosil Yakıt % 10 Alternatif Yakıt % 5 Biyoyakıt	% 100 Kömür Tüketimi	% 50 Kömür % 50 Katı Atık	% 50 Kömür %30 Katı Atık %20 Arıtma Çamuru	% 50 Kömür % 30 Katı Atık % 20 Arıtma Çamuru (CEM II)
İşletmenin Yıllık Üretim Miktarı (t _{cimento})	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.240.746
İşletmenin Yıllık Üretim Miktarı (t _{klinker})	1.260.000	1.260.000	1.260.000	1.260.000	806.487
Yıllık Karbon Kotası Salınım Hakkı (t CO ₂)	1.008.000	1.008.000	1.008.000	1.008.000	645.190
Yıllık Karbon Salınım Miktarı (t CO ₂)	1.071.219	1.146.503	1.066.217	1.001.331	640.926
Birim Karbon Salınım Miktarı (t CO ₂ / t _{klinker})	0,85	0,90	0,84	0,79	0,79
Birim Karbon Salınım Miktarı (t CO ₂ / t _{cimento})	0,63	0,68	0,63	0,59	0,51
Satın Alması Gereken Karbon Kredisi (t CO ₂)	63.219	138.503	58.217	-	-
Satılabilir Karbon Kota Fazlası (t CO ₂)	-	-	-	6.669	4.264
Karbon Kredisi Maliyeti (TL)	1.543.049,81	3.380.590,95	1.420.971,96	-	-
Karbon Kredisi Geliri (TL)	-	-	-	162.773,04	104.072,26

İşletme karbon salınımının en önemli kaynağı olan yakıt tüketimini değiştirdiğinde önemli derecede maliyetlerini azaltmaktadır. Yakıt karması farkları mevcut üretim koşulları (1. Senaryo) ile karşılaştırıldığında katlanılacak karbon maliyeti 1.543.049,81 TL’den A karmasında 3.380.590,95 TL’ye yükselmektedir. B karmasının uygulanması durumunda ise; karbon maliyeti 122.077,85 TL azalmaktadır. Mevcut durumda 0,85 t CO₂/ t_{klinker} olan birim salınım ise; A karmasında 0,90 t CO₂/ t_{klinker}, B karmasında ise; 0,84 t CO₂/ t_{klinker} olarak gerçekleşmektedir. Yakıt karmasına biyoyakıt olan arıtma çamurunun dâhil edilmesiyle karbon salınımı tahsis edilen kotanın altında kalarak işletmede karbon kredi fazlasının oluşmasına neden olmaktadır. C karmasının seçilmesi halinde işletme 1.543.049,81 TL olan yükümlülüğünden kurtulup ayrıca; 162.773,04 TL gelir elde etmektedir. Birim salınım ise; C karmasında 0,79 t CO₂/ t_{klinker} olarak gerçekleşmektedir. İşletmenin hem alternatif hammadde hem de alternatif yakıt uygulamasını bir arada kullanması durumunda (2. Senaryo ve 3. Senaryo) D karmasında hesaplandığı üzere 104.072,26 TL gelir elde edilmektedir. Bu sonuçlara göre; alternatif yakıt kullanılması tercih edilen yakıtın emisyon faktörü ve biyokütle

oranın fosil yakıt olan kömüre göre daha düşük olmasından dolayı karbon maliyetlerinin azaltılmasında önemli etkiye sahiptir.

Yakıt karmasının farklılaştırılmasında kullanılacak yakıtın maliyeti; tüketim miktarı ve ısıl özelliklerine göre işletme kararlarını etkileyebilecektir. Kullanılan yakıtların miktarı ve birim satın alma fiyatları üzerinden hesaplanan yakıt maliyetleri tablo 47’de karşılaştırılmaktadır.

Tablo 47: Alternatif Yakıt Maliyetlerinin Karşılaştırılması

	A	B	C	D
	% 100 Kömür Tüketimi	% 50 Kömür % 50 Katı Atık	% 50 Kömür %30 Katı Atık %20 Arıtma Çamuru	% 50 Kömür % 30 Katı Atık % 20 Arıtma Çamuru (CEM II)
İşletmenin Yıllık Üretim Miktarı (t _{cimento})	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.240.746
İşletmenin Yıllık Üretim Miktarı (t _{klıner})	1.260.000	1.260.000	1.260.000	806.487
Toplam İthal Kömür Maliyeti (370 TL/t)	30.303.000	15.151.500	15.151.500	9.698.007,1
Toplam Yerli Kömür Maliyeti (250 TL/t)	27.299.475	13.649.737,5	13.649.737,5	8.736.775
Toplam Katı Atık (RDF) Maliyeti (100 TL/t)	-	14.039.550	8.423.730	5.392.172
Toplam Arıtma Çamuru Maliyeti (86 TL/t)	-	-	8.452.080	5.409.915,14
Toplam Yakıt Maliyeti (TL)	57.602.475	42.840.787,5	45.677.047,5	29.236.869,14
1. Senaryo Toplam Yakıt Maliyeti	51.932.352,15	51.932.352,15	51.932.352,15	51.932.352,15
Fark	5.670.122,85	(9.091.564,65)	(6.255.304,65)	(22.695.483,01)

İşletme 1. Senaryoda analiz edilen mevcut yakıt karmasında toplam 51.932.352,15 TL yakıt maliyetine katlanmaktadır. Yakıt karmasını değiştirmesi durumunda A karmasını uygularsa yakıt maliyeti 5.670.122,85 TL artarak 57.602.475 TL’ye yükselecektir. Ancak alternatif yakıt kullanımıyla mevcut duruma göre; B karmasında 9.091.564,65 TL, C karmasında 6.255.304,65 TL yakıt maliyeti tasarrufu elde edecektir. D karmasında ise; alternatif hammadde ve alternatif yakıt karmasının birlikte değerlendirilmesi durumunda işletme mevcut duruma göre, 22.695.483,01 TL yakıt maliyeti tasarrufu sağlayacaktır. Bu tutarın yüksek çıkmasının sebebi üretim miktarının azalması sonucu yakıt tüketim miktarının da azalmasıdır.

Alternatif yakıtlar atıkların geri kazanımını sağlayarak yenilenemez fosil kaynakların tüketimini de azaltmaktadır. Ancak; alternatif yakıt kullanılmasıyla karbon maliyetlerinin azaltılması, yakıtın niteliksel özellikleri, satın alma, nakliye, depolama ve hazırlama maliyetlerine göre de değişkenlik gösterebilmektedir. Yakıtın ulaşılabilirliği, bölgesel olanaklar ve işletmelerin içinde gerekli yakıt besleme

ünitelerinin yatırımı da alınacak kararlarda etkili olmaktadır. Bu nedenle işletmelerin yerel yönetimlerle ortaklaşa yapabileceği atık toplama ve atıktan türetilmiş yakıt üretim merkezi projelerinin yaygınlaştırılması önem taşımaktadır. Diğer taraftan; diğer işletmelerle de ortak projeler geliştirilerek hem faaliyette bulunan bölgeye hem de bölge halkına sürdürülebilir katkı sağlanması mümkündür.

4. Senaryo Analizi: İşletme dördüncü durumda; üretim sürecinde ortaya çıkan baca gazlarının ısısından atık ısıdan enerji geri kazanım ünitesi kurarak, elektrik üretmektedir. Bu sistemin kurulması için belli bir yatırım maliyetine katlanan işletme; ürettiği elektriği iç tüketiminde kullanarak dışarıdan satın aldığı elektrik miktarını azaltmakta ve dolaylı olarak karbon salınımını azaltmaktadır. Ayrıca; kurulan projenin karbon azaltım sertifikasının alınmasıyla işletme azaltım yaptığı karbon miktarı kadar da karbon kotası satış hakkı elde etmektedir.

Görüşülen işletmeden alınan verilere göre örnek işletmenin 9 MW kurulu güç kapasitesine sahip atık ısı geri kazanım sisteminin yatırım maliyetleri, yıllık işletme giderleri, yatırımın faydalı ömrü ve ilgili yılda üretilen toplam elektrik miktarı tablo 48’de gösterilmektedir. Tabloda ayrıca; işletmenin yıllık toplam elektrik tüketimi, dışarıdan satın alınan elektriğin birim fiyatı ve kurulan tesisin karbon azaltım miktarı yer almaktadır.

Tablo 48: Atık Isı Gerikazanımı Tesisi Yatırım ve Elektrik Üretimi Verileri

ATIK ISI TESİSİ 9 MW	
Yatırım Maliyeti	15.000.000 \$
İşletme Giderleri /yıllık	1.200.000 TL
Yatırımın Faydalı ömrü	25 yıl
Üretilen Elektrik Miktarı/yıllık	65.000.000 kW _s
Birim elektrik fiyatı dışarıdan satın alınan	0,24 TL/ kW _s
Tesis yıllık toplam elektrik tüketimi	184.800.000 kW _s
Karbon azaltım miktarı/ yıllık	35.230 t CO ₂
Temiz Enerji Birim CO ₂ Tasarruf Miktarı	0,542 kg CO ₂ / kW _s

İşletme 15.000.000 \$ yatırımla 9 MW gücünde atık ısı geri kazanım tesisi kurabilmektedir. Tesisin pratik kapasitesi (TPK₄);

$$TPK_4 = \text{Üretilen Güç} \times \text{Çalışma Süresi}$$

$$TPK_4 = 9.000 \text{ kW} \times 24 \text{ sa.} \times 330 \text{ gün}$$

TPK₄ = 71.280.000 kW_s/ yıl şeklinde hesaplanmaktadır.

İlgili yılda işletmenin fiili kapasitesi 65.000.000 kW_s olarak gerçekleşmiştir. İşletme ilgili yılda toplam 1.680.000 t_{çimento} ürettiği ve birim elektrik enerji tüketimi 110 kW_s/ t_{çimento} varsayımıyla işletmenin yıllık toplam elektrik tüketimi (YTET);

$$YTET = 1.680.000 \text{ t}_{\text{çimento}} \times 110 \text{ kW}_s / \text{t}_{\text{çimento}}$$

$$YTET = 184.800.000 \text{ kW}_s \text{ olarak hesaplanır.}$$

İşletmenin iç tüketiminde kullandığı elektriği dışarıdan satın almak yerine temiz enerji olarak tesis sınırlarında gerçekleştirmesi ayrıca dışarıda enerji santralinde fosil yakıtla üretilen enerjinin de aynı miktarda azaltılmasına katkı da bulunmaktadır. Tesisin karbon azaltım katkısı ilgili doğrulayıcı kuruluşlar ve sertifika işletmeleri tarafından verilmektedir. Ancak; işletmenin fiili verisine ulaşamaması nedeniyle DEFRA'nın belirlemiş olduğu fosil enerjiye karşılık temiz enerjiyle üretimde birim elektriğin CO₂ tasarruf faktörü kullanılmıştır. Buna göre; işletmenin yıllık karbon azaltım katkısı (YKAK₄);

$$YKAK_4 = \text{Üretilen Temiz Enerji Miktarı} \times \text{Temiz Enerji Tasarruf Faktörü}$$

$$YKAK_4 = 65.000.000 \text{ kW}_s \times 0,542 \text{ t CO}_2 / \text{kW}_s$$

$$YKAK_4 = 35.230 \text{ t CO}_2 / \text{yıl} \text{ şeklinde hesaplanmaktadır.}$$

Analizde katlanılan yıllık karbon maliyetiyle karşılaştırılabilir olması için, öncelikle yatırımın yıllık eşdeğer maliyeti (YEM₄) hesaplanmıştır. Yatırım maliyeti (YM₄);

$$YM_4 = 15.000.000 \$ \times 3,85 \text{ TL}/\$$$

$$YM_4 = 57.750.000 \text{ TL'dir.}$$

Hesaplama da iskonto oranı % 10 olarak alınmıştır. Buna göre; faydalı ömrü 25 yıl olan yatırım tutarının bir yıla isabet eden payı aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

$$G = Lx \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

G = Yatırım tutarının bir yıla düşen payı

L = Toplam yatırım Tutarı

n = Yatırımın faydalı ömrü

r = İskonto oranı

Buna göre yatırımın bir yıla düşen payı;

$$6.364.050 = 57.750.000 \frac{0.10(1 + 0.10)^{25}}{(1 + 0.10)^{25} - 1}$$

Yıllık işletme giderleri 1.200.000 TL olduğuna göre; yatırımın yıllık eşdeğer maliyeti (YEM₄):

YEM₄ = Yatırımın bir yıla düşen payı + Yıllık işletme gideri

YEM₄ = 6.364.050 TL + 1.200.000 TL

YEM₄ = 7.564.050 TL'dir.

Yatırımın sağlayacağı maliyet tasarrufu ise; iki başlık altında toplanmaktadır. Birincisi; işletme dışarıdan satın almadığı elektrik bedeli kadar daha az maliyete katlanacak, ikincisi ise; yatırımın sağladığı karbon azaltım kotası kadar salınımlarını azaltarak daha az karbon kredisi maliyetine katlanmak durumunda kalacaktır.

Buna göre; satın alınmayan elektrik tutarı (SAET);

SAET = Atık ısı geri kazanımıyla üretilen miktar x Birim elektrik satın alma maliyeti

SAET = 65.000.000 kW_s x 0,24 TL/ kW_s

SAET = 15.600.000 TL'dir.

Mevcut durumda 63.219 t CO₂ karbon kredisi satın alması gereken işletme; yatırımla birlikte 35.230 t CO₂ karbon azaltım hakkı elde edecektir. Buna göre işletmenin yatırım yapması durumunda satın alması gereken karbon kredisi miktarı 27.989 t CO₂ olacaktır. İşletmenin satın alması gereken karbon kredisi tutarı (KKÖTT₄);

KKÖTT₄ = Karbon Salınım Miktarı x Birim kota fiyatı x Döviz kuru

KKÖTT₄ = 27.989 t CO₂ x 5,40 €/ t CO₂ x 4,52 TL/ €

KKÖTT₄ = 683.155,512 TL olacaktır.

İşletmenin 4. Senaryoda katlanacağı maliyetlerin 1. Senaryo maliyetleri ile karşılaştırılması tablo 49'da gösterilmektedir.

Tablo 49: Atık Isıdan Elektrik Üretilmesi Durumu Karbon Maliyetlerinin Karşılaştırılması

	1. Senaryo Karbon Kredisi Satın Alma	4. Senaryo Atık Isıdan Elektrik Üretimi
YEM	-	7.564.050
Giderler		
Elektrik Gideri (184.800.000 kW _s x 0,24 TL/kW _s) (119.800.000 kW _s x 0,24 TL/kW _s)	44.352.000	28.752.000
Karbon Kredisi Maliyeti (63.219 t/ CO ₂ /yıl x 5,4 €/ t x 4,52 TL/€) (27.989 t/ CO ₂ /yıl x 5,4 €/ t x 4,52 TL/€)	1.543.049,81	683.155,51
Toplam Maliyet	45.895.049,8	36.999.205,5
Fark		8.895.844,3 TL/yıl Azalış

İşletme atık ısı yatırımını gerçekleştirmesiyle elektrik ve karbon maliyetlerindeki azalmaya bağlı olarak toplamda yıllık 8.895.844,3 TL maliyet tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca yatırımın faydalı ömrü boyunca gerçekleşecek nakit çıkışlarının ve mevcut durum nakit çıkışlarının % 10 iskonto faktörüne göre hesaplanmış net bugünkü değerlerinin toplamı tablo 50’de karşılaştırılmaktadır.

Tablo 50: Birinci ve Dördüncü Senaryo Nakit Çıkışlarının Net Bugünkü Değer Toplamları

	1. Durum NÇBD	4. Durum NÇBD
Toplam	462.530.312	381.750.991,5
Fark		80.779.320,44 TL Maliyet Tasarrufu

İşletme atık ısı gerikazanımı yatırımını gerçekleştirirse 25 yıl boyunca sağlanacak maliyet tasarrufunun bugünkü değer toplamı 80.779.320,44 TL olacaktır.

İşletmenin alternatif hammadde, alternatif yakıt uygulamalarıyla birlikte atık ısı tesisini de kurması durumunda katlanacağı maliyetler tablo 51’de karşılaştırılmaktadır. (3. Senaryo D Karmasının 4. Senaryo ile birlikte uygulanması durumunun 1. Senaryo ile Karşılaştırılması)

Tablo 51: Alternatif Hammadde, Alternatif Yakıt ve Atık Isıdan Elektrik Üretiminin birlikte Uygulanması

	1. Durum Karbon Kredisi Satın Alma	Alternatif Hammadde, Alternatif Yakıt ve Atık Isıdan Elektrik Üretimi Birlikte
YEM	-	7.564.050
Giderler		
Elektrik Gideri (184.800.000 kW _s x 0,24 TL/kW _s) (88.482.060 kW _s x 0,24 TL/kW _s)	44.352.000	21.235.694,4
Karbon Kredisi Maliyeti (63.219 t/ CO ₂ /yıl x 5,4 €/ t x 4,52 TL/€)	1.543.049,81	-
Gelirler		
Karbon Kredisi Geliri (30.280 t/ CO ₂ /yıl x 5,4 €/ t x 4,52 TL/€)	-	(739.074,24)
Toplam Maliyet	45.895.049,8	28.060.670,2
Fark		17.834.379,6 TL/yıl Azalış

İşletmenin alternatif hammadde ve alternatif yakıt uygulamalarına ve atık ısı yatırımına bağlı olarak elektrik ve karbon maliyetleri azalmakta hatta işletme yeni durumla karbon kotası satış geliri de elde etmektedir. Buradaki azalmanın sebebi üretim miktarındaki azalmaya bağlı olarak elektrik tüketiminin ve atık ısıdan üretilen elektrik miktarının da azalmasıdır. Bu durumda işletme azalan üretim miktarı oranında düşük üretim yaparak 48.000.000 kW_s elektrik üretmektedir. Bu senaryo ile işletmenin; toplamda yıllık 17.834.379,6 TL maliyet tasarrufu sağlayacağı hesaplanmaktadır. Bu uygulamayı tercih ederek işletmenin sadece karbon maliyetlerini azaltarak yaklaşık 3 yıllık maliyet tasarrufu ile atık ısı gerikazanım tesisi yatırım maliyetini karşılayabileceği söylenebilir.

5. Senaryo Analizi: İşletme beşinci durumda; temiz enerji yatırımı yapmaktadır. Böylece hem ürettiği enerjiden elektrik geliri elde etmekte hem de karbon kotası satış hakkı elde etmektedir. Çalışmada örnek olarak; 8.25 MW'lık hidroelektrik (HES), rüzgâr (RES) ve güneş (GES) santrali üretiminde karşılaşılabilecek maliyet ve elde edilecek gelirler hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Proje tesis dışında ayrı bir tesiste karbon azaltımı sağladığı için mevcut tesisin salınım verilerinin dışında değerlendirilmiştir.

Görüşülen işletmeden alınan verilere göre örnek işletmenin 8.25 MW kurulu güç kapasitesine sahip hidroelektrik santrali (HES) yatırım maliyetleri, yıllık işletme giderleri, yatırımın faydalı ömrü ve ilgili yılda üretilen toplam elektrik miktarı aşağıdaki gibidir. Tabloda ayrıca; işletmenin enerji müdüründen alınan bilgilere göre hesaplanan aynı güç kapasitesine sahip rüzgar (RES) ve güneş (GES) elektrik santral maliyetleri de karşılaştırılmaktadır.

Tablo 52: Temiz Enerji Üretimi Verilerinin Karşılaştırılması

	HES 8,25 MW	RES 8,25 MW	GES 8,25 MW
Yatırım Maliyeti	30.000.000 \$	8.250.000 \$	9.075.000 €
İşletme Giderleri /yıllık	4.500.000 TL	250.000 \$	240.000 €
Yatırımın Faydalı ömrü	25 yıl	25 yıl	25 yıl
Üretilen Elektrik Miktarı/yıllık	57.816.000 kW's	25.294.500 kW's	13.008.600 kW's
Birim elektrik satış fiyatı (ilk 10 yıl)	7.3- 9.6 \$cent/kW's	7.3- 11 \$cent/kW's	13.3- 20 \$cent/kW's
Birim elektrik satış fiyatı (Teşviksiz)	0.20 TL	0.20 TL	0.20 TL
Karbon azaltım miktarı t CO ₂ / yıllık	31.336	13.709	7.050

Hidroelektrik Santrali:

İşletme 30.000.000 \$ yatırımla 8.25 MW gücünde HES'i kamu kurumundan satın almıştır. Yatırım maliyeti (YM_{5H});

$$YM_{5H} = 30.000.000 \$ \times 3,85 \text{ TL}/\$$$

$$YM_{5H} = 115.500.000 \text{ TL'dir.}$$

İşletme Gideri ise;

4.500.000 TL/ yıl olarak gerçekleşmektedir.

Yatırımın bir yıla düşen payı;

$$12.728.100 = 115.500.000 \frac{0.10(1 + 0.10)^{25}}{(1 + 0.10)^{25} - 1}$$

$$YEM_{5H} = 12.728.100 \text{ TL} + 4.500.000 \text{ TL}$$

$$YEM_{5H} = 17.228.100 \text{ TL'dir.}$$

Santralin elektrik üretim miktarı (EÜM_{5H});

$$EÜM_{5H} = \text{Üretilen Güç} \times \text{Çalışma Süresi} \times \text{Verim Oranı}$$

$$EÜM_{5H} = 8.250 \text{ kW} \times 24 \text{ sa.} \times 365 \text{ gün} \times 0,80$$

$$EÜM_{5H} = 57.816.000 \text{ kW's/ yıl şeklinde hesaplanmaktadır.}$$

HES elektrik üretim miktarı akarsuyun debisine ve düşüşüne göre değişkenlik gösterebilmektedir. İlgili yılda işletmenin 57.816.000 kW's elektrik ürettiği

varsayılarak hesaplamalar yapılmıştır. YEK Kanunu kapsamında HES'ler için ilk 10 yıl devlet elektrik alım garantisi fiyatı kullanılan teknolojinin yerli üretim olup olmamasına göre 7.3 ile 9.6 \$ cent/kWs arasında değişmektedir. Analiz ortalama fiyat üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Buna göre işletmenin ilk 10 yıl elektrik satış geliri (ESG_{5H1});

$$ESG_{5H1} = 57.816.000 \text{ kWs} \times 8,45 \text{ \$ cent} \times 3,85 \text{ TL/\$}$$

$$ESG_{5H1} = 18.808.990,2 \text{ TL'dir.}$$

İlk 10 yıldan sonraki elektrik satış geliri (ESG_{5H2});

$$ESG_{5H2} = 57.816.000 \text{ kWs} \times 0,20 \text{ TL}$$

$$ESG_{5H2} = 11.563.200 \text{ TL'dir.}$$

Temiz enerjiyle üretimde birim elektriğin CO_2 tasarruf faktörü kullanılarak hesaplandığında işletmenin yıllık karbon azaltım katkısı ($YKAK_{5H}$);

$$YKAK_{5H} = \text{Üretilen Temiz Enerji Miktarı} \times \text{Temiz Enerji Tasarruf Faktörü}$$

$$YKAK_{5H} = 57.816.000 \text{ kWs} \times 0,542 \text{ t } CO_2 / \text{kWs}$$

$$YKAK_{5H} = 31.336 \text{ t } CO_2 / \text{yıl şeklinde hesaplanmaktadır.}$$

Buna göre karbon kotası satışından elde edilecek toplam gelir ($KKSG_{5H}$);

$$KKSG_{5H} = \text{Birim karbon kredisi tutarı} \times \text{satılacak kota miktarı} \times \text{döviz kuru}$$

$$KKSG_{5H} = 5,40 \text{ €} \times 31.336 \text{ t } CO_2 \times 4,52 \text{ TL/€}$$

$$KKSG_{5H} = 764.849,088 \text{ TL olacaktır.}$$

Rüzgâr Elektrik Santrali:

İşletmenin 8.25 MW gücünde RES'i kurması için gerekli yatırım tutarı 8.250.000 \$'dır. Yatırım maliyeti (YM_{5R});

$$YM_{5R} = 8.250.000 \$ \times 3,85 \text{ TL/\$}$$

$$YM_{5R} = 31.762.500 \text{ TL'dir.}$$

$$\text{İşletme Gideri} = 250.000 \$ \times 3,85 \text{ TL/\$}$$

$$\text{İşletme Gideri} = 962.500 \text{ TL/ yıl olarak gerçekleşmektedir.}$$

Yatırımın bir yıla düşen payı;

$$3.500.227,5 = 31.762.500 \frac{0,10(1 + 0,10)^{25}}{(1 + 0,10)^{25} - 1}$$

$$YEM_{5R} = 3.500.227,5 \text{ TL} + 962.500 \text{ TL}$$

$$YEM_{5R} = 4.462.727,5 \text{ TL'dir.}$$

Santralin elektrik üretim miktarı ($E\ddot{U}M_{5R}$);

$E\ddot{U}M_{5R} = \text{Üretilen Güç} \times \text{Çalışma Süresi} \times \text{Rüzgar Kapasite Faktörü (İzmir için)}$

$E\ddot{U}M_{5R} = 8.250 \text{ kW} \times 24 \text{ sa.} \times 365 \text{ gün} \times 0,35$

$E\ddot{U}M_{5R} = 25.294.500 \text{ kWs/ yıl}$ şeklinde hesaplanmaktadır.

RES elektrik üretim miktarı rüzgârın kapasitesine, bölgeden bölgeye ve yüksekliğe göre değişkenlik gösterebilmektedir. Bu nedenle hesaplamada İzmir ili için ölçümlenmiş kapasite faktörü kullanılmıştır. İlgili yılda işletmenin 25.294.500 kWs elektrik ürettiği varsayılarak hesaplamalar yapılmıştır. YEK Kanunu kapsamında RES'ler için ilk 10 yıl devlet elektrik alım garantisi fiyatı kullanılan teknolojinin yerli üretim olup olmamasına göre 7.3 ile 11 \$ cent/kWs arasında değişmektedir. Analiz ortalama fiyat üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Buna göre işletmenin ilk 10 yıl elektrik satış geliri (ESG_{5R1});

$ESG_{5R1} = 25.294.500 \text{ kWs} \times 9,15 \text{ \$ cent} \times 3,85 \text{ TL/\$}$

$ESG_{5R1} = 8.910.619,99 \text{ TL}$ 'dir.

İlk 10 yıldan sonraki yıllarda elektrik satış geliri (ESG_{5R2});

$ESG_{5R2} = 25.294.500 \text{ kWs} \times 0,20 \text{ TL}$

$ESG_{5R2} = 5.058.900 \text{ TL}$ 'dir.

İşletmenin yıllık karbon azaltım katkısı ($YKAK_{5R}$);

$YKAK_{5R} = \text{Üretilen Temiz Enerji Miktarı} \times \text{Temiz Enerji Tasarruf Faktörü}$

$YKAK_{5R} = 25.294.500 \text{ kWs} \times 0,542 \text{ t CO}_2 / \text{kWs}$

$YKAK_{5R} = 13.709 \text{ t CO}_2 / \text{yıl}$ şeklinde hesaplanmaktadır.

Buna göre karbon kotası satışından elde edilecek toplam gelir ($KKSG_{5R}$);

$KKSG_{5R} = \text{Birim karbon kredisi tutarı} \times \text{satılacak kota miktarı} \times \text{döviz kuru}$

$KKSG_{5R} = 5,40 \text{ €} \times 13.709 \text{ t CO}_2 \times 4,52 \text{ TL/€}$

$KKSG_{5R} = 334.609,272 \text{ TL}$ olacaktır.

Güneş Elektrik Santrali:

İşletmenin 8.25 MW gücünde GES yatırım tutarı 9.075.000 €'dur. Yatırım maliyeti (YM_{5G});

$YM_{5G} = 9.075.000 \text{ €} \times 4,52 \text{ TL/€}$

$YM_{5G} = 41.019.000 \text{ TL}$ 'dir.

İşletme Gideri = 240.000 € x 4,52 TL/€

İşletme Gideri = 1.084.800 TL/ yıl olarak gerçekleşmektedir.

Yatırımın bir yıla düşen payı;

$$4.520.293,8 = 41.019.000 \frac{0.10(1 + 0.10)^{25}}{(1 + 0.10)^{25} - 1}$$

$$YEM_{5G} = 4.520.293,8 \text{ TL} + 1.084.800 \text{ TL}$$

$$YEM_{5G} = 5.605.093,8 \text{ TL'dir.}$$

Santralin elektrik üretim miktarı ($E\ddot{U}M_{5G}$);

$E\ddot{U}M_{5G} = \text{Üretilen Güç} \times \text{Çalışma Süresi} \times \text{Güneş Işınım Faktörü (Konya için)}$

$$E\ddot{U}M_{5G} = 8.250 \text{ kW} \times 24 \text{ sa.} \times 365 \text{ gün} \times 0,18$$

$$E\ddot{U}M_{5G} = 13.008.600 \text{ kW's/ yıl şeklinde hesaplanmaktadır.}$$

GES elektrik üretim miktarı güneş ışınımına göre bölgeden bölgeye değişkenlik gösterebilmektedir. Bu nedenle hesaplama da Konya ili için ölçümlenmiş verim faktörü kullanılmıştır. İlgili yılda işletmenin 13.008.600 kW's elektrik ürettiği varsayılarak hesaplamalar yapılmıştır. YEK Kanunu kapsamında GES'ler için ilk 10 yıl devlet elektrik alım garantisi fiyatı kullanılan teknolojinin yerli üretim olup olmamasına göre 13.3 ile 20 \$ cent/kW's arasında değişmektedir. Analiz ortalama fiyat üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Buna göre işletmenin ilk 10 yıl elektrik satış geliri (ESG_{5G1});

$$ESG_{5G1} = 13.008.600 \text{ kW's} \times 16,65 \text{ \$ cent} \times 3,85 \text{ TL/\$}$$

$$ESG_{5G1} = 8.338.837,82 \text{ TL'dir.}$$

İlk 10 yıldan sonraki yıllarda elektrik satış geliri (ESG_{5G2});

$$ESG_{5G2} = 13.008.600 \text{ kW's} \times 0,20 \text{ TL}$$

$$ESG_{5G2} = 2.601.720 \text{ TL'dir.}$$

İşletmenin yıllık karbon azaltım katkısı ($YKAK_{5G}$);

$YKAK_{5G} = \text{Üretilen Temiz Enerji Miktarı} \times \text{Temiz Enerji Tasarruf Faktörü}$

$$YKAK_{5G} = 13.008.600 \text{ kW's} \times 0,542 \text{ t CO}_2 / \text{kW's}$$

$$YKAK_{5G} = 7.050 \text{ t CO}_2 / \text{yıl şeklinde hesaplanmaktadır.}$$

Buna göre karbon kotası satışından elde edilecek toplam gelir ($KKSG_{5G}$);

$KKSG_{5G} = \text{Birim karbon kredisi tutarı} \times \text{satılacak kota miktarı} \times \text{döviz kuru}$

$$KKSG_{5G} = 5,40 \text{ €} \times 7.050 \text{ t CO}_2 \times 4,52 \text{ TL/€}$$

$$KKSG_{5G} = 172.076,4 \text{ TL olacaktır.}$$

Temiz enerji üretimi yatırımı için üç farklı kaynaklı enerji üretim santralinin yatırım maliyetleri, işletme giderleri ve elde edeceği gelirler aşağıdaki gibi karşılaştırılabilir.

Tablo 53: Temiz Enerji Üretimi Karbon Maliyetlerinin Karşılaştırılması

	1. Durum Karbon Kredisi Satın Alma	HES	RES	GES
Yatırım Maliyeti	-	(115.500.000)	(31.762.500)	(41.019.000)
Giderler				
İşletme Gideri	-	(4.500.000)	(962.500)	(1.084.000)
Karbon Kredisi Maliyeti (63.219 t/ CO ₂ /yıl x 5,4 €/t x 4,52 TL/€)	(1.543.049,81)	(1.543.049,81)	(1.543.049,81)	(1.543.049,81)
Gelirler				
Elektrik Satış Geliri İlk 10 Yıl	-	18.808.990,2	8.910.619,99	8.338.837,82
10. Yılda Sonra	-	11.563.200	5.058.900	2.601.720
Karbon Kotası Satış Geliri	-	764.849,088	334.609,272	172.076,4
NGBD	-	156.432.164,5	72.627.244,79	60.429.375,61
NÇBD	(15.550.855,99)	(171.901.855,99)	(56.050.930,99)	(66.417.670,39)
FARK	(15.550.855,99)	(15.469.691,49)	16.576.313,8	(5.988.294,78)

İşletme mevcut durumda (1. Senaryo) Karbon salınımını azaltmak için fiziki bir çaba sarf etmediğinde tahsis edilen salınım hakkını aşan kısmı için ilgili yılda 1.543.049,81 TL karbon kredisi satın almak durumundadır. 25 yıl boyunca bu maliyete eşit düzeyde katlandığı varsayımıyla; toplam maliyetlerinin net bugünkü değerlerinin toplamı 15.550.855,99 TL olacaktır. İşletme ayrıca HES yatırımı yaptığında maliyeti 15.469.691,49 TL'ye düşecektir. GES yatırımında ise; toplam maliyeti 5.988.294,78 TL'ye düşecektir. Fakat; RES yatırımıyla 25 yıl boyunca sağlayacağı faydaların toplamı 16.576.313,8 TL olacaktır.

İşletmeler temiz enerji üretimi yatırımı verilen teşvikler ve kârlılığı nedeniyle seçmektedirler. Burada gösterilen hesaplamalar enerji santrallerinin beklenen elektrik üretim kapasitelerine ve piyasadaki yaygın fiyatlara göre yapılmıştır. Tasarlanan senaryoda örnek işletmemiz temiz enerji yatırımına karar verirken kârlılığını en çok artıracak olana karar vermelidir. Diğer taraftan ödenecek

karbon maliyetini karşılayacak düzeyde bir gelir getirmesi de önem taşımaktadır. 1. Senaryoya göre yapılan karşılaştırmaya göre işletmenin RES yatırımı yapması daha uygun görülmektedir.

İşletmenin alternatif hammadde, alternatif yakıt ve atık ısı gerikazanım yatırımı bir arada uygulaması durumunda zaten karbon fazlası geliri doğacağından seçilecek temiz enerji yatırımı için RES en kârlı proje olarak görünse de, işletmenin yatırım olanakları, faaliyette bulunduğu bölge ve enerji santrali için uygun araziye erişim durumu önem taşımaktadır.

Üç farklı temiz enerji üretim kaynağı da farklı doğal kaynaklarımızla işlediğinden, akarsu, rüzgâr veya güneş olanakları bu kararın alınmasında etkili olmaktadır. Örneğin; 1 MW kapasiteli bir güneş santrali 20.000 m² arazi kaplarken, aynı güç kapasitesini bir rüzgâr türbini üretebilmektedir. Ayrıca; GES’de gündüz ve gece ışıının yüksek düzeyde olması gerekirken, RES’de gece veya gündüz farketmeden uygun rüzgâr koşullarının olması yeterlidir.

Çalışmada bir çimento üretim tesisinin karbon salınımları nedeniyle karşılaşılabileceği maliyetler ve bunları azaltılabileceği senaryolar üzerine değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda işletmenin bir yıl için katlanması gereken karbon temelli maliyetleri ve karbon azaltımına bağlı tasarrufları aşağıdaki gibi karşılaştırılabilir.

Tablo 54: Karbon Maliyetleri Azaltım Senaryolarının Karşılaştırılması (Yıllık)

	I Mevcut Durum	II Alternatif Hammadde	III Alternatif Yakıt	IV Atık Isıdan Enerji Gerikazanımı	V Temiz Enerji (RES)
FAALİYET GELİRİ					
Alternatif Hammadde Tasarrufu		17.233.570			
Alternatif Yakıt Tasarrufu			6.255.304,65		
Elektrik Gideri Tasarrufu				15.600.000	
Temiz Enerji Satış Geliri					8.910.619,99
Karbon Kredisi Satış Geliri			162.773,04		334.609,27
FAALİYET GİDERİ					
Yatırım Yıllık Eşdeğer Maliyeti (YEM)				(7.564.050)	(4.462.727,5)
Karbon Kredisi Gideri	(1.543.049,81)	(987.655,97)		(683.155,51)	(1.543.049,81)
Satış Kârı Azalış		(25.037.478)			
FAALİYET KARI/ ZARARI	(1.543.049,81)	(8.791.563,97)	6.418.077,69	7.352.794,48	3.239.451,95

Karbon maliyetlerinin azaltılmasında veya denkleştirilmesinde uygulanabilecek beş senaryo tasarlanan çimento işletmesinde uygulandığında; işletme mevcut üretim düzeyinde gerçekleştirdiği salınımların tahsis edilen sınırı aşan kısmı için 1.543.049,81 TL karbon kredisi maliyetine katlanması gerekmektedir. Eğer işletme alternatif hammadde kullanarak klinker üretimini azaltıp yerine yüksek fırın cürufu ikame ederse öncelikle 17.233.570 TL’lik üretim maliyeti tasarrufu etmekte ve ödemesi gereken karbon kredisi tutarı da 987.655,97 TL’ye düşmektedir. Ancak işletme karbon salınımını azaltmak için klinker üretim miktarını da azaltacağından satış gelirlerindeki düşüşe bağlı kârı da 25.037.478 TL azalacaktır. İşletme 3. Senaryoda mevcut yakıt karması yerine % 50 kömür karışımı, % 30 katı atık (RDF) ve %20 Arıtma çamuru kullanırsa toplamda 6.255.304,65 TL yakıt tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca; tahsis edilen karbon kota sınırının altında salınım gerçekleştirerek elde edeceği karbon kredisi fazlasından 162.773,04 TL gelir elde etmektedir. 4. Senaryoda işletme atık ısı gerikazanım tesisine yıllık 7.564.050 TL yatırım yaparak, ürettiği elektriği iç tüketiminde kullanıp yıllık 15.600.000 TL elektrik gideri tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca yatırımın getireceği karbon azaltım sertifikası hakkını kendi salınım miktarından düşerek 683.155,51 TL karbon kredisi maliyetine katlanmaktadır. 5. Senaryoda incelenen HES, RES ve GES yatırımlarından en avantajlı olan RES seçilerek değerlendirildiğinde; işletme RES için yıllık 4.462.727,5 TL yatırım yaparak yıllık 8.910.619,99 TL elektrik satış geliri ve 334.609,272 TL karbon kredisi satış geliri elde etmektedir. Temiz enerji yatırımı ayrı bir işletme yatırımı olduğunda işletmenin salınımı karşılığı katlandığı karbon maliyeti ayrıca gider olarak bu kısımda dâhil edilmektedir.

İşletmenin karbon maliyetlerini azaltmak ve denkleştirmek için uygulayabileceği beş durum faaliyet sonuçları karşılaştırıldığında en kârlı durum atık ısı gerikazanım tesisi yatırımdır. Bu durumda da işletmenin elde edeceği elektrik maliyeti tasarrufu kârlılığını artırmaktadır. Ancak; genel olarak karbon maliyetlerinin azaltılması açısından değerlendirildiğinde; hem karbon kota sınırının aşılmasından hem de yakıt tasarrufu getirmesi açısından alternatif yakıt uygulaması beş senaryo arasında en yüksek sürdürülebilir katkıya sahiptir.

SONUÇ

Sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde gelecek nesil gereksinimlerine özen göstererek doğal kaynakları korumayı ilke edinen işletmeler; sosyal sorumluluklarının yanı sıra yasal sorumluluklarını da yerine getirmek amacıyla faaliyetlerini şekillendirmekte ve yapacakları yatırımlarda bu konuları göz önünde bulundurmaktadırlar. İşletmelerin farklılaşan faaliyetlerinin kontrolünde ve denetiminde büyük bir öneme sahip olan karbon salınımlarının izlenmesi, ölçme, değerlendirme ve raporlama faaliyetleri işletmecilik açısından alınacak kararlarda büyük önem taşımaktadır.

Sürdürülebilirlik konusunun gündeme gelmesi, sürdürülebilirlik endeksi, bütünleşik (entegre) raporlama, küresel ısınmanın öneminin artması, Kyoto Protokolü, Paris Anlaşması, karbon ticareti ve finansmanı, sera gazı salınımlarına ilişkin raporlama ve denetim konularına ilişkin geliştirilmiş ve gelişimi giderek dikkat çekmekte olan yasal düzenlemeler ve standartlaştırma çalışmaları karbon salınımlarının yaratacağı sürdürülebilir maliyetleri önemli kılmaktadır.

İklim değişikliği ile mücadelede karşılaşılabilecek maliyetler; bazı kilit noktalarda verilecek kararlar ve temel bir takım varsayımlardan etkilenmektedir. Bunlar; mevcut salınım düzeyinin ortaya koyulabileceği varsayımlar, ölçümler ve yöntemler, karbon salınımlarının en düşük maliyetle azaltılması için gerekli azaltım politikaları, bu politikaların uygulanabileceği yönetsel esneklik, endüstrilerin teknolojik olanakları, yatırımın geri dönüşü ve yaşam dönemi maliyetleri olarak sıralanabilir.

Karbon salınımlarının azaltılması veya denkleştirilmesi temelde stratejik bir maliyet kararı olarak ele alınsa da, sürdürülebilirlik felsefesiyle ele alındığında işletmenin sürekliliği, kaynakların devamlılığı ve gelecek nesil paydaşlarının gereksinimleri açısından daha büyük değer taşımaktadır. Ayrıca; doğal kaynakların işletmenin temel girdisini oluşturması nedeniyle de doğa, en önemli tedarikçi olarak kabul edilmektedir. Bu açıdan işletmeler tükettiği kaynaklar için doğaya hesap verebilirlik fonksiyonunu yerine getirebilmelidir. Diğer bir ifadeyle; sadece bir tane olan dünyanın doğal kaynaklarından borç alan işletmelerin gelecekteki nesillere bunun hesabını verebilmesi gerekmektedir. Müşterilerin, yatırımcıların, çalışanların ve diğer paydaşların kurumların çevresel ve sosyal performanslarına ilişkin bilgi talep

etmesi işletmeleri gerek hukuki zorunluluk gerekse sosyal sorumluluk anlayışı içerisinde faaliyetlerini doğal kaynakların tüketiminin azaltılması veya ortaya çıkabilecek muhtemel zararları önleyebilecek ya da en aza indirebilecek şekilde uyumlaştırmasını gerekli kılmaktadır.

İktisat bilimi açısından dışsallık olarak ele alınan iklim değişikliği konusu; özünde diğer çevre sorunlarından farklı olarak küresel düzeyde sonuçları olan bir olgudur. Dünyamızın kara, hava ve su ekosistemlerinin tümünde farklı etkileri olan iklim değişikliği bu yönüyle diğer çevre sorunlarından ayrı ele alınmalıdır. Dolayısıyla; çözüm için ortak girişimlerin ve işbirliğinin sağlanması kaçınılmaz bir gerçektir. 19. yüzyıl başlarında farkedilen küresel ısınma gerçeği özellikle 80'li yıllar sonunda daha fazla dikkat çekmeye başlamıştır. Birleşmiş Milletler'in bu konudaki ülkeleri bir araya getiren liderliği, konunun ulusal ve uluslararası politikalara taşınmasında etkili olmuştur. Kyoto Protokolü sonrası ortaya çıkan mekanizmalar uluslararası işbirlikleri ve çevre politikalarının yaygınlaşmasında yardımcı olmuştur.

Genel olarak değerlendirildiğinde; karbon azaltım maliyetlerinde hükümetlerin, ulusal sera gazı salınımlarının azaltılması için getirmiş olduğu düzenlemeler ile etkili olduğunu söylemek mümkündür. Düzenlemelerin daha esnek olması ve karbon ticaretinin yaygın olmasının azaltım maliyetlerini düşüreceği savunulmaktadır. Çünkü azaltım seçeneklerindeki çeşitliliğin düşük maliyet alternatiflerini de artıracığı düşünülmektedir. Diğer taraftan; bazı kesimler de karbon salınımının yok edilmesi açısından karbon ticaretinin başarısız olduğunu ifade etmektedir. Çünkü karbon piyasa araçları ülkeleri azaltım konusunda yatırım yapmaya yöneltirken faaliyetlerini karbon yükümlülüğünün bulunmadığı ülkelere aktararak sorumluluklarından kaçmalarına neden olabilmektedir. Ayrıca; bazı salınımı yüksek ülkelerin Protokol'e taraf olmamasının da karbon ticaret mekanizmasını büyük ölçüde işlevsizleştirdiği söylenebilir. 2015 yılında gündeme gelen Paris Anlaşması ile küresel ısınma sorunu, sürdürülebilirlik kavramının da eklenmesiyle yeni bir boyuta taşınmış ve yerel yönetimlerden ülke yönetimlerine kadar farklı birimlerin dikkatini salınım azaltıcı faaliyetlere çekmiştir. Dolayısıyla; iklim değişikliği stratejilerinin geliştirilmesi ve buna bağlı maliyetlerin yönetilmesi için, hükümetler, şirketler, sivil toplum kuruluşları, yerel yönetimler, haneler ve bireyler harekete geçmişlerdir.

Kurumsal düzeyde değerlendirildiğinde işletme kararlarında; katlanılacak karbon maliyetlerinin ne olacağı, bu maliyetleri azaltmak için hangi yükümlülüklerin yerine getirilmesi gerekeceği gibi sorular gündeme gelmiştir. Bu durumda işletmelere karbon temelli maliyetlerin azaltılmasında ve denkleştirilmesinde; karbon ticareti yapmak, ürün süreç ve üretim teknolojilerinde iyileştirme yapmak, enerji verimliliği sağlamak, tedarik zinciri yönetimi, ağaçlandırma faaliyetlerinde bulunmak, temiz enerji yatırımı yapmak, vergi ödemek ve karşılaşılabilecek maliyetleri iç fiyatlandırma ile kararlarına dâhil etmek gibi farklı seçenekler gündeme gelmiştir.

Bir işletme azaltım kredisi ya da denkleştirme kredisi kullanmadan önce kendi iç süreçlerindeki karbon salınımlarını azaltıp satın alması gereken kredi tutarını düşürebilir. Dolayısıyla; işletmeler karbon azaltım stratejilerini belirlerken enerji verimliliği en temel adımdır. Teknolojik yeniliklerle enerji tüketiminin azaltılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesi başlıca yöntemler olarak sıralanmaktadır. Örneğin; lisanssız elektrik üretimi işletmelere ya da son tüketicilere herhangi bir lisans alma ya da şirket kurma yükümlülüğü getirmeden kendi enerjilerini üretme, ürettikleri enerjiyi kullanma ve üretim fazlalarını şebekeye satma hakkı getirmektedir. Böylece; işletmeler enerjiyi dışardan satın almak yerine kendisi üreterek maliyet avantajı sağlamakta hem de fosil yakıt kullanılarak üretilen enerjinin karbon salınımı katkısını da azaltmaktadır.

İkincil olarak; kullanılan fosil yakıtların daha az salınımına neden olan alternatif yakıtlarla değiştirilmesi gelmektedir. Böylece; doğada sınırlı bulunan yenilenemez kaynakların tüketimi de önlenmektedir. İşletmenin gereksinimleri doğrultusunda kullanacağı yakıtın kaynağını veya yakıt karmasını değiştirerek daha az karbon salınımını gerçekleştirmesi karbon maliyetlerinin azalmasında önemli derecede etkili olmaktadır.

Bir diğer uygulama ise; ürün süreç ve üretim yöntemlerindeki iyileştirmelerdir. Buna en iyi örnek de; geri dönüştürülebilir ürünlerin üretilmesi ya da üretimde geri dönüştürülebilir hammaddelerin ya da daha az karbon salınımına sahip hammaddelerin kullanılması gelmektedir. Üretim teknolojilerinin iyileştirilmesi, ürün yaşam dönemi karbon ayak izinin yönetilmesi, sürdürülebilir üretim ve karbon salınımı düşük ürünlerin geliştirilmesi bu yöntemi desteklemektedir. Ayrıca tedarik

zincirinin sürdürülebilir faaliyetleri destekleyecek şekilde tasarlanması ürünün salınım maliyetlerinin azaltılmasında etkili olmaktadır.

Diğer bir yöntemde; ulusal düzeyde ormanların korunması, ağaçlandırma faaliyetlerinin artırılması ve mevcut ormanların sürdürülebilir yönetimi karbon salınımının azaltılmasında önem taşırken, endüstriyel düzeyde işletmelerin karbon salınımlarını dengelemek üzere ağaç dikmeleri veya piyasalardan orman karbon kredilerini satın alarak iklim değişikliğiyle mücadeleye destek olmaları da mümkündür. Orman yönetimi ve ağaçlandırma faaliyetleri piyasa aracı olarak etkin bir denkleştirme veya azaltım yöntemi sunarken, işletmelerin gönüllü olarak ağaçlandırma yapması sosyal sorumluluk faaliyeti olarak bir katkı sağlayarak işletmenin faaliyette bulunduğu bölgenin karbon salınımını azaltıcı etkide bulunmaktadır.

Karbon maliyetlerinin azaltılmasında kullanılan ve giderek yaygınlaşan son araç ise; karbon fiyatıdır. Karbon fiyatlandırması; en geniş kapsamıyla, uygulanacak vergiler, enerji vergileri, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji destekleri ve diğer iç politika araçlarını içermektedir. Diğer araçlarla karşılaştırıldığında iç fiyatlandırma tamamen yönetim kararlarına yönelik uygulansa da sonuçta işletme maliyetlerini artıracığından diğer paydaşların da dikkatini çekmektedir. İşletmeler açısından değerlendirildiğinde; risklerin azaltılması, yatırım kararlarının alınması ve gelecekte ortaya çıkabilecek muhtemel maliyetlerin geçerli maliyet olması alınacak kararların etkinliği açısından önem taşımaktadır.

Karbon temelli maliyetlerin azaltılması ve denkleştirilmesi yöntemleri uygulanacak politika ve hedeflere göre maliyet etkinliğini farklılaştırabilmektedir. Karbon azaltımında tek bir politikanın ve tek fiyatın uygulanması, her ülke ve her sektörde uygun olmayacak ve küresel düzeyde daha düşük bir azaltıma neden olabilecektir. Bu nedenle bütünleşik azaltım modellerinin kullanılması ve farklı araçların bir arada ele alınması hem salınım azaltımını hem de maliyetlerin azaltımını etkinleştirecektir.

Çalışmada; karbon piyasa araçlarının kullanılması, ürün süreç ve teknolojilerinin iyileştirilmesi, enerji verimliliği, tedarik zinciri yönetimi, ağaçlandırma projeleri ve fiyatlandırma temelinde sınıflandırılan karbon maliyetleri azaltım yöntemleri ve bu yöntemlerin işletme yönetim kararlarındaki önemi ele

alınmıştır. Diğer taraftan, karbon finansmanı ile elde edilen gelirler de ayrıca değerlendirilmiştir. Karbon maliyetlerinin azaltılmasıyla yaratılacak kaynakların nereye aktarılacağı, iklim değişikliğiyle mücadeleyi yönlendiren alanlarda kullanılması ve/veya nasıl bir karma oluşturulması gerektiği, elde edilecek teşvikler veya karşılaşılabilecek yükümlülükler alınacak işletme kararlarında etkili olmaktadır. Bu amaçla; çalışmanın araştırma kısmında çimento sektöründe faaliyette bulunan işletmelerin karbon maliyetlerini azaltma uygulamaları ve alacağı yönetim kararları, getirilen yasa ve standartlar, mevcut karbon piyasası, karbon azaltım teknolojileri ve temiz enerji üretimi konuları dikkate alınarak incelenmiş ve kararlarını etkileyecek noktalara dikkat çekilmiştir.

İşletmelerin sürdürülebilir politikalar çerçevesinde karbon salınım maliyetlerini kontrol ederken şu yöntemlere başvurabilecekleri saptanmıştır:

- Karbon kredisi satın alınması
- Düşük karbon içerikli (veya maliyetli) alternatif hammadde tercihi
- Düşük karbon içerikli (veya maliyetli) alternatif enerji kaynağı kullanılması
- Atık baca ısısından alternatif enerji üretimi sağlanması
- Temiz enerjiye yatırım yaparak teşvik sağlanması

Araştırmada çimento sektöründe faaliyette bulunan firmalardan edinilen geçerli veriler temel alınarak bir işletme örneği tasarlanmış ve işletmenin tesis karbon salınımı yıllık olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuç işletmenin emisyon ticaret sisteminde faaliyette bulunması durumunda elde edeceği karbon kredisi tahsisatı ve karşılaşılabilecek yükümlülükler açısından değerlendirilmiştir. İşletmenin karbon kredisi satın alması, alternatif hammadde kullanması, alternatif yakıt kullanması, atık ısıdan elektrik üretimi ve temiz enerji yatırımı senaryoları analiz edilerek faaliyet gelirleri ve giderleri karşılaştırmıştır. Sonuç olarak işletmenin atık ısıdan gerikazanım tesisi yatırımıyla daha yüksek faaliyet geliri elde edeceği kantitatif olarak ortaya koyulmuştur. İkinci sırada karbon maliyetlerinin en çok azaltılabileceği uygulama ise; alternatif yakıt kullanımı olmuştur.

Çalışmanın son bölümü olan uygulama bölümünde; çeşitli senaryolar oluşturulup mevcut durum ile aralarındaki farklar maliyet açısından karşılaştırılırken, diğer maliyetlerin aynı kaldığı varsayılmıştır. Maliyetleri oluşturan üretim faktörleri

değiştğinde analize dahil edilmeyen diğer maliyetlerde de az da olsa değişiklikler olabileceği unutulmamalıdır.

Değerlendirilmesi yapılan seçeneklerden hangisinin veya hangilerinin tercih edilebileceği işletmenin karar vericileri tarafından ele alınması gereken önemli konular arasındadır. Bu nedenle; karbon maliyetlerinin izlenmesi ve mal ve hizmet üretiminin karbon ayak izinin belirlenmesi birinci adımı oluşturmaktadır. Ülkemizde 2016 yılı sera gazı salınımı yönetmeliği kapsamındaki işletmelerin ilk raporlama dönemi olarak gerçekleşmiştir. Bu nedenle işletmeler 2015 yılından itibaren devam eden pilot uygulamadan zorunlu uygulamaya geçmiştir. Bu çalışmaları “Ulusal Emisyon Ticaret Sistemi”nin temelleri olarak değerlendirebiliriz. Uzmanlardan alınan görüşlere göre; bu alanda getirilecek karbon vergisi mi yoksa ulusal ETS uygulamaları mı ya da ikisinin karması bir sistemin mi geliştirileceği henüz tartışma aşamasındadır.

Bu sistemin kurulmasına bağlı olmadan işletmelerin sürdürülebilirlik çerçevesinde karbon azaltım çalışmalarına yönelmesi gerekmektedir. Çalışmada yarı yapılandırılmış sorularla görüşme yapılan işletmelerden edinilen bilgilere göre; işletmeler genellikle alternatif hammadde ve alternatif yakıt kullanımından yaygın olarak faydalanmakta yine de daha ucuz olan fosil yakıtların ve ısı gücü yüksek olan yakıtların tercih edildiği görülmektedir. Özellikle ısı gücü ve kalitenin elde edilmesi için yerli yerine ithal kömür kullanılması sektörün dışa bağımlılığını daha da artırmaktadır. Alternatif hammadde kullanımı ise; tamamen ürünün piyasada tercih edilebilirliğiyle ilişkilidir. Bu konuda da; yeni yeni teknolojik gelişmeler ve ar- ge faaliyetleriyle nanoteknoloji ürünler daha az karbon salınımına neden olan çimento ürünlerinin tasarlandığı gözlemlenmektedir. Atık ısı geri kazanım tesisi ise; henüz 56 entegre firmadan 14’ünde aktif olarak kullanılmaktadır. Bu yatırımın yaygınlaştırılması önem taşımaktadır.

Karbon salınımındaki değişikliklerin kontrol edilebilmesi, ekonomik aktivitedeki değişiklikler, ekonomik faaliyet birimi başına enerji kullanımı (enerji verimliliği) ve kullanılan enerjinin karbon yoğunluğu (karbon verimliliği) gibi nedenlerden etkilenmektedir. Dolayısıyla; enerji verimliliği ve karbon verimliliği sağlayan teknolojilerin teşviki, ar- ge fonları, enerji tasarruflu donanımlarda vergi indirimi, karbon ticaret sistemi, yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılması ve ürünler

için enerji verimliliği standartları gibi uygulamalarla karbon maliyetlerinin azaltılması söz konusudur. Ancak; seçilecek politika ve araçların değerlendirilmesinde sadece fayda/ maliyet karşılaştırması yeterli olmayacaktır. Alınacak kararlarda gelecekteki nakit akışları, işletmenin marka değeri, itibarı ve değer zinciri katkısı da aynı derecede önem taşınmalıdır. Bu nedenle; yaşam dönemi değerlendirme ve maliyetleme yaklaşımları uygulanmalıdır.

Genel olarak değerlendirildiğinde; kurumsal sürdürülebilirlik çerçevesinde endüstrilerin gelecek yüzyıllarda karşılaşacağı karbon maliyetleri; her sektörün ürettiği mal ve hizmetin niteliği, kullanılan hammadde, yakıt, enerji, teknoloji, üretim yöntemi ve ulaşım araçlarına göre değişmektedir. Bu nedenle; her işletmenin kendi değerlendirmesini yapıp faaliyette bulunduğu sektör ve gereksinimlerine göre karbon azaltım stratejilerini belirlemesi gerekmektedir. Bu stratejilere uygun olarak da finansal muahsebe bilgi sistemi ve yönetim bilgi sisteminin araçlarından faydalanarak karbon maliyetlerini etkin bir şekilde yönetmelidir.

Uygulama bölümünde senaryolar maliyet analizine tabi tutulduğunda atık ısıdan enerji geri kazanımı senaryosunun en düşük maliyeti oluşturduğu ortaya çıkmıştır. Düşük maliyetin oluşumu göz önüne alındığında, işletmelerin karbon maliyetini kontrol etmede alternatif yakıt kullanımı ve temiz enerji yatırımı seçeneklerini tercih ederek en düşük maliyeti yakaladıkları görülmektedir. Bu konularda ulusal veya uluslararası yasal düzenlemeler netleştikçe hangi senaryoların daha düşük maliyeti doğuracağı belirginleşecektir. Henüz ulusal veya uluslararası yasal düzenlemeler ve yaptırımlar yeteri kadar netlik kazanmamıştır. Uygulamaya konu ettiğimiz çimento sektörü yetkilileri de bu konudaki belirsizliğin altını çizmişlerdir.

Uygulama bölümünde en düşük maliyetli seçenek atık ısıdan enerji üretimi olarak belirmiştir ancak; senaryolar çoğaltıldığında veya değiştirildiğinde daha düşük maliyetli seçeneklerin ortaya çıkabileceği unutulmamalıdır. Bu çalışma ile doğru karar verme ve düşünme modeli oluşturulmaya çalışılmıştır. İşletmeler bu konularda karar verirken çok daha geniş pencereden konuya yaklaşmalıdırlar. Karşılığında milyonlarca lira tasarruf edilmesinin yanında küresel karbon salınımı azaltımına da katkıda bulunmak mümkündür.

Çalışmanın amacı; sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde işletmelerin karbon salınımları sonucu doğacak karbon azaltım maliyetlerinin ne olabileceği, nasıl yönetileceği, alacağı işletme kararlarında hangi unsurların dikkate alınması gerektiğinin belirlenmesi ve uygulanacak gerekli teknik ve yöntemlerin belirlenmesidir. Bu amaçla; en yoğun karbon salıcı sektörlerden biri olan çimento sektöründe faaliyet gösteren bir işletme, tasarlanan beş senaryo durumunda karşılaşacağı maliyetleri ve elde edeceği gelirler analiz edilerek mevcut salınım durumuyla karşılaştırılmış ve alınacak en uygun karar ortaya koyulmuştur.



KAYNAKÇA

ACCA, the Association of Chartered Certified Accountants. (2010). Accounting for Carbon. <http://www.accaglobal.com/content/dam/acca/global/PDF-technical/environmental-publications/rr-122-001.pdf>. Erişim Tarihi: 03.11.2016.

Adams, W. M. ve Thomas, D. H. L. (1993). Mainstream Sustainable Development: The Challenge of Putting Theory Into Practice. *Journal of International Development*. 5 (6): 591- 604.

Akbank Sürdürülebilirlik Raporu. 2015. <http://www.akbank.com/tr-tr/Yatirimci-iliskileri/Documents/2015-Akbank-Surdurulebilirlik-Raporu.pdf>. Erişim Tarihi: 01.05.2017.

Akkaya, G. C. ve Uzar, C. (2012). Karbona Dayalı Finansal Gelecek Sözleşmeleri ve Fiyat Gelişimi Üzerine Bir İnceleme. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 32 (1): 67- 80.

Alagöz M. (2007). Sürdürülebilir Kalkınmada Çevre Faktörü: Teorik Bir Bakış. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler E- Dergisi*. <http://akademikbakis.org/eskisite/sayi11/makale/mehmetalagoz.pdf>. 11: 1- 12. Erişim Tarihi: 08.03.2016.

Alıcı, B. ve Yıldız, H. (2012). Küresel Kamusal Bir Mal Olan Çevrenin Korunmasında Karbon Vergisi ve Etkinliği. *Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi*. 4 (1): 55- 64.

Ali, M. B., Saidur, R. ve Hossain, M. S. (2011). A Review on Emission Analysis in Cement Industries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 15: 2252- 2261.

Aliusta, H., Yılmaz, B ve Kırlioğlu, H. (2016). Küresel Isınmayı Önleme Sürecinde Uygulanan Piyasa Temelli İktisadi Araçlar: Karbon Ticareti ve Karbon

Vergisi. *Uluslararası Yönetim, İktisat ve İşletme Dergisi*. ICAFR Özel Sayı: 382-401.

Altınbay, A. ve Golagan, M. (2016). Küresel Isınma Sorununa Muhasebecilerin Bakışı: Karbon Muhasebesi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*. 5 (7): 2106-2119.

Andrew, J. ve Cortese, C. (2011). Accounting for Climate Change and Self-Regulation of Carbon Disclosures. *Accounting Forum*. 35: 130- 138.

Arçelik A.Ş. Sürdürülebilirlik Raporu. (2015). http://www.arcelikas.com/UserFiles/file/surdurulebilirlik/Surdurulebilirlik_Raporu%202015_15_08_2016_yeni.pdf. Erişim Tarihi: 15.02.2017.

Arıöz, Ö. ve Yıldırım, K. (2012). Türkiye’de Çimento Sektöründeki Belirsizlikler ve Türk Çimento Sektörünün Swot Analizi. *DPUJSS*. 32 (2): 173- 190.

Aşıkoğlu, R., Demir, S., Kaderli, Y. ve Çelikkol, H. (2011). Yatırım Projelerinin Hazırlanması Değerlendirilmesi ve Realize Edilmesi. Sözkese Matbaacılık, Ankara.

Azari, H. Y., Seyedghomi, M. Azari, J. Y. (2015). CO2 Emission Trading Market in Turkey: A Financial Market Perspective. 5th International Scientific Conference of Iranian Academicians Abroad in Turkey. 21- 22 Şubat, Türkiye.

Bal, H.Ç. (2013). Dünyada ve Türkiye’de kirlilik izinleri piyasaları ve çevre sorunlarının çözümünde bu piyasaların etkinliği. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*. 4 (7): 194- 217.

Bansal, P. (2005). Evolving Sustainably: A Longitudinal Study of Corporate Sustainable Development. *Strategic Management Journal*. 26: 197- 218.

Baral, A. ve Guha, G. S. (2004). Trees For Carbon Sequestration or Fossil Fuel Substitution: The Issue of Cost vs. Carbon Benefit. *Biomass and Bioenergy*. 27: 41-55.

Baumgartner, R. J. ve Ebner, D. (2010). Corporate Sustainability Strategies: Sustainability Profiles and Maturity Levels. *Sustainable Development*. 18: 76-89.

Baumol, W. J. ve Oates, W. E. (1971). The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment. *The Swedish Journal of Economics*. 73 (1): 42-54.

Bebbington, J., Gray, R., Hibbitt, C. ve Kirk, E. (2001). Full Cost Accounting: An Agenda for Action. Certified Accountants Educational Trust. London.

Bekiroğlu, O. (2011). Sürdürülebilir Kalkınmanın Yeni Kuralı: Karbon Ayak İzi. II. Elektrik Tesisat Ulusal Kongresi Bildirileri. http://www.emo.org.tr/ekler/49c17cab08ed10e_ek.pdf. Erişim Tarihi: 08.08.2016.

Benhelal, E., Zahedi, G., Shamsaei, E. ve Bahadori, A. (2013). Global Strategies and Potentials to Curb CO₂ Emissions in Cement Industry. *Journal of Cleaner Production*. 51: 142- 161.

Berker, O. (2010). Küresel Çimento Endüstrisinde Düşük Karbonlu Geleceğe Doğru Atılan Teknolojik Adımlar. <http://www.ebrosur.net/tcma/index.html>. Erişim Tarihi: 13.02.2017.

Berns, M., Townend, A., Khayat, Z., Balagopal, B. Reeves, M., Hopkins, M. S. ve Kruschwitz, N. (2009). Sustainability and Competitive Advantage. *MIT Sloan Management Review*. 51 (1): 18- 26.

Binboğa, G. (2014). Uluslararası Karbon Ticareti ve Türkiye. *Journal of Yaşar University*. 9 (34): 5732- 5759.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi - UNFCCC. (1992). http://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf. Erişim Tarihi: 11.10.2016.

Birleşmiş Milletler. (1987). Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu Raporu. <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>. Erişim Tarihi: 01.03.2016.

Birleşmiş Milletler. (2005). Dünya Zirvesi Toplantı Özet Raporu. <http://www.un.org/womenwatch/ods/A-RES-60-1-E.pdf>. Erişim Tarihi: 01.03.2016.

Borsa İstanbul. (2014). Şirketler İçin Sürdürülebilirlik Rehberi. <http://www.borsaistanbul.com/data/kilavuzlar/surdurulebilirlik-rehberi.pdf>. Erişim Tarihi: 01.03.2016.

Bozdoğan, R. (2005). Sürdürülebilir Gelişme Düşüncesinin Tarihsel Arka Planı. *İstanbul Üniversitesi Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*. 50: 1011-1028.

BSI GUIDE. (2011). The Guide to PAS 2050: 2011 How To Carbon Footprint Your Products, Identify Hotspots And Reduce Emissions In Your Supply Chain. British Standards Institution. London. <http://shop.bsigroup.com/forms/PASs/PAS-2050-Guide/>. Erişim Tarihi: 26.02.2016

BSI. (2011). PAS 2050: 2011 Specification for the Assessment of the Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Goods and Services. http://shop.bsigroup.com/en/forms/PASs/PAS-2050/?_ga=1.107753154.1567129121.1480942446. Erişim Tarihi: 20.11.2016.

BSTB Çimento Sektörü Raporu. (2015). Sektörel Raporlar ve Analizler Serisi. Sanayi Genel Müdürlüğü. T.C.Bilim, Sanayi Ve Teknoloji Bakanlığı.

Burritt, R. L., Schaltegger, S. ve Zvezdov, D. (2011). Carbon Management Accounting: Explaining Practice in Leading German Companies. *Australian Accounting Review*. No: 56. 21 (1): 80- 98.

Burritt, R.L. ve Saka, C. (2006). Environmental Management Accounting Applications and Eco- Efficiency: Case Studies From Japan. *Journal of Cleaner Production*. 14: 1262- 1275.

Büyükmirza, K. (2011). Maliyet ve Yönetim Muhasebesi. Gazi Kitabevi. Ankara.

Cacho, O. J., Hean, R. L. ve Wise, R. M. (2003). Carbon – Accounting Methods and Reforestation Incentives. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*. 47 (2): 153- 179.

Cachon, G. P. 2012. Supply Chain Design and the Cost of Greenhouse Gas Emissions. http://opim.wharton.upenn.edu/~cachon/pdf/scarbon_v2.pdf. Erişim Tarihi: 04.03.2016.

Carbonmarketdata. (2017). <https://www.carbonmarketdata.com/files/publications/EU%20ETS%202016%20Company%20Rankings%20-%202012%20June%202017.pdf>. Erişim Tarihi: 21.10.2017.

Carraro, C. ve Favero, A. (2009). The Economic and Financial Determinants of Carbon Prices. *Czech Journal of Economics and Finance*. 59: 396- 409.

CDM. (2012). Benefits of Clean Development Mechanism. http://cdm.unfccc.int/about/dev_ben/ABC_2012.pdf. Erişim Tarihi: 29.01.2016.

CDP Türkiye. <http://cdpturkey.sabanciuniv.edu/tr/about>. Erişim Tarihi: 19.03.2016.

CDP. (2016). CDP Climate Change Report 2016. <http://cdpturkey.sabanciuniv.edu/sites/cdpturkey.sabanciuniv.edu/files/CDP%20Turkey%202016%20CC%20Report.pdf>. Erişim Tarihi: 01.05.2017.

Chaabane, A., Ramudhin, A. ve Paquet, M. (2012). Design of Sustainable Supply Chain Under The Emission Trading Scheme. *International Journal of Production Economics*. 135: 37- 49.

Chapin III, F.S., Torn, M.S. ve Tatenno, M. (1996). Principles of Ecosystem Sustainability. *The American Naturalist*. 148 (6): 1016-1037.

Coase, R. H. (1960). The Problem of Social Cost. *The Journal of Law & Economics*. 3: 1- 44.

costofcarbon.org/faq. Erişim Tarihi: 06.11.2016.

Çalışkan, A. Ö. (2012a). Sürdürülebilirlik Raporlaması. *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi*. 1: 41- 68.

Çalışkan, A. Ö. (2012b). İşletmelerde Sürdürülebilirlik ve Muhasebe Mesleği İlişkisi. *Mali Çözüm Dergisi*. Temmuz- Ağustos: 133- 160.

Çankaya, F. ve Şeker, Y. (2013). Karbon Sertifikalarının Türkiye Muhasebe Standartlarına Göre Muhasebeleştirilmesi. *Muhasebe ve Bilim Dünyası Dergisi*. 4: 105- 134.

Çapalov, L. (2010). Karbon Yönetimi. Mavi Consultants Sustainability Management Sunusu. http://www.yesiliskonferansi.com/2010/sunumlar/lale_capalov.pdf. Erişim Tarihi: 09.04.2017.

Çetin, M. (2006). Teori ve Uygulamada Bölgesel Sürdürülebilir Kalkınma. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 7 (1): 1- 20.

Çiçek, H. G. ve Çiçek, S. (2012). Karbon Vergisi İle Karbon Ticareti İzinlerinin Karşılaştırılması. *İ. Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*. 47: 95- 119.

Çimento CO₂ ve Enerji Protokolü. (2011). CO₂ and Energy Accounting and Reporting Standard for the Cement Industry. Version 3.0. Cement Sustainability Initiative (CSI). WBCSD.

Çimento Teknoloji Yol Haritası. (2009). Cement Technology Roadmap 2009 Carbon Emissions Reductions up to 2050. WBCSD&IEA.

Çimsa Sürdürülebilirlik Raporu. (2014). <https://www.cimsa.com.tr/ca/docs/4FE58AA58E3A4B7B85FA9E4EE011A8/B9269B9635ED45369A39036965B8EDF6.pdf>. Erişim Tarihi: 14.10.2017.

Çimsa Sürdürülebilirlik Raporu. (2016). <http://www.cimsa.com.tr/ebook/cimsa2016efr2/files/assets/common/downloads/publication.pdf>. Erişim Tarihi: 05.12.2017.

ÇOB. (2011). Karbon Piyasalarında Ulusal Deneyim ve Geleceğe Bakış. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı. <http://www.enver.org.tr/UserFiles/Article/f8fefddd-d749-4784-816b-eb06e69b9d34.pdf>. Erişim Tarihi: 09.02.2017.

ÇSGB. (2006). Çimento Fabrikalarında İş Sağlığı ve Güvenliği Denetim Projesi Genel Değerlendirme Raporu. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. http://www3.cs.gb.gov.tr/cs.gbPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/itkb/dosyalar/yayinlar/yayinlar2013/2006_12. Erişim Tarihi: 01.10.2017.

ÇŞB SHÖ, <http://www.csb.gov.tr/projeler/iklim/index.php?Sayfa=duyurudetay&Id=53805>, Erişim tarihi: 12.09.2017.

ÇŞB. (2012). Türkiye’de Karbon Piyasası. Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü. http://www.eie.gov.tr/iklim_deg/document/karbon_piyasasi.pdf. Erişim Tarihi: 09.02.2017.

ÇŞBİDB. (2013). T. C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Türkiye İklim Değişikliği 5. Bildirimi. http://www.dsi.gov.tr/docs/iklim-degisikligi/iklim_degisikli%C4%9Fi_5_ulusal_bidirim_tr.pdf?sfvrsn=2. Erişim Tarihi: 26.02.2016.

ÇŞBİK. (2015). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı İzleme ve Raporlama Tebliği İzleme Planı Kılavuzu. https://carbon-turkey.org/files/file/docs/Izleme_Plani_Kilavuzu.pdf. Erişim Tarihi: 20.11.2016.

ÇŞBRK. (2015). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı İzleme ve Raporlama Tebliği Yıllık Emisyon Raporlama Kılavuzu. <https://www.csb.gov.tr/db/iklim/editorodnya/Y%C3%84%C2%B1l%C3%84%C2%B1k%20Emisyon%20Raporlama%20K%C3%84%C2%B1lavuzu.pdf>. Erişim Tarihi: 20.11.2016.

ÇŞB MET Kılavuzu. (2016). T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Entegre Çevre İznine (Eçi) Tabi Çimento Üretim Tesislerinin Uyum Durumları Ve Gerekliklerinin Belirlenmesi Projesi, Çimento Sanayi İçin Mevcut En İyi Teknikler (Met) Ulusal Kılavuzu. https://www.csb.gov.tr/db/cygm/editorodnya/cimento_Ulusal_MET_Kilavuzu.pdf. Erişim Tarihi: 02.12.2017.

database.globalreporting.org. Erişim Tarihi: 19.03.2016.

DEFRA. (2010). Guidelines to Defra / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting. <http://www.rensmart.com/Information/Library/101006-guidelines-ghg-conversion-factors.pdf>. Erişim Tarihi: 01.12.2017.

Derinöz Gencel, C. (2017). Çimento Sektöründe Sürdürülebilir Üretim. Anahtar. <http://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/cimento-sektorunde-surdurulebilir-uretim/> 459. Erişim Tarihi: 11.10.2017.

Doğrulama Tebliği, , 29314 sayılı Sera Gazı Emisyonlarının Doğrulanması ve Doğrulamayı Kuruluşların Yetkilendirilmesi Tebliği. RG.

Dokumacı, M. (2010). *Emisyon Ticaretinin Muhasebeleştirilmesi ve Raporlanması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. T.C. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.

DPT İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu. (2000). Devlet Planlama Teşkilatı (DPT). İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu (Sekizinci 5 Yıllık Kalkınma Planı 2001- 2005). DPT Yayın No: 2532. ÖİK Yayın No: 548.

DPT Taş ve Toprağa Dayalı Sanayiler Özel İhtisas Komisyonu Raporu. (2008). T. C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı. Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2013. Cilt 1. Ankara.

Duman, H., Özpeynirci, R., Yücenurşen, M. ve Bağcı, H. (2012). Karbon Muhasebesi. Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi. 21: 105- 120.

Durgut, M. (2015). Karbon Ticaretinin Uluslararası Muhasebe Standartlarına Göre Muhasebeleştirilmesi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*. 3 (2): 23- 40.

Dyllick, T. ve Hockerts, K. (2002). Beyond The Business Case For Corporate Sustainability. *Business Strategy and The Environment*. 11: 130- 141.

Ebeling, J. ve Yasué, M. (2008). Generating Carbon Finance Through Avoided Deforestation and Its Potential To Create Climatic, Conservation And Human

Development Benefits. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. 363: 1917- 1924.

Ecofys. (2009). Methodology for the Free Allocation of Emission Allowances in the EU ETS post 2012 Sector Report for the Cement Industry. European Commission.

ECRA. (2017). Development of State of the Art- Techniques in Cement Manufacturing: Trying to Look Ahead. European Cement Research Academy. Dusseldorf, Geneva.

Elitaş, C., Çonkar K. ve Karakoç, M. (2014). Emisyon Haklarının Muhasebeleştirilmesi. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*. 16 (2): 45- 56.

Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2010- 2023. Enerji Verimliliği Derneği. <http://www.enver.org.tr/UserFiles/Article/7d3a2037-d5fe-4c28-8031-363aefd325d1>. Pdf. Erişim Tarihi: 04.03.2016.

Engin, T. ve Arı, V. (2005). Energy Auditing and Recovery for Dry Type Cement Rotary Kiln Systems- A Case Study. *Energy Conversion and Management*. 46: 551- 562.

Engin, Y., Tarhan, M. ve Kumbaracıbaşı, S. (2014). Çimento Endüstrisinde Sürdürülebilir Üretim. <http://www.betonvecimento.com/wp-content/uploads/2014/12/%C3%87imento-End%C3%BCstrisinde-S%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilir-%C3%9Cretim.pdf>. Erişim Tarihi: 21.10.2017.

EPA, Climate Change Indicators. <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-global-greenhouse-gas-emissions#ref2>. Erişim Tarihi: 30.10.2016.

EPA, Climate Change Indicators. <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data#Sector>. Erişim Tarihi: 30.10.2016.

EPA. (2015). EPA Fact Sheet- Social Cost of Carbon. <https://www3.epa.gov/climatechange/Downloads/EPAactivities/social-cost-carbon.pdf>. Erişim Tarihi: 13.11.2016.

Epstein, M. J. ve Yuthas, K. (2012). Analyzing Sustainability Impacts. *Strategic Finance*. 1: 27- 33.

Esmeray, M. ve Güngör Tan , Ő. (2009).  evresel Maliyetlerin Mamullere Y klenmesinde Kullanılan Dağıtım Anahtarlarının Se iminde Analitik Hiyerarşı Yöntemi ve Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 14 (2): 241- 260.

EU Ecolabel internet sitesi, <http://www.eko-etiket.org/work>. Erişim Tarihi: 22.02.2016.

Eurelectric. (2013). Carbon Accounting – Effects on Financial Reporting. http://www.eurelectric.org/media/71686/carbon_accounting_effects_-_final-2013-540-0001-01-e.pdf. Erişim Tarihi: 25.04.2017.

Field, B. C. ve Field, M. K. (2006). Environmental Economics: An Introduction. McGraw Hill Series: USA.

Figge, F., Hahn, T., Schaltegger, S. ve Wagner, M. (2002). The Sustainability Balanced Scorecard – Linking Sustainability Management To Business Strategy. *Business Strategy and the Environment*. 11: 269- 284.

Forest Trends' Ecosystem Marketplace.(2013). State of the Voluntary Carbon Markets. http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_3898.pdf. Erişim Tarihi: 14.02.2016.

Forest Trends' Ecosystem Marketplace.(2015). Ahead of the Curve: State of the Voluntary Carbon Markets. http://forest-trends.org/releases/uploads/SOVCM2015_FullReport.pdf. Erişim Tarihi: 14.02.2016.

G4 Giriş Rehberi. Global Reporting Initiative. <https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/GRI-An-introduction-to-G4.pdf>. Erişim Tarihi: 19.03.2016.

G4 Sürdürülebilir Raporlama Kılavuzu. (2016). <https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/GRIG4-Part1-Reporting-Principles-and-Standard-Disclosures.pdf>. Erişim Tarihi: 25.04.2017.

Gäbel, K. ve Tillman, A. (2005). Simulating operational alternatives for future cement production. *Journal of Cleaner Production*. 13: 1246- 1257.

Geldrop, J. V. ve Withagen, C. (2000). Natural Capital and Sustainability. *Ecological Economics*. 32: 445- 455.

GEMI. (1994). Finding Cost- Effective Pollution Prevention Initiatives: Incorporating Environmental Costs Into Business Decision Making. Global Environmental Management Initiative (GEMI). http://gemi.org/resources/COS_107.pdf. Erişim Tarihi: 25.04.2017.

GHG PA. (2005). Greenhouse Gas Protocol for Project Accounting. <http://www.ghgprotocol.org/standards/project-protocol>. Erişim Tarihi: 11.10.2017.

GHG Protokolü PLCARS. (2010). Greenhouse Gas Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. <http://www.ghgprotocol.org/standards/product-standard>. Erişim Tarihi: 26.03.2017.

GHG Protokolü. (2006). A Corporate Accounting and Reporting Standart. <http://www.ghgprotocol.org/standards/corporate-standard>. Erişim Tarihi: 25.11.2016.

GHG VCA. (2011). Greenhouse Gas Protocol Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard. <http://www.ghgprotocol.org/standards/scope-3-standard>. Erişim Tarihi: 04.04.2017.

Gielen, D. ve Kram, T. (1998). The Role of Non-CO₂ Greenhouse Gases in Meeting Kyoto Targets. Climate Change and Economic Modelling: Background Analysis for the Kyoto Protocol. OECD Headquarters, Paris, 17-18 September. <https://www.oecd.org/dev/1923119.pdf>. Erişim Tarihi: 08.08.2016.

Graham, V., Laurance, S. G., Grech, A., McGregor, A. ve Venter, O. (2016). A Comparative Assessment of the Financial Costs and Carbon Benefits of REDD+ Strategies in Southeast Asia. *Environ. Res. Lett.* 11: 1- 11.

Gray, R. (2001). Thirty years of social accounting, reporting and auditing: what (if anything) have we learnt?. *Business Ethics: A European Review*. 10 (1): 9- 15.

Gray, R. (2010). Is Accounting for Sustainability Actually Accounting for Sustainability...and How Would We Know? An Exploration of Narratives of Organisations and The Planet. *Accounting, Organizations and Society*. 35: 47- 62.

Gray, R. H. (1994). Corporate Reporting for Sustainable Development: Accounting for Sustainability in 2000AD. *Environmental Values*. 3 (1): 17- 45.

Gray, R., Walters, D., Bebbington, J. ve Thompson, I. (1995). The Greening of Enterprise: An Exploration of the (Non) Role of Environmental Accounting and

Environmental Accountants in Organizational Change. *Critical Perspectives on Accounting*. 6: 211- 239.

Gümüş, M. ve Öksüz, B. (2014). İtibar Sürecinde Kilit Rol: Kurumsal Sosyal Sorumluluk İletişimi. *Journal of Yaşar University*. 4(14): 2129-2150.

Gürlük, S. (2001). Dünyada ve Türkiye’de Kırsal Kalkınma Politikaları ve Sürdürülebilir Kalkınma. Uludağ Üniversitesi İktisat Fakültesi Dergisi. 19 (4).https://www.researchgate.net/profile/Serkan_Guerluek/publication/242616075_DNYADA_ve_TRKYE'DE_KIRSAL_KALKINMA_POLTKALARI_ve_SRDRLEBLR_KALKINMA/links/55dc3d3a08aec156b9b00f8b.pdf. Erişim Tarihi: 15.03.2016.

Gürsel, P. ve Meral, Ç. (2012). Türkiye'de Çimento Üretiminin Karşılaştırmalı Yaşam Döngüsü Analizi. 2. *Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi*. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Urla-İzmir. 13 – 16 Eylül 2012.

Hagem, C., Kallbekken, S., Maestad, O. ve Westskog, H. (2003). Enforcing the Kyoto Protokol: Sanction Design and Strategic Behaviour. Institute For Research in Economics and Business Administration. Working Paper No 3/03. Bergen.

Hamilton, C. ve Turton, H. (2002). Determinants of emissions growth in OECD countries. *Energy Policy*. 30: 63- 71.

Hanle, L. J., Jayaraman, K. R. ve Smith ,J. S. (2004). CO₂ Emissions Profile of the U.S. Cement Industry. <https://www3.epa.gov/ttnchie1/conference/ei13/ghg/hanle.pdf>. Erişim Tarihi: 05.10.2017.

Hendriks, C. A., Worrell, E., Jager, D. Blok, K. Ve Riemer, P. (2003). Emission Reduction of Greenhouse Gases from the Cement Industry. greenhouse gas control technologies conference paper - cement, www.ieagreen.org.uk. Erişim Tarihi: 20.10.2017.

Hernadi, H.B. (2012). Green Accounting for Corporate Sustainability. *Club of Economics in Miskolc TMP*. 8 (2): 23- 30.

<http://400.350.org/>. Erişim Tarihi: 05.04.2017.

<http://carbon-pulse.com/12348/>. Erişim Tarihi: 11.10.2016.

<http://cdm.unfccc.int/about/index.html>. Erişim Tarihi: 11.10.2016.

<http://climatevolunteers.com/?page=karbonAyakiziHesaplama>.ET: 10.08.2016 .

<http://ietd.iipnetwork.org/content/waste-heat-recovery-power-generation>. Erişim Tarihi: 11.10.2016.

http://iklimadaleti.org/i/upload/Paris_Anlasmasi-ISBN-978-605-83799-1-6.pdf. Erişim Tarihi: 06.11.2016.

<http://newsroom.unfccc.int/unfccc-newsroom/100-countries-ratify-paris/>. Erişim Tarihi: 13.11.2016.

http://pocacito.eu/sites/default/files/Akcansa_Canakkale.pdf. Erişim Tarihi: 11.10.2016.

<http://www.sanayisurasi.gov.tr/pdfs/cimento-sektorunde-atik-isi-geri-kazanimi-sistemleri-kullanimi.pdf>. Erişim Tarihi: 07.12.2017.

http://sc.com.tr/Enerji/13_whr. Erişim Tarihi: 11.10.2016.

http://smartecodesign.com/?page_id=322. Erişim Tarihi: 26.03.2017.

http://unfccc.int/cooperation_and_support/financial_mechanism/items/2807.php. Erişim Tarihi: 26.02.2016.

http://unfccc.int/essential_background/items/6031.php. Erişim Tarihi: 06.11.2016.

http://unfccc.int/essential_background/kyoto_protocol/items/6034.php. Erişim Tarihi: 11.10.2016.

http://unfccc.int/focus/indc_portal/items/8766.php. Erişim Tarihi: 26.03.2017.

http://unfccc.int/kyoto_protocol/compliance/items/3024.php. Erişim Tarihi: 26.03.2017.

http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/emissions_trading/items/2731.php. Erişim Tarihi: 11.10.2016.

http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/items/1673.php. Erişim Tarihi: 11.10.2016.

http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/joint_implementation/items/1674.php. Erişim Tarihi: 11.10.2016.

http://unfccc.int/kyoto_protocol/status_of_ratification/items/2613.php. Erişim Tarihi: 11.10.2016.

http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php. Erişim Tarihi: 26.02.2016.

http://unfccc.int/parties_and_observers/items/2704.php. Erişim Tarihi: 11.10.2016.

<http://www.alternaturk.org/A++enerji-tasarrufu.php>. Erişim Tarihi: 15.02.2016.

<http://www.cevreciyiz.com/sayfa/1/23/karbon-sayaci>. Erişim Tarihi: 26.03.2017.

<http://www.csb.gov.tr/projeler/iklim/index.php?Sayfa=sayfa&Tur=webmenu&Id=12461>. Erişim Tarihi: 10.02.2016.

http://www.dsi.gov.tr/docs/iklim-degisikligi/iklim_degisikligi_cerceve_sozlesmesi_ve_turkiye.pdf?sfvrsn=2 Erişim Tarihi: 11.10.2016.

http://www.emo.org.tr/ekler/0e207ab6946b5d7_ek.pdf. Erişim Tarihi: 11.10.2016.

<http://www.ghgprotocol.org/about-ghgp>. Erişim Tarihi: 20.11.2016.

<http://www.goldstandard.org/blog-item/carbon-pricing-setting-internal-price-carbon>. Erişim Tarihi: 21.03.2017.

<http://www.isobelgesi.gen.tr/iso-14064-belgesi-nedir-nasil-alinir-dogrulamasi-nasil-ve-kim-terafindan-yapilir-danismanlik-hizmetinde-yapilir>. Erişim Tarihi: 20.11.2016.

<http://www.karbonkayit.cob.gov.tr/Karbon/AnaSayfa.aspx?sflang=tr>. Erişim Tarihi: 02.02.2016.

<http://www.kto.org.tr/d/file/sera-gazi-emisyonu.pdf>. Erişim Tarihi: 30.10.2016.

http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/9514e888b8f2aca_ek.pdf. Erişim Tarihi: 15.10.2016.

<http://www.ruzgarenerjisikulubu.com/yenilenebilir-enerji>. Erişim Tarihi: 11.10.2016.

<http://www.tcma.org.tr/images/file/ocak%202017%20cimento%20harita.jpg>.
Erişim Tarihi: 21.10.2016.

<http://www.tcma.org.tr/index.php?page=icerikgoster&menuID=48>. Erişim
Tarihi: 21.10.2016.

<http://www.tcma.org.tr/images/file/Akcansa.pdf>. Erişim Tarihi: 11.10.2016.

<http://www.tcma.org.tr/index.php?page=icerikgoster&menuID=42>. Erişim
Tarihi: 11.10.2016.

<http://www.tcma.org.tr/index.php?page=icerikgoster&menuID=54>. Erişim
Tarihi: 29.08.2017.

<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24588> Erişim Tarihi:
03.07.2017.

<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24588>. Erişim Tarihi:
03.07.2017.

<https://carbonmarketwatch.org/2016/03/14/press-statement-carbon-leakage/>.
Erişim Tarihi: 21.10.2017

<https://cembureau.eu/about-cembureau/who-are-we/>. Erişim Tarihi: 11.10.2016.

<https://www.kap.org.tr/tr/Endeksler>. Erişim Tarihi: 01.05.2017.

Hua, G., Cheng, T.C.E. ve Wang, S. (2011). Managing Carbon Footprints in Inventory Management. *Int. J. Production Economics*. 132: 178- 185.

IAASB. (2015). Handbook of International Quality Control, Auditing, Review, Other Assurance, and Related Services Pronouncements. International Auditing and Assurance Standards Board. Volume II.

IAS 8/ TMS 8: Muhasebe Politikaları, Muhasebe Tahminlerinde Değişiklikler ve Hatalar Standardı.

IASB. (2005). IASB withdraws IFRIC Interpretation on Emission Rights, <http://www.iasplus.com/en/binary/pressrel/0507withdrawifric3.pdf>, Erişim Tarihi: 03.11.2016.

IEA. (2016). Energy, Climate Change & Environment. International Energy Agency. OECD, Fransa.

IEA. (2016b). Key World Energy Statistics. International Energy Agency. OECD, Fransa.

IPCC. (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>. Erişim Tarihi: 20.11.2016.

IPCC. (2007). Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg3_report_mitigation_of_climate_change.htm. Erişim Tarihi: 04.03.2016.

IPCC. (2015). Climate Change 2014 Synthesis Report. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf. Erişim Tarihi: 04.03.2016.

Isaksson, R. ve U. Steimle. (2009). What Does GRI- Reporting Tell Us About Corporate Sustainability?. *The TQM Journal*. 21 (2): 168- 181.

IWG- Interagency Working Group. (2015). Technical Support Document: Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis Under Executive Order 12866. <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/inforeg/scc-tsd-final-july-2015.pdf>. Erişim Tarihi: 06.11.2016.

İ&R Tebliği, 29068 sayılı Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi ve Raporlanması Hakkında Tebliğ. RG.

Jayal, A.D., Badurdeen, F., Dillon Jr., O.W. ve Jawahir, I.S. (2010). Sustainable manufacturing: Modeling and optimization challenges at the product, process and system levels. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*. 2: 144–152.

Kaebernick, H., Kara, S. ve Sun, M. (2003). Sustainable Product Development And Manufacturing By Considering Environmental Requirements. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*. 19: 461–468.

Kaplan, İ. (2011). Karbon Yönetimi Sistemi ve ISO 14064. İzmir Rüzgar Sempozyumu ve Sergisi. 23- 24 Aralık. İzmir.

Karabıçak, M. ve Özdemir, M. B. (2015). Sürdürülebilir Kalkınmanın Kavramsal Temelleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*. 6 (13): 44- 49.

Karakaya, E. (2008). Proje Temelli Esneklik Mekanizmaları: Temiz Kalkınma Mekanizması ve Ortak Yürütme. Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü İklim Değişikliğinin Bilimsel, Ekonomik ve Politik Analizi (169- 196). Bağlam Yayıncılık.

Karakaya, E. (2016). Paris İklim Anlaşması: İçeriği ve Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 3 (1): 1- 12.

Karakaya, E. Ve Özçağ, M. (2001). Sürdürülebilir Kalkınma ve İklim Değişikliği: Uygulanabilecek İktisadi Araçların Analizi. First conference in fiscal policy and transition economies. University of Manas. http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/41896867/manas_2004_economic_instruments_climate_change.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1470246945&Signature=9tNEjsKawfAHYyjc5tCPkE%2B3mq8%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DSURDURULEBILIR_KALKINMA_VE_IKLIM_DEGISIK.pdf. Erişim Tarihi: 04.08.2016.

Karakaya, E. ve Özçağ, M. (2003). Türkiye Açısından Kyoto Protokolü'nün Değerlendirilmesi Ve Ayrıştırma (Decomposition) Yöntemi İle Co 2 Emisyonu Belirleyicilerinin Analizi. VII. ODTÜ Ekonomi Konferansı. 6- 7 Eylül, Ankara.

Karakaya, E. ve Özçağ, M. (2004). Sürdürülebilir Kalkınma ve İklim Değişikliği: Uygulanabilecek İktisadi Araçların Analizi. Kırgızistan- Türkiye Manas Üniversitesi I. Maliye Konferansı: Geçiş Ekonomilerinde Mali Politikalar. 16 Nisan 2004. Bişkek, Kırgızistan.

Karakoç, M. (2012). *Karbon Emisyon Muhasebesi ve Türkiye'de Uygulanabilirliği*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. T.C. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Afyon.

Kargı, V. ve Yüksel, C. (2010). Çevresel Dışsallıklarda Kamu Ekonomisi Çözümleri. *Maliye Dergisi*. 159: 183- 202.

Karky, B. S. ve Skutsch, M. (2010). The Cost of Carbon Abatement Through Community Forest Management in Nepal Himalaya. *Ecological Economics*. 69: 666-672.

Kats, G. H. (2003). Green Building Costs and Financial Benefits. Massachusetts Technology Collaborative. ABD. <http://www.greenspacebuildings.com/wp->

content/uploads/2011/05/Kats-Green-Buildings-Cost.pdf. Erişim Tarihi: 04.03.2016.

Kaya, K. ve Koç, E. (2015). Enerji Üretim Santralleri Maliyet Analizi. *Mühendis ve Makine*. 56 (660): 61- 68.

Kaypak, Ş. (2011). Küreselleşme Sürecinde Sürdürülebilir Bir Kalkınma İçin Sürdürülebilir bir Çevre. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*. 13 (20): 19- 33.

Kısakürek, M. M. Ve Pekcan, A. (2005). Muhasebenin Ürettiği Bilgiye Farklı Açılardan Bakışlar. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 6: 2, 107- 125.

Kıvılcım, İ. (2015). İktisadi Kalkınma Vakfı Değerlendirme Notu Paris Notları II. İKV, İktisadi Kalkınma Vakfı. No: 172 <http://www.ikv.org.tr/images/files/PARIS%20II.pdf>. Erişim Tarihi: 15.10.2016.

Kneifel, J. (2010). Life- Cycle Carbon and Cost Analysis of Energy Efficiency Measures in New Commercial Buildings. *Energy and Buildings*. 42: 333- 340.

Kountouris, Y., Makuch, Z. ve Tah Loh, E. F. (2014). Quantification and Evaluation of the Voluntary Markets' Co- Benefits. International Carbon Reduction and Offset Alliance. <https://workspace.imperial.ac.uk/environmentalpolicy/Public/Environmental%20Law/Makuch%20Kountouris%20Co-benefits%20Analysis.pdf>Erişim Tarihi: 01.03.2016.

Kovancılar, B. (2001). Küresel Isınma Sorununun Çözümünde Karbon Vergisi ve Etkinliği. *Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Yönetim ve Ekonomi*. 8 (2): 7- 19.

Küresel İlkeler Raporlaması. (2015). http://www.globalcompactturkiye.org/wp-content/uploads/2015/04/Global-Compact-Raporlamas%C4%B1_COE_Nisan2015.pdf. Erişim Tarihi: 19.03.2016.

Kyoto Protokolü. 27227 sayılı Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine Yönelik Kyoto Protokolü. RG.

Labatt, S. ve White, R. R. (2007). Carbon Finance- The Financial Implications of Climate Change. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Lafarge 2014 Yılı Finansal Raporu, http://www.lafarge.com/en/financial-reports?field_year_tid_i18n_exposed=256. Erişim Tarihi: 13.10.2017.

Lamberton, G. (2005). Sustainability Accounting- a Brief History and Conceptual Framework. *Accounting Forum*. 29: 7- 26.

Lee, K. (2011). Integrating carbon footprint into supply chain management: the case of Hyundai Motor Company (HMC) in the automobile industry. *Journal of Cleaner Production*. 19 (2011): 1216- 1223.

Li, J., Tharakan, P., Macdonald, D. ve Liang, X. (2013). Technological, Economic and Financial Prospects of Carbon Dioxide Capture in the Cement Industry. *Energy Policy*. 61: 1377- 1387.

Lin, P. ve Huang, Y. (2012). The influence factors on choice behavior regarding green products based on the theory of consumption values. *Journal of Cleaner Production*. 22: 11- 18.

Liu, Y. S., Zhou, X., Yang, J. H. ve Hoepner, A. G. F. (2016). Corporate Carbon Emission and Financial Performance: Does Carbon Disclosure Mediate the Relationship in the UK?. ICMA Center Discussion Paper. No: ICM- 2016- 03.

Marceau, M. L., Nisbet, M. A. ve VanGeem, M. G. (2006). Life Cycle Inventory of Portland Cement Manufacture. Portland Cement Association. PCA R&D Serial No. 2095b.

Marcu, A. (2016). Carbon Market Provisions in the Paris Agreement (Article 6). ICCG Reflection No. 45. http://www.iccgov.org/wp-content/uploads/2016/02/45_Andrei-Marcu.pdf. Erişim Tarihi: 09.02.2017.

Marrewijk, M. V. (2003). Concepts and Definitions of CSR and Corporate Sustainability: Between Agency and Communion. *Journal of Business Ethics*. 44 (2): 95-105.

Mawhinney, M. (2002). Sustainable Development. Oxford: Blackwell Publishing Company.

McKinsey&Company. (2009). Pathways to a Low Carbon Economy. Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve. <https://www.cbd.int/financial/doc/Pathwaystoalowcarboneyconomy.pdf>. Erişim Tarihi: 10.09.2017.

Mercan, M. ve Karakaya, E. (2013). Sera Gazı Salımının Azaltımında Alternatif Politikaların Ekonomik Maliyetlerinin İncelenmesi: Türkiye İçin Genel Denge Analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakóltesi Dergisi*. 42: 123-159.

Milne M. J. ve Gray, R. (2013). W(h)ither Ecology? The Triple Bottom Line, the Global Reporting Initiative, and Corporate Sustainability Reporting. *Journal of Business Ethics*. 118: 13- 29.

Moya, J. A., Pardo, N. Ve Mercier, A. (2011). The Potential for Improvements in Energy Efficiency and CO₂ Emissions in the EU 27 Cement Industry and the

Relationship with the Capital Budgeting Decision Criteria. *Journal of Cleaner Production*. 19: 1207- 1215.

Mundaca, L., Mansoz, M., Neij, L. Ve Timilsina, G. (2013). Transaction Costs Analysis of Low- Carbon Technologies. Author Accepted Manuscript. World Bank Group. <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/13395/tcpo-10.108014693062.2013.781452.pdf?sequence=1>. Erişim Tarihi: 25.04.2017.

Murray, A. ve Price, L. (2008). Use of Alternative Fuels in Cement Manufacture: Analysis of Fuel Characteristics and Feasibility for Use in the Chinese Cement Sector. Berkeley Lab.

Nässén, J., Holmberg, J., Wadeskog, A. ve Nyman, M. (2007). Direct and Indirect Energy Use and Carbon Emissions In The Production Phase of Buildings: An input–Output Analysis. *Energy*. 32: 1593- 1602.

Newell, R. G., Jaffe, A. B. ve Stavins, R. N. (2006). The Effects Of Economic And Policy İncentives On Carbon Mitigation Technologies. *Energy Economics*. 28: 563- 578.

OECD. (1995). Environmental Principles And Concepts. OCDE/GD(95)124. [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD\(95\)124&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD(95)124&docLanguage=En). Erişim Tarihi: 01.04.2017

OECD. (2002). THE POLLUTER-PAYS PRINCIPLE AS IT RELATES TO INTERNATIONAL TRADE. COM/ENV/TD(2001)44/FINAL. [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?doclanguage=en&cote=com/env/td\(2001\)44/final](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?doclanguage=en&cote=com/env/td(2001)44/final). Erişim Tarihi: 01.04.2017.

Olson, E. G. (2010). Challenges and Opportunities from Greenhouse Gas Emissions Reporting and Independent Auditing. *Managerial Auditing Journal*. 5 (9): 934- 942.

Organ, İ. ve Çiftçi, T. E. (2013). Karbon Vergisi. *Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi*. 6 (1): 81- 95.

Ottoman, J., Stafford, E. R. ve Hartman, C. L. (2006). Avoiding Green Marketing Myopia: Ways to Improve Consumer Appeal for Environmentally Preferable Products. *Environment Science and Policy for Sustainable Development*. 48 (5): 23- 36.

Öker, F. ve Adıgüzel, H. (2013). Karbon Kredilerinin Uluslararası Muhasebe Standartları Kapsamında Muhasebeleştirilmesi. *Mali Çözüm Dergisi*. 116: 17- 38.

Önce, S., Onay, A. ve Yeşilçelebi, G. (2015). Kurumsal Sürdürülebilirlik Raporlaması ve Türkiye’deki Durum. *Journal of Economics, Finance and Accounting*. 2 (2): 230- 252.

Özbirecikli, M. (2000). Çevre Muhasebesi Kavramı ve Yönetmelik Kararlara Katkıları. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*. 7: 15- 21.

Özbirecikli, M. (2002). Çevre Muhasebesi. Natürel Kitap ve Yayıncılık: Ankara.

Özbirecikli, M. ve Melek, Z. (2002). Çevre Muhasebesi ve Çevresel Maliyetlerin Maliyet Muhasebesi Sistemine Etkileri ve Bir Araştırma. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*. 14: 82- 91.

Özçelik, G., Gürsel, P. ve Meral, Ç. (2013). Yapı Kimyasallarına Çevresel Çerçeveden Bakış. *Uluslararası Katılımlı Yapılarda Kimyasal Katkılar 4. Sempozyumu ve Sergisi*. TMMOB İnşaat Mühendisleri ve Kimya Mühendisleri Odası Ankara Şubeleri, Ankara. 24-25 Ekim 2013.

Özdemir, A. İ. (2004). Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 23: 87- 96.

Özdemir, B. (2009). Küresel Kirlenme, Sürdürülebilir Ekonomik Büyüme ve Çevre Vergileri. *Maliye Dergisi*. 156: 1- 36.

Özdemir, M. G. (2015). Dışsallıklar ve Emisyon Vergileri: Norveç ve Türkiye Uygulamaları. *Leges Sosyal Bilimler Dergisi*. 5 (3): 108- 130.

Özer, M. (2017). Yeşil Tahviller. *Gösterge, Türkiye Sermaye Piyasaları Birliği*. Kış: 73- 82.

Öztürk, A., Demirci, U. ve Türker, M. F. (2012). İklim Değişikliği ile Mücadelede Karbon Piyasaları ve Türkiye İçin Bir Değerlendirme. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*. Özel Sayı: 306- 312.

Öztürk, E. (2016). Çimento Sektöründe Alternatif Hammadde ve Alternatif Yakıt Kullanımının Çevresel Yararlarının Değerlendirilmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 22 (1): 47- 65.

Paris Anlaşması. UNFCCC. http://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf. Erişim Tarihi: 20.10.2016.

Pehnt, M. (2006). Dynamic Life Cycle Assessment (LCA) of Renewable Energy Technologies. *Renewable Energy*. 31: 55- 71.

Phillips, P. P. ve Phillips, J. J. (2011). Şirketler İçin Yeşil Karne Sürdürülebilir Girişimlerde Yatırım Getirisi Nasıl Ölçülür. Çev. Fezel Gülfidan. İstanbul: Soyak.

Piecyk, M. (2010). Carbon Auditing of Companies, Supply Chains and Products. Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics (ss. 49-68). The Chartered Institute of Logistics and Transport. Kagan Page: London.

Plambeck, E. L. (2012). Reducing Greenhouse Gas Emissions Through Operations and Supply Chain Management. *Energy Economics*. 34: 64- 74.

Polat, O., Polat, S. ve Akça, E. (2011). Küresel Isınmada Ormanların Karbon Tutulumuna Etkisi (Tarsus-Karabucak Örneği). I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Ekim 2011, Kahramanmaraş. *KSÜ Doğa Bil. Dergisi*. Özel Sayı: 313- 319.

Porter, M. E. ve Linde, C. (1995). Green and Competitive: Ending the Stalemate. *Harward Business Review*. 73(5): 119- 134.

Ratnatunga, J. (2007a). Carbon Cost Accounting: The Impact of Global Warming on the Cost Accounting Profession. *Journal of Applied Management Accounting Research*. 5 (2): 1- 8.

Ratnatunga, J. (2007b). An Inconvenient Truth About Accounting. *Journal of Applied Management Accounting Research*. 5 (1): 1- 20.

Ratnatunga, J. (2008). Carbonomics: Strategic Management Accounting Issues. *Journal of Applied Management Accounting Research*. 6 (1): 1- 10.

Ratnatunga, J. T. D. ve Balachandran, K. R. (2009). Carbon Business Accounting: The Impact of Global Warming on the Cost and Management

Accounting Profession. *Journal of Accounting, Auditing & Finance*. 24 (2): 333-355.

Ravindranath, N. H. ve Ostwald, M. (2008). Carbon Inventory Methods. Springer.

Rehan, R. ve Nehdi, M. (2005). Carbon dioxide Emissions and Climate Change: Policy Implications for the Cement Industry. *Environmental Science & Policy*. 8: 105- 114.

Riahi- Belkaoui, A. (2001). Behavioral Management Accounting. ABD: Greenwood Yayın Grubu.

Roca, L. C. ve C. Searcy. (2012). An Analysis of Indicators Disclosed in Corporate Sustainability Reports. *Journal of Cleaner Production*. 20: 103- 118.

Sandbag. (2016). Cement Exposed. https://sandbag.org.uk/wp-content/uploads/2016/10/Cement_Update.pdf. Erişim Tarihi: 01.10.2017.

Salbaş, N. (2016). Sürdürülebilir Çimento Sektörü Endeksi. Başkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

Saruç, N. T. ve Karakaya, E. (2008). Emisyon Ticareti ve Karbon Piyasası. Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü İklim Değişikliğinin Bilimsel, Ekonomik ve Politik Analizi (197- 224). Bağlam Yayıncılık.

Sathaye, J. ve Shukla, P. R. (2013). Methods and Models For Costing Carbon Mitigation. *Annual Review of Environment and Resources*. 38: 137- 168.

Schaltegger, S. ve Burritt, R. L. (2010). Sustainability Accounting for Companies: Catchphrase or Decision Support for Business Leaders?. *Journal of World Business*. 45: 375- 384.

Schaltegger, S. ve Csutora, M. (2012). Carbon Accounting for Sustainability and Management Status Quo and Challenges. *Journal of Cleaner Production*. 36: 1-16.

Schaltegger, S. ve Wagner, M. (2006). Managing Sustainability Performance Measurement and Reporting in an Integrated Manner. *Sustainability Accounting and Reporting*. (ss. 681- 697). Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers.

Schaltegger, S., M. Bennett ve R. L. Burrit. (2006). Sustainability Accounting and Reporting: Development, Linkages and Reflection. *Sustainability Accounting and Reporting* (ss. 1- 33). Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers.

Schmidt, M. (2009). Carbon accounting and carbon footprint – more than just diced results?. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*. 1 (1): 19- 30.

Selimoğlu, S. K. ve Çalışkan, A. Ö. (2016a). Sürdürülebilirlik Bağlamında Uluslararası Güvence Denetimi Standardı GDS (ISAE) 3410- Sera Gazı Beyanları- I. *Muhasebe ve Denetime Bakış*. 47: 1- 22.

Selimoğlu, S. K.ve Çalışkan, A. Ö. (2016b). Sürdürülebilirlik Bağlamında: Uluslararası Güvence Denetimi Standardı GDS (ISAE) 3410- Sera Gazı Beyanları- II. *Muhasebe ve Denetime Bakış*. 48: 1- 20.

Senal, S, ve Ateş, A.B. (2012). Kurumsal Sürdürülebilirlik İçin Muhasebe ve Raporlama. *Muhasebe ve Denetime Bakış Dergisi*. 36: 83-96.

Seuring, S. ve Müller, M. (2008). From A Literature Review To A Conceptual Framework For Sustainable Supply Chain Management. *Journal of Cleaner Production*. 16 (15): 1699- 1710.

SGETH, 29003 sayılı Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik. RG.

Signitzer, B. ve Prexl, A. (2007). Corporate Sustainability Communications: Aspects of Theory and Professionalization. *Journal of Public Relations Research*. 20 (1): 1-19.

Sims, R. E. H., Rogner, H. H.ve Gregory, K. (2003). Carbon Emission and Mitigation Cost Comparisons Between Fossil Fuel, Nuclear and Renewable Energy Resources for Electricity Generation. *Energy Policy*. 31: 1315- 1326.

Singh, N., Damassa, T., Alacon-Diaz, S. ve Sotos, M. (2014). Exploring Linkages Between National and Corporate/Facility Greenhouse Gas Inventories. World Resources Institute Working Paper. March: 1- 16.

Sovacool, B. K. (2011). The Policy Challenges of Tradable Credits: A Critical Review of Eight Markets. *Energy Policy*. 39 (2): 575- 585.

Sridhar, K. (2012). Is the Triple Bottom Line a Restrictive Framework For Non-Financial Reporting?. *Asian Journal of Business Ethics*. 1: 89- 121.

Stadel, A., Eboli, J., Ryberg, A., Mitchell, C. ve Spatari, S. (2011). Intelligent Sustainable Design: Integration of Carbon Accounting and Building Information Modeling. *Journal of Professional Issues In Engineering Education And Practice*. 137: 51- 54.

Stavins, R. N. 1998. Market- Based Environmental Policies. Washington: Resources for the Future. Discussion Paper 98- 26.

Stechemesser, K. Ve Guenther, E. (2012). Carbon Accounting: A Systematic Literature Review. *Journal of Cleaner Production*. 36: 17- 38.

Şişman, B. (2015). Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetiminde Karbon Salınımının Sosyal Maliyetini Dikkate Alan Bir Model Önerisi: Bir Mermer İşletmesi Örneği. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 8 (4): 177- 193.

Taşdan, F. (2008). Kyoto Protokolü Finansal Destek Mekanizmaları Çerçevesinde Türkiye’de Gönüllü Salım Ticareti. http://paribus.tr.googlepages.com/f_tasdan.pdf. Erişim Tarihi: 21.10.2017.

TÇMB SÇÜ, <http://www.ebrosur.net/tcma/index.html>, Erişim Tarihi: 13.02.2017.

TÇMB. (2014). TÜRK ÇİMENTO SEKTÖRÜNÜN ALTERNATİF YAKIT VE ALTERNATİF HAMMADDE KULLANIMI YAKLAŞIMI. http://www.tcma.org.tr/images/file/Turk_cimento_sektorunun_alternatif_yakit_hammadde_kullanim_yaklasimi_Kasim_2014.pdf. Erişim Tarihi: 21.10.17.

THY Sürdürülebilirlik Raporu. (2014). http://investor.turkishairlines.com/documents/ThyInvestorRelations/download/icerikler/THY_2014_Surdurulebilirlik_Raporu_WEB_Final.pdf. 15.02.2017.

Tokgöz, N. ve Önce, S. (2009). Şirket Sürdürülebilirliği: Geleneksel Yönetim Anlayışına Alternatif. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi*. 1 (1): 249- 275.

Toröz, A. S. (2015). *Gemi Kaynaklı Atıkları Alan Bir Atık Kabul Tesisinde Karbon Ayakizinin Belirlenmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.

Tsai, W. H., Shen, Y. S., Lee, P. L., Chen, H. C., Kuo, L. ve Huang, C. C. (2012). Integrating Information About The Cost of Carbon Through Activity-Based Costing. *Journal of Cleaner Production*. 36: 102- 111.

TSKB Entegre Raporu. (2016). http://www.tskb.com.tr/i/assets/document/pdf/TSKB_Entegre_Rapor_2016.pdf. Erişim Tarihi: 01.05.2017.

Tunahan, H. (2010). Küresel İklim Değişikliğini Azaltmanın Bir Yolu Olarak Karbon Finansmanı. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*. 46: 199- 215.

Turgut, G. (2014). Ekolojik Sürdürülebilirlik ve Küçülme. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 29 (2): 137- 165.

TÜİK. (2014). Sektörel Enerji Tüketim İstatistikleri. Erişim Tarihi: 26.01.2017.

Tüm, K. (2014). Kurumsal Sürdürülebilirlik ve Muhasebeye Yansımaları: Sürdürülebilirlik Muhasebesi. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*. 5 (1): 58- 81.

Türkeş, M. (2001). Hava, İklim, Şiddetli Hava Olayları ve Küresel Isınma. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri, Teknik Sunumlar, Seminerler Dizisi: 1: 187-205. Ankara.

Türkeş, M. (2003). Sera Gazı Salımlarının Azaltılması İçin Sürdürülebilir Teknolojik ve Davranışsal Seçenekler. V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi: ÇEVRE BİLİM ve TEKNOLOJİ Küreselleşmenin Yansımaları, Bildiriler Kitabı, 267-313. Ankara.

Türkeş, M., Şen, Ö. L., Kurnaz, L. Madra, Ö. ve Şahin, Ü. (2013). İklim Değişikliğinde Son Gelişmeler: IPCC 2013 Raporu. http://ipc.sabanciuniv.edu/wp-content/uploads/2014/01/13672_IPCCRapor.web_.02.01.14.pdf. Erişim Tarihi: 25.11.2016.

Türkkan, A. (2015). Çimento Fabrikalarının Sağlık Etkileri. Bursa Tabip Odası Yayını. <http://docplayer.biz.tr/7742487-Cimento-fabrikalarinin-saglik-etkileri.html>. Erişim Tarihi: 07.11.2016.

Uğur, S. (2014). Sera Gazı Emisyonlarının Azaltımında Karbon- Enerji Vergilerinin Rolü. *FSM İlmî Araştırmalar İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*. 3: 341- 358.

Uluslararası Entegre Raporlama Çerçevesi. (2013). <http://integratedreporting.org/wp-content/uploads/2015/03/13-12-08-THE-INTERNATIONAL-IR-FRAMEWORK-Turkish.pdf>. Erişim Tarihi: 19.03.2016. UNFCCC. <http://cdm.unfccc.int/Projects/diagram.html>. Erişim Tarihi: 09.02.2017.

UNIDO, United Nations Industrial Development Organization. (2016). Global Assessment Of Ecoindustrial Parks In Developing And Emerging Countries. http://www.unido.org/fileadmin/user_media_upgrade/Resources/Publications/Envionment/2016_Unido_Global_Assessment_of_Eco-Industrial_Parks_in_Developing_Countries-Global_RECP_programme.pdf. Erişim Tarihi: 26.02.2016.

Uyar, S. ve Cengiz, E. (2011). Karbon (Sera Gazı) Muhasebesi. *Mali Çözüm Dergisi*. Mayıs- Haziran: 47- 68.

Üstünişik, N. Z. (2014). *Türkiye İmalat Sanayiinde Yeşil İmalatın Uygulanabilirliği: Makine İmalat Sanayii Örneği*. Yayınlanmış Uzmanlık Tezi. T.C. Kalkınma Bakanlığı. Yayın No: 2864.

Van Kooten, G. C., Eagle, A.J., Manley, J. ve Smolak, T. (2004). How Costly Are Carbon Offsets? A Meta-Analysis Of Carbon Forest Sinks. *Environmental Science & Policy*. 7: 239- 251.

Vargün, H., Gürkan, S. ve Akbulut, H. (2015). Sürdürülebilir Bir Çevre İçin Karbon Muhasebesi ve Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Sisteminin Entegrasyonu. *Mali Çözüm Dergisi*. 132: 11- 31.

Viebahn, P., Nitsch, J., Fishedick, M., Esken, A., Schüwer, D. Supersberger, N., Zuberbühler, U. ve Edenhofer, O. (2007). Comparison Of Carbon Capture And Storage With Renewable Energy Technologies Regarding Structural, Economic, And Ecological Aspects in Germany. *International Journal of Greenhouse Gas Control*. 1: 121- 133.

WBG. (2016). World Bank Group Climate Change, State and Trends in Carbon Pricing. ABD. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/25160>. Erişim Tarihi: 01.04.2017.

Wilson, M. (2003). Corporate Sustainability: What is it And Where Does it Come From?. *Ivey Business Journal*. March/April: 1-5.

WordNet. <https://wordnet.princeton.edu/>. Erişim Tarihi: 15.03.2016.

Worrell, E., Price, L., Martin, N., Hendriks, C. ve Meida, L. O. (2001). Carbon Dioxide Emissions from the Global Cement Industry. *Annual Rev. Energy Environ*. 26: 303- 329.

www.footprintnetwork.org. Erişim Tarihi: 06.11.2016.

www.borsaistanbul.com. <http://www.borsaistanbul.com/endeksler/bist-pay-endeksleri/surdurulebilirlik-endeksi>. Erişim Tarihi: 20.03.2016.

www.csb.gov.tr. Erişim Tarihi: 26.02.2016.

www.eex.com. Erişim Tarihi: 11.10.2016.

www.globalreporting.org. Erişim Tarihi: 20.03.2016.

www.goldstandard.org. Erişim Tarihi: 20.03.2016.

www.kobipostasi.net. <http://www.kobipostasi.net/2012/02/03/karbon-saydamlik-projesi-nedir/>. Erişim Tarihi: 19.03.2016.

www.kurumsalsurdurulebilirlik.com. <http://www.kurumsalsurdurulebilirlik.com/tr-tr/anasayfa.aspx>. Erişim Tarihi: 19.03.2016.

www.sasb.org. <http://www.sasb.org/approach/principles/>. Erişim Tarihi: 20.03.2016.

Yalçın, A. Z. (2013). Potansiyel Bir Çevre Vergisi Olarak Motorlu Taşıtlar Vergisi: Avrupa Birliği ve Türkiye Arasında Karşılaştırmalı Bir Analiz. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 27 (2): 141- 158.

Yanık, S. ve Türker, İ. (2012). Sürdürülebilirlik Ve Sosyal Sorumluluk Raporlamasındaki Gelişmeler (Tümleşik Raporlama). *İ.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*. 47: 291- 308.

Yavuz, A. (2010). Sürdürülebilirlik Kavramı ve İşletmeler Açısından Sürdürülebilir Üretim Stratejileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 7 (14): 63- 86.

YEK Kanunu. 5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun. Tarih: 18/5/2005 Sayı : 25819

Yerlikaya, G. K. (2003). Karbon Vergisi. *Erzincan Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*. 7 (1- 2): 685- 700.

Yılmaz, B., Özer, E. ve Yılmaz, F. Ö. (2012). Muhasebenin Sosyal Sorumluluk Kavramı Açısından Çevre Muhasebesi ve Çevresel maliyetler. I. Uluslararası Muhasebe ve Finans Sempozyumu ISAF 2012. 31 Mayıs- 2 Haziran. Gaziantep. Bildiri Kitabı ss: 856- 866.

Yücel, M. ve Ekmekçiler, Ü. S. (2008). Çevre Dostu Ürün Kavramına Bütünsel Yaklaşım; Temiz Üretim Sistemi, Eko-Etiket, Yeşil Pazarlama. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*. 7 (26): 320- 333.

Yükçü, S. (2014). Herkes İçin Yönetim Muhasebesi. Altın Nokta Yayınevi. İzmir.

Yükçü, S. (2015). Yönetim Açısından Maliyet Muhasebesi. Altın Nokta Yayınevi. İzmir.

Yükçü, S. ve Fidancı, N. (2016). Sürdürülebilirlik Maliyeti Örneği Olarak Maden Sahası Restorasyonu. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 30 (3): 663- 677.

Yükçü, S. ve Kaplanoğlu, E. (2016). Sürdürülebilir Kalkınmada Finansal Olmayan Raporlamanın Önemi. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*. Özel Sayı- 1: 63- 101.

Zink, K. J., Steimle, U. ve Fischer, K. (2008). Human Factors, Business Excellence and Corporate Sustainability: Differing Perspectives, Joint Objectives. Corporate Sustainability as a Challenge for Comprehensive Management (3- 18). Almanya: Physica-Verlag.

Zorlu Enerji Faaliyet Raporu. (2016). <http://console22.zorluenerjigrubu.com/Upload/Document/30.5.2017-ZOREN%202016%20TR.PDF>. Erişim tarihi: 10.11.2017.