

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SEÇİLEN BİR KAĞIT FABRİKASINDA KARBON AYAK İZİ
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Banu ÖZLEM

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Çevre Bilimleri ve Mühendisliği Programı

OCAK 2013

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SEÇİLEN BİR KAĞIT FABRİKASINDA KARBON AYAK İZİ
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Banu ÖZLEM
(501101727)**

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Çevre Bilimleri ve Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İsmail TORÖZ

OCAK 2013

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 50110727 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Banu ÖZLEM**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**SEÇİLEN BİR KAĞIT FABRİKASINDA KARBON AYAK İZİ BELİRLENMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. İsmail TORÖZ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Kadir ALP**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Arslan SARAL
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **17.12.2012**
Savunma Tarihi: **24.01.2013**

Aileme,

ÖNSÖZ

Çalışmamın her aşamasında bilgi ve yardımlarını esirgemeyen, yönlendirilmesi ve yürütülmesinde büyük katkıları olan Değerli Hocam Prof. Dr. İsmail TORÖZ'e, Değerli Aile Büyüğüm Prof. Dr. Eralp ÖZİL'e; projemin oluşmasında emeği geçen. Kağıt Üretim Tesisi Genel Müdürü Sayın Velişah İNER'e, Fabrikalar SHE Müdürü Kubilay HOT'a, Üretim Müdürü Robert MEISEL'a, Operasyon Müdürü Salih DALYAN'a, Üretim Mühendisleri Metehan BESEN ve Serkan UYSAL'a, Çevre Uzmanı Can BAYRAKTAR'a, Satış Temsilcisi Erdem UĞUR'a; Enerji Santrali Yetkilileri Umur NALCI ve İsmail ERGİN'e, Kalite Sorumlusu Levent OCAKTAN'a; yardımlarından dolayı Özlem YURTSEVER'e, Cem ÇELİK'e, Yrd. Doç. Dr. Burak OLGUN'a; manevi desteklerinden dolayı kıymetli aileme ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ocak 2013

Banu Özlem
Çevre Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	2
1.2 Literatür Araştırması	2
2. KÜRESEL ISINMA VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ	3
2.1 Temel Göstergeler	4
2.2 Sera Gazları	5
2.2.1 Karbondioksit (CO ₂)	5
2.2.2 Metan (CH ₄)	6
2.2.3 Kloroflorokarbon (CFC)	6
2.2.4 Perflorokarbonlar (PFCs), Hidroflorokarbonlar (HFCs) ve Kükürt Hekza Florür (SF ₆)	6
2.2.5 Diazotmonoksit (N ₂ O)	7
2.3 Türkiye'nin Sera Gazı Emisyonları Eğilimi.....	7
2.4 Sektörel Bazda İklim Değişikliği	10
2.4.1 Enerji	10
2.4.2 Konut sektörü	11
2.4.3 Sanayi	12
2.4.4 Ulaştırma	14
2.4.5 Atıklar	16
2.4.6 Tarım ve ormancılık	17
2.5 Türkiye'ye İklim Değişikliğinin Olası Etkileri	18
2.6 Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi	24
2.6.1 Enerji sektörü	24
2.6.2 Sanayi sektörü	25
2.6.3 Ulaştırma sektörü	25
2.6.4 Atıklar	25
2.6.5 Ormancılık sektörü	26
3. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE KARBON YÖNETİMİ	27
3.1 Sürdürülebilir Kalkınma	27
3.2 Türkiye'de Sürdürülebilir Kalkınma Konusundaki Çalışmalar	29
3.3 Karbon Kısıtlı Yeni Dünya Ekonomisi	33
3.4 Karbon Yönetimi Yaklaşımları	34
3.5 Sera Gazı Envanteri	37

3.5.1 Temiz kalkınma mekanizması.....	40
3.5.2 Ortak yürütme (OY).....	40
3.5.3 Gönüllü karbon piyasası ve mekanizmaları	42
3.5.3.1 Gönüllü karbon piyasalarında Türkiye’de mevcut durum	42
3.5.4 Emisyon ticaret sistemi	45
3.6 Türkiye’nin Karbon Piyasalarında 2012 Sonrası Seçenekleri.....	46
4. SEÇİLEN BİR KAĞIT FABRİKASINDA PROSES İNCELEMESİ.....	51
4.1 Hurda Kağıt (Geri Dönüşümlü Kağıt).....	51
4.2 Hamur Hazırlama	53
4.3 Kağıt Makineleri.....	58
4.3.1 Giriş.....	58
4.3.2 Hamur kasası	59
4.3.3 Elek bölümü	60
4.3.4 Pres bölümü.....	61
4.3.5 Kurutma grubu	61
4.3.6 Mal sarıcı.....	62
4.3.7 Bobin kesme	63
4.4 Proses Kimyasalları	64
4.5 Enerji Santrali.....	66
4.6 Arıtma Tesisi ve Atıklar	68
5. SEÇİLEN BİR KAĞIT FABRİKASINDA KARBON AYAK İZİ HESABI..	73
5.1 Giriş ve Çalışma Kapsamı	73
5.2 Akış Diyagramları	77
5.2.1 Atıksu akış diyagramı	77
5.3 Üretime Dair Kütle Dengesi	79
5.4 Ürün Fire Durumu	85
5.5 Türkiye Elektrik Üretimi	86
5.6 Tesis Elektrik Üretim ve Tüketiminden Kaynaklı CO ₂ Miktarı Hesabı.....	89
5.7 Ürün Bazında Elektrik Tüketimi ve CO ₂ Miktarı.....	96
5.8 Forkliftlerden Kaynaklı CO ₂ Miktarı	100
5.9 Şirket Araçlarından Kaynaklı CO ₂ Miktarı	101
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	103
EKLER.....	111
ÖZGEÇMİŞ	125

KISALTMALAR

AAU	: Tahsislendirilmiş Miktar Birimi
AB	: Avrupa Birliği
AIE	: Akredite Bağımsız Denetim Kuruluşu
AKAKDO	: Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık
BM	: Birleşmiş Milletler
BMİDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
CDM	: Clean Development Mechanism
CDP	: Karbon Saydamlık Projesi - Carbon Disclosure Project
CER	: Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltımı - Certified Emission Reduction
CO₂	: Karbondioksit
CH₄	: Metan
DFP	: Atanmış Ulusal Odak Merci- Designated Focal Point
DNA	: Atanmış Ulusal Merci- Designated National Authority
DOE	: Yetkilendirilmiş Bağımsız Denetim Kuruluşu- Designated Operational Entity
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
ENTSO-E	: Elektrik İletim Sistemi İşletmecileri Avrupa Ağı- European Network of Transmission System Operators for Electricity
ERU	: Emisyon Azaltım Birimi- Emissions Reduction Unit
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
ETS	: Emisyon Ticaret Sistemi - Emission Trade System
EUROSTAT	: Avrupa Komisyonu İstatistik Ofisi
FLT	: Fluting Kağıt
GHG	: Sera Gazları - Greenhouse Gas
GOÜ	: Gelişmekte Olan Ülkeler
GSYH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
HFC	: Hidroflorokarbonlar
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı - International Energy Agency
IMO	: Uluslararası Denizcilik Örgütü - International Maritime Organisation
IPCC	: Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli- Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	: Uluslararası Standartlar Organizasyonu- International Standards of Organisation
ITF	: International Transportation Forum
İMKB	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
KM1	: Kağıt Makinesi 1
KM2	: Kağıt Makinesi 2
kWh	: Kilo watt saat
Mton	: Milyon ton
MTEP	: Milyon ton petrol eşdeğeri
N₂O	: Diazot monoksit
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü - Organisation for

	Economic Co-operation and Development
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
OY	: Ortak Yürütme –JoinT Implementation-JI
PFC	: Perflorokarbon
PP	: Proje Katılımcıları-Project Participants
SF₆	: Kükürt hekzaflorür
SGP	: Satınalma gücü paritesi
TK	: Taraflar Konferansı – Conference of Parties
TKM	: Temiz Kalkınma Mekanizması
TKL	: Tire Kraft Liner
TLB	: Esmer Test Liner
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TSC	: Tire NSSC Fluting
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
UNEP	: Birleşmiş Milletler Çevre Programı - The United Nations Environment Programme
VCM	: Gönüllü Karbon Piyasası – Volunteer Carbon Market
VER	: Gönüllü Karbon Azaltımı - Verified Emission Reduction
WBCSD	: Dünya Sürdürülebilir Kalkınma ve İş Konseyi- World Business Council Sustainable Developepment
WMO	: Dünya Meteoroloji Organizasyonu – World Meteorology Organisation
WRI	: Dünya Kaynaklar Enstitüsü- World Resources Institute

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Türkiye'nin sosyo-ekonomik, enerji ve karbon verilerinin 1990-2008 . 4 yılları arasında karşılaştırılması.	4
Çizelge 2.2 : 2008 yılı için Türkiye, OECD ülkeleri ve dünya geneline ilişkin sosyo-ekonomik, enerji ve karbon verilerinin karşılaştırılması (IEA,2010).	8
Çizelge 2.3 : Türkiye'nin 1990-2009 yılları arası, sektörler göre toplam sera gazı .. 8 emisyonları (TÜİK, 2011).	8
Çizelge 2.4 : Türkiye'de metan emisyonları.	17
Çizelge 2.5 : İklim değişikliğinin etkileri ve Türkiye'de etkilenebilirlik arz eden ... 22 sektörler/bölgeler.	22
Çizelge 2.6 : İllere göre iklim değişiklikleri.	23
Çizelge 3.1 : Sera gazı emisyonlarının hesaplanması ve 39 değerlendirilmesi için metot ve standartlar.	39
Çizelge 3.2 : Kyoto Protokolü esneklik mekanizmalarının temel 40 tanımları (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2008).	40
Çizelge 5.1 : Hurda kağıt miktarı (2011).	80
Çizelge 5.2 : KM1 ve KM2 kağıt makinalarının çalışma durumu (2011).	80
Çizelge 5.3 : Kağıt makineleri çalışma durumu (2011).	81
Çizelge 5.4 : Üretime giriş yapan hurda kağıttan kaynaklanan atık miktarı (Tesis... 81 Atık Envanteri, 2011).	81
Çizelge 5.5 : KM1 makinesinde ton üretim başına kullanılan kimyasal tüketimi..... 82 (2011).	82
Çizelge 5.6 : KM2 makinesinde ton üretim başına kullanılan kimyasal 83 tüketimi(2011).	83
Çizelge 5.7 : Tesis net üretim durumu (2011).	85
Çizelge 5.8 : Tesis brüt üretim durumu (2011).	85
Çizelge 5.9 : KM1 ve KM2 makinelerindeki fire durumu (2011).	85
Çizelge 5.10 : KM1 ve KM2 makinelerinin fireye etkisi (2011).	86
Çizelge 5.11 : KM1 ve KM2 makinelerindeki net üretimlerin elektrik tüketimi 86 (2011).	86
Çizelge 5.12 : Üretilen enerjinin birincil kaynaklara dağılımı (TEİAŞ, 2011,Url-3).	87
Çizelge 5.13 : Türkiye'de termik santrallerde kWh başına CO ₂ miktarı..... 88 (Özil, E.,Şişbot, S., Özpınar, A. ve Olgun, B., 2012).	88
Çizelge 5.14 : Enerji kaynağına bağlı olarak birim kWh elektrik üretimi için açığa 88 çıkan CO ₂ miktarı (2011).	88
Çizelge 5.15 : Tesisin elektrik tüketimi (2011 Enerji Raporu).	89
Çizelge 5.16 : Tesis elektrik üretimi (2011 yılı Enerji Raporu).	90
Çizelge 5.17 : Tesis TEDAŞ alış (2011 yılı Enerji Raporu).	90
Çizelge 5.18 : Tesis Siemens ve Coppel türbin elektrik üretimi (2011).	91
Çizelge 5.19 : Tesis elektrik üretim ve alım yüzdesi (2011).	93
Çizelge 5.20 : Kazan çalışma ve doğalgaz tüketim durumu (2011).	94

Çizelge 5.21 : Kazanların çalışması sonucu CO ₂ salımı (2011).	94
Çizelge 5.22 : Elektrik alım ve üretiminden kaynaklı CO ₂ miktarı (2011).	95
Çizelge 5.23 : Tesis içindeki bölümlerin elektrik tüketimi ve CO ₂ salımı. (2011)...	95
Çizelge 5.24 : Bölümler ve CO ₂ salımları (2011).	96
Çizelge 5.25 : Kaynaklara göre CO ₂ miktarı.	96
Çizelge 5.26 : KM 1 makinesinde gerçekleşen üretimlerin elektrik tüketimi (Tesis Enerji Raporu, 2011).	97
Çizelge 5.27 : KM2 makinesinde gerçekleşen üretimlerin elektrik tüketimi (Tesis Enerji Raporu, 2011).	98
Çizelge 5.28 : KM2 makinesinde gerçekleşen üretimlerin birim elektrik tüketimiyle çarpılarak elde edilen değerlerin karşılaştırılması (2011).	98
Çizelge 5.29 : Pulper elektrik tüketimi (2011).	99
Çizelge 5.30 : KM1 makinesinin birim elektrik tüketimi ve CO ₂ salımı (2011).	99
Çizelge 5.31 : KM2 makinesinin birim elektrik tüketimi (2011).	100
Çizelge 5.32 : Forkliftlerden kaynaklı CO ₂ miktarı (2011).	100
Çizelge 5.33 : Şirket araçlarından kaynaklı CO ₂ miktarı (2011).	101
Çizelge A.1 : Çalışma Verimliliği (DIANA Raporu, 2011).	111
Çizelge A.2 : Tesis Enerji Tüketimine Ait Aylık Veriler (Tesis Enerji Raporu 2011).	115
Çizelge A.3 : Tesis Enerji Tüketimine Ait Aylık Veriler (Tesis Enerji Raporu 2011).	117
Çizelge A.4 : Su Tüketimleri (Tesis Çevre Raporu, 2011).	120
Çizelge A.5 : Türkiye Elektrik Enerjisi Üretim-Tüketim ve Kayıplarının Yıllar İtibariyle Gelişimi TEİAŞ 2011).	121

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Sera gazı emisyonlarının sektörel bazda yıllar itibariyle gelişimi.	9
Şekil 2.2 : Türkiye’de 1990-2009 yılları arasında sera gazı emisyonlarının gelişimi ve enerji sektörü (TÜİK 2011).	10
Şekil 2.3 : Enerji kullanımının sektörel dağılımı (1990–2006 Genel Enerji Dengesi, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2008).	11
Şekil 2.4 : 2000-2008 yılları arasında konut sayıları ve alanlarına göre bina sektörünün gelişimi (TÜİK, 2011).	12
Şekil 2.5 : Sanayi sektörünün 2009 yılı toplam sera gazı emisyonundaki payı (TÜİK, 2011).	13
Şekil 2.6 : Türkiye’de yük taşımacılığının yıllar bazında gelişimi (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı 2008, Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları 2010).	14
Şekil 2.7 : Türkiye’de yolcu taşımacılığının yıllar bazında gelişimi (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı, 2008).	15
Şekil 2.8 : Türkiye ormanlarında 1990-2009 yılları arasındaki karbon stok değişimi ve CO ₂ eşdeğerinin yıllara göre durumu (TÜİK, 2011).	18
Şekil 3.1 : Sera gazı kaynakları.	38
Şekil 3.2 : Temiz kalkınma ve ortak uygulama projelerinin aşamaları (Karakaya, ... 2008:174)	41
Şekil 3.3 : Türkiye’de gerçekleştirilen projelerin dağılımları (Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2011).	44
Şekil 3.4 : Emisyon ticareti.	46
Şekil 3.5 : Kyoto Protokolü yükümlülükleri kapsamında esneklik mekanizmalarının kullanımı (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2009).	46
Şekil 4.1 : Hurda sahasına hurda girişi.	52
Şekil 4.2 : Hurda sahası görünümü.	53
Şekil 4.3 : Pulper.	55
Şekil 4.4 : Hamur hazırlama akış şeması.	57
Şekil 4.5 : KM1 Ahtapot tip hamur kasası.	59
Şekil 4.6 : KM2 hidrolik hamur kasası.	60
Şekil 4.7 : Elek.	60
Şekil 4.8 : Pres bölümü.	61
Şekil 4.9 : Kurutma bölümünden bir kesit.	62
Şekil 4.10 : Mal sarıcı.	63
Şekil 4.11 : Bobin kesme.	63
Şekil 4.12 : Üretim türüne göre eklenen kimyasalların üretime dahil olma lokasyonları.	66
Şekil 4.13 : Enerji santrali su akım şeması.	67
Şekil 4.14 : Mevcut arıtma tesisi akım şeması.	70
Şekil 4.15 : Yeni arıtma tesisi akım şeması.	70
Şekil 4.16 : Atık döngüsü.	72
Şekil 5.1 : Karbon ayak izi yaklaşımı (ISO 14064).	77

Şekil 5.2 : Proses su giriş çıkışı.	78
Şekil 5.3 : Atıksu akım şeması.....	79
Şekil 5.4 : Proses nem durumu.	79
Şekil 5.5 : Ürün kütle dengesi.....	84
Şekil 5.6 : Enerji santrali buhar akış şeması.	92
Şekil A.1 : MATLAB© matris formülü.	122
Şekil A.2 : MATLAB© matris çözümü.....	123

SEÇİLEN BİR KAĞIT FABRİKASINDA KARBON AYAK İZİ BELİRLENMESİ

ÖZET

Günümüzde gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkelerin gündem maddelerinden biri de sera gazı emisyonlarının azaltılmasıdır. Küresel ısınma ve iklim değişikliği tehdidiyle karşı karşıya kalan dünyada düşük karbonlu ekonomiye geçiş yolunda gerekli adımların atılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan çalışmalar enerji sektörünün en yüksek katkı payına sahip olduğunu göstermiştir. Sera gazlarının etkisini minimize etmek için metodolojiler ve standartlar geliştirilmiştir. Bunların uygulama alanı bulabilmesi ve sürdürülebilir biçimde devam edebilmesi ülkelerin bu konuya gereken önem ve desteği vermeleriyle mümkün olacaktır.

Karbondioksit Kyoto Protokolü'nde yer alan sera gazları içerisinde en büyük paya sahiptir. Toplam sera gazı emisyon miktarının birim karbondioksit eşdeğeri cinsinden ifade edilmesi ile karbon ayak izi belirlenmesi yapılmaktadır. IPCC, GHG Protokol, UNFCCC, ISO 14064 Standardı bu konuda ülkelere, yatırımcılara, üreticilere, vb. yol gösterici olmaktadır. Kyoto Protokolü esneklik mekanizmalarıyla emisyon ticaretinin, gönüllü ve zorunlu karbon piyasalarının durumu işlevsellik kazanmaktadır.

Bu çalışma ile ülkemizin ve bazı Avrupa ülkelerinin karbon ayak izi konusundaki elektrik üretim ve tüketimlerine bağlı yaklaşımları incelenmiştir.

Seçilen bir kağıt üretim tesisinde proses incelemesi yapılmış, 2011 yılına ait elde edilen veriler doğrultusunda tesise özgü bir model geliştirilmiştir. Model çerçevesinde tesisin üretim faaliyetlerinden kaynaklanan karbondioksit emisyon miktarı tesis bölümleri baz alınarak hesaplanmıştır.

Konuyu daha da detaylandırmak gerekirse tesis, iki ayrı fabrikadan oluşmaktadır. Buna karşın, tesisin enerji santrali, arıtma tesisleri, idari ve sosyal binaları ortak olarak kullanılmaktadır. Bu çalışma yalnızca kağıt üretim biriminde gerçekleştirilmiş olup, kutu fabrikası kaynaklı karbondioksit salımı üretim analizi yapılmaksızın sadece tüketim değerlerine bağlı olarak hesaplanmıştır.

Hesaplama adımları;

- Kapsam ve sınırlar
- Emisyon modelleri
- Faaliyet verilerinin toplanması
- Veri kalitesinin kontrol edilmesi
- Emisyon faktörleri
- Hesaplama
- Analiz
- Sonraki süreçler olarak tanımlanmıştır.

Hesaplamalar sonucunda elde edilen bulgular çerçevesinde tesisin belirtilen kapsamdaki faaliyetlerinden ortaya çıkan CO₂ salımının 98.896.057 kg olduğu hesaplanmıştır. Şirket araçlarından kaynaklı CO₂ miktarı 52.372 kg olduğuna göre toplamda tesisin 98.948.429 kg, bir başka ifadeyle 98.948 ton CO₂ salımına sahip olduğu bulunmuştur. Ortaya çıkan CO₂ salımı dikkate alınarak özellikle enerji verimliliği çalışmalarının yapılması konusuna dikkat çekilmiştir. Sunulan çözüm önerilerinin uygulamasına bağlı olarak CO₂ salımında önemli ölçüde azalma olacaktır.

DETERMINATION OF THE CARBON FOOT PRINT OF THE SELECTED PAPER FACTORY

SUMMARY

Reducing greenhouse gas emissions is one of the highly debated matters of industrialised and emerging countries in the recent years. Under the threat of global warming and climate change, various studies were carried out for making progress in transition to low carbon emission economy. Performed studies indicate that the energy sector is the highest contributor. A number of methodologies and standards which provide minimization of greenhouse gas effects, have been developed. Countries must give due consideration and support in order for those to be applicable and continue in a sustainable way.

Carbondioxide has the major contribution rank within the greenhouse gases in Kyoto Protocol. Determination of the carbon footprint is performed by denominating total greenhouse gas emission amount in terms of unit carbondioxide equivalent. IPCC, GHG Protocol, UNFCCC and ISO 14064 Standard are the most common guidelines for the countries, investors, manufacturers, etc. Status of voluntary and mandatory carbon market and emission trade gains functionality with the flexibility mechanisms under the Kyoto Protocol.

In this study, approaches on carbon footprint of Turkey and some European countries' were evaluated for the electricity production and consumption.

A process study was carried out at a selected recycled paper mill facility. A model specific to that facility has been developed in line with the obtained data. Furthermore, carbondioxide emission amount caused by manufacturing activities has been calculated.

If we need to look at the facility in detail it contains two separate factories. On the other hand, the boiler house and the electricity producing turbines, called power plant by the employees, wastewater treatment plant and administrative building serve both factories. This study was made only for paper production factory and carbondioxide emission for the box factory has been calculated from natural gas consumption without detailed production analysis.

Steps of calculation consists of;

- Extent and limitations of this study,
- Carbondioxide emission models,
- Utilising existing technical data,
- Doing the crude reliability of the existing data,
- Carbondioxide emission factors,
- Mass and energy calculations,
- Final analysis.

Carbondioxide emission calculations has been examined in 6 stages. The stages are given below in the order of succession:

Stage 1: Field work and production analysis has been done according to data that was provided by the manufacturer. Production analysis has been carried through for two paper machine lines (KM1 and KM2) mainly. KM is the shorthand notation for paper machine (PM). Incidentally there are two paper machines in the facility.

Stage 2: After the production analysis, generation of mass and work flowcharts in paper factory has been made. Mass flow diagrams has been created for,

- Fiber,
- Water and steam,
- Chemicals.

As known, fiber and water diagrams are the balances which affect the level of methane formation in wastewater treatment plant. The methane formation potential was calculated based on the data provided by the manufacturer.

Stage 3: Paper that are produced in the factory are different from each other in terms of fibers that are contained and chemicals which are used to produce paper. This stage is for calculation of electricity (kWh/kg-MWh/ton) consumption and steam (Kj/ton) consumption per unit of different paper types (TKL, TLB, FLT and TSC).

For this purpose, twelve equations has been written for twelve months of 2011 for KM1 and KM2 machines gross productions. with the help of twelve month gross production numbers and readings from electricity counters (Section 5). 12x4 matrice that was made for this goal, has been solved in MATLAB®. Matrice that has been formed according to electricity consumption and MATLAB® solutions are given in Appendix A.

Stage 4: Electricity consumption in pulper is evaluated in KM2 machine structure. For reaching real consumption in KM1 and KM2 machines and determining electricity consumption in pulper, iteration method has been used. At first, electricity consumption per ton of paper in KM2 machine was estimated; with this estimation total consumption and first consumption values that was extracted from the total value of KM2 is found in kWh unit. These values were put in KM2 and total consumption of pulper has been found and this process has been carried out until the same result that we started with is achieved.

As a last step of this stage production loss has been calculated. Naturally, electricity consumption of this loss should be added to kWh consumption per product

Stage 5: This is devoted to the development of the final electricity and steam consumption values. There are two boilers in the power plant. One of them produces high pressure steam, which is sent to the high pressure turbine and electricity is produced. This electricity meets the 1/3 of total consumption. The rest of the electricity is taken from major network.

Stage 6: This stage contains the calculation of carbondioxide emission on the basis of paper production and total carbondioxide emission. In this regard, not only electricity production but also unit carbon emission of electricity have been calculated and weighted mean of unit kWh consumption on the basis of institution has been found. In addition to this, the contribution to carbon emission of forklifts, which are used in process stage, has been calculated.

Carbondioxide emission of the service of institution in which has been found according to the findings of calculations is found as 98.896.057 kg. Carbondioxide emission of factory vehicles is 52.372 kg. According to this, total CO₂ emissions of this institution has been found as 98.948.429 kg, in other words 98.948 ton. Considering the level of CO₂ emissions, it has been highly recommended that the recycled paper mill facility go through an extensive energy efficiency study. When such a study is carried out it will result in significant decreased reduction at CO₂ emission level.

1. GİRİŞ

Dünyadaki hızlı nüfus artışı, sanayileşme, şehirleşme ve bunlara bağlı olarak üretim ve tüketimin artması, çevresel sorunların giderek büyümesine neden olmaktadır. Doğal kaynakların yok oluşunun yanı sıra çevresel kirlilik, iklim değişikliği, çölleşme ve biyolojik çeşitliliğin azalması gibi sorunlar artık küresel ölçekte bir tehdit oluşturmaktadır. Bu sorunlardan özellikle iklim değişikliği, insan faaliyetleri sonucu açığa çıkan sera gazı emisyonlarının atmosferde birikmesi sonucu olmakta ve son yıllarda karşı karşıya kalınan en önemli problemlerin başında gelmektedir.

İnsan faaliyetleri sonucunda iklimdeki değişimlerin en önemli sebebi fosil yakıtların yanması sonucu açığa çıkan sera gazları ve yanlış arazi kullanım politikaları sonucu yer kürenin karbon tutma kapasitesinin azalmasıdır. Bu kapsamda, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) 1994 yılında yürürlüğe girmiştir. BMİDÇS'nin sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik zamana bağlı sayısal hedef belirleyememesi ve ülkelerin emisyon azaltım taahhütleri konusunda gerekli zemini oluşturamaması, iklim değişikliği ile mücadelede sera gazı emisyonlarının azaltılmasında ilave hukuki düzenlemelere ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir ve 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto Protokolü bu ihtiyacı karşılamak üzere oluşturulmuştur. Kyoto Protokolü altında ülkelerin emisyon azaltım taahhütlerini yerine getirmelerini kolaylaştırmak ve geliştirmekte olan ülkelerin sürdürülebilir kalkınmasını desteklemek amacıyla, Kyoto Protokolü altında “Esneklik Mekanizmaları” olarak adlandırılan Temiz Kalkınma Mekanizması (TKM), Ortak Yürütme (OY) ve Emisyon Ticareti azaltım kolaylaştırıcı düzenekler olarak tanımlanmıştır. Bu mekanizmaların en önemli özelliği emisyon azaltım taahhütlerinin maliyet etkin bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktır. Emisyon azaltım taahhüdü kapsamında yer almayan sektörler ile doğrudan emisyonları bulunmayan ancak sosyal sorumluluk prensibi kapsamında kurumsal faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonlarını denkleştirmek isteyen şirket ve kurumlar Kyoto Protokolü Emisyon Ticareti dışında alternatif mekanizmalar oluşturmuşlardır. Gönüllü Emisyon Ticareti, bu kapsamda emisyon azaltım maliyetini düşürmeyi

amaçlayan bir düzenektir. Katılımcılarına hukuki bağlayıcılık getirmeyen bu mekanizma özel şirketlere, uluslararası organizasyonlara kamu kuruluşlarına ve şahıslara açık yapıdadır.

Yukarıda sözü edilen bütün yaklaşımlar, sorunlar ve çözüm önerileri ülke, kurum, kuruluş, yatırımcı ve üreticilere emisyon azaltımı konusunda farkındalık kazandırmıştır. Hatta bunun ticareti için bir mekanizmanın var oluşu durumu daha da cazip kılmıştır. Bundan yola çıkarak karbon ayak izi belirleme çalışmalarına başlanmıştır. Karbon ayak izi, kurum veya bireylerin ulaşım, ısınma, elektrik, yakıt tüketimi vb. faaliyetlerinden kaynaklanan toplam sera gazı emisyon miktarının birim karbondioksit cinsinden ifade edilmesidir. Tez çalışmasında kağıt sektöründe faaliyet gösteren bir fabrikada karbon ayak izi uygulaması yapılmıştır.

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmada seçilen bir kağıt fabrikasının üretime bağlı olarak karbon salımlarının (karbon ayak izi) oluşturulan bir model yardımıyla belirlenmesi amaçlanmaktadır. İzmir yöresinde yer alan ve temelde geri dönüşümlü kağıttan (hurda kağıt), yeni kağıt ürünleri üretmek olan bir tesisin mevcut durumu yapılan saha çalışması sonucunda elde edilen verilerden yararlanılarak hesaplanmış ve irdelenmiştir. Tesisteki üretim faaliyeti kaynaklı CO₂ emisyonunun nasıl azaltılabileceği ya da artmasının nasıl önüne geçileceği konusunda çözüm önerileri sunularak farkındalık sağlanmaya çalışılmıştır.

1.2 Literatür Araştırması

Tezin oluşmasında ulusal ve uluslararası makale, yayın, standart, rapor vb. kaynaktan yararlanılmıştır. Konuyu iyi bir şekilde irdelleyebilmek ve anlatabilmek amacıyla yapılan alıntılar aşağıdaki bölümlerde yer almaktadır.

2. KÜRESEL ISINMA VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Küresel iklim değışikliğı ile mücadele konusundaki en önemli yasal düzenlemeler, BMİDÇS ve Kyoto Protokolü'dür. BMİDÇS'nin amacı, insan faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının iklim sistemi üzerindeki etkisini önlemeye çalışmaktır. 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto Protokolü'nün amacı, BMİDÇS'nin Ek-1'inde yer alan gelişmiş ülkelerin, zamana bağılı emisyon azaltım taahhütlerini somutlaştırmaktır. Aynı zamanda içerdığı esneklik mekanizmalarıyla bir yandan küresel sera gazı emisyonlarının azaltılmasını hedeflerken, diğer yandan teknoloji transferini ve küresel sermaye hareketlerini tetiklemekte ve dolayısıyla başta yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere birçok alanda yeni istihdam olanakları sağlamaktadır. Bununla birlikte, 2012 yılının sonunda Kyoto Protokolü'nün uygulama dönemi sona ermektedir. 2012 sonrasına ilişkin uluslararası rejimin oluşturulmasına yönelik olarak 2007 yılında gerçekleştirilen 13. Taraflar Konferansı'nda BMİDÇS'ye taraf ülkelerce Bali Eylem Planı kabul edilmiştir. 2012 sonrası uluslararası iklim değışikliğı rejimi için önemli bir zemin teşkil eden ve 2010 yılında Meksika'da gerçekleştirilen 16. Taraflar Konferansı'nın çıktısı olan Cancun Anlaşmaları (1/CP.16 sayılı Karar), Bali Eylem Planı paralelinde bir dizi politik kararı içermektedir. Bu kapsamda önemli kararlardan biri de tarafların iklim değışikliğı ile mücadelenin, önemli fırsatlar getiren, sürekli yüksek gelişme ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlayan düşük karbonlu toplumun inşasına doğru bir paradigma değışimini gerektirdiğini kabul etmeleridir (BMİDÇS TK16, 2011, s:4).

Türkiye; BMİDÇS'ye 2004, Kyoto Protokolü'ne 2009 yılında taraf olmuştur. Türkiye'nin özgün konumuna atıfla, BMİDÇS'nin yükümlölüklerini daha iyi uygulayabilmesi amacıyla finansman, teknoloji ve kapasite geliştirme imkanlarına erişiminin artırılması hususları müzakereler kapsamında görüşölmeye devam etmektedir.

2.1 Temel Göstergeler

Türkiye'nin ekonomik, sosyal ve sera gazı emisyonlarına ilişkin Çizelge 2.1'de verilen göstergelere bakıldığında gerek ekonomik kalkınmışlık düzeyi, gerekse sera gazı emisyonları açısından BMİDÇS'nin Ek-I'inde yer alan gelişmiş ülkelerle benzer durumda olmadığı görülmektedir. Türkiye'nin kişi başı elektrik tüketimi ve kişi başı sera gazı emisyonları, OECD ülkelerinin yaklaşık üçte biri oranındadır. Diğer taraftan, Türkiye'de ekonominin enerji yoğunluğu, Çizelge 2.1'e göre OECD ülkelerindekinden yaklaşık üçte bir oranında daha fazladır. Türkiye'de GSYH, 1990 ile 2008 yılları arasında %170.82 oranında artarken, toplam sera gazı emisyonlarının sadece %95.96 oranında artması, ekonominin gelişiminin giderek daha az sera gazı emisyonu yaratacak faaliyetlere dayandırılması bakımından olumlu bir eğilime işaret etmektedir.

Çizelge 2.1 : Türkiye'nin sosyo-ekonomik, enerji ve karbon verilerinin 1990-2008 yılları arasında karşılaştırılması.

Göstergeler		1990	2008	1990-2008 (% değişim)
Sosyo- Ekonomik	GSYH (SGP)*(2000 ABD \$)	306.9	831.16	170.82
	Nüfus (milyon kişi)	56.2	71.08	26.48
	Kişi başı GSYH (SGP) 2000 ABD \$/kişi	5466	11693	113.92
Enerji	Toplam Birincil Enerji Arzı (MTEP)	53	98.5	85.95
	Toplam Elektrik Üretimi (milyar/kwh)	57.5	198.4	245.04
	Kiş Başı Birincil Enerji Arzı (TEP/kişi)	0.94	1.39	47.87
	Kişi Başı Elektrik Üretimi (kwh/kişi)	1020	2791	173.63
	Kişi Başı Elektrik Tüketimi (kwh/kişi)	1024	2400	134.38
	Ekonominin Enerji Yoğunluğu (TEP/bin 2000 ABD \$-SGP)	0.17	0.12	-29.41
	Toplam Sera Gazı Emisyonları (Mton CO ₂ e)***	187.03	366.5	95.96
Karbon	Toplam CO ₂ Emisyonları*** (Mton CO ₂)	126.7	270.86	113.78
	Elektrik Üretiminden Kaynaklı Sera Gazı Emisyonları (Mton CO ₂ e)	30.44	101.79	334.4
	Toplam Yutaklar (Mton CO ₂ e)	44.87	80.58	79.59
	Kişi Başı Sera Gazı Emisyonları ton CO ₂ e/kişi	3.33	5.16	54.94
	Ekonominin Karbon Yoğunluğu (ton CO ₂ e/2000 ABD \$-SGP)	0.61	0.44	-27.87
	Enerji Arzının Karbon Yoğunluğu (ton CO ₂ /TEP)	2.39	2.75	15.06

* SGP: Satınalma gücü paritesi.

****AKAKDO dahil değildir.**

*****Sadece yakıtların yakılmasından kaynaklanan CO₂ emisyonlarını içermektedir.**

Öte yandan, ekonominin enerji yoğunluğundaki düşüş 1990-2008 yılları arasında %29.41 olurken, aynı yıllar arasında ekonominin karbon yoğunluğunun sadece %27.87 oranında düşmesi, enerji arzındaki karbon yoğunluğunun ise %15.06 oranında artması, enerji arzından kaynaklanan sera gazı emisyonlarının azaltılması konusunda hala yapılması gerekenler olduğuna işaret etmektedir. Bununla beraber,, 1990-2008 yılları arasında toplam yutaklarda %79.59 artış olması oldukça önemli bir gelişmedir.

2.2 Sera Gazları

Kızılötesi ışınları soğuran tüm gazlar sera etkisine neden olan gazlardır. Kyoto Protokolü'nde 6 adet sera gazı Karbondioksit (CO₂) Metan (CH₄), Diazot monoksit (N₂O), Hidroflorokarbonlar (HFCs), Perflorokarbonlar (PFCs), Kükürt hekzaflorür (SF₆) öncelikli olarak kontrol altına alınmaya çalışılmaktadır.

2.2.1 Karbondioksit (CO₂)

Atmosferde meydana gelen her çeşit yanma CO₂ açığa çıkarır. Fosil yakıtların (petrol ve türevleri, kömürlerin ve doğalgazın) kullanılması sonucu atmosfere karışmaktadır. Atmosfere karışan CO₂'nin %80-85'i fosil yakıtlardan, %15-20'si de canlıların solunumundan ve mikroskobik canlıların organik maddeleri ayrıştırmasından kaynaklanmaktadır. Sanayi devriminden önce atmosferdeki toplam CO₂ miktarı 600 milyar ton tahmin edildiği halde bugün bu miktarın yaklaşık 750 milyar tona çıktığı bildirilmektedir.

Bir yandan fosil yakıt kullanımının hızla artışı öte yandan fotosentez için tonlarca CO₂ harcayan ormanların ve bitkisel planktonların tahribi atmosferdeki CO₂ miktarını son 160000 yılın en yüksek düzeyine ulaştırmıştır. Yapılan ölçmeler bu artışın devam ettiğini göstermektedir. Hawaii, Mauna, Loa istasyonu ölçme sonuçlarına göre atmosferdeki CO₂'nin sürekli artışı bilim adamlarının son zamanlarda geliştirdikleri matematiksel bilgisayar modellere göre CO₂ yoğunluğunun iki katına çıkması halinde küresel sıcaklığın 3°C artacağı hesaplanmıştır. Sera gazları içinde CO₂ küresel ısınmada %50 paya sahiptir. Bunun nedeni hem miktarının hem de CO₂ moleküllerinin atmosferdeki ömrünün 50-100 yıl

gibi çok uzun olmasıdır. Küresel ısınmaya karşı alınacak önlemlerin başında CO₂ salınımının azaltılması gelmekte ve bu hususta uluslar arası düzeyde olağanüstü çabalar harcanmaktadır (Topçu, 2008).

2.2.2 Metan (CH₄)

Sera etkisinin %20'sini meydana getirir. CO₂'e nazaran 20 kat daha ısı tutucu rol oynar. Doğalgazın temel bileşenidir. Metan gazı salınımının yaklaşık yarısı fosil yakıtlarının kullanımı, büyük baş hayvan yetiştiriciliği, pirinç tarımı, atıkların gömülmesi gibi insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Bu tür aktiviteler son 50 yılda büyük artış göstermiştir ve oluşturdukları emisyonlar atmosferdeki metan artışında pay sahibidir. Metanın atmosferdeki konsantrasyonu küresel olarak sadece son 20 yılda ölçülmüştür. Meydana gelmiş olan dünya çapındaki ısınma anaerobik çürümeyi de hızlandırmış, CO₂ kadar metan üretimini de arttırmıştır. Atmosferdeki metan kompozisyonu sanayi devrimi öncesinden bu yana %150 artış göstermiştir. IPCC atmosfere katılan metan miktarının yarısından fazla kısmının insan faaliyetleri sonucu gerçekleştiğini belirtmektedir. Atmosferde hidroksil radikali ile reaksiyona girer ve en sonunda CO₂'ye dönüşür (Pekin, 2006).

2.2.3 Kloroflorokarbon (CFC)

Kloroflorokarbon gazı atmosfere parfümlerden yayılır. Ozon ile tepkimeye girerek, ozon tabakasını deler. Sera gazlarından olan kloroflorokarbon küresel ısınmanın başlıca sebeplerindendir. Türkiye'de özellikle 1996 yılından itibaren boya ve kozmetik sektörlerine bağlı olarak bir artış göstermiştir. Avrupa topluluğuna üye ülkelerde CFC gazlarının üretimi yasaklanmıştır. Montreal Protokolü'nün uygulanmaya başlanmasıyla halojenli karbon gazları salınımında çok az artış, buna karşılık azalma da görülmüştür.

2.2.4 Perflorokarbonlar (PFCs), Hidroflorokarbonlar (HFCs) ve Kükürt Hekza Florür (SF₆)

HFCs, PFCs ve SF₆ yüksek küresel ısınma potansiyeline sahiptir. İlk olarak, 1930'larda keşfedilen bu gazlar, alüminyum ve magnezyum üretiminde, yarı iletken imalatında, soğutucu ve buzdolabı üretiminde, ve spreylerde kullanılmışlardır. Montreal Protokolü'nde kullanımı yasaklanan CFCs sonucunda, HFCs, PFCs, ve

SF₆'nın kullanımı artmış olup, dolayısıyla emisyonları artmaya başlamıştır (Baird, 1999).

HFCs, ozonu incelten maddeler yerine kullanılmaktadır, ve şu anda ısımaya olan zorlayıcı etkileri düşüktür ancak toplamda sera gazı özelliği gösteren maddelere katkısı bulunmaktadır (Pekin, 2006).

PFCs ve SF₆ gazlarının ısımayı zorlayıcı etkileri düşük olmakla birlikte, hızlı bir büyüme oranına, çok uzun atmosfer ömürlerine sahip olmaları ve kızılötesi ışınları tutabilme özellikleri nedeni ile gelecekte iklim üzerinde etkili olabilecekleri düşünülmektedir (Topçu, 2008).

2.2.5 Diazotmonoksit (N₂O)

Azot oksitler içinde önemli bir yere sahiptir. Sera etkisinin %15'inin bu gazdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Atmosferde 120 yıl kalabilmekte ve yüksek ısı tutma potansiyeline sahiptir (Topçu, 2008).

N₂O'nun insan faaliyetleri sonucunda üretilmesinde en büyük payı tarım arazilerinde sentetik ve doğal gübre kullanımı, özellikle ulaştırmada kullanılan fosil yakıtların yakılması, nitrik asit (HNO₃) üretimi, atıksu arıtımı ve atık yakılması ve biokütlelerin yakılması oluşturmaktadır. Atmosferdeki N₂O konsantrasyonu 1750'den beri %16 artmıştır. Stratosferde güneş ışığının fotolitik (güneş enerjisi ile elementin atomlarına ayrılması) davranışı sonucu N₂O atmosferden eksilmektedir (Baird, 1999).

2.3 Türkiye'nin Sera Gazı Emisyonları Eğilimi

Türkiye'nin sera gazı emisyonlarına dair durum Çizelge 2.2 ve 2.3'te özetlenmektedir.

Türkiye'nin Sera Gazı Envanteri'ne göre Türkiye'nin 1990-2009 yılları arası toplam sera gazı Gazı Emisyon Envanteri (1990-2009) Nisan 2011'de BMİDÇS Sekreteryası'na sunulmuştur. Sera gazı emisyonları ve emisyonların sektörlere göre dağılımı Şekil 2.1'de verilmektedir.

Arazi kullanımı ve arazi kullanım değişimlerinden kaynaklı emisyonlar Çizelge 2.2'ye dahil edilmemiştir. Türkiye'de solvent ve diğer ürünlerin kullanımından kaynaklanan sera gazı emisyonlarının miktarı hesaplanmadığı için Çizelge 2.3'e dahil edilmemiştir

Çizelge 2.2 : 2008 yılı için Türkiye, OECD ülkeleri ve dünya geneline ilişkin sosyo-ekonomik, enerji ve karbon verilerinin karşılaştırılması (IEA,2010).

	Göstergeler	Türkiye	OECD Ülkeleri	Dünya Geneli
Sosyo-Ekonomik	GSYH (milyar 2000 ABD \$)	375.96	30.504,00	40.482,00
	Nüfus (milyon kişi)	71.08	1.190,00	6.688,00
	Kişi başı GSYH (bin 2000 ABD \$/kişi)	5.29	25.63	6.05
	Toplam Birincil Enerji Arzı (MTEP)	98.5	5.422,00	12.267,00
	Toplam Elektrik Üretimi (milyar/kwh)	170.6	10.097,00	18.603,00
Enerji	Kişi Başı Birincil Enerji Arzı (TEP/kişi)	1.39	4.56	1.83
	Kişi Başı Elektrik Tüketimi (kwh/kişi)	2.400,00	8.486,00	2.782,00
	Ekonominin Enerji Yoğunluğu (TEP/bin 2000 ABD \$-SGP)	0.26	0.18	0.30
	Toplam CO ₂ Emisyonları** (Mton CO ₂)	263.53	12.630,00	29.381,00
Karbon	Kişi Başı CO ₂ Emisyonları (ton CO ₂ /kişi)	3.71	10.61	4.39
	Ekonominin Karbon Yoğunluğu (ton CO ₂ e/2000 ABD \$-SGP)	0.7	0.41	0.73
	Enerji Arzının Karbon Yoğunluğu (ton CO ₂ /TEP)	2.68	2.33	2.40

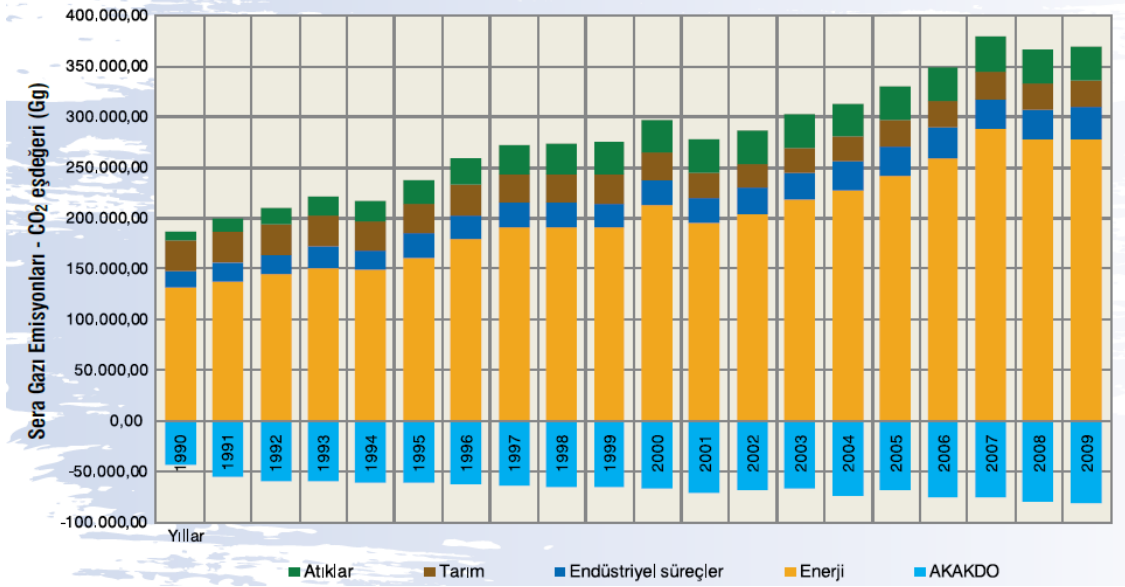
*Bu tabloda kullanılan veriler diğer ülkeler ile karşılaştırılabilir olması açısından Uluslararası Enerji Ajansı'ndan alınmıştır. Bu bağlamda ulusal verilere göre farklılık gösterebilir.

**Sadece yakıtların yakılmasından kaynaklanan CO₂ emisyonlarını içermektedir.

***Dünya geneli için verilen sera gazı emisyonları, uluslararası havacılık ve uluslararası deniz taşımacılığından kaynaklanan sera gazı emisyonlarını da içermektedir.

Çizelge 2.3 : Türkiye'nin 1990-2009 yılları arası, sektörlere göre toplam sera gazı emisyonları (TÜİK, 2011).

Sektörler	Yıllar							
	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Enerji	132.13	160.79	212.55	241.75	258.56	288.69	276.71	278.33
Endüstriyel								
Süreçler	15.44	24.21	24.37	28.78	30.7	29.26	29.83	31.69
Tarımsal								
Faaliyetler	29.78	29.68	27.37	25.84	26.5	26.31	25.04	25.7
Atık	9.68	23.83	32.72	33.52	33.88	35.71	33.92	33.93
Toplam	187.03	238.51	297.01	329.89	349.64	379.97	365.5	369.65



Şekil 2.1 : Sera gazı emisyonlarının sektörel bazda yıllar itibariyle gelişimi.

Sera gazı emisyonlarının sektörel bazda yıllar itibariyle Şekil 2.1’de verilen gelişimine bakıldığında 2001 yılındaki ekonomik kriz dönemi dışında 2007 yılına kadar sürekli artış göstermiş olduğu görülmektedir.

Sektörler arası bir karşılaştırma yapıldığında ise 2005 yılından itibaren tarımsal faaliyetler ve atıklardan kaynaklanan sera gazı emisyonlarının hemen hemen sabit kaldığı; toplam emisyonlardaki artışın büyük oranda enerji üretim ve tüketiminden ve endüstriyel süreçlerden kaynaklandığı görülmektedir. Sera gazı emisyonlarının 2009 yılı sektörel dağılımı Şekil 2.1’de verilmektedir. Toplam emisyonlar içinde en büyük payı %75 ile enerji sektörü almaktadır. Enerji sektörü kapsamında enerji üretimi, sanayi, ulaştırma ve diğer sektörlerde (binalar, tarım, ormancılık ve balıkçılık faaliyetlerinde) yakılan yakıtlardan kaynaklanan emisyonlar yer almaktadır. Enerji sektörünü %9’luk paylarla atık ve sanayi sektörleri, %7 pay ile tarım sektörü takip etmektedir. 2009 Envanteri’nde yakıtların yanmasından kaynaklanan sera gazı emisyonları “Enerji” başlığı altındaki emisyon miktarının %99,3’ünü oluşturmaktadır. Bu başlık altında geri kalan %0.07’lik emisyon miktarının kaynağı ise fosil yakıtlardan kaynaklanan uçuculardır. Yakıtların yanmasından kaynaklanan sera gazı emisyonlarında en büyük payı %37 ile enerji endüstrisinde yakılan fosil yakıtlardan kaynaklanan emisyonlar oluşturmaktadır.

2.4 Sektörel Bazda İklim Değişikliği

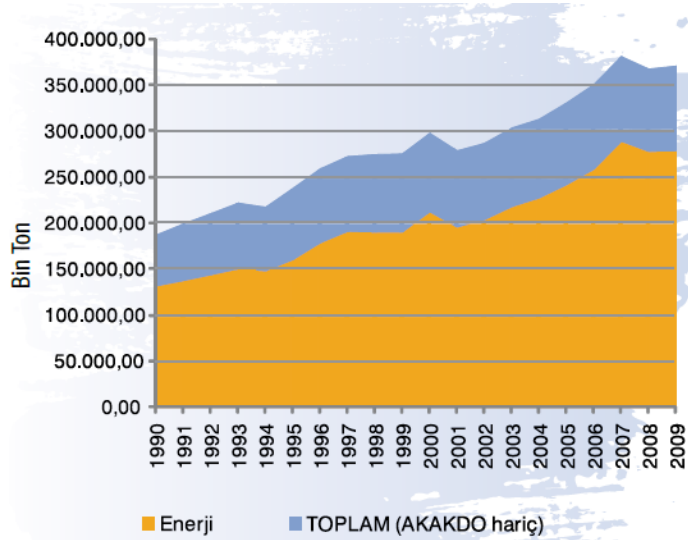
2.4.1 Enerji

Uluslararası Enerji Ajansı tarafından yayınlanan 2008 yılı enerji göstergelerine bakıldığında, kişi başı birincil enerji tüketimi dünya ortalaması değeri 1.83 TEP, OECD ortalaması ise 4.56 TEP'tir. Türkiye'nin kişi başı birincil enerji tüketimi 1.39 TEP olup, dünya ve OECD ortalamalarının altındadır (IEA, 2010).

Türkiye'nin enerji tüketimi 1990-2009 yılları arasında yaklaşık %100 (1990'da 41.611 bin TEP; 2009'da 80.574 bin TEP) oranında artış göstermiştir. Diğer taraftan Nisan 2011'de BMİDÇS'ye sunulan Türkiye'nin Ulusal Envanteri'ne göre, 2009 yılında enerji sektörünün toplam emisyon miktarındaki payı %75.3 oranında gerçekleşmiştir. Ulusal Envanter Raporu'nda görüleceği gibi, 1990-2009 yılları arasında ülkemizin toplam sera gazı emisyonları %97.6 oranında artarken, enerji sektörü CO₂ emisyonlarındaki artış ise %114 olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2011). Elektrik sektörü emisyonları ise enerji sektörü emisyonları içinde en fazla paya sahip olmakla birlikte 2007 yılından başlayarak azalma eğilimindedir.

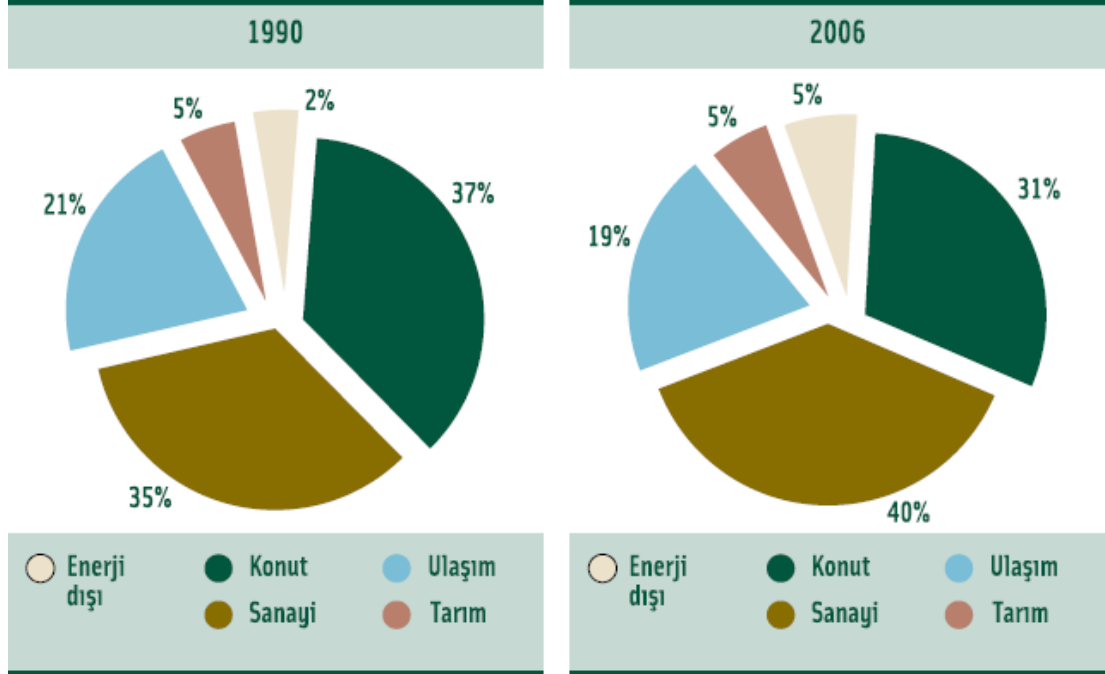
Enerji ve elektrik sektörü göz önünde bulundurulduğunda, 1990 ve 2006 yıllarına ait olan veriler karşılaştırmalı olarak Çizelge 2.3'te gösterilmektedir.

Enerji sektöründen kaynaklı sera gazı emisyonlarının gelişimi Şekil 2.2'de verilmektedir.



Şekil 2.2 : Türkiye’de 1990-2009 yılları arasında sera gazı emisyonlarının gelişimi ve enerji sektörü (TÜİK 2011).

Sektörel bazlı olarak enerji kullanım yüzdesi incelendiğinde Şekil 2.3'teki gibi bir durumla karşılaşılmaktadır. 1990-2006 yılları için bir karşılaştırma yapacak olursak sanayi ve enerji dışı sektörlerde artış yaşanırken; konut ve ulaşımda azalma; tarımda ise herhangi bir değişiklik olmamıştır.

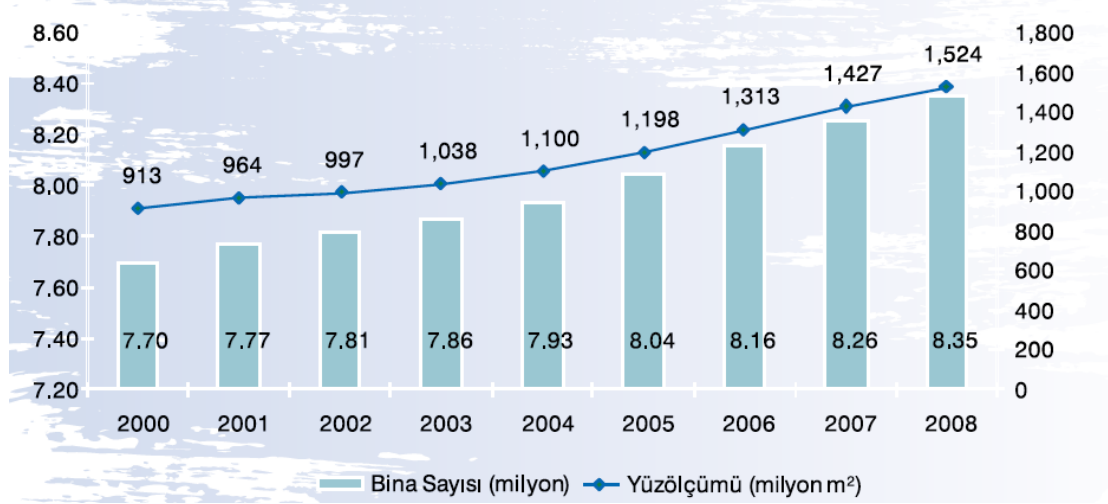


Şekil 2.3 : Enerji kullanımının sektörel dağılımı (1990–2006 Genel Enerji Dengesi, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2008).

2.4.2 Konut sektörü

Konut sektörü, önemli ölçüde enerji tüketen sektör olması nedeniyle enerji verimliliğinin artırılmasında ve iklim değişikliğine yönelik politika ve programlarda öncelikli çalışma alanı olarak değerlendirilmektedir. AB'ye üye ülkelerde ve tüm gelişmiş ülkelerde sera gazı emisyon azaltımı ile ilgili eylemlerin başında konutlarda enerji verimliliğinin artırılması gelmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre, Türkiye genelinde bina sayısı 1984 yılında 4.3 milyon iken, 2000 yılında %78 artışla 7.8 milyona, konut sayısı ise aynı yılların verilerine göre %129 artışla 16.2 milyona ulaşmıştır. 2000-2008 yılları arasında alınan inşaat izinlerine göre konutlar, ticari binalar Şekil 2.4'te verilen 2000-2008 yılları arasında bina sayıları ve alanlarına göre konut sektörünün gelişimi ve kamu binaları kapladığı alan bakımından %56 oranında artarak 1.524 milyon m²'ye ulaşırken, sayı bakımından ise %7 oranında artarak 8.35 milyona ulaşmıştır. Bu talep artışı, binalarda enerji verimliliği önlemlerinin ivedilikle alınması gerektiğini göstermektedir. Konut

sektörü, ülkemizde 2009 yılında 53.4 Mton CO₂ emisyonuna sebep olmuştur. Sektörün 2009 yılında 29.5 milyon TEP olan enerji tüketiminin 2020 yılında 47.5 milyon TEP'e ulaşacağı tahmin edilmektedir (ETKB, 2010). Bu da CO₂ emisyonunun 2009 yılı değerlerine oranla yaklaşık iki misline ulaşacağına işaret etmektedir.



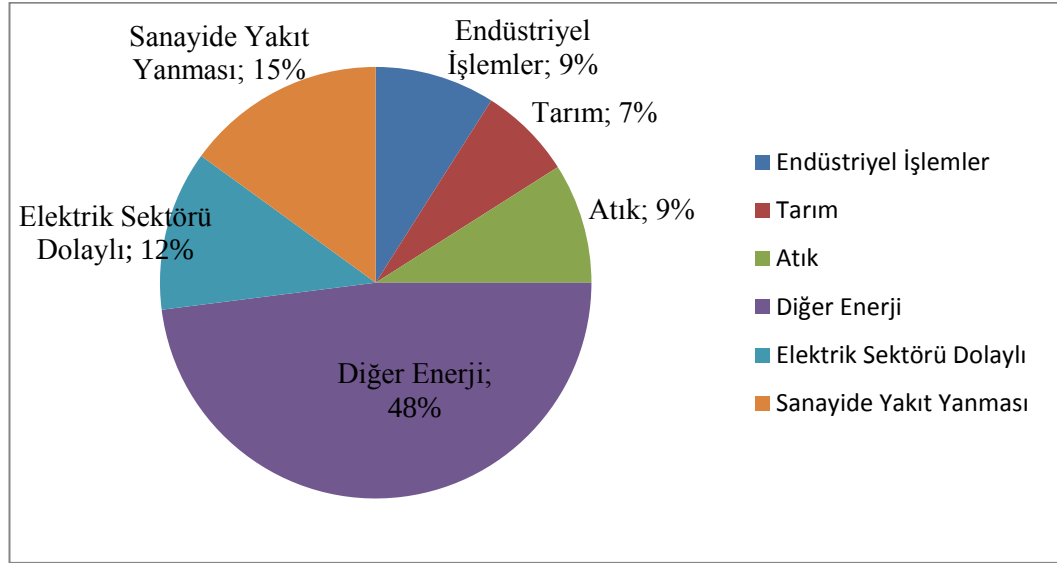
Şekil 2.4 : 2000-2008 yılları arasında konut sayıları ve alanlarına göre bina sektörünün gelişimi (TÜİK, 2011).

2.4.3 Sanayi

Türkiye sanayisinin GSYİH içerisindeki payı %20-25 arasındadır ve ekonomik büyüme oranlarına büyük ölçüde etkisi olmaktadır. Türk sanayisi, farklı özelliklere sahip birçok alt sektörden oluşmaktadır. Üretim payı açısından incelendiğinde, gıda sektörü %18.8 ve tekstil sektörü %16.3 pay ile en ön sıralarda yer almaktadır. Bu sektörleri, sırası ile petrol ürünleri sektörü %8.8, demir-çelik sektörü %6.2 , otomotiv sektörü %5.8 ve kimya sektörü %5 ile takip etmektedir. Sanayi sektöründe gerçekleşen faaliyetlerin sonucu olarak ortaya çıkan sera gazı emisyonları üretim ve enerji kaynaklı olarak iki başlık altında incelenebilir. Türkiye'nin 2009 itibarı ile 80.6 MTEP civarında gerçekleşen nihai enerji tüketiminde sanayi sektörünün payı 26 MTEP ile yaklaşık %32'dir. Bunun yanında 2009 yılında gerçekleşen 13.4 MTEP mertebesindeki nihai elektrik enerjisi tüketiminin %44.5'i (6 MTEP) sanayi sektöründe gerçekleşmiştir (ETKB, 2011). 2008 yılında ise, 13.8 MTEP düzeyinde gerçekleşen nihai elektrik tüketiminin %45.5'i (6.3 MTEP) sanayi tarafından tüketilmiştir (ETKB, 2010).

Sanayide elektrik enerjisi kullanımında uzun yıllar boyunca devam eden artış eğiliminin 2009 yılında ters yönde geliştiği görülmektedir. Bu değişim, küresel ekonomik krizin 2009 yılında imalat sanayi üzerindeki etkilerini görmek açısından ve bu yıla ait verilerin değerlendirilmesinde krizin önemli bir etmen olduğunun göstergesi olarak nitelendirilebilir.

TÜİK'nun 2011 yılı verilerine göre sanayi sektörünün 2009 yılı toplam sera gazı emisyonundaki payı Şekil 2.5'te gösterilmektedir.

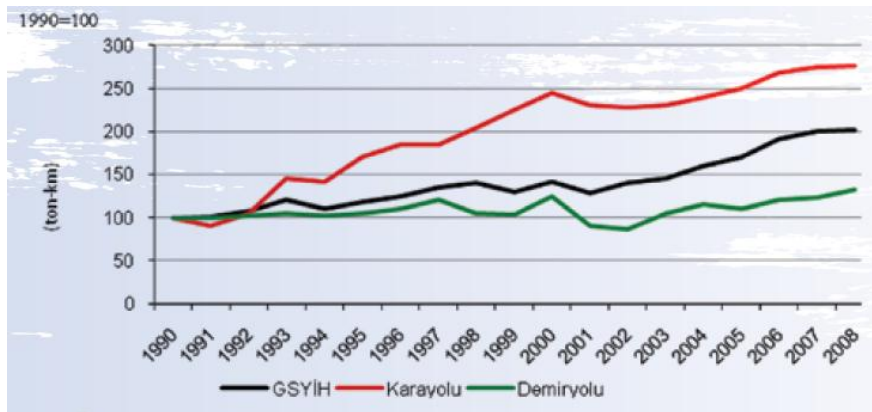


Şekil 2.5 : Sanayi sektörünün 2009 yılı toplam sera gazı emisyonundaki payı (TÜİK, 2011).

Endüstriyel işlemler sonucunda atmosfere bırakılan sera gazı emisyonları 1990-2009 döneminde %142 artışla 13.1 Mton'dan 31.7 Mton düzeyine ulaşmıştır (TÜİK, 2011). Sanayi sektöründe işlemlerden kaynaklanan emisyonların başlıca çıkış noktaları, çimento, şeker, gübre, demir-çelik ve çeşitli kimyasalların üretimi olarak tanımlanmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu tarafından Nisan 2011'de yayınlanan 2009 yılı Sera Gazı Envanteri'ne göre enerji sektörü sera gazı emisyon toplamı 278.33 Mton CO₂ eşdeğeri mertebesinde. Sanayi sektörü, faaliyetleri ile bu toplam içerisinde "sanayide yakıt yanması" başlığı altında yaklaşık 55.4 Mton CO₂ eşdeğeri ile birlikte, elektrik üretiminden son kullanıcı nedeni ile takribi 45.2 Mton CO₂ eşdeğeri olmak üzere toplam 100.6 Mton CO₂ eşdeğeri civarında, ayrıca proses kaynaklı 31.7 Mton CO₂ eşdeğeri olmak üzere sera gazı emisyonu kaynağı olarak yer almaktadır. Dolayısıyla, sanayi sektörünün faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonları yaklaşık 132.3 Mton CO₂ eşdeğeri ile toplam sera gazı emisyonunun ortalama %35.8'ini oluşturmaktadır.

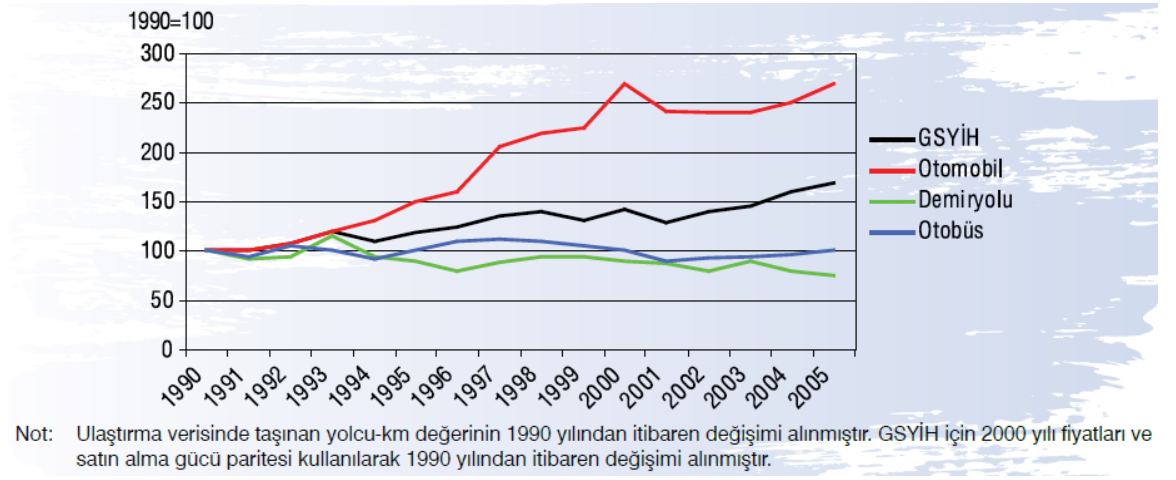
2.4.4 Ulaştırma

Türkiye’de ulaştırma sektöründen kaynaklı sera gazı emisyonlarının toplamı CO₂ eşdeğeri cinsinden hesaplandığında, toplam emisyonmiktarının %17’si oranında olduğu görülmektedir (TÜİK, 2011). Bu oranın gelişmiş ülkelerdeki orandan düşük olmasının başlıca iki sebebi bulunmaktadır. Birincisi, emisyon yaratan diğer sektörlerde enerji verimliliğini gelişmiş ülkeler arttırmışken, Türkiye’de henüz bu sektörlerdeki verimin düşük olması; başka bir deyişle bu sektörlerde de yüksek CO₂ emisyonu olması nedeniyle ulaştırma sektöründeki emisyonun payının toplam emisyonlar içinde göreceli olarak az kalmasıdır. İkincisi ise, gelişmiş ülkelerde hareketlilik, yani kişi başına yapılan yolculuk sayısı ve yolculuğun uzunluğu daha fazlayken; Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde hareketlilik görece daha azdır. Türkiye’de 1990-2008 arasında gelir düzeyindeki büyümeyle beraber yük ve yolcu taşımada büyük bir artış olmuş (Şekil 2.6 ve Şekil 2.7), hatta taşımadaki bu artış gelir düzeyindeki büyümenin neredeyse iki katı oranında gerçekleşmiştir (OECD, 2008, s.49). Dolayısıyla, ulaşırmadan kaynaklı emisyon miktarı göreceli olarak düşük olsa da, emisyonlardaki artış hızı yüksektir. 1990-2009 arasındaki 19 yıllık dönemde ulaştırma sektöründen kaynaklı CO₂ eşdeğeri sera gazı emisyonu dünya genelinde %44 oranında artış göstermişken; Türkiye’de aynı dönemde ulaşırmadan kaynaklı CO₂ eşdeğeri sera gazı emisyonu %78 oranında artmıştır (ITF, 2008). Yıllık artış olarak ele alındığında, belirtilen 19 yıllık dönemde CO₂ emisyonunda yaşanan yıllık artış OECD ülkelerinde ortalama %1.37, dünya genelinde %2.05, Türkiye’de ise %3.26 oranında gerçekleşmiştir (ITF, 2008).



Şekil 2.6 : Türkiye’de yük taşımacılığının yıllar bazında gelişimi (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı 2008, Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları 2010).

Şekil 2.7’de de görüldüğü gibi, karayolu taşımacılığında kaynaklı CO₂ emisyonları 1990-2007 yılları arasında 24 Mton’dan 42.9 Mton’a yükselerek %79 oranında artmış; hava ve deniz taşımacılığında ise özellikle uluslararası taşımacılıktaki artışla beraber CO₂ emisyonlarının artış oranı yükselmiştir. Bilindiği gibi ulaştırma sektöründe en fazla sera gazı emisyonuna yol açan iki alt sektör karayolu ve havayolu taşımacılığıdır. Hava yolu taşımacılığı son yıllarlada ciddi boyutlara ulaşmıştır. Demiryolu ise taşımacılık etkinliği yüksek olan ve bu nedenle en az sera gazı emisyonuna yol açan ulaştırma türüdür.



Şekil 2.7 : Türkiye’de yolcu taşımacılığının yıllar bazında gelişimi
(Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı, 2008).

Demiryolundaki temel enerji kaynağı olan elektrik enerjisinin üretiminde CO₂ emisyonunda önemli rolü olduğunu vurgulamak gerekir. Ancak gerek yolcu gerek yük taşımacılığında taşınan birim başına yaratılan emisyonlar dikkate alındığında, demiryollarının daha çevre dostu, daha az kirleten, daha sürdürülebilir bir ulaşım türü olduğu evrensel bir kabuldür.

Taşımacılığın en ağırlıklı olarak gerçekleştiği tür olarak karayolları, ulaştırma sektöründen kaynaklı CO₂ emisyonlarında en yüksek paya sahiptir. Diğer taraftan Türkiye’de taşıtların kilometre başına üretilen CO₂ emisyonlarında 1990-2004 yılları arasında %8.7 oranında bir azalma gerçekleşmiştir. Bunun başlıca nedenleri yeni araç ve motor teknolojileri, alternatif yakıt kullanımında az da olsa görülen artış ve 2003-2004 yılları arasında yaklaşık 320.000 eski aracın vergi indirimleri sağlanarak trafikten çekilmiş olmasıdır. Bu iki yıl içinde CO₂ emisyonlarında %4.9 oranında azaltım sağlanmıştır (ÇOB, 2007: 69). Kent içi ulaşımın da sera gazı emisyonlarında önemli payı vardır. Kentlerimizde emisyonlara ilişkin veri ve istatistikler sınırlı

olmakla birlikte ulaştırmadan kaynaklanan karbondioksit emisyonları açısından İstanbul ve Ankara'nın ilk sıraları aldığı bilinmektedir (BİB, 2009).

Kent içi ulaşımda sera gazı emisyonlarının artmasına yol açan başlıca gelişme eğilimlerinden biri özel araç yani otomobil sahipliğinin artması ve buna bağlı olarak kent içi ulaşımda otomobilli yolculukların oranının artmasıdır. 1990'lı yıllarda İstanbul ve Ankara'da toplam motorlu taşıt yolculuklarının içinde otomobil ile yapılan yolculuklar %17-20 arasındayken; 2000'li yılların sonunda bu oran İstanbul'da %35, Ankara'da ise %28 düzeyine çıkmıştır (IMO, 2009; EGO Genel Müdürlüğü, 2008).

Kent içi ulaşımda sera gazı emisyonunu arttıran bir diğer gelişme eğilimi, kentlerin mekansal açıdan büyümesi, kentsel kullanımların dağınık biçimde yer seçmesi, kent çeperlerinde düşük yoğunluklu konut alanları geliştirilmesi ve tüm bu eğilimler sonucunda kişi başına yapılan yolculukların ortalama uzunluğunun artmasıdır.

2.4.5 Atıklar

Atıklar, başlıca sera gazları olan metan (CH_4) ve karbondioksit (CO_2) gazlarının emisyonuna yol açan ana gruplardan biri olarak iklim değişikliği ve küresel ısınmada önemli rol oynamaktadır. Mevcut durumda atıklar sera gazı emisyonlarının kaynakları düzenli ve kontrolsüz (düzensiz) depolama alanlarından açığa çıkan depo gazı (~%50-55 CH_4 içerikli) olup, Türkiye'deki 1990-2009 dönemindeki CH_4 emisyonu durumu Çizelge 2.4'te verilmiştir.

2009 yılı itibarı ile toplam sera gazı emisyonu içindeki payı 33.93 milyon ton CO_2 eşdeğeri/yıl(~%9,18) olan atık sektörü, enerji sektöründen sonra ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre Türkiye'de 2008 yılı itibarı ile toplanan kentsel katı atık miktarı 24.360.863 ton/yıl (1.15 kg/kişi.gün, 420 kg/kişi.yıl) olup ülke nüfusunun %82'si, belediye nüfusunun ise %99'u atık toplama hizmetinden yararlanmaktadır.

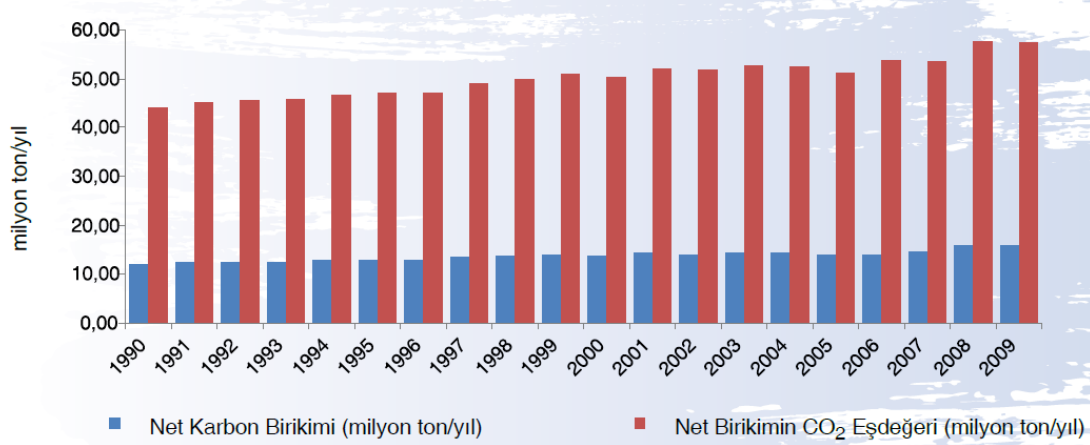
Çizelge 2.4 : Türkiye’de metan emisyonları.

	1990	1995	2000	2005	2007	2009
CH ₄ Kaynakları	1000 ton					
Atık	395.01	1065.54	1483.25	1516.66	1618.97	1532.39
Katı Atık Bertarafı	304.12	967.32	1382.98	1416.78	1516.95	1436.66
1.Düzenli Depolama	0	111.18	548.83	545.02	725.73	842.95
2. Atıkların Kontrolsüz Depolanması	304.12	856.14	834.15	871.76	790.93	593.7
Atıksu Bertarafı	92.89	98.21	100.27	95.73	102.32	95.73
Evsel ve Endüstriyel Atıksu	92.89	98.21	100.27	95.73	102.32	95.73

2.4.6 Tarım ve ormancılık

Tarımcılık faaliyetleri nedeniyle sera gazı emisyonuna neden olan tarım sektörü, toprak ve biyokütleden dolayı karbon yutak alanı olarak da nitelendirilmektedir. Ayrıca tarımsal ürünler, alternatif yenilenebilir enerji kaynakları arasında sayılmaktadır. Diğer taraftan, iklim değişikliğinin hem nedeni hem de sonucu olan arazi kullanım değişiklikleri, tarım sektörünü doğrudan etkilemektedir. BMİDÇS kapsamında sera gazı yutakları (ormanlar,tarım arazileri vb.), arazi kullanım türleri ve arazi kullanım değişikliklerinden kaynaklı sera gazı emisyon değişiklikleri AKAKDO adı altında ayrıca rapor edilmektedir. Orman Genel Müdürlüğü’nün resmi internet sitesindeki tanımlamaya göre "AKAKDO" kavramı, arazi kullanımının ve arazi kullanımında zaman içerisinde insan müdahalesiyle yapılan değişikliklerin, sera gazı emisyonları ve azaltımları üzerindeki etkisini belirlemeyi hedefleyen bir bütündür.

Türkiye ormanlarının yıllık karbon tutma potansiyeli Şekil 2.8’deki gibidir. 1990 yılında 12.02 Mton/yıl olan net stok artışının 2009 yılında 15.64 Mton /yıl’a çıktığı, bu miktarlara eşdeğer olan CO₂ alımlarının da 44.08 Mton/yıl’dan 57.36 Mton/yıl’a yükseldiği görülmektedir (TÜİK, 2011).



Şekil 2.8 : Türkiye ormanlarında 1990-2009 yılları arasındaki karbon stok değişimi ve CO₂ eşdeğerinin yıllara göre durumu (TÜİK, 2011).

2.5 Türkiye'ye İklim Değişikliğinin Olası Etkileri

IPCC Dördüncü Değerlendirme Raporu'nda, Akdeniz Havzası'nda genel sıcaklık artışının 1°-2°C'ye ulaşacağı, kuraklığın geniş bölgelerde hissedileceği ve özellikle iç kesimlerde sıcak hava dalgalarının ve aşırı sıcak günlerin sayısının artacağı ifade edilmektedir. Türkiye'de ise yıllık ortalama sıcaklığın gelecek yıllarda 2.5°-4°C artacağı, Ege ve Doğu Anadolu Bölgeleri'nde 4°C'yi, iç bölgelerinde ise bu artışın 5°C'yi bulacağı tahmin edilmektedir.

Gerek IPCC raporu, gerekse yürütülen bir dizi ulusal ve uluslararası bilimsel model çalışmaları, Türkiye'nin yakın gelecekte daha sıcak, daha kurak ve yağışlar açısından daha belirsiz bir iklim yapısına sahip olacağını ortaya koymuştur. Türkiye'nin, iklim değişikliğinin özellikle su kaynaklarının azalması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme, bunlara bağlı ekolojik bozulmalar gibi olumsuz etkilerinden önemli ölçüde etkileneceği öngörülmektedir.

Türkiye'nin İklim Değişikliğine Uyum Kapasitesinin Geliştirilmesi Ortak Programı çerçevesinde gerçekleştirilen iklim öngörülleri, diğer çalışmaları destekleyecek şekilde sıcaklıklarda belirgin artışlar ile hemen hemen bütün ekonomik sektörleri, yerleşimleri ve iklime bağlı doğal afet risklerini temelden etkileyecek biçimde yağış düzeninin, yani su döngüsünün değişeceğini öngörmektedir. Ortalama sıcaklıklar ve yağıştaki değişimler, bu parametrelerle sıkı sıkıya ilişki içerisindeki su kaynakları, tarımsal üretim, halk sağlığı, doğal afet riskleri ile ekonomik sektörler için hammadde sağlayıp, su gibi üretim ve kentler için temel girdiyi teşkil eden

faktörlerin miktar ve kalitesini düzenleyen ekosistem hizmetlerini doğrudan etkilemektedir.

Su kaynakları, 2100 yılına kadar yapılan öngörülerde, sıcaklıkların artışına da bağlı olarak kış yağışlarının daha çok yağmur şeklinde düşmesi ve kar örtüsünün daha hızlı bir şekilde eriyerek yüzeysel akışa katılması söz konusudur. Aynı zamanda yağışların yıl içerisindeki dağılımının yani şiddet ve sıklığının da değişmesi veya kayması gözlenecektir. Yağışın kar yerine daha çok yağmur şeklinde düşmesi ve kar yükünün daha hızlı bir şekilde erimesi, özellikle kentsel ve tarımsal su ihtiyaçları yıl boyunca yüksek rakımlardaki kar yükü tarafından regüle edilen bölgelerde suya en çok ihtiyaç duyulan zamanlarda sıkıntı duyulmasına neden olacaktır. Su döngüsündeki düzenin bu şekilde değişmesi, su kaynaklarının kalitesinde ve temininde önemli değişikliklere neden olacak ve suyun hayati öneme sahip olduğu gıda üretimi dahil olmak üzere, iklime bağımlı birçok sektörü etkileyecektir. Türkiye’de iklim değişikliğinden kaynaklanan yaz sıcaklıklarının artması, kış yağışlarının azalması (özellikle batı illerinde), yüzey sularının kaybı, kuraklıkların sıklaşması, toprağın bozulması, kıyılarda erozyon ve su baskınları gibi etkiler doğrudan su kaynaklarının varlığını tehdit etmektedir.

İklim değişikliği nedeniyle su döngüsündeki ve sıcaklıklardaki değişiklikler ile olası mevsimsel kaymaların doğrudan bu sistemlerin kontrolünde olan tarım sektörünü etkilemesi kaçınılmazdır. Sıcaklık ve yağış düzenlerinin değişimine bağlı olarak tarımsal zararlıların yayılım alanları ve türlerinde artışlar söz konusu olacaktır.

Tarımda öngörülen iklim değişiklikleri, üretimi, üretim yerlerini ve hayvancılığı etkileyecek, aşırı hava olaylarının şiddeti, sıklığı ve artma olasılığı tarımda rekoltenin azalması riskini önemli ölçüde artıracaktır. Bu durum doğrudan gıda güvencesi ile ilgilidir. İklim değişikliğinin tarım sektörüne olan etkisi, gıda güvencesi açısından esastır. Çünkü Türkiye’de tarım, sosyo-ekonomik açıdan en öncelikli sektördür ve ülke nüfusunun ihtiyaç duyduğu gıda temininde başat konumdadır. İklim değişikliğinden kaynaklanan etkilerle; tarımda su mevcudiyetinin azalması, su kalitesinin bozulması, biyolojik çeşitliliğin ve ekosistem hizmetlerinin korunamaması, dolayısıyla tarım ekosisteminin bozulması, sürdürülebilir tarımsal üretim desenlerinin değişmesi, hayvancılığın etkilenmesi, meraların bozulması, çiftçilerin iklim değişikliğine uyum konusunda kapasitelerinin yetersizliği gibi koşullar sonuçta gıda güvencesini tehlikeye sokmaktadır.

Türkiye’de iklim değışikliğinin, gıda üretimi ve güvencesi için elzem olan su ve toprak kaynakları ve dolayısıyla kırsal kalkınma üzerinde şiddeti giderek artan olumsuz etkiler yaratması beklenmektedir. Örneğin, Türkiye’nin Ege kıyılarında yer alan Gediz ve Büyük Menderes Havzaları’nda bu yüzyılın sonunda yüzey sularının %50’sinin kaybolacağı, tarımda, yerleşimlerde ve sanayide aşırı su sıkıntısı yaşanacağı tahmin edilmektedir. Turizm sektörünün de, azalan su kaynakları ve Akdeniz Bölgesi’ndeki artan sıcaklıklardan olumsuz etkilenmesi kaçınılmazdır. İklim değışikliğinin uzun vadedeki etkileri bir yana, Türkiye bugün itibariyle su kaynaklarının ve kıyı bölgelerinin kırılganlıkları ile mücadele eden, tarımsal faaliyetlerini mevcut iklimsel koşullara adapte etmeye çalışan bir ülkedir. Ekosistem Hizmetleri, Biyolojik Çeşitlilik ve Ormancılık İklim değışikliği, giderek artan şekilde karasal ve denizel ekosistemlerin yanı sıra biyolojik çeşitliliğin kaybına da neden olacaktır. Bu durum, türleri, toplumun bağımlı olduğu ekosistemleri ve bunların sağladığı hizmetleri önemli ölçüde etkileyecektir.

Ekosistemlerin, karbonu önemli ölçüde depolayan humuslu alanların, sulak alanların ve derin denizlerin iklimin düzenlenmesinde doğrudan rolü bulunmaktadır. Tuzlu bataklık ekosistemlerinin ve kum tepelerinin, fırtınalara karşı koruma sağladığı da bilinmektedir. İklim değışikliği, muhtemelen orman sağlığı ve verimliliğindeki değışikliklerle birlikte belirli ağaç türlerinin coğrafi dağılımında değışikliklerde neden olmaktadır. İklim değışikliği, balıkçılık ve su ürünleri sektörleri üzerindeki baskıyı artırmaktadır. İklim değışikliği nedeni ile kıyıları ve deniz ekosistemleri üzerinde de aşırı etkilerin meydana gelmesi ve kıyı erozyonunun artması söz konusudur. Doğal afet risk yönetimi, iklim değışikliğine bağılı olarak özellikle taşkın ve kuraklık gibi su döngüsünün değışmesine duyarlı doğal afetlerin sıklığı, şiddeti ve ülke çapındaki mekansal dağılımlarında artışlar öngörülmektedir. Yukarıda da bahsedildiği gibi örneğin kış aylarında yüzeysel akışa geçen su miktarının artması, taşkınlar konusunda ilave önlemlerin alınması ve mevcut altyapının geliştirilmesini gerekli kılacaktır. Benzer şekilde yağışların şiddetinin artacağı öngörülen bölgeler vardır. Dolayısıyla bu tür bölgelerde hem kırsal hem de kentsel alanlarda taşkın riski ortaya çıkacak veya mevcut taşkın riski artacaktır.

IPCC’ye göre, gelecekte gerçekleşebilecek bir iklim değışikliğinin Türkiye’de; sıcak ve kurak devrenin uzunluğundaki ve şiddetindeki artışa bağılı olarak, orman yangınlarının sıklığını, etki alanını ve süresini artırabileceği şeklindedir. Orman

yangınları için uyum eylemleri risklerin belirlenmesine ve azalmasına yönelik doğrudan hedefleri esas alacak şekilde tespit edilmiştir. İklim değişikliğinin etkilerinin bir başka önemli boyutu olan orman yangınları, Akdeniz Havzası'nda özellikle güney bölgelerde yıl boyunca tehlike olarak görülmekte ve orman yangınlarındaki bu artışın, istilacı türlerin yayılmasına, dolayısıyla orman yangınlarının daha geniş alanlara sıçramasına neden olacağı öngörülmektedir.

Değişen iklim koşullarının, ayrıca insan sağlığı üzerinde önemli ölçüde etkiler yaratacağı, hatta yaratmakta olduğu bilinmektedir. Aşırı iklim olaylarının daha sıklaşması nedeniyle hava koşulları ile bağlantılı ölümler ve hastalıklar artabilir.. İklim değişikliğine bağlı olarak artacak taşkın riski de bulaşıcı hastalıkların yayılma risklerini ve bu risklerin mekansal boyuttaki dağılımlarını değiştirecektir. Artan göç ve turizm gibi insan hareketlilikleri, bulaşıcı ve/veya yeni hastalık yapıcı mikroorganizma veya vektörlerin ortama girmeleri ve yeni yaşama ortamları bulmaları beklenen ısınma karşısında muhtemel olduğundan bir diğer risk alanını oluşturacaktır. Ayrıca iklim değişikliği nedeniyle çeşitli bulaşıcı hastalıkların yayılması ihtimali bulunmaktadır.

Çizelge 2.5'te belli başlı etki örnekleri ile etkilenebilir sektörler ve bölgeler yer almakta olup, Türkiye'de kuraklığa, sellere ve kendiliğinden çıkan yangınlara neden olan iklimsel etkiler temelinde göreceli olarak sektörlerle ve bölgelere özel etkilerin şiddeti değerlendirilmiştir.

Çizelge 2.5 : İklim değişikliğinin etkileri ve Türkiye’de etkilenebilirlik arz eden sektörler/bölgeler

Etkiler	Şiddet	Etkilenebilir Bölgeler	Etkilenebilir Sektörler
Nehir/havza rejimlerinin değişmesi	Düşük	Tüm bölgeler	Ekosistem hizmetleri ve biyolojik çeşitlilik
Azalan yüzey suları	Orta	Batı Anadolu Bölgesi	Tarım, su dağıtım şebeke altyapısı
	Yüksek	İstanbul, Ankara, Aydın, Nevşehir, Bursa, Afyon, İzmir, Kayseri, Muğla, Manisa	Kentsel alanlar
Artan kullanma suyu kıtlığı	Orta	Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri	Tarım, sanayi, enerji
Sel	Orta	Akdeniz, Karadeniz ve Ege Bölgesi	Tarım çiftçisi, insan sağlığı
Toprak kaybı/tuzluluk	Düşük		Turizm, ekosistem hizmetleri, biyolojik çeşitlilik, deniz ürünleri
Topraksızlaşma/toprağın niteliğini kaybetmesi	Orta	Güney Batı Anadolu	Tarım çiftçisi, gıda güvencesi, derin olmayan göller ve sulak alanlar
Kıyı erozyonu	Düşük	Karadeniz Bölgesi	Balıkçılık, işsizlik
Denizel ekosistemin bozulması	Düşük	Akdeniz, Ege, Karadeniz Bölgeleri	Ekosistem hizmetleri ve biyolojik çeşitlilik
Orman yangınları	Orta	Batı Anadolu	Turizm, tarım
Türlerin yaşamak için başka alanlara göç etmesi	Düşük	Akdeniz Bölgesi	Turizm, tarım, gıda güvencesi
Azalan tarımsal üretimin potansiyeli	Orta	Akdeniz ve Ege kıyıları	Tarım, gıda güvencesi
Azalan hidroenerji potansiyeli	Düşük	Akdeniz Bölgesi	Enerji, sanayi
Azalan deniz ürünleri üretimi	Düşük	Akdeniz Bölgesi	Tarım, gıda güvencesi, su dağıtım şebekesi

Birleşmiş Milletler tarafından Türkiye'nin iklim değişikliğine uyum kapasitesinin geliştirilmesi programı kapsamında yapılan bir çalışmada, 11 ilde kaydedilen değişiklikler Çizelge 2.6'da gösterilmektedir.

Çizelge 2.6 : İllere göre iklim değişiklikleri.

	TEK	TRB	KAS	KARS	SİVAS	Ş.URFA	VAN	ANT	ESK	SAM	İZMİR
Kuraklık											
Ani ve Şiddetli Yağmur											
Seller											
Sıcaklıklarda Artış											
Yağış Rejiminde Düzensizlikler											
Daha Ilık Kışlar – Daha Az Kar Yağışı											
Yüzey Suyu ve Tatlı Sularda Gerileme (Nehirler & Barajlar)											
Mevsimlerde Kayma											
Kuşların ve Yaban Hayatının Sayısında Azalma											
Çamurlu Yağış / Çöl Kumları Vakaları											
Orman Yangınlarında Artış											

Aynı çalışma raporunda iklim değişikliğinden etkilenebilecek 11 grup şöyle özetlenmektedir.

11 etkilenebilir/hassas grup:

- çiftçiler
- hayvan yetiştiricileri
- arıcılar
- orman köylüleri
- balıkçılar (balık çiftlikleri dahil olmak üzere)
- vatandaşlar (kentsel)
- esnaf /ticaretle uğraşanlar
- turizm (turistler dahil olmak üzere)
- sanayiciler (inşaat dahil olmak üzere)

- kamu idareleri (İl Özel İdare, belediye, kamu hizmeti sağlayıcıları dahil olmak üzere ve araştırmanstitüleri ve üniversiteler)
- yaban hayat (deniz ve kara doğal ekosistemi, fauna, flora, ormanlar vs.)

2.6 Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi

Türkiye, iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılmasına yönelik küresel çabalara kendi özel şartları ve imkanları çerçevesinde katkıda bulunmak maksadıyla “Ulusal İklim Değişikliği Stratejisini hazırlamıştır. Bu Strateji ile Türkiye, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve sözleşmesi’nin temel ilkelerinden biri olan “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar” çerçevesinde küresel iklim değişikliği ile mücadele çabalarına imkanları içgüsünde katkıda bulunmayı bir hedef olarak belirlemekte; ulusal azaltım, uyum, teknoloji, finansman ve kapasite oluşturma politikalarını ortaya koymaktadır. Türkiye’nin ‘İklim Değişikliği’ kapsamındaki ulusal vizyonu, iklim değişikliği politikalarını kalkınma politikalarıyla entegre etmiş; enerji verimliliğini yaygınlaştırmış; temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmış; iklim değişikliğiyle mücadeleye özel şartları çerçevesinde aktif katılım sağlayan ve yüksek yaşam kalitesiyle refahı tüm vatandaşlarına düşük karbon yoğunluğu ile sunabilen bir ülke olmaktadır.

Türkiye’nin iklim değişikliğiyle küresel mücadele kapsamında temel amacı, insanlığın ortak kaygısı olan iklim değişikliğini önlemeye yönelik uluslararası taraflarla işbirliği içerisinde, tarafsız ve bilimsel bulgular ışığında ortak akılla belirlenmiş küresel çabalara, sürdürülebilir kalkınma politikalarına uygun olarak, ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar prensibi ve Türkiye’nin özel şartları çerçevesinde katılmaktır. Türkiye’nin iklim değişikliği ile mücadele kapsamında ileriye dönük bazı sektörel hedefleri aşağıda verilmiştir.

2.6.1 Enerji sektörü

2023 yılında, 2000 yılı ABD Doları değeriyle ve 1998 GSYH serisiyle 1.000 dolarlık GSYH başına birincil enerji kullanımının 2008 yılı değeri olan 282 litreden en az 225 litreye, 1 Dolarlık GSYH başına elektrik kullanımının ise 2008 yılı değeri olan 0.53 kWh’den en az 0.42 kWh’e indirilmesi temel hedefler olarak kabul edilmiştir.

2023 yılına kadar toplam elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerji payı % 30'a çıkarılacaktır. Bu çerçevede teknik ve ekonomik hidrolik potansiyelimizin tamamı değerlendirilecek, rüzgarda 20000 MW ve jeotermalde 600 MW elektrik üretim kapasitesine ulaşılabilecektir. Güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde edilmesi özendirilecektir. Üretimden tüketime tüm aşamalarda enerji verimliliği ve tasarrufu artırılacaktır.

2.6.2 Sanayi sektörü

Türkiye Sanayi Stratejisi Eylem Planı'nda iklim değişikliğine neden olan sanayi kaynaklı sera gazı emisyonlarının kontrolünün sağlanması, izlenmesi ve raporlanması, Türkiye'nin hidrolik, rüzgar, jeotermal, güneş, biokütle diğer yenilenebilir enerji kaynakları öncelikli olmak üzere, enerji kaynaklarının çevre etkileri de dikkate alınarak değerlendirilmesi için kullanılabilir enerji potansiyellerinin belirlenmesi ve bu potansiyellerden yararlanma yöntemlerinin saptanması, üretim süreçlerinde emisyon oluşumunu azaltan üretim tekniklerini kullanan tesis sayısının artırılması hedeflenmektedir. Ayrıca Türkiye Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi'nde ise yılda 1000 TEP (Ton Eşdeğer Petrol) üzerinde enerji tüketen tüm sanayi kuruluşlarında enerji yöneticisi atanması ile ilgili süreçlerin tamamlanması ile bu sistemin etkin çalışmasının sağlanması amaçlanmaktadır.

2.6.3 Ulaştırma sektörü

Ulaştırma sektöründe alternatif yakıt, CO₂ ve NO_x emisyonlarını en aza indirebilen yeni teknoloji ürünü motorların ve çevre dostu ulaşım araçlarının kullanımının yaygınlaştırılması, akıllı ulaşım sistemi uygulamalarının geliştirilmesi, kentlerde kullanılan toplu taşıma araçlarında alternatif yakıt ve temiz araç teknolojilerinin kullanılmasının yaygınlaştırılması hedeflenmektedir.

2.6.4 Atıklar

Atık sektörü ile ilgili olarak Türkiye, orta vadede Atık Eylem Planı (2008-2012) kapsamında; yeniden kullanım ve atık geri kazanım miktarını arttırmayı, 2012 yılı sonuna kadar 104 düzenli depolama tesisi kurmayı ve üretilen belediye atıklarının %76'sını düzenli depolama tesislerinde bertaraf etmeyi, uzunvadede ise; depolama tesislerinden kaynaklanan gazların toplanıp doğrudan veya işlenerek enerji

retiminde kullanılması, eğer kullanılamıyorsa yakılarak bertaraf etmeyi hedeflemektedir.

2.6.5 Ormancılık sektörü

Milli Ağağlandırma Seferberliği kapsamında 2008–2012 yılları arasında 2.3 milyon hektar alan ağağlandırılacak ve rehabilite edilecektir. Bu sayede mevcut yutak alanlarımız tarafından tutulan karbona ilave olarak, 2020 yılına kadar 12 yılda toplam 181.4 milyon ton karbonun orman alanları tarafından tutulması sağlanacaktır.

3. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE KARBON YÖNETİMİ

3.1 Sürdürülebilir Kalkınma

Kalkınma kavramı, 1970'lerden sonra, özellikle II. Dünya Savaşı sonrası hız kazanan ekonomik büyümenin ekolojik denge üzerindeki olumsuz etkilerinin farkına varılmasıyla yeni bir boyut kazanmış, “kalkınma ve çevre” ilişkisi ortaya çıkmıştır. Bu yeni anlayışa göre; yeryüzündeki kaynaklar, biyolojik çeşitlilik, enerji kaynakları, atmosfer, iklim sistemi ve doğal çevre gelecek kuşakların yaşama haklarına olanak verecek şekilde yönetilirse, ancak o zaman kalkınmada sürdürülebilirlik sağlanabilecektir.

İklim alanında sürdürülebilirlik ise iklim değişikliğine yol açan sera gazı emisyonlarının iklim sisteminin düzgün işlemesine olanak verecek düzeyde tutulması anlamına gelmektedir. Sürdürülebilir kalkınma kavramı, 1983 yılında Birleşmiş Milletler tarafından oluşturulan Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun 1987 yılında yayınladığı “Ortak Geleceğimiz” (Brundtland) Raporu'nda, “Bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların gereksinimlerini karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma” olarak tanımlanmıştır.

Raporda çevre sorunları, yoksulluk ve eşitsizlik kavramlarının yanı sıra ekonomik büyümenin çevreyle barışık bir şekilde gerçekleştirilmesi gerektiği de vurgulanmıştır. Sürdürülebilir kalkınma, doğal kaynakların rasyonel yönetimini sağlayarak gelecek nesillere yaşayabilecekleri doğal fiziki ve sosyal bir çevre bırakmak ve aynı zamanda insan sağlığı ve doğal dengeyi koruyarak ekonomik kalkınmanın devamını öngörmektedir. Yoksulluğun ortadan kaldırılması, doğal kaynaklardan elde edilen yararın dağılımında eşitliğin sağlanması, nüfus artışının kontrolü ve çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesi sürdürülebilir kalkınma ile doğrudan ilgilidir. Bu nedenle, kalkınma kavramı büyüme kavramından farklı olarak, sosyal ve siyasal boyutu da içeren bir süreci ifade eder.

1992'de Rio de Janeiro'da düzenlenen BM Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda da sosyal, ekonomik ve çevresel unsurların birbirinden bağımsız olamayacağı ve uzun

vadede sürdürülebilir sonuçların elde edilmesi için sosyal, ekonomik ve çevresel ahengin sağlanması gerektiği vurgulanmıştır. Küreselleşmenin yalnızca ekonomik alanda değil, siyasi, kültürel ve sosyal alanlarda da etkilerinin olduğunun anlaşılmasından sonra sürdürülebilir kalkınma kavramının önemi artmıştır. Gelişmiş ülkelerde hızlı küresel rekabetten kaynaklanan üretim ve tüketim artışlarının çevre sorunlarına yol açtığı bir gerçektir. Ancak gelişmekte olan ülkeler (GOÜ) gelişen üretim ve tüketim artışlarından kaynaklanan çevre sorunlarına daha çok maruz kalmaktadırlar. Kalkınma sürecinde doğal kaynaklara bağımlılığı gelişmiş ülkelere göre daha yüksek olan bu ülkeler açısından çevre baskısı daha fazladır. GOÜ'lerin nüfus artışının gelişmiş ülkelere göre daha hızlı olduğu da göz önüne alınırsa kalkınma ile çevre ilişkisi, GOÜ'ler için daha da önem taşıyor hale gelmektedir. Çevreyi korumak veya kirliliği önlemek amacıyla yapılan çevre maliyetlerine, azgelişmişliğin getirdiği sosyal ve teknolojik yapıdaki yetersizlikler de eklenince bu durum, GOÜ'lerin kalkınma sürecindeki yükünü daha da arttırmaktadır.

Günümüzde sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin yakalanmasında küresel işbirliğinin gücü, tüm dünyaca kabul edilmektedir. Bu açıdan sürdürülebilir kalkınmadan ödün vermeden iklim değişikliği ile mücadelede BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin rolü ve önemi oldukça büyüktür. Gelecek nesillere daha iyi bir yaşam ve daha iyi bir çevre kalitesi bırakmak zorunda olduğumuz gibi, iklimle ilgili olarak da iklim değişikliğine yol açan sera gazı emisyonlarının iklim sisteminin düzgün işlemesine olanak verecek düzeyde tutulmasını sağlamakla yükümlüyüz.

BMİDÇS, insan faaliyetleri sonucu sera gazı emisyonlarındaki artışın yol açtığı en büyük küresel çevre sorunu olarak karşımıza çıkan iklim değişikliğine karşı, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin oluşturduğu uluslararası bir işbirliği ile çözüm getirmeyi hedeflemektedir. Sözleşme'nin ilkeleri arasında yer alan "Taraflar sürdürülebilir kalkınmayı destekleme hakkına sahiptir ve de desteklemelidirler. İklim sistemini insanların neden olduğu değişikliğe karşı koruma politika ve önlemleri, Tarafların her birinin özel koşullarına uygun olmalı ve iklim değişikliğine cevap verecek önlemleri almak için ekonomik gelişmenin gerekli olduğu dikkate alınarak, bu politika ve önlemler ulusal kalkınma programlarına entegre edilmelidir. ifadeleriyle de kalkınma ve iklim değişikliğinin birbirine bağlı olduğu belirtilmektedir. Sözleşme, sürdürülebilir ekonomik büyüme ve kalkınmayı iklim değişikliği sorununun üstesinden gelecek başarılı politikaların bir parçası olarak görmektedir.

Uluslararası müzakerelerde, sera gazı emisyonlarının büyük bir bölümünü gelişmiş ülkelerin oluşturması nedeniyle bu emisyonlarının azaltımına yönelik uygulamalarda da gelişmiş ülkelerin öncü olmaları ve gelişmekte olan ülkelerin iklim değişikliği ile mücadelelerinde finansal ve teknolojik yardımda bulunmaları gerektiği vurgulanmıştır. Türkiye’de çevrenin korunması ve geliştirilmesi faaliyetlerinin sürdürülebilir kalkınmayla paralel yürütülmesi çevre politikalarının temel hedefidir. Buna göre çevre politikaları, doğal kaynakların rasyonel yönetimine dayalı ve doğal dengenin korunarak gelecek nesillere aktarıldığı bir sürdürülebilir kalınma ilkesi doğrultusunda geliştirilmeli ve kalkınma planlarına entegre edilmelidir. Türkiye’de bugüne kadar sera gazı emisyonlarını doğrudan azaltmaya yada denetim altına almaya yönelik herhangi bir yasal düzenlemeye gidilmemiştir. Buna karşılık, genel olarak doğal çevrenin korunması ve enerji tasarrufu gibi, sera gazı emisyonlarını dolaylı olarak azaltmaya yönelik çok sayıda yasal düzenleme ve önlem (yasa, yönetmelik, duyuru, vb.) bulunmaktadır.

3.2 Türkiye’de Sürdürülebilir Kalkınma Konusundaki Çalışmalar

Türkiye sürdürülebilir kalkınma prensiplerini “politika oluşturma” noktasında büyük ölçüde kalkınma hedeflerine entegre etmiştir. Bu doğrultuda kamu yönetimin yeniden yapılandırılması için yapılan yasal, kurumsal ve finansal düzenlemelerin birçoğunda da “sürdürülebilirlik” ilkesinin yer aldığı görülmektedir. Ayrıca, sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen açık ve etkin kanunlar çıkarılmıştır. 2006 yılında 2872 sayılı Çevre Kanununda kapsamlı bir düzenlemeye gidilmiştir. Çevre Kanununda yapılan bu değişiklik çerçevesinde kanunun amacı sürdürülebilir kalkınma prensibine dayandırıldığı ifade edilmektedir. 5491 Sayılı Çevre Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, Madde 1’e göre “Bu Kanunun amacı, bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamaktır.”

Çevre Kanunu’nda yapılan kapsamlı değişikliklerle bazı konularda yeni düzenlemeler getirilmiştir. Bunlar; sulak alanların korunması, nesli tehlike altında olan bitki ve hayvanların korunması, balık çiftlikleri ve çevre yönetimi sorunları, stratejik çevre değerlendirmesi, toprak koruma, çevre tazminatı, medyanın çevre

bilinç-bilgilendirme yükümlülüğü, belediyelerin çevre katkı payı belirleme yetkisi ve mahalli hizmet birliklerinin çevre yönetimindeki önemi hakkındaki konulardır.

Yeni değişiklikler içinde çevre için yapılan yatırımları teşvik etmek amacına yönelik bir düzenleme yer almıştır. Bu düzenlemeyle, “arıtma tesisi kuran, işleten ve yönetmeliklerde belirtilen yükümlülükleri yerine getiren kuruluşların arıtma tesislerinde kullandıkları elektrik enerjisi tarifesinin, sanayi tesislerinde kullanılan enerji tarifesinin yüzde ellisine kadar indirim uygulanması” sağlanmaktadır. Ancak uygulamada başta kurumsal mekanizmalar olmak üzere çeşitli eksiklikler mevcuttur.

Uluslararası politika taahhüt belgeleri açısından bakıldığında, Türkiye’nin, sürdürülebilir kalkınma alanında ağırlıklı olarak Birleşmiş Milletler kararlarını politikalarına aktardığı görülmektedir. Türkiye, Birleşmiş Milletler kararları doğrultusunda bazı alanlarda programlar ve eylem planları da hazırlamıştır. Bu dokümanların bir kısmı Birleşmiş Milletler konferanslarına hazırlık aşamalarında ulusal raporlar olarak üretilmiş (2002 Türkiye Sürdürülebilir Kalkınma Ulusal Raporu), bir kısmı da konferans kararları gereği hazırlanması gereken dokümanlar olmuştur (Ulusal Gündem 21 Programı, Yerel Gündem 21 Programları, vb.) (Talu, 2007).

2000 yılında taslak olarak hazırlanan Ulusal Gündem 21 raporu iki noktayı vurgulamaktadır. Birincisi toplumun ekonomik ve sosyal gelişmesi ile çevrenin korunması süreçlerinin bir araya getirilmesi, ikincisi ise, Türkiye’de çevrenin korunmasının toplumun çeşitli kesimlerinin aktif katılımı ve işbirliği ile planlanması, yönetilmesi ve denetlenmesi süreçlerinin kolaylaştırılması ile bu alandaki var olan engellerin kaldırılmasıdır (Talu, 2007).

Türkiye, 2002 yılındaki Birleşmiş Milletler (BM) Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesine Sürdürülebilir Kalkınma Ulusal Raporu hazırlayarak katılmıştır (Çevre Bakanlığı, 2002). Raporda yer alan bazı temel hususlar aşağıda verilmiştir:

- Ekonomik Eksen: Ekonomideki ve finans sektöründeki belirsizlik ve istikrarsızlığın giderilmesi, güven ortamının yaratılması, adil rekabet koşullarının korunması ve geliştirilmesi, yabancı sermaye girişinin hızlanması.
- Çevre Eksen: Altyapı ve atık giderme tesisi eksikliklerinin giderilmesi, temiz üretim teknolojileri, çevre dostu ve kaynakları tahrip etmeyen üretim ve

tüketim kalıpları ile çevre yönetimi ve kalite güvence sistemlerinin geliştirilmesi, ulusal enerji tasarrufunun ve talep istikrarının sağlanması.

- Toplumsal Eksen: Kurumsal toplumsal sorumluluk girişimlerinin geliştirilmesi, yoksulluğun giderilmesi, iş gücü ile genç nüfusun eğitim ve istihdam yapısının geliştirilmesi.

BM Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi sonucunda kabul edilen Johannesburg Uygulama Planında ülkelerin ulusal düzeyde yasal ve kurumsal çerçeveleri geliştirmeleri öngörülmektedir. Sürdürülebilir kalkınma politikalarına üst karar verici düzeyinde odaklanılabilmesi için etkin bir kurumsal yapının varlığı ve bu yapının yerel/bölgesel düzeye de yansması önemlidir. 2006 yılında, sürdürülebilir kalkınma yaklaşımının Türkiye’de bir sistem bütünlüğü içerisinde strateji, plan ve programlara entegre edilmesini sağlamak amacıyla Devlet Planlama Teşkilatı nezdinde Dışişleri Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı ve Çevre ve Orman Bakanlığının temsil edildiği Ulusal Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu kurulmuştur. 2000 yılında yapılan Bin Yıl Zirvesi sonunda belirlenen Binyıl Kalkınma Hedefleri doğrultusunda Türkiye 2005 ve 2010 yıllarında Binyıl Kalkınma Hedefleri Raporlarını yayınlamıştır. Devlet Planlama Teşkilatı tarafından hazırlanan ve Haziran 2010’da İstanbul’da yapılan Binyıl Kalkınma Hedefleri Avrupa ve Bağımsız Devletler Topluluğu Bölgesel Konferansında sunulan 2010 yılı raporunda Binyıl Kalkınma Hedefleri ilgili yaşanan gelişmelere, mevcut politikalara ve karşılaşılan zorluklara yer verilmiştir. Söz konusu raporda, Türkiye’nin 2005 yılından bugüne özellikle çocuk ölümlerinin azaltılması ve anne sağlığının iyileştirilmesi hedeflerine yönelik önemli ilerlemeler kaydettiği belirtilerek, karşılaşılabilecek muhtemel önemli zorlukların ve yapısal engellerin olduğu ifade edilen toplumsal cinsiyet eşitliğinin sağlanması hedefine özel önem verilmesi gerektiği vurgulanmıştır (DPT, 2010). Türkiye’nin AB ile bütünleşme hedefine yönelik ortaklık ilişkisinin önemli bir aşamasını oluşturan Gümrük Birliği sürecinde, Türkiye, mevzuatını AB’nin gümrük ve ticaret politikalarının yanı sıra rekabet ve fikri sınai mülkiyet haklarına ilişkin politikalarının da dahil olduğu kapsamlı bir alanda uyumlaştırma yükümlülüğünü üstlenmiştir. Bu çerçevede özel sektör, uluslararası rekabet gücünü koruyabilmek için uluslararası düzeydeki çevresel taahhütlere önem vermeye başlamıştır. Bu da, çevre ve ekonomi politikalarındaki iç içeliğin özel sektör açısından önemle değerlendirilmeye başlanmasına yol açmıştır.

Avrupa Birliği'nin sürdürülebilir kalkınma politikaları, 1999 yılında hızlanan Avrupa Birliği üyelik süreci ile birlikte Türkiye açısından önem kazanmıştır. 2003 yılında Avrupa Birliği Müktesebatının Üstlenilmesine ilişkin Türkiye Ulusal Programının orta vadeli hedefleri arasında sürdürülebilir kalkınma prensiplerinin sektörel politikalarda benimsenmesi yer almıştır. Bu çerçevede sektörel politikaların temeli olan kalkınma politikalarının sürdürülebilir kalkınma ilkeleri çerçevesinde yeniden değerlendirilmesi amacıyla Devlet Planlama Teşkilatı, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı ve Avrupa Birliğinin işbirliğinde 2006-2008 yılları arasında Sürdürülebilir Kalkınmanın Sektörel Politikalara Entegrasyonu Projesi uygulanmıştır. Proje kapsamında hibe programları yanı sıra, pilot olarak seçilen ormancılık, balıkçılık, enerji, bilim ve teknoloji ile kentleşme sektörlerinde sürdürülebilirliğin nasıl sağlanacağına dair çalışmalar yapılmıştır. Kamu kuruluşları, sivil toplum kuruluşları, yerel yönetimler, akademik çevreler ve özel sektör temsilcilerinin katılımları ile oluşturulan çalışma gruplarında sürdürülebilir kalkınma anlayışının sektörel politikalara entegrasyonuna yol gösterici olacak Sektörel Sürdürülebilir Kalkınma Politika Seçenekleri Belgeleri'nin hazırlanması amaçlanmış olup, sektörlerin sürdürülebilirlik esaslarının belirlenmesi için öncelikle her bir sektörde mevcut durum, uluslararası yükümlülükler, ulusal mevzuat ve programlarda yer alan politika ve stratejiler gözden geçirilmiş, sektörün yarattığı olumlu ve olumsuz dışsallıklar belirlenmiştir. Sonrasında, pilot sektörlerin entegrasyonunu sağlamaya yönelik sektörel politika seçeneklerinin diğer sektörlerle ilişkisi kurulmuştur.

Ekonomik faaliyet sektörlerinin tamamı ile ilgili tüm devlet politikalarına, çevresel konuların entegre edilmesi yönündeki bu tavsiyelerin çevre politikalarının uygulanmasında yol gösterici olduğu görülmüştür. İlk OECD çevre politikaları raporunun devamı mahiyetinde olan ikinci OECD çevre raporu ise Türkiye Çevresel Başarı Raporu başlığı ile çevrenin diğer sektörlerle entegrasyonunun güçlendirilmesi amacıyla 1999 yılında hazırlanmıştır (OECD, 1999). Raporda Türkiye'nin çevresel performansı, ulusal hedeflerin ve uluslararası taahhütlerin yerine getirilme derecesi ile çevresel etkinlik ve ekonomik verimlilik kriterleri esas alınarak değerlendirilmiştir. Raporda ayrıca, çevresel ve ekonomik politikaların entegrasyonuna ilişkin Türkiye'de turizm sektörü örnek sektör olarak çalışılmış ve bu sektörün politikaları sürdürülebilir kalkınma politikaları açısından incelenmiştir. 2008 yılında hazırlanan Çevresel Performans Türkiye İncelemeleri Raporu,

Ülkemizdeki mevcut durumu ortaya koymakta, karar vericiler için gelecekteki çevresel politikalara yönelik önerilerde bulunmaktadır (OECD, 2008).

Bu raporda, 1999 yılından bu yana hava ve su yönetimi, doğa koruma, sürdürülebilir kalkınma hedefleri, uluslararası yükümlülükler gibi hemen hemen her alanda evre sektöründe kaydedilen gelişmeler ortaya konulmaktadır.

3.3 Karbon Kısıtlı Yeni Dünya Ekonomisi

Uluslararası ölçekte en önemli evre sorunlarından biri olan iklim değişikliği, günlük yaşamımızın birçok evresini etkilediği için, öncelikli olarak ele alınmalıdır. Gelişmiş çok sayıda ülkede yeni enerji politikalarının oluşturulması sırasında göz önüne alınan birinci kriter düşük veya sıfır karbon üretimi ve salımıdır. “Düşük karbon ekonomisi” (low carbon economy) iklim değişikliği ile mücadelenin en etkin yöntemlerinden biri olarak kabul edilmekte, başta karbon olmak üzere sera gazlarının salımının minimum dzeeye indirilmesini hedeflemektedir. Ayrıca, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için iklim değişikliğine izin verilmemesi gerektiği gerek Birleşmiş Milletler çalışmalarında, gerekse bu ülkelerin enerji politikalarında açıkça yer almaktadır.

Karbon salımının küresel ekonomiye maliyeti konusunda en dikkat çekici çalışmalardan biri İngiliz İktisatçı Lord Stern’in İngiliz hkmetinin talebi üzerine iklim değişikliğinin maliyetini araştırdığı çalışmadır. Çalışma, “The Stern Review/Stern Değerlendirmesi” adıyla 700 sayfalık rapor halinde yayınlanarak tüm dünyada büyük ses getirmiştir. Stern Değerlendirmesi’nin ana sonucu, iklim değişikliği ile ilgili alınacak etkili ve erken eylemlerin sağlayacağı faydaların oluşacak maliyetleri dengeleyebileceğidir. Değerlendirmeye göre, iklim değişikliğinin en ekstrem etkilerinin önlenebilmesi için, yıllık GSMH’nın %1’inin iklim değişikliği ile mücadeleye yönelik yatırımlara ayrılması gerekmektedir ve bunun başarılamaması durumunda küresel GSMH’nın beklenenin %20 kadar altında olması riski oluşacaktır. Bu değerlendirme siyasilere ve yatırımcılara küresel ısınmanın faturasının büyüklüğü konusunda taşıdığı uyarı niteliği ile düşük karbon ekonomisine geçişte önemli kilometre taşlarından birini oluşturmuştur.

Düşük karbon ekonomisine geçiş ile birlikte, dünyada pek çok şirket ve kuruluş iş süreçlerini yeniden değerlendirerek faaliyetlerini ve ürünlerini en düşük karbon

salınımı veya sıfır karbon salınımı ile gerçekleştirebilmek amacıyla yenilikçi girişimler ve teknolojiler uygulamaya başlamışlardır. Sürdürülebilir ve düşük karbonlu sürece geçişte özel sektör, tüketicilerin alışkanlıklarının değiştirilmesinden teknolojik inovasyonun gerçekleştirilmesine kadar değişen geniş bir ölçekte etkin çalışmalar yürütmelidir. Düşük karbon ekonomisinin başlıca hedefi yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin değerlendirilmesini sağlamaktır. Türkiye gibi üç tarafı denizlerle çevrili ve doğal kaynaklar bakımından oldukça zengin olan bir ülkede; karbon üretiminin sıfır olduğu rüzgar, güneş ve hidrolojik enerji potansiyellerinden yararlanma ve hatta bu kaynaklara dayalı enerji üretimi düşük karbon ekonomisi stratejisinin bel kemiğini oluşturmalıdır

3.4 Karbon Yönetimi Yaklaşımları

Düşük karbon ekonomisi küresel ölçekte zorunlu bir politika olarak uygulanacaktır. Avrupa Birliği yürürlüğe koymuş olduğu karbon mevzuatı ile 2012 yılına kadar olan süreci tanımlamış durumdadır. 2012 yılı sonrasında gelişmiş ülkelerde tüm şirket ve kuruluşlar karbon emisyonlarını açıklamak durumunda kalacaklardır. Bu ülkeler ile işbirliği yapan Türk şirketleri de bu zorunluluğa uyacaklardır. 2012 yılı sonrasında Avrupa Birliği'nin sera gazı azaltım hedeflerini ne ölçüde genişleteceği henüz bilinmemekle birlikte, 2020 yılına kadar öngörülen %20 azaltım hedefinin yeterli olmayacağı tartışılmaktadır.

Sonuç ne olursa olsun, 2012 sonrası Avrupa Birliği ülkeleri ile birlikte bu ülkelere ihracat yapan henüz bir yükümlülük almamış ülkeler de etkilenecektir. Diğer taraftan 2012 yılı sonrasında endüstrilere getirilmesi beklenen emisyon kotaları tartışılmaktadır. Bu kotalar AB Emisyon Ticareti'nin hızlanmasına neden olacaktır. Giderek artan emisyonlara karşın bu kotaların tutturulması amacıyla şirketler ve kuruluşlar üretim teknolojilerini değiştirmekten başlayan yeni enerji politikası uygulamasına kadar ulaşan bir değişiklik sürecine girmek zorunda kalacaklardır. Bir başka çözüm yolu ise kotasını doldurmayan başka şirket veya kuruluşlardan kota satın almaktır. Gerek üretim prosesinde alınacak önlemler ve yapılacak değişiklikler gerekse enerji kullanımında öngörülecek verimlilik çalışmaları öncelikle sürdürülebilir karbon yönetimini gerektirir. Gerek küresel hükümetler bazında, gerekse ulusal, sektörel ve/veya kurumsal ölçekte sera gazı emisyonlarının yönetiminde bilinen en kabul görmüş prensip “ölçülen kontrol edilir” (What gets

measured, gets managed) yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda karbon yönetimine ilişkin ilk ve en önemli adım mevcut emisyonların doğru, eksiksiz ve güvenilir şekilde ölçülerek ortaya konduğu envanter çalışmasıdır. Emisyon miktarlarının azaltılmasına yönelik yapılacak çalışmalar, alınacak önlemler ve hedefler öncelikle mevcut durumun gerçekçi ve güvenilir ölçülerde belirlenmesini gerektirir. Ancak bu belirleme yapıldıktan sonra alınacak önlemlerin içeriği, zamanlaması ve önceliklendirilmesini belirleyen bir strateji ve eylem planı oluşturulabilir. Bir şirketin veya kuruluşun sera gazı envanterini kullanılabilir hale getirebilmesi için bu envanter bağımsız denetleyici bir kuruluş tarafından doğrulanmalı ve belgelendirilmelidir. Sürdürülebilir bir karbon yönetimi, sorumlulukların ve idari yapılanmanın (yönetişim) ‘Kurumsal İklim Değişikliği Yönetişimi’ yaklaşımı ile belirlenmesini gerektirir. Bir kuruluş karbon yönetimi stratejisini geliştirirken mevcut yönetim sistemini idari yapılanma, veri toplama, raporlama ve paydaşları bilgilendirme boyutlarını dikkate almak kaydı ile iyi analiz ederek karbon yönetimine ilişkin öğeleri sistemine entegre etmeli ve kendi iç hesaplama ve izleme yöntemlerini saptayarak zaman ve maliyet kazancı sağlamalıdır.

Kurumsal İklim Değişikliği/Karbon Yönetimi’nde “Ceres” önemli bir yere sahiptir. Ceres, Amerikalı ulusal yatırımcılar, çevre grupları ve diğer kamu yararı gözetan organizasyonların oluşturduğu ve şirketlerle küresel iklim değişikliği gibi sürdürülebilirlik problemleri üzerine çalışan bir koalisyonudur. AB ve ABD çapında 7 milyar doları aşan varlığı yöneten 70’i aşkın yatırımcı grubunun oluşturduğu ‘Investor Network on Climate Risk’in kurucusu ve yöneticisidir. Günümüzde 1300’ü aşkın şirket, herhangi bir zorunluluk olmamakla birlikte, uluslararası ‘kurumsal, çevresel, sosyal ve ekonomik performans raporlama’ standardı olarak kullanılan Global Reporting Initiative (GRI)’i oluşturmuştur. Kurumsal İklim Değişikliği Yönetişimi için Ceres tarafından belirlenen çerçeve birçok kurum için yol gösterici olmaktadır.

Bu çerçeveye göre; bir kuruluşta karbon yönetimi ile ilgili yapılanma sürecinde dikkate alınması gereken en önemli unsurlar üst kademe yöneticilerinin dahil olduğu idari kurumsal sosyal sorumluluk anlayışına bağlı olarak kamuyla paylaşım, teknik açıdan sera gazı emisyonlarının doğru olarak hesaplanması ile stratejik planlama ve performans yönetimidir. Kuruluşlar, kurumsal sosyal sorumluluk kapsamında hazırladıkları sürdürülebilirlik raporları ve diğer araçlar aracılığıyla iklim değişikliği

yönetişimleri ve sera gazı emisyon bilgilerini kamuyla paylaşmaya başlamışlardır. Bunun etkili örneklerinden biri 2000 yılında hayata geçirilen Karbon Saydamlık Projesi (CDP)'dir. Karbon Saydamlık Projesi, şirketlerin iklim değişikliği risk ve fırsatlarını nasıl yönettiklerini açıklamalarını talep eden, uluslararası yatırımcılar tarafından kurulan, kar amacı gütmeyen bağımsız bir organizasyon tarafından hayata geçirilmiştir. Türkiye'de henüz bir zorunluluk olmamakla birlikte, küresel sera gazı salımlarını bir risk faktörü olarak dikkate almak isteyen şirketler bu çalışmaya katılmış ve verilerini oluşturmuşlardır İlk yıl için katılımın % 20 ile sınırlı kaldığı görülmüş, ancak İMKB-50 endeksine dahil olup projeye katılmayan bazı şirketlerin 2011'de rapor verme taahhüdünde bulunması Karbon Saydamlık Projesi'nin önümüzdeki yıllarda Türk şirketleri tarafından daha da önemseneyeceği işaretini vermiştir.

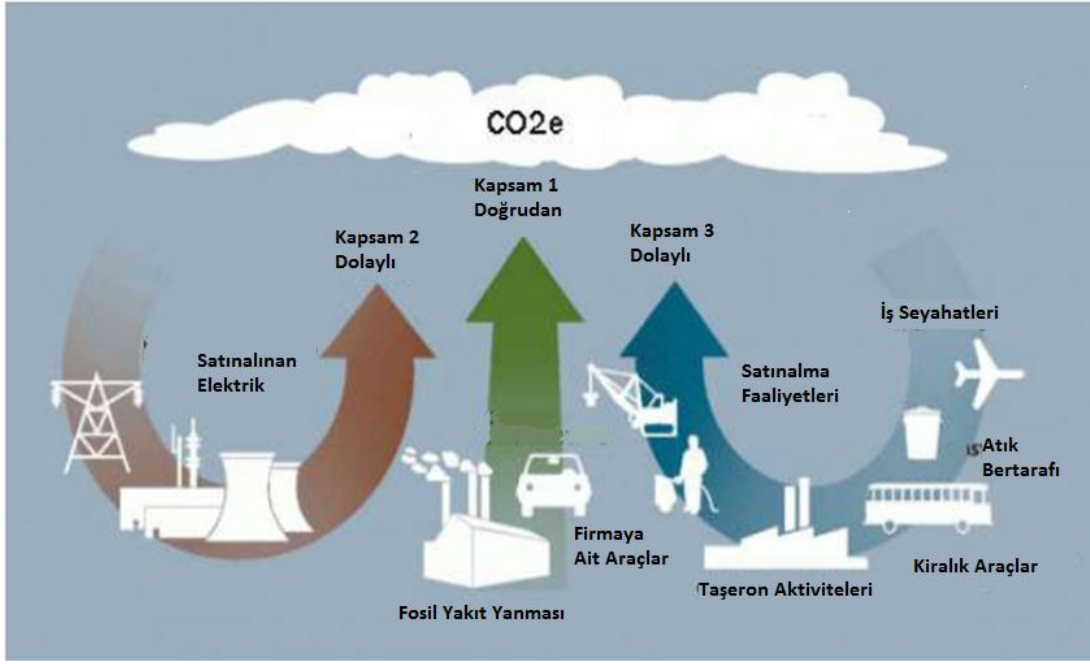
Türkiye'deki bu öncü şirketler, karbon salım oranları ve iklim değişikliğine karşı geliştirdikleri politikaları doğru bir platformda açıklama şansını Karbon Saydamlık Projesi aracılığı ile kullanacak ve diğer şirketlerden bir adım öne geçerek uluslararası kurumsal yatırımcıların dikkatini çekme şanslarını yükselteceklerdir. 2011 yılında Karbon Saydamlık Projesi tarafından İMKB-100 endeksine dahil olan şirketlere davetiye yollanması planlanmaktadır. Türkiye'de karbon salınımına yönelik kısıtlar henüz uygulanmamakla birlikte, çevre politikalarını stratejik düzeyde ele alarak uygulayan öncü şirketler karbon maliyetlerine ilişkin hızla yaklaşan riskleri görerek 2012'ye kadar olan süreyi "hazırlıklı olmak" amacıyla değerlendirmekte, sera gazı emisyon envanterlerini oluşturmakta ve ilk aşamada kolay erişilebilir enerji verimliliği fırsatlarını belirlemeye yönelik çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmalar, iyi bir karbon yönetimi ile beraber kısa ve uzun vadeli tasarruf sağlamanın yanı sıra şirketlerin marka değerini de yükseltmektedir. Türkiye'deki büyük şirketlerin karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik yürüttükleri projelere örnek olarak, yeni yakma teknolojileri, yakıt değiştirme, üretim proseslerinde atıkları kaynağında önleme, arıtma ve enerji tasarrufu, akıllı ofis sistemleri (yalıtım, ısıtma, soğutma, ışıklandırma), atıktan enerji elde edilmesi, atık ısıdan enerji elde edilmesi, ağaçlandırma ve yenilebilir enerji yatırımları sayılabilir.

3.5 Sera Gazı Envanteri

Sera gazı envanteri bir şirket veya kuruluş bünyesinde doğrudan ve dolaylı oluşan tüm emisyonların saptanması esasına dayanır. Emisyon envanteri, emisyon kaynaklarından salınan sera gazı miktarları ile birlikte sera gazı yutaklarını da içerir. Sera gazı envanteri ‘küresel ısınmaya etki potansiyeli’ kullanılmak sureti ile farklı sera gazlarını karbondioksit eşdeğeri olarak hesaplar. Kyoto Protokolü’ne taraf olan ülkelerin insan kaynaklı sera gazı emisyonlarına ve yutaklarına ilişkin envanterlerini her yıl bildirmeleri bir zorunluluktur. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’ni imzalamış olan ülkeler de yıllık sera gazı emisyonlarını ve yutaklarını raporlamakla yükümlüdürler. Kyoto Protokolü’nün Clean Development Mechanism (CDM) - Temiz Kalkınma Mekanizması (TKM) altında proje geliştiren proje sahipleri de projelerin referans emisyonlarının hesaplanması kapsamında envanter hazırlamaları gerekmektedir. Ayrıca emisyon azaltım hedeflerinin gerçekleştirilmesine yönelik kaydettikleri ilerlemeyi takip etmek için de şirket ve kuruluşlar sera gazı envanterine gereksinim duyarlar. Türkiye’de henüz bir zorunluluk olmamakla birlikte sürece hazırlıklı olmak isteyen öncü şirketler sera gazı emisyon envanterlerini oluşturmaya başlamıştır. Bu öncü kimliğin ortaya çıkmasındaki en önemli etkenler riski minimize etme isteği, rekabetçilik, liderlik, çevresel ve sosyal sorumluluk ile birlikte geleceğe yönelik mevzuata hazırlıklı olmasıdır.

Sera gazı envanteri belirli bir standart yöntem uyarınca oluşturulur. Bu çerçevede kullanılan en yaygın standartlar Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) tarafından hazırlanan “ISO 14064”, Dünya Kaynaklar Enstitüsü (WRI) ve Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi (WBCSD) tarafından hazırlanan “GHG Protokolü”dür. Aslında, ISO ve GHG Protokolü kurumsal sera gazı envanteri hesaplamasına yönelik birbiri ile tutarlı ve birbirini bütünler standartlardır. ISO 14064 sera gazı envanteri hesaplaması ve doğrulanmasına ilişkin uluslararası düzeyde kabul görmüş gereklilikleri detaylandırmakta, GHG Protokolü ise gerekliliklerin yanı sıra hesaplama ve raporlamanın nasıl yapılacağına dair bilgi veren bir kılavuz niteliği taşımaktadır.

ISO 14064 Standardının temel aldığı başlıca sera gazı kaynakları Şekil 3.1’deki gibidir.



Şekil 3.1 : Sera gazı kaynakları.

Türkiye'nin ulusal emisyon hedefi olmasa da ve kendi içinde Emisyon Ticaret sistemi kurmamış olsa da, Türk havacılık sektörü Avrupa'ya uçuşlarından dolayı karbon yönetimine geçmek durumunda kalmıştır.

Türkiye'nin önümüzdeki yıllarda 2007/87/EC Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) direktifi doğrultusunda AB ETS ile entegre olması seçenekler dahilindedir. Türkiye 2010 yılından beri eski adıyla UCTE yeni adıyla ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity is an association of Europe's transmission system operators) sistemine bağlıdır. Sera gazı azaltımları Birleşmiş Milletler Çevre programı (UNEP) ve Dünya Meteoroloji Oganizasyonunun (WMO) 1988 yılında kurduğu Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) iklim değişikliğinin nedenlerini, iklim değişikliğinin çevresel, sosyo-ekonomik sonuçlarını, uyum-adaptasyon ve azaltım seçeneklerini araştırarak değerlendirme raporları halinde yayımlamaktadır. Proje bazlı faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı azaltımları IPCC'nin geliştirmiş olduğu metodolojilere göre hesaplanmaktadır.

Hesaplanan proje bazlı azaltımlar VCS, Gold Standard vb. standartlara uygun olarak doğrulanarak, geçerli kılınmaktadır.

Karbon ayak izinin kurumsal seviyede ölçümü ve raporlanmasına dair 5 Haziran 2007'de Türk Standardları Enstitüsü (TSE) tarafından Türkçe olarak da üç bölüm halinde yayımlanmış olan, ISO 14064 "Sera Gazı Emisyonlarının ve

Uzaklaştırmalarının Kuruluş Seviyesinde Hesaplanmasına ve Rapor Edilmesine Dair Kılavuz ve Özellikler" standardı ve yaygın olarak kullanılan GHG protokol yer alırken; karbon ayak izinin ürün seviyesinde ölçülmesine dair Ekim 2008'de yayınlanan PAS 2050 standardı en yaygın kullanılan standartlardır.

Bu standartlar özetle, kuruluş sınırlarından kaynaklanan doğrudan sera gazı emisyonlarını, kuruluşun kendisi tarafından ithal edilerek tüketilen elektrik, ısı veya buharın üretilmesinde oluşan enerji kaynaklı sera gazı emisyonları ile birlikte diğer dolaylı emisyonların hesaplanmasındaki esasları belirler. Bu standartlar uyarınca oluşturulan emisyon envanterinin ancak bağımsız bir denetim firması tarafından doğrulanması ve belgelendirilmesi durumunda geçerliliği/kullanılabilirliği söz konusudur. Doğruluğu gösterilmemiş ve belgelendirilmemiş bir envanter uluslararası karbon emisyonu pazarında bir geçerlilik taşımaz. Sera gazı envanteri hazırlanması sırasında kuruluşun sera gazı emisyonu ile ilgili faaliyetlerine ilişkin verilerin tamlığı ve güvenilirliği envantere ait belirsizliklerin azaltılmasında büyük önem taşımaktadır. İyi bir veri toplama ve arşivleme sistemine sahip kuruluşlar sera gazı envanteri oluşturma çalışmalarını çok daha rahat yürütebilecek ve envanter yüksek seviyede doğrulama sağlayabilecektir. Sera gazı emisyonlarının hesaplanması ve değerlendirilmesi için metod ve standartlar Çizelge 3.1'deki gibidir.

Çizelge 3.1 : Sera gazı emisyonlarının hesaplanması ve değerlendirilmesi için metod ve standartlar.

Rapor	Metod/Standart
Sera Gazı Azaltım Hesaplamaları	IPCC Metodolojileri
Ömür Döngü Analizleri (LCA)	ISO 14048, PAS 2050, PAS 2060
Kurum ve Kuruluşlar için Envanter Hazırlama	ISO 14064 GHG Protocol
Karbon Ticareti	Temiz Kalkınma Mekanizması, Ortak Uygulama, Gönüllü Karbon Piyasaları (VCS, Gold Standard, Ver+, Social Carbon, vb)

3.5.1 Temiz kalkınma mekanizması

Kyoto Protokolü'nün 12. maddesi ile düzenlenen Clean Development Mechanism (CDM) Temiz Kalkınma Mekanizması (TKM) Protokol çerçevesinde emisyon sınırlama veya azaltım yükümlülüğü bulunan EK-B Tarafı bir ülkenin bu hedeflerini gerçekleştirmesinde, sera gazı azaltım hedefi olmayan EK-I Dışı bir Taraf ülke ile işbirliği dahilinde projeler uygulamasını sağlar (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2010). Bu projeler sonucunda EK-B Tarafı, her biri bir ton CO₂'e eşdeğer olan sera gazı emisyon azaltımı kadar Certified Emission Reduction (CER) Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltım Kredileri elde eder. Bu durum Çizelge 3.2'de gösterilmiştir. Mali etkin yöntemlerle gelişmekte olan ülkelere sera gazı emisyonlarının azaltılmasını sağlayan bu projeler yoluyla, proje sahibi ülkelere temiz teknolojilerin transferi de sağlanmış olur. Hayata geçirilen TKM projeleri ile elde edilen CER kredilerine denk emisyon miktarı, EK-B ülkesinin ilgili yükümlülükleri kapsamında emisyon azaltımı olarak değerlendirilir.

Çizelge 3.2 : Kyoto Protokolü esneklik mekanizmalarının temel tanımları (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2008).

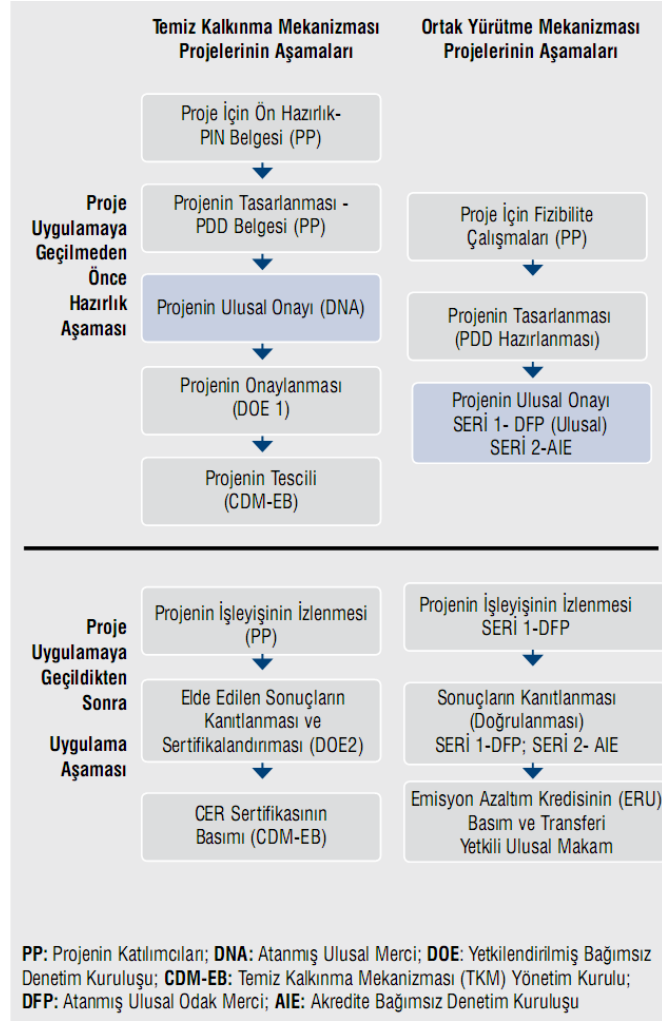
Mekanizma Türü	İlgili Kyoto Protokolü Maddesi	Katılımcı Ülkeler		Geçerli Karbon Birimi
		Yatırımcı (Alıcı)	Ev Sahibi (Satıcı)	
Temiz Kalkınma Mekanizması-TKM (Clean Development Mechanism-CDM)	12. Madde	Ek-B Ülkeleri	Ek-1 Dışı Ülkeler	Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltımı (Certified Emission Reductions-CER)
Ortak Yürütme-OY (Joint Implementation-JI)	6. Madde	Ek-B Ülkeleri		Emisyon Azaltım Birimi (Emission Reduction Unit-ERU)
Emisyon Ticareti ET (Emission Trade-ET)	17. Madde	Ek-B Ülkeleri		Tahsislendirilmiş Miktar Birimi (Apportioned Amount Unit-AAU)

3.5.2 Ortak yürütme (OY)

Protokol'ün 6. maddesi ile tanımlanan "Ortak Yürütme", EK-I Tarafları arasında uygulanan bir mekanizmadır. Bu mekanizma ile; protokol gereğince emisyon

sınırlama veya azaltım yükümlülüğüne sahip olan EK-I tarafları, diğer EK-I tarafı ülkelerde emisyon azaltım (veya giderim) projeleri uygulayabilir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2009).

OY projeleri yoluyla emisyon azaltımı sağlayan projenin ev sahibi EK-I tarafı ülke, Emisyon Azaltım Birimi (Emissions Reduction Units-ERU) kredisi kazanır ve bu kredileri diğer EK-I ülkesine satabilir. OY projesinin her iki katılımcı tarafları, belli bir emisyon azaltım yükümlülüğüne sahip EK-B ülkesi oldukları için ERU'ların diğer ülkeye satışını gerçekleştiren ülkenin ilgili azaltım miktarının, kendisine "Tahsis Edilmiş Birim" (AAU) miktarından düşülmesi gerekmektedir. Transfer edilen emisyon azaltım miktarı kadar ev sahibi ülkenin toplam emisyon salma hakkı azalırken, kredileri satın alan yatırımcı EK-I ülkesinin toplam emisyon salma hakkı artmış olur (Karakaya, 2008).



Şekil 3.2 : Temiz kalkınma ve ortak uygulama projelerinin aşamaları (Karakaya, 2008:174)

3.5.3 Gönüllü karbon piyasası ve mekanizmaları

Gönüllü karbon piyasası bireylerin, kurum ve kuruluşların, firmaların, sivil toplum örgütlerinin faaliyetleri sonucu oluşan sera gazı emisyonlarını gönüllü olarak azaltımlarını ve denkleştirmelerini kolaylaştırmak amacıyla oluşturulan bir pazardır. Bu piyasalardaki süreç, Kyoto Protokolü kapsamında zorunlu olarak uygulanan Esneklik Mekanizmalarına benzer bir sürece sahiptir. Bu piyasaları Kyoto Protokolü kapsamındaki zorunlu süreçlerden ayıran en önemli farkların başında ise, bu piyasalarda işlem gören emisyon azaltımlarının ulusal yükümlülük kapsamı dışında kısacası, devletlerin belirlediği politikalar ve hedeflerden bağımsız olarak gönüllülük esasında gerçekleştirilmeleridir.

Katılım için herhangi bir sınırlama yoktur. Karbon nötr olmak isteyen organizasyonlar, faaliyetlerine dayalı sera gazı emisyonlarını diğer bir ifadeyle karbon ayak izlerini hesaplayarak bu emisyonlarını azaltmak ve dengelemek üzere, gönüllü bir standart çerçevesinde sağlanmış emisyon azaltımları sonucu oluşturulan karbon sertifikalarını satın alırlar. Bu gönüllü sistemler arasında üst sınır ticaret esasına dayalı Chicago İklim Borsası (Chicago Climate Exchange)'nın yanı sıra, Tezgah Üstü (OTC- Over The Counter) gönüllü karbon piyasalar da mevcuttur. Standartlara uygun geliştirilen azaltım projelerinden edinilen sertifikaların (kredilerin) satışları, OTC'ler üzerinden sağlanabilir. Gönüllü piyasalara dönük geliştirilen bir projenin döngüsü, zorunlu piyasalarda işlem gören projelerin döngülerine oldukça benzerlik göstermektedir. Gönüllü standart projelerindeki süreç, proje faaliyetini tanımlayan ve referans senaryonun ötesinde niceliksel çevresel ve sosyal faydalar yaratan ve sergileyen Proje Tasarım Dökümanı (Project Design Document-PDD)'nin hazırlanması ile başlar. Bağımsız Taraflarca onaylanan proje, resmi kayıt için ilgili standart kuruluşun yetkilisine sunulur. Standart kuruluş tarafından değerlendirilen ve uygun bulunan projeler için sertifika oluşturulur ve OTC üzerinden satışa sunulmaları halinde, o dönemdeki piyasa fiyatları üzerinden satış işlemleri gerçekleştirilmiş olur.

3.5.3.1 Gönüllü karbon piyasalarında Türkiye'de mevcut durum

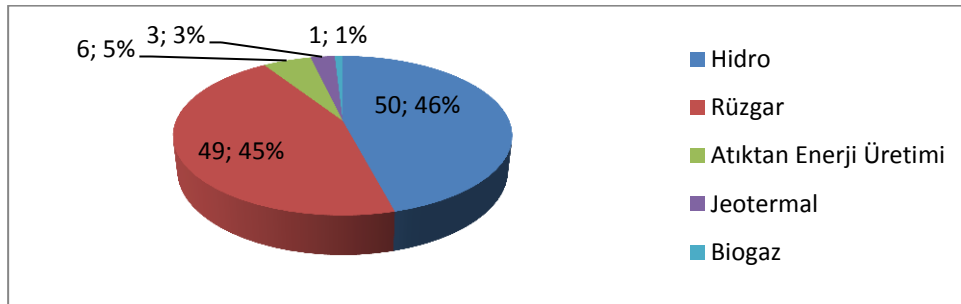
BMİDÇS kapsamında Ek-I ve Protokol kapsamında ise Ek-B Dışı ülke statüsünde bulunan Türkiye, herhangi bir sayısallaştırılmış sera gazı sınırlama veya azaltım yükümlülüğüne sahip olmaması nedeniyle Protokol'ün ilk taahhüt dönemi (2008-

2012) süresince Protokol'ün esneklik mekanizmalarından faydalanamamaktadır. Ancak; bu mekanizmalardan bağımsız olarak işleyen, çevresel ve sosyal sorumluluk ilkesi çerçevesinde kurulmuş Gönüllü Karbon Piyasasına yönelik projeler Türkiye'de geliştirilmekte ve uygulanmaktadır. Gönüllü Karbon Piyasası, Dünya Karbon Piyasası içerisinde çok küçük bir yüzdeyi temsil etmekle birlikte bu piyasayı hali hazırda etkili biçimde kullanmakta olan Türkiye'nin tam katılımı açısından da bir fırsat sunmaktadır. Dünya Karbon Piyasası'nda %1'den az bir paya sahip olan Gönüllü Karbon Piyasası karbon finansmanı için yine de uygun bir alternatif kaynaktır. Ayrıca, her geçen gün yenilikçi ve karbon piyasasının oluşumu için uygun şartları sağlayan etkili bir ortam olarak görülmektedir. Ek-I'deki özel konumu *(Türkiye, BMİDÇS imzaya açıldığı dönemde OECD ülkesi olması nedeniyle, hem BMİDÇS'nin iklim değişikliği ile mücadelenin sorumluluğunu öncelikle yüklediği ülkelerin oluşturduğu Ek-1 listesinde, hem de gelişmekte olan ülkelere finansal ve teknolojik yardım yapmakla yükümlü kılınan ülkelerin bulunduğu Ek-2 listesinde yer almıştır. BMİDÇS uygulamaya girmeden önce, Türkiye her iki ekten çıkmak için girişimlerde bulunmuştur. Yapılan diplomatik çalışmalar neticesinde 2001 yılında Türkiye'nin ismi BMİDÇS'nin Ek-2'sinden silinmiş ve diğer Ek-1 ülkelerinden farklı olduğu ve özel şartları olduğu vurgulanmış, 2004 yılında Türkiye Ek-1 ülkesi olarak BMİDÇS'ye taraf olmuştur. Bu bakış doğrultusunda Türkiye, BMİDÇS kapsamında gelişmekte olan ülkelere finansal ve teknolojik yardım yükümlülüğü bulunmayan ancak sera gazı emisyonlarını sınırlandırarak ve yutak alanlarını koruyup artırarak iklim değişikliğinin etkilerini azaltmaya yönelik ulusal politikalar benimseyen ve önlemler alan bir ülke konumundadır)* ile pazar içindeki en büyük oyuncu olan Türkiye, süratli bir şekilde bu ortamda kendisine has bir konum elde etmiş bulunmaktadır. Mevcut durum itibariyle, Gönüllü Karbon Piyasası Türkiye pazarının tamamını teşkil etmektedir. Ek-I kapsamında yer alan bir ülke olarak durumunun ne olacağı konularındaki belirsizliklere ek olarak, uluslararası iklim rejimindeki belirsizlikler ve sürdürülebilir bir karbon piyasasının oluşturulmasına ön ayak olacak ulusal mevzuatın da eksikliğine rağmen Türkiye'nin karbon piyasasının kaydettiği gelişimi cesaret vericidir. Bu karışık duruma rağmen Türk özel sektörü proje hazırlamada 'yaparak öğrenme' yolunu seçmiş ve günümüzde bu konumunu uluslararası arenada da sürdürebilecek bir aşamaya gelmiştir.

Türkiye’deki mevcut durumun daha net anlaşılabilmesine yardımcı olacak bazı temel hususlar aşağıda belirtilmiştir :

Piyananın büyüklüğüne dair tahminler: Gönüllü piyasadaki projelerin kesin sayısı ve buna bağlı olarak üretilen karbon varlığının değeri konusunda bir belirsizlik olmasına rağmen göstergeler, projeler ve üretilen karbon kredileri anlamında güçlü bir pazar potansiyeline işaret etmektedir. Türkiye’de mevcut durum itibariyle Gönüllü Karbon Piyasası’na kayıtlı bulunan ve yıllık yaklaşık 8 Mt CO₂’e oranında karbon azaltma kapasiteli 109 proje bulunmaktadır. Türkiye’de piyasanın tahmini hacmi yaklaşık 83M\$ olarak tahmin edilmektedir. Bu rakamlar, karbon pazarı yeni gelişmekte olan diğer ülkelerin aksine Türkiye’deki kurumların elde edecekleri faydaların zaten farkında olduklarını ve karbon piyasasına girmek konusundaki istekliliklerini göstermektedir. Ayrıca belirtmek gerekir ki, gönüllü piyasada ortalama proje kapasitesi 5000-70004 tCO₂e/yıl aralığındayken bu durum Türkiye’de farklıdır. Türkiye’deki projelerin ortalama kapasitesi orta (20,000 - 99,999 tCO₂e/yıl) ıla büyük (100,000 - 499,999 tCO₂e/yıl) arasındadır. Bu durum, daha büyük projelere katılma riskini göze alan olgun bir piyasaya işaret etmekle birlikte aynı zamanda 2008 işlem hacminin neredeyse yarısının (46) büyük projelerce (500,000 tCO₂e/yıl ve üstü) üretilmekte olduğu uluslararası gönüllü piyasalara doğru bir hareketi de göstermektedir.

Projelerin özelliklerine değinilecek olursa, projelerin çoğunluğu hidroelektrik, rüzgar gibi yenilenebilir enerji alanında olup, jeotermal, atıktan enerji üretimi ve biyo-kütle alanında projeler de mevcuttur. Türkiye’de toplam 109 proje gerçekleştirilmiş olup, bunların 50’si hidroelektrik, 49’u rüzgar, 3’ü jeotermal, 6’sı atıktan enerji üretimi ve 1 tanesi de biyokütle enerjisi projeleridir. Projelerin toplam içindeki Şekil 3.3’te gösterilmektedir.



Şekil 3.3 : Türkiye’de gerçekleştirilen projelerin dağılımları (Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2011).

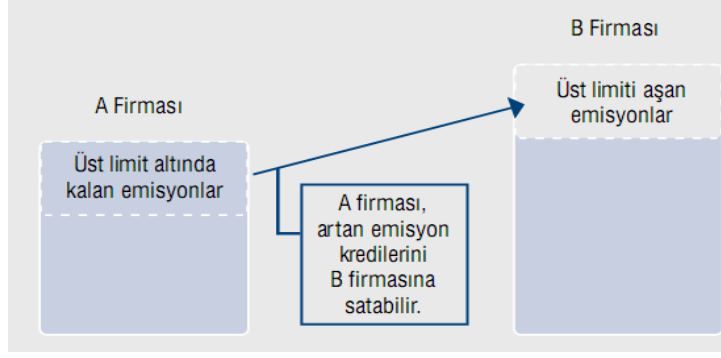
Standart tercihi: Türkiye’deki çoğu projede Gold Standart, yalnızca CO₂ emisyonunu azaltmada ve temiz, yenilenebilir enerji kaynakları üretmede projelere verilen CO₂ telafi çalışmalarının bir göstergesidir. Karbondioksit azaltım projeleri için sertifika ödüllü uygunluk ve gönüllü karbon piyasalarında kalite ve titizlik için kriter olan uluslararası bir standarttır. 99 proje bu standardı kullandığını bildirmiştir. Bunlara ek olarak 2 proje VER+, 8 proje ise VCS standartlarını kullanmaktadır. Kısacası, Türkiye’deki Gönüllü Karbon Piyasası’nda Gold Standart’ın yaygın olarak tercih gördüğü ve kullanıldığı gözlemlenmiştir. TKM standartlarına yakınlığı ve oldukça yüksek pazar güvenilirliği göz önüne alındığında bu durum Türkiye’nin Gönüllü Karbon Piyasası açısından olumlu bir özelliği olarak öne çıkmaktadır.

3.5.4 Emisyon ticaret sistemi

Piyasa temelli esneklik mekanizması olan Emisyon Ticaret Sistemi (ETS), Kyoto protokolü altında sayısallaştırılmış emisyon azaltım yükümlülüğü alan ülkelere emisyon hedeflerini gerçekleştirmelerinde kolaylık sunmaktadır.

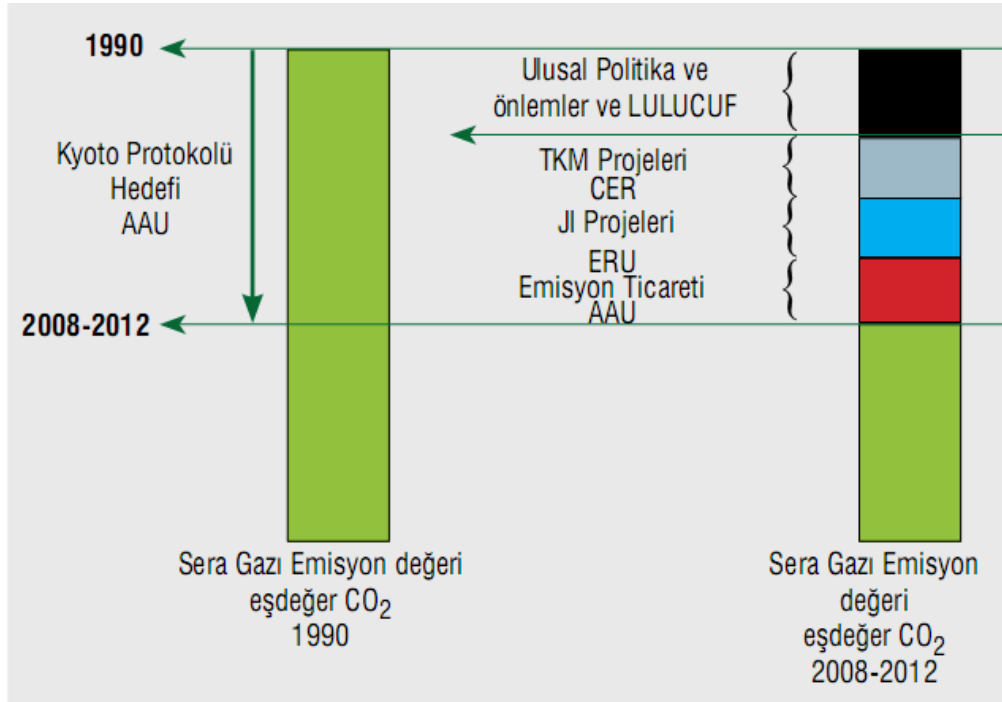
Protokol’e taraf ülkeler arasında gerçekleştirilen emisyon ticaret sistemi, emisyon azaltım yükümlülüğüne göre daha fazla azaltım sağlayan taraf ülkenin ilave azaltımlarını başka ülkeye satma hakkını sağlar. Bunun yanı sıra, bölgesel ve ülke çaplı geliştirilen ETS’ler de bulunmaktadır.

2005 yılında yürürlüğe giren Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sistemi, dünyadaki en gelişmiş ve en büyük sera gazı emisyon ticaret sistemi olarak yerini almış bulunmaktadır. Bu tür ETS’ler başta enerji üreticileri ve imalatçı firmalar gibi sera gazı emisyonları yüksek işletmeleri hedef almaktadır. Sistem çerçevesinde işletme bazında sera gazı üst limiti belirlenerek, hedeflerine ulaşmaları için işletmelerin kendi aralarında sera gazı azaltım kredilerini alıp satmalarına imkân tanınmaktadır (Karakaya, 2008). ETS’in çalışma prensibi bir örnek üzerinden açıklanacak olursa, emisyon azaltım taahhüdünün ötesinde azaltım sağlayan A firması, taahhüdünü gerçekleştiremeyen ve üst limitinin üzerinde sera gazı salan B firmasına bu emisyon kredilerini satabilir (Şekil 3.4). Dolayısıyla, ETS üzerinden elde edilen finansman aracılığıyla, marjinal azaltım maliyeti birim emisyon tonu başına daha düşük olan A firmasının emisyon azaltım faaliyetleri desteklenmiş olur. Diğer bir ifadeyle, ETS kapsamında maliyet etkin olan emisyon azaltım faaliyetlerine kaynak sağlanmış olur.



Şekil 3.4 : Emisyon ticareti.

Kyoto Protokolü'nden kaynaklanan uluslararası yükümlülükler ve düzenlemelere bağlı zorunlu sistemler dışında, ülke, işletme, sivil toplum kuruluşları ve yerel yönetimlerden şahıslara kadar her kesimin katılım gösterebildiği gönüllülük esasında işleyen emisyon ticaret sistemleri de mevcuttur. Bu sistemler, gönüllü karbon piyasası adı altında bir sonraki bölümde bahsedilmektedir. Şekil 3.4'te Kyoto Protokolü yükümlülükleri kapsamında esneklik mekanizmaları gösterilmektedir.



Şekil 3.5 : Kyoto Protokolü yükümlülükleri kapsamında esneklik mekanizmalarının kullanımı (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2009).

3.6 Türkiye'nin Karbon Piyasalarında 2012 Sonrası Seçenekleri

Türkiye'nin karbon piyasalarına katılım seçenekleri daha önceki bölümlerde de belirtildiği gibi, 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto Protokolü'nün en önde gelen

kazanımı piyasa ve proje temelli üç mekanizmaya (Emisyon Ticareti, Ortak Uygulama ve Temiz Kalkınma Mekanizması) işlerlik kazandırılması sonucunda Uluslararası Karbon Piyasası'nın hayata geçmesi olmuştur.

Bu yeni pazar, karbon ticareti için güçlü bir bağlantı noktası olmasının yanı sıra, gelişmekte olan ülkelerde sürdürülebilir kalkınmaya katkı ve gelişmiş ülkelerin ise emisyon azaltım yükümlülüklerini 'maliyet etkin' biçimde gerçekleştirmeleri açısından da önemli bir fırsattır. Pazar; hayata geçirildiği ilk günden bu yana, yenilenebilir enerji, atık-enerji dönüşümü ve ulaşım gibi alanlarda temiz enerji geliştirmeye odaklanan projelerle birlikte sürdürülebilir ormancılık sektörünün de desteklenmesinde etkili bir finansman ve bu sayede ülkelerin düşük karbonlu ekonomiye yönelmelerinde yararlı bir araç olmuştur.

Bu bağlamda, Türkiye'nin de bu heyecan verici piyasada kendisine bir yer edinme çabası da anlam kazanmaktadır. Türkiye'nin kendine özgü durumu Karbon Piyasası'na girmesi önünde bazı engeller çıkartmakla birlikte aynı zamanda çok özel fırsatları da beraberinde getirmektedir. Türkiye'nin Karbon Piyasası'na katılımı Gönüllü Karbon Piyasası ve Kyoto Protokolü'ne dayalı Zorunlu Piyasa yoluyla olmak üzere iki seçenek üzerinden mümkün olabilir. Bu seçenekler, aşağıda verilen iki başlık altında değerlendirilmektedir. Gönüllü piyasanın Türkiye'deki karbon piyasasının genişlemesine olanak yaratmayı sürdüreceği önünde bir çıkarım yapılabilir ki, bu piyasa Türkiye'nin zorunlu piyasaya geçmesiyle birlikte çok önemli bir varlık halini alarak özel sektör için çok önemli bir bilgi zemini sağlayacaktır. Geleceğe dönük düşünüldüğünde, Türkiye'nin gönüllü karbon piyasasında zaten kazanmış olduğu tecrübenin stratejik bir avantaja dönüştürülmesine ihtiyaç vardır. Kyoto uygulamalarının son bulması olasılığına COP15 (Kopenhag 2009) kapsamında dikkat çekilmiştir. Bu noktada iklim değişikliği ve karbon piyasalarıyla ilgili girişimlerin ikili temelde sürdürülmesi, ciddiyle değerlendirilmesi gereken bir olasılık olarak ortaya çıkmıştır. Uluslararası düzeydeki bu stratejik geçiş Türkiye için bir fırsat kapısıdır. Bu bağlamda, Türkiye kendisini uluslararası belirsizliğin hâkim olacağı bir ortamda her türlü ikili anlaşmadan yarar sağlayacak şekilde konumlandırabilir. Türkiye, iklim için işbirliği konusunda en azından ikili bir kavşak noktasında, tesadüfi bir şekilde en büyük iki karbon piyasasıyla; Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Avrupa Birliği (AB) ile yan yanadır. Bunlar arasında AB en büyük tek pazar oyuncusudur. Ayrıca, bir taraftan Türkiye'nin devam etmekte olan

AB üyelik süreci, diğer taraftan Çevre Faslı'nın açılmış olması nedeniyle AB'yi Türkiye ile gelecek zaman diliminde ikili çalışmalar yürütecek bir karbon piyasası ortağı olarak değerlendirmek mantıklıdır. Diğer taraftan, ABD'de 'hayata geçirilmeyi bekleyen' bir diğer pazardır ki Senato'dan onay bekleyen Waxman-Bill tasarısıyla birlikte ABD de kısa sürede bir emisyon üst sınır ve ticaret planı uygulamaya başlayarak bununla eş zamanlı olarak anılan pazarın ihtiyacını karşılamak için proje bazlı karbon kredilerine yönelik büyük bir talep yaratacaktır.

Olgunlaşmış bir gönüllü piyasa, bilgili ve bu alanda faal bir özel sektör ve gerçek anlamda büyük karbon azaltım fırsatlarına sahip olan Türkiye, ister AB ile ister ABD ile ya da her ikisiyle birden herkesin kazancına olacak ikili düzenlemeler yapabilecek durumdadır. Bu durum Türkiye'nin kendi politika önceliklerine ve konuyla ilgili müzakere stratejisine bağlı olarak gelişecek bir durumdur. Bu anlamda, Türkiye'nin en muhtemel yönelime uygun olarak AB ile uyumlanmayı tercih etmesi halinde bile, bu tercih Kyoto sonrasındaki AB-ABD bağlantılarından yararlanmasını engellemeyecektir.

İkinci Seçenek: Zorunlu Piyasaya Katılım Kyoto Protokolü'ne dayalı Zorunlu Piyasa bugün itibarıyla Türkiye için oldukça sınırlı bir katılım fırsatı sunmaktaysa da, bu piyasanın önemi göz ardı edilemez. Bu anlamda, geleceğe yönelik bazı seçeneklerin belirlenebilmesi açısından Kyoto Piyasası'nın üç mekanizmasını değerlendirmek yararlı olacaktır:

Türkiye'nin Protokol'ün esneklik mekanizmalarını ileride tecrübe etme olasılıkları dikkate alınacak olduğunda, temel nitelikte bir karbon proje onay süreci ve buna bağlı bir ulusal kayıt takip sisteminin oluşturulmuş olması 2012 sonrasına hazırlık açısından önemli bir gelişmedir. Bu kayıt sistemi, ilerleyen dönemlerde ihtiyaç olması halinde OU/ET kapsamındaki karmaşık çalışma ve işlemleri de kapsayacak şekilde güncellenerek geliştirilebilir. Mevcut durumda, TKM gereklerine uyumlu kurumsal, yasal düzenlemelerin oluşturulması yönünde ilk adımların atılmış olması, Türkiye'nin bu süreçte karbon piyasasının gelişimini kolaylaştıracak en uygun zemin olarak görülmektedir. Türkiye'nin ileriye dönük atması önerilen stratejik adımlar, önceki bölümde değinilmiş olan katılımı zorlaştıran şartlar da dikkate alınarak iki olası senaryo üzerinde şekillendirilmiştir: Kyoto Protokolü'nü esas alan yaklaşımla yapılan uluslararası düzenlemeler ve Kopenhag Sözleşmesi kapsamında yer alan iki taraflı anlaşmalar.

Birinci Senaryo: Kyoto Protokolü'nün 'Hayatta Kalması' Kopenhag'da gerçekleştirilen COP15 toplantısı Kyoto Protokolü'nün sonuna işaret etmiş olup bugüne kadar da bu çok taraflı iklim anlaşma modelini canlandırmaya yönelik bir adım henüz atılmış bulunmamaktadır. Oysa, bu anlaşma uluslararası iklim planının gelişimini devam ettirebilmek açısından hala olası bir senaryodur. İklim düzenlemeleriyle ilgili gelecekteki müzakerelerin Kyoto Protokolü çerçevesinde yürütülmesi halinde Türkiye tarafından yapılması gereken stratejik hamleler şu şekilde özetlenebilir:

1. Ülkede, karbon projelerinin onay süreçlerini uyumlandırmaya yönelik olarak TKM kapsamında yer alan DNA benzeri bir karbon yönetim mercinin oluşturulması;
2. Gönüllü Karbon Piyasası (VCM) projeleri ve bu projelerce üretilen Gönüllü Karbon Azaltımı (VER: Verified Emission Reduction)'nı kayıt altına alacak ulusal Karbon Kayıt Sistemi'nin kurulması (bu şekilde, seçilen projeler kendilerine yararlı olacak biçimde desteklenebilecek, mükerrer sayım önlenecek ve hem projeler hem de ilgili karbon kredileriyle ilgili güvenilir bir veritabanı oluşturulabilecektir.
3. Gönüllü piyasada yürütülen projelerin tip ve büyüklüklerinin, piyasanın canlılığı ve enerjisini olumsuz etkilemeyecek şekilde yönetilmesi (bu yaklaşım, çok değerli ulusal karbon varlığının hacmi artırılırken değerinden daha aşağıda elden çıkmamasını temin edecekti);
4. Tüm ülkeyi kapsayan bir karbon varlık değerlendirmesi yapılarak ekonomi içerisinde atıl duran karbon miktarının, hükümet eliyle yürütülen projelerin ve ormancılık sektöründeki karbon stoklarının tespit edilmesi;
5. İlan edilmiş olan ulusal politikalar ve karbon azaltımında öncelikli sektörlerin açıkça görülmesini sağlayan ulusal karbon azaltım potansiyeli değerlendirmesi temelinde NAMA'ların hazırlanması;
6. Gold (Altın) Standart gibi TKM'ye yakın piyasa standartlarına uygun olarak belgelendirilmiş olan projelerin ulusal kabullerinin daha kolaylaştırılması;
7. Türkiye'nin ev sahibi ülke olarak TKM'ye katılım olasılığının görüşülmesi;
8. Gönüllü piyasadaki VER'lerin TKM piyasasındaki CER (Certified Emission Reduction-Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltımı)'lerle ikame edilmesinin görüşülmesi (bu şekilde karbon kredi değerleri de kayda değer oranda artacaktır).

4. SEÇİLEN BİR KAĞIT FABRİKASINDA PROSES İNCELEMESİ

Bu tezin konusu Ege Bölgesi'nde bulunan 56000 m²'si kapalı olmak üzere yaklaşık 270000 m²'lik bir alanda kağıt ve kutu üretimi yapan uluslararası bir tesis için karbon ayak izi belirleme çalışması yapmaktır.

Tesiste üretim %100 hurda kağıt kullanılarak gerçekleşmektedir. Bu durum ham selülozdan üretim yapan kağıt fabrikalarıyla karşılaştırıldığında birim ürün bazında daha düşük bir alan ihtiyacını ifade etmektedir.

Asıl hammaddeyi oluşturan hurda kağıdın tesise girişinden başlanarak ürün oluşuncaya kadar gerçekleşen proses akışı bu bölümde anlatılmıştır.

4.1 Hurda Kağıt (Geri Dönüşümlü Kağıt)

Hurda kağıdın ham madde olarak kullanıldığı fabrikada özellikle oluklu kağıt hurdaları (OCC=Old Corrugated Cardboard) ham madde girdisi olarak kullanılmaktadır. Hammadde Türkiye'nin tüm kentlerinden temin edilmektedir.

Kağıt üretimi için gerekli olan elyafın birçok kaynaktan elde edilmesi son yıllarda çevre ve enerji temini gibi konuların zorlaması ve talepteki yoğunluk nedeniyle olmaktadır. Kağıt üretiminde geri dönüşüm dünyada %50'nin üzerinde seyretmektedir. Hurda kağıt, içerdiği elyafa bağlı olarak çeşitli alt gruplara ayrılmaktadır. Anılan tesise gelen kağıt hurdalar, hurda sahasına girmeden önce POZ A, POZ B, POZ B1, POZ C şeklinde sınıflandırılmakta ve hurda sahasında ayrılan lodalara sevk edilmektedir.

Poz A Kraft; tamamen selülozdan üretilmiş hurda kağıttır. Mukavemeti arttırarak üretimi desteklemek için kullanılır. Bu kategorideki kağıt genelde sigara fabrikalarından temin edilir.

Poz A Ekstra; meyve, sebze ve soğuk zincire ait ürün gruplarının taşınması için üretilen bu kartonlar tesise sadece Adana'daki fabrikadan temin edilmektedir. Bu gruba giren hurdanın %50'si kraft, kalanı ise geri dönüşümlüdür. Üretimi ithal kraftla yapılır.

Poz B1; büyük üretici firmalara ait koliler (Vestel, Arçelik, vb). bu grupta sınıflandırılır. Bu atık kartonlar çöp vb. ile temas etmeden direkt olarak tesise ulaşmaktadır.

Poz B; market, çöp vb. yerlerden temin edilen atık kağıtlardır.

Poz C; yumurta kartonu, defter, kitap, gazete atıkları, vb. bu sınıfa dahildir. Bu tür hurda alımı geri dönüşümü desteklemek için yapılmaktadır. Üretilen üründe lekelenmelere sebep olabileceğinden istenmeyen hurda sınıfı olarak da adlandırılabilir.

Orman Yönetim Konseyi (FSC-Forest Stewardship Council), FSC direktiflerine bağlı olarak Poz B ve Poz C gıda ile temas edecek dış yüz kağıt olarak herhangi bir ürün üretiminde kullanılmamaktadır. Aynı şekilde hurdanın özelliklerini yitirmemesi için hurda sahasında fazla bekletilmemesine dikkat edilmektedir.

Şekil 4.1 ve 4.2’de hurda sahasına hurda girişi ve hurda sahasına ait görünüm verilmektedir.



Şekil 4.1 : Hurda sahasına hurda girişi.



Şekil 4.2 : Hurda sahası görünümü.

Selüloza göre hurda kağıt işlem basamakları, kirlilikler nedeniyle daha fazla olmaktadır. Hurda kağıtta kirlilikler, toplama ve cinslerine göre ayırma sırasında azaltılsa da, hurda balyalarında %5'lere varan oranda kirlilik görülmektedir (Karıncaoğlu, M. 2010). Bu değerler laboratuvar analizlerinde daha kesin rakamlarla tespit edilebilir. Cinslerine ayırmada da yoğun işçilik gereksinimi nedeniyle ayırma mükemmel olmamaktadır. Bu nedenle fabrikaların hamur hazırlama kısımlarının tasarımında, kirliliklerin türleri ve oranları önemlidir.

4.2 Hamur Hazırlama

Üretimde elyaf kaynağı hurda kağıt olup kimyasal katkı maddeleri de istenilen kabul şartlarını sağlamak için kullanılmaktadır. Tüm maddelerin kullanımında optimum değerler hedef alınır. Katkı maddeleri fabrikaya hazır veya hazırlanmak üzere gelir.

Hurda kağıt işleyen hamur hazırlama sistemleri çok değişkenlik gösterir. Bunun nedeni çok çeşitli kağıt türleri olması ve kağıt harmanının çeşitlilik göstermesidir. Ayrıca kağıt dışı maddelerin kağıdın toplandığı kaynağa göre değişmesi kirlilikleri farklılaştırır. Bunun yanında atıksu, katı atıklar ve gürültü ile ilgili mevzuat dikkate alınmak durumundadır. Hurda kağıt kullanımında üretimde verimlilik yanında

ekonomik nedenler de, hamur hazırlamanın şekillenmesinde önemli rol oynar (Karıncaoğlu, M. 2010).

Hamur hazırlama bölümünde çeşitli kaynaklardan gelen hammaddeler, yani ham elyaf, hamur haline getirilerek, kağıt üretebilecek özelliklerde işlenir. Kağıt hamuru, hurda kağıttan elde edilir. Çeşitli türde kağıt ve karton üretilmesi nedeniyle, kağıt hamuru da çeşitlilik gösterir. Elyaf ham maddesi, balyalar halinde pulperde kullanılır.

Tesiste hamur hazırlanması için 2 pulper mevcuttur. Büyük pulper, 56 m³ kapasiteli (Şekil 4.3), sürekli olarak kullanılırken, 10 m³ kapasiteli olanı yedektir.

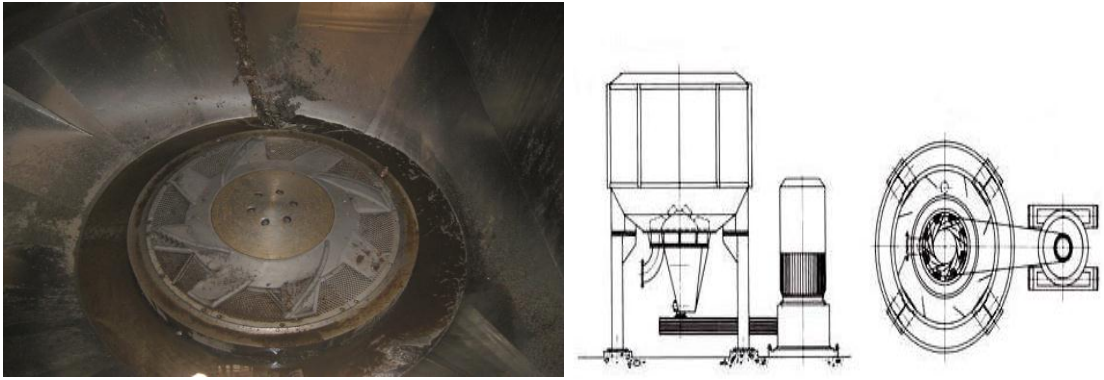
Hammadde beslemesinde ana amaç, üretim tonajına uygun miktarda hammaddeyi pulpere aktarabilmektir. Besleme pulper tipine bağlı olarak kesikli veya sürekli yapılabilir. Kağıt hammadde olan hurda kağıt balyalar halinde sisteme beslenir. Hurda balyaları toplama tesisleri tarafından sevkiyatı düzenli gerçekleştirebilmek için tellerle bağ yapılırlar. Bu yüzden bağ tellerinin kesilmesi durumunda ortamdan otomatik olarak uzaklaştırılmaları gerekir. Teller kesildikten sonra otomatik olarak rulo haline getiriler ve kolayca ortamdan uzaklaştırılır. Balyalar 180° döndürülerek alt üst edilirler. Daha sonra da pulpere gönderilmek üzere balya konveyörüne yüklenirler. Preslenmiş balyanın telleri açılır ve gevşek balya konveyör üzerinde belirli bir yükseklikte pulpere gönderilir. Pulperde elyaf açmanın amacı kuru olan elyaf kümelerini ıslatarak ve parçalayarak, elyaf tanelerine ayırmak ve onları pompalarla basılabilecek hale getirmektir.

Pulperde ıslatma yoluyla elyafları birbirine bağlayan hidrojen bağları zayıflar. Hurda kağıt işleyen bu tesiste bağlayıcılıkta azalma %60 ile %80 arasında olduğundan pulperleme sıcak su ile yapılır. Bunun için proses suyunun belli bir kısmı pulpere geri döndürülür. Elyafın açılmasının zor olduğu durumlarda pulperdeki hamur sıcaklığı 75°C'nin üzerine kadar çıkartılır. Yaş dayanımının iyice arttığı durumlarda asit ve baz türü çeşitli kimyasallar parçalamaya yardımcı olarak kullanılır.

Hamur hazırlama pulperlerinin yanı sıra kağıt makinesinin altında döküntü pulperleri yer alır. Döküntü pulperi elek, pres ve mal sarıcı gibi bölümlerinin altında bulunur. Elektteki kenar ıskartaları ve kağıt kopmalarında, preslerde düzgün sulu hamur karışımı veya yarı hammadde bağlanana kadar hamur pulpere dökülür. Yaş kısımda elyaf açılımı çok kolay olur. Mal sarıcının altındaki pulperlerde kağıt kuru olduğu

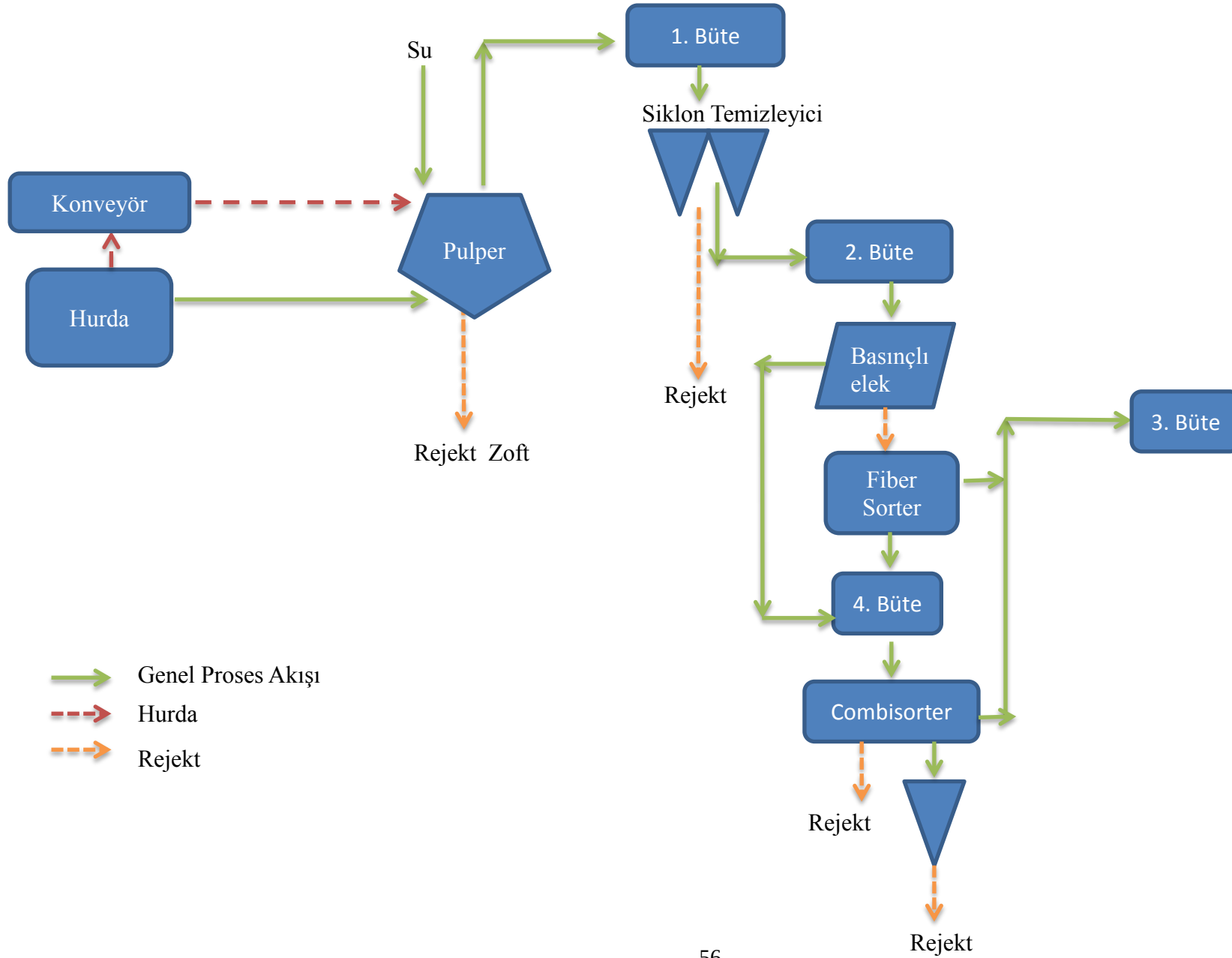
için açılma zaman ister. Döküntü pulperleri düzgün sulu hamur karışımı veya yarı hammadde enindedir. Kapasiteleri retim kapasitesine eşittir. Kağıt koptuğunda döküntü pulperi çalışmaya başlar. Fışkiyeler gerekli suyu pulpere gönderirler. Kesafet genellikle % 3-5 arasında ve düzensizdir.

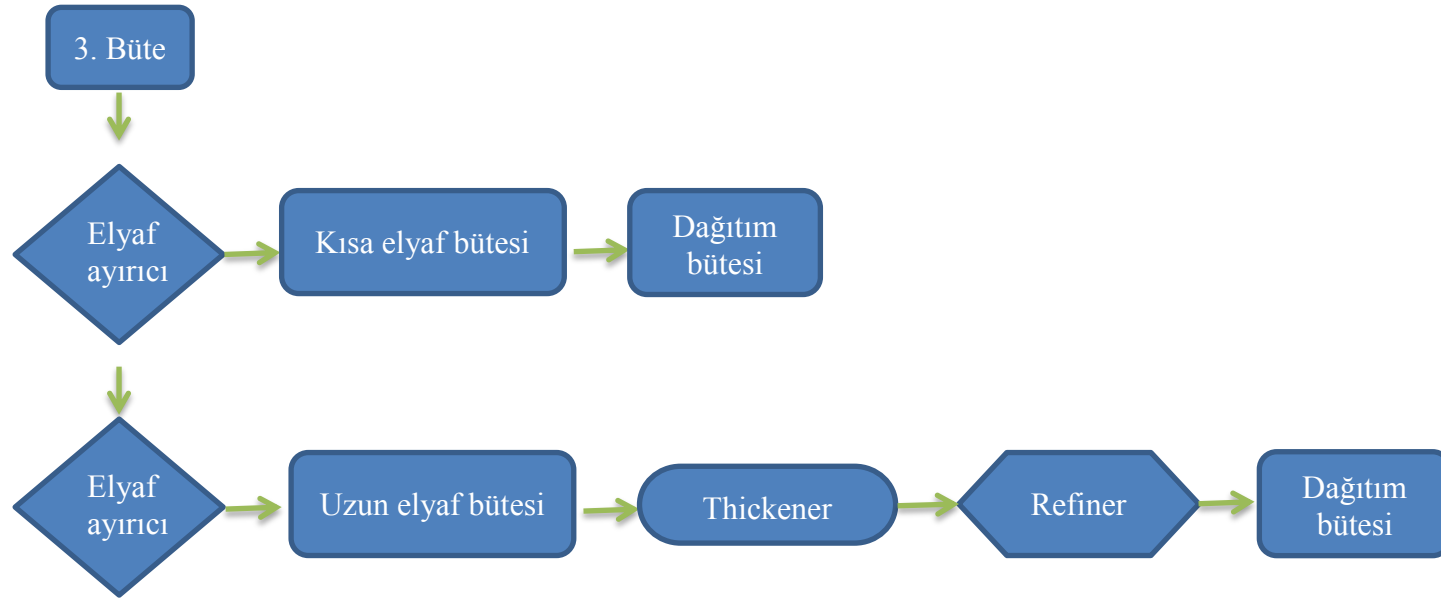
Elyafın hazırlanması makina btesinde son bulur. Hamur hazırlama birimini, makina yaklaşım bölgesi takip eder ve hamur kasasıyla kağıt makinasına sevkı gerçekleştirilir. Bu bölümün amacı üretime göre hamur kasasına sürekli, kaliteli ve düzenli hamur akışını sağlamaktır.



şekil 4.3 : Pulper.

Hamur kağıt makinesine geldiğinde, özellikleri sabit, içine çeşitli katkı maddeleri ve kimyasal maddeler katılmış halde, belirli kesafette ve kalitede özellik kazanmış olur. Bu zellikleri kağıdın kalitesini ve makinenin sorunsuz çalışabilmesini sağlar. Hamur hazırlama bölümünde, birbiri ardına sıralanmış çeşitli işlem kademeleri bulunur. Her bir kademenin ve ekipmanın verimliliğı ve gvenilirliliğı kendi tasarım özellikleri yanında kesafet, kirlilik (rejekt) gibi hamurun özelliklerine de bağlıdır. Ayrıca hamura katılan kimyasallar ve diğer katkı maddeleri de verimlilik ve kalitede etkilidir.





Şekil 4.4 : Hamur hazırlama akış şeması.

Bazı işlemler tek kademede tamamlanırken, diğerleri birden fazla kademede tamamlanır (Şekil 4.4). Bir kısım işlemlerde, hamura istenilen özellik kazandırılırken, ek özellikler veya olumsuzluklar ortaya çıkar. Hamur hazırlama sistemindeki işlemleri belirleyen, kullanılan ham maddenin özellikleri ve üretilecek kağıdın özellikleridir. Hurda kağıttan elde edilen kağıtlarda elyafın temizliği ve yabancı maddelerin uzaklaştırılması önemlidir.

4.3 Kağıt Makineleri

4.3.1 Giriş

Fabrikada kağıt makinesi 1 (KM1) ve kağıt makinesi 2 (KM2) olarak adlandırılan 2-iki adet kağıt makinesi mevcuttur. Bunlardan ilki 1974 yılında inşa edilmiş olup diğeri 1995 yılında inşa edilmiştir.

Her bir makine; hamur kasası, elek-pres bölümü, ön kurutma grubu, film pres/size pres, son kurutma grubu ve ürün (mal) sarıcıdan oluşmaktadır. Film pres KM2, size pres KM1 makinesine aittir. Ürün sarıcıdan sonra tampon bobin makinesinde müşteri isteklerine göre bobin haline getirilir. Bobinler ambalajlanarak sevke hazır hale getirilir.

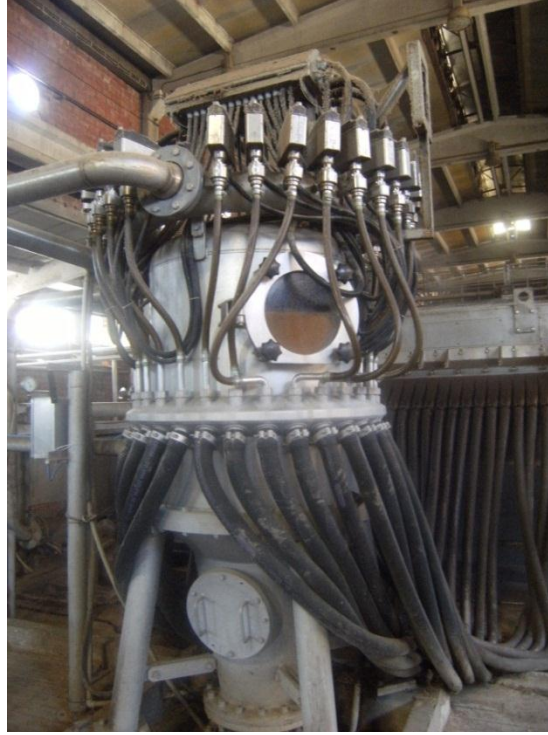
Üretim sırasında oluşan döküntüler ve elek altı sularındaki elyaflar geri kazanılır. Elek altı suyu (White water yada beyaz su) makinede ve yaklaşım bölgesinde kullanılır. Yaklaşım bölgesi kağıt makinesi hamur kasası ile hamur hazırlama arasında kalan bölgedir. Hamur hazırlamada açılan ve temizlenen elyaf türleri çeşitli oranlarda karıştırılır, sulandırılır, kimyasallar ve dolgu maddeleri eklenir, sontemizlikleri yapılır, havası alınarak, makine kapasitesine göre kesafeti ve kurumadde miktarı belirlenir ve hamur kasasına gönderilir. Elek altı suyu aynı zamanda temizleme grubundaki kademeli temizleyicilerde kullanılır. Taze su (ham su) fiskiyelerde gereklidir.

Kağıt makineleri günde 24 saat olmak üzere yıl boyunca çalışmaktadır. Kısa planlı veya plansız duruşları olur. Bunlar üretim kaybı anlamına geldiklerinden duruş sürelerini kısaltmak oldukça önemlidir. Kestirimci bakım veya elek, keçe, vals değişimleri planlı duruşlardır. Üretim ve bakım birimi tarafından programlar ayarlanır. Plansız duruşlar kağıt kopmaları veya arızalar nedeniyle olur.

4.3.2 Hamur kasası

Hamur kasasının amacı düzgün bir safiha (sulu hamur karışımı veya yarı hammadde) elde etmektir. Jet hızı (hamur hızı) ile makina hızının eşit olması istenir. Bu durum düzgün elyaf dağılımı için gereklidir. İyi bir düzgün sulu hamur karışımı veya yarı hammadde (kağıt) formasyonu yakalamanın yolu hamur kasasındaki hamurun sudan ayrışmamasını sağlamaktır. Hamur kasasında cetvel ağzından çıkan ve eleğe düşen hamurun hızı makine hızına yaklaşır. Jet kalınlığı yani hamur miktarı cetvel ağzıyla ayarlanır. Bu açıklık bazen belirli bir genişliğe sabitlenir. Bu durumda açıklık 1 mikron toleransla ayar mekanizmasıyla ayarlanır. Ayar mekanizmasının amacı makine eninde gramaj profilini düzeltmektir.

Tesiste hidrolik (yüksek türbülanslı) hamur kasaları kullanılmaktadır. KM1 makinesinde Şekil 4.5'teki gibi ahtapot tip hamur kasası kullanılmaktadır. KM2 makinesindeki hamur kasası ise Şekil 4.6'daki gibidir.



Şekil 4.5 : KM1 Ahtapot tip hamur kasası.



Şekil 4.6 : KM2 hidrolik hamur kasası.

4.3.3 Elek bölümü

Hamur kasasından çıkan elyafly hamur düzgün sulu hamur karışımı veya yarı hammaddeye dönüşür. Elek bölümünde, suyla elyaf büyük oranda ayrılır ve elyafların düzenli dağılımı sağlanır. Elyaf floklaşması ise istenmeyen bir durumdur. Elekten süzölen beyaz suyun içinde ölü elyaf, dolgu maddeleri ve tozlar bulunur. Elekten süzölme yer çekimi etkisiyle (hidrostatik) ve vakum etkisi (mekanik) ile olur. Tesisteki elek Şekil 4.7'deki gibidir.



Şekil 4.7 : Elek.

KM2 makinesinde KM1 makinesinden farklı olarak elek çift katlıdır (hibrit ikiz elek). Birinci elek uzun, ikinci elek ise uzun eleğin üzerindedir ve birinci elekle aynı özellikte su alma yapılarına sahiptir.

4.3.4 Pres bölümü

Pres bölümünün amacı düzgün sulu hamur karışımı veya yarı hammaddeye baskı yaparak kuru madde miktarını arttırmaktır. Bunun yararı buharlaşma için harcanan enerjiyi düşürmektir. Ayrıca düzgün sulu hamur karışımı veya yarı hammaddenin sıkışması onun yaş dayanımını arttırmaktadır. Yaş düzgün sulu hamur karışımı veya yarı hammadde elekten alınarak keçelerle preslere sevk edilir. Elek bölümünden %22 kuru madde miktarıyla çıkış yapan düzgün sulu hamur karışımı veya yarı hammadde pres grubunun sonunda yaklaşık olarak %52 kuru madde miktarına ulaşır. Pres bölümü Şekil 4.8'deki gibidir.



Şekil 4.8 : Pres bölümü.

4.3.5 Kurutma grubu

Kağıt makinelerinde kurutma bölümü ön kurutma ve son kurutma olmak üzere iki gruba ayrılır. KM1 ve KM2 makinelerinde iki katlı çok silindirli kurutma grupları vardır. Hem üstte hem de altta keçe bulunur. Kurutma keçesinin görevi düzgün sulu hamur karışımı veya yarı hammaddeyi silindir yüzeyine basarak ısı transferini sağlamaktır.

Ön kurutma bölümünde %95 kuru madde miktarına ulaşan kağıt KM1 makinesinde size prese gelir. Burada TSC, TKL, TLB kağıda nişasta, yüzey tutkalı, PAC kimyasal ilavesi yapılır. FLT'ye ise sadece nişasta uygulanır. Size presten çıkan kağıt son kurutma grubuna girer. Ön kurutma bölümünde %95 kuru madde miktarına ulaşan kağıt KM2 makinesinde film prese gelir. Burada TSC,TKL, TLB kağıda nişasta, yüzey tutkalı ve CFS kimyasal ilavesi yapılır. FLT'ye ise sadece nişasta uygulanır. Kimyasal madde müdahalesiyle kağıdın kuru madde miktarı azalır. Son kurutma çıkışında %93'lere ulaşır. Kurutma grubuna ait bir kesit Şekil 4.9'daki gibidir.

Size pres yada film presin amacı kağıdın yüzey direncini arttırmaktır.



Şekil 4.9 : Kurutma bölümünden bir kesit.

Kurutma, buhar silindirleri yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Düzgün sulu hamur karışımı veya yarı hammadde keçe ile silindir arasında ilerlerken, buhar kurutma silindiri içine verilir ve kondensat dışarıya alınır. Isı silindir duvarından kağıda aktarılır. Hava akışı buharlaşan suyu ortamdan uzaklaştırır.

4.3.6 Mal sarıcı

Kurutma bölümü sonunda mal sarıcıda tampon oluşur. Tampon öncesinde rutubet ve gramaj ölçümü yapılır. Mal sarıcı Şekil 4.10'daki gibidir.



Şekil 4.10 : Mal sarıcı.

4.3.7 Bobin kesme

Mal sarıcıdan çıkan tampon istenilen ölçülere uygun olarak bobin ambarına gönderilmek üzere bobin kesme bölümüne alınır. Miğferlere sarılır. Müşteri istekleri doğrultusunda hazırlanan bobin; ürün gramajı, türü, üretici vb. bilgilerle etiketlenir. Bobin kesme bölümü Şekil 4.11'deki gibidir.



Şekil 4.11 : Bobin kesme.

Bobin kesmenin ardından ürün sevkiyata hazır hale gelir. Tesisin kutu fabrikalarına ve diğer müşterilere tedariği sağlanır.

4.4 Proses Kimyasalları

Proses kimyasalları, kağıt üretim prosesinde oluşan sorunları gidermek, önlemek, verimliliği arttırmak için kullanılır. Bu maddeler temiz su ve enerji tüketimini azaltır, köpük oluşumunu ve çeşitli birikimleri engeller, drenajı artırır ve elyaf kayıplarını önler.

Fourdrinier eleği üzerinde daha fazla maddenin tutunumunun sağlanarak, elek altına daha az maddenin geçmesini sağlamak, diğer bir deyişle retansiyonu arttırmak amacıyla da yardımcı kimyasal maddeler kullanılır.

Retansiyon maddesinin elek altı kaybının azalması, daha iyi kağıt oluşumu ve kalitenin sürekliliği, makine duruşlarının azalması, katkı maddeleri maliyetinde azalma, enerji tasarrufu ve üretim artışı gibi etkileri vardır.

Biositler, makinede oluşan mikrobiyolojik depozitlerin önlenmesi amacı ile slime önleyicilerin kullanılmasının yanısıra, tesiste elek pres grubunda, film pres, size pres vb. yerlerde biositler kullanılmaktadır.

Köpük söndürücüler, hamurun içine karışan havayı dışarıya atarak sistemdeki köpüğü önleyen ya da kesen poli alkoller yada zayıf asitlerdir. Tesisteki uygulama noktası size pres, film pres ve elektir.

Poly Alüminyum Klorür (PAC), kuvvetli katyonik bir kimyasal maddedir. Nişastanın elyafa daha iyi bağlanması için nişasta dozajından hemen önce sisteme verilerek kirlilikleri yok eder. Kağıdın su emiciliğini azaltmak için kullanılan anyonik reçinenin elyafa tutunmasını, boyar maddelerin aktivitesini sağlar. Tesiste KM1 makinesinde kullanılmaktadır.

Elek pasivasyon kimyasalı, hamur içinde bulunan yapışkan maddelerin eleğe yapışmasını önlemek amacıyla göğüs valsinden önce fiskiye yardımı ile eleğe uygulanan katyonik poliaminlerdir. Kağıt oluşumu meydana gelen yüzeylerde hidrofobikliği azaltmada kullanılan yöntemdir. Elek üzerine suda çözünür katyonik polimerin sürekli püskürtülmesi ile sağlanır. Polimer elek üzerine tutunarak, çökebilir maddelerin itilmesini ve depozit oluşturmalarını önler.

Elek ve keçe temizlik kimyasalları, uzun elek ve pres keçeleri üzerinde oluşan depozitlerin temizliği, kurutma keçelerinin temizliği için kullanılan temizlik kimyasallarıdır.

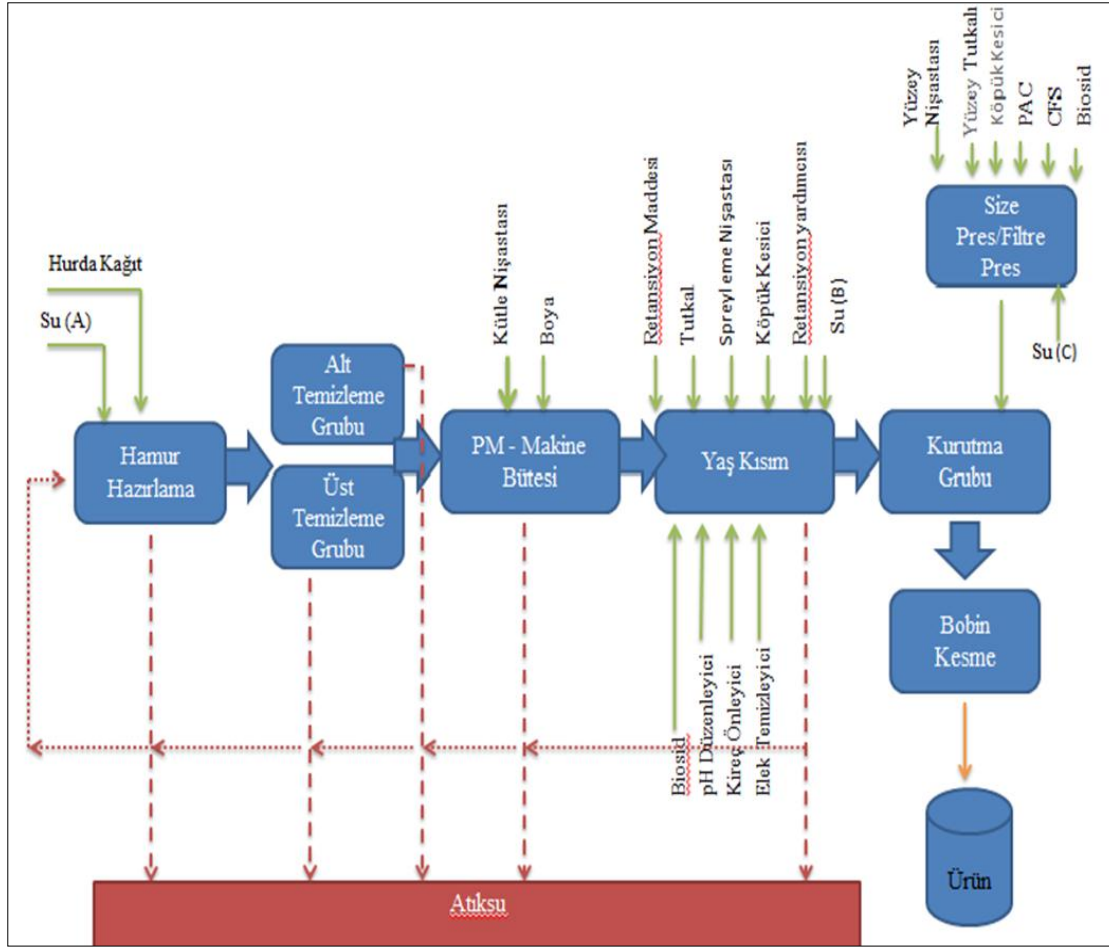
Yüzey tutkallamanın ana rolü kağıt yüzey mukavemetini arttırmak ve elyaf, pigment gibi parçacıkları kağıt yüzeyine daha iyi bağlamaktır. Tutkallama elyaflara hidrofobik özellik kazandırarak su ve diğer sıvıların kağıt içine sızmasını engeller. Bu sektörde kullanılan elyafların emiciliği yüksektir. Oluklu mukavva kağıdının da kolay işlenebilmesi için emicilik belirli bir derecede olmalıdır. Tutkallama tesiste size pres/film pres kısmında yapılmaktadır. Bazı üretimlerde (TSC, TKL) fan pompa emişinde de tutkal kullanılır.

Nişasta, mukavemet artırmak amacıyla kullanılır.

Boyar maddeler, kağıt üretiminde kullanılan en eski sentetik özel katkı maddeleridir. Müşterilerin istemiş olduğu kağıt rengini sağlamak için hamura yada yüzeye uygulanan anyonik, katyonik, ya da direkt nitelikteki maddelerdir. Tesiste boya uygulaması makine bütesine yapılmaktadır. TKL ve TLB cins kağıt üretiminde kullanılmaktadır.

Kurutma grubu kirlilik kontrolü, kurutma bölümünde kurutma keçeleri ve kurutma silindirleri üzerinde oluşan kirliliklerin oluşmasını önlemek amacıyla yapılır. Depozit oluşma tehlikesi olan her eleğe ayrı ayrı uygulama yapılır. Kağıdın her iki yüzeyinde bulunan kurutma silindirleri yüzeyine uygulama yapılabilir.

Bu bölümde anlatılan kimyasalların kağıt makinesinde üretime dahil olma lokasyonları Şekil 4.12'deki gibidir.



Şekil 4.12 : Üretim türüne göre eklenen kimyasalların üretime dahil olma lokasyonları.

4.5 Enerji Santrali

Tesis enerji santrali 7 adet artezyen kuyusu, betonarme stok havuzları, ters osmos ünitesi, demineralize su tesisi ve buhar kazanı ünitelerinden oluşmaktadır. Kuyu sularının önemli bir miktarı da üretimde kullanılmaktadır. Kuyu suyu depolama tankında toplanan su sırasıyla kum filtresi, ters osmoz, su tankı, katyon iyon değiştirici, CO₂ deaerator, anyon iyon değiştirici, karışık yataklı iyon değiştiricilerden geçirilip demineralize su tankına alınarak santralde kullanılır. Bu proses Şekil 4.13'te su hazırlama ünitesi olarak adlandırılmıştır.

Kazanlarda kullanılan ana yakıt doğalgazdır. Enerji santrali 62.225 MW'lık kurulu güce sahiptir. ABB ve Desa olmak üzere 2 adet kazan mevcuttur. Sırasıyla 75 ton/sa ve 10 ton/sa'lık kapasiteleri vardır. Enerji santralinin iki ana fonksiyonu bulunmaktadır. Bunlardan birincisi proseste kullanılan elektrik enerjisinin bir bölümünü tesis içinde üretmek, ikincisi ise genelde proseste, aynı zamanda ısıtma ve sıcak su üretiminde kullanılan buharı üretmektir.

ABB kazanda taşıyıcı ortam olarak buhar kullanılmaktaysa da ana hedef elektrik üretimidir. Bu nedenle Siemens türbine gönderilen buhar, türbin içinde genişlermek mekanik enerjiye dönüşmekte ve mekanik enerji de jeneratörü döndürerek elektrik üretmektedir. Türbini yaklaşık 12 barda buhar olarak terkeden atık ısı enerjiden ise buhar üretilerek kağıt makinelerine ve diğer proseslere (KM1 ve KM2 makinelerinde, ısınma ve Temsec valsler) yollanmaktadır. Bu nedenle ABB kazanda tüketilen doğalgaz sonucu oluşan CO₂ salımının tümü tesis için elektrik üretiminin salımı olarak kabul edilmelidir. Diğer bir deyişle; temelde kağıt makinelerinde ve ısıtmada kullanılan buharın CO₂ salımı 0 olacaktır. Desa kazanda üretilen buhar genellikle kutu tesisini beslemektedir. Tesis içindeki ısınma da buhar ile gerçekleşmekte ve tesis elektrik ihtiyacının geri kalan kısmı TEDAŞ'tan temin edilmektedir.

Buhar, üretim hattında kağıtların kurutulması için kullanılmakta olup kurutma işleminden sonra bir kısmı emisyon (çürük buhar) olarak atmosfere verilmektedir. KM1, KM2 ve kutu üretimlerinden kondens tanklarına geri dönüş yapan buhar sistemde tekrar kullanılmaktadır. Enerji santrali akış şeması Şekil 5.5'te özetlenmiştir.

4.6 Arıtma Tesisi ve Atıklar

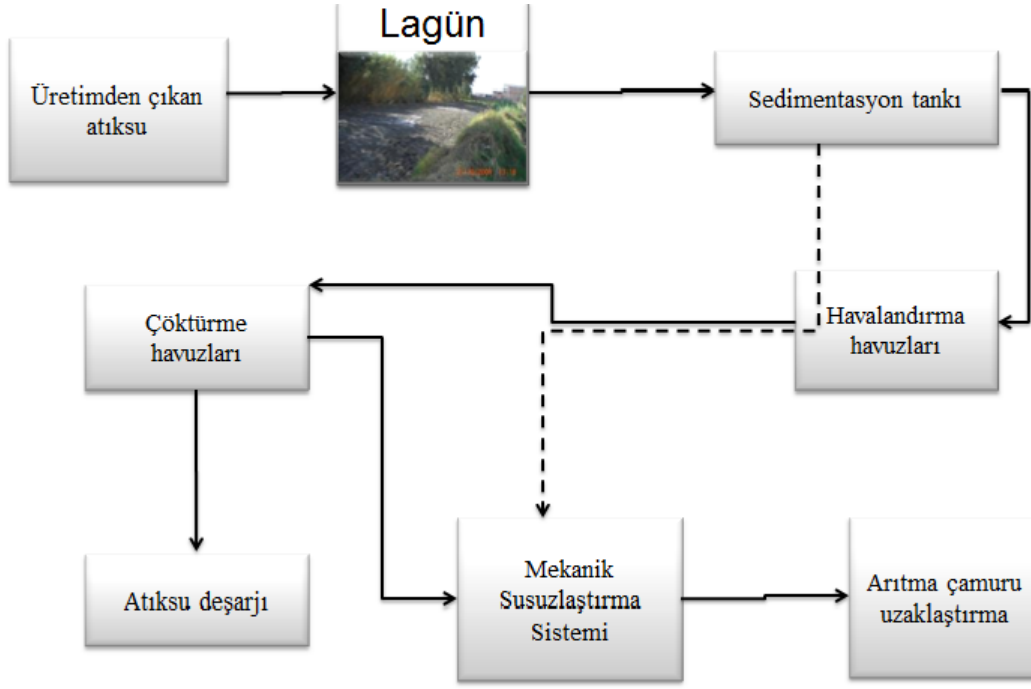
Tesis içerisinde endüstriyel nitelikli aerobik ve anaerobik arıtma yapılmaktadır. Kağıt ve kutu üretim bölümleri ile idari bina, atölye vb. yerlerden çıkan atıksular arıtma tesisine ulaşmaktadır. Arıtma tesisi kapasitesi 5000 m³/gün'dür. Başlıca atıksu kaynakları;

- Kağıt Fabrikası Atıksuları
- Hamur Hazırlama Bölümü
 - Krofta Feed Chest kağıt hamuru içerikli taşma suları

- Huber Elek çıkış suyu
- KM 2 İç kanal hattı
- -Kağıt Makinaları (KM1 ve KM2)
 - Nişasta hattı yıkama atıksuları
 - Hamur kanalı taşıntı atıksuları
- Enerji Santrali
 - Su Hazırlama Ünitesi Atıksuyu
 - Temassız Soğutma Suyu
- -Kutu Fabrikası Atıksuları
 - Nişasta Yıkama Suları
 - Mürekkep Hattı Yıkama Suları
- Evsel Atıksular (Kağıt fabrikası dahil)

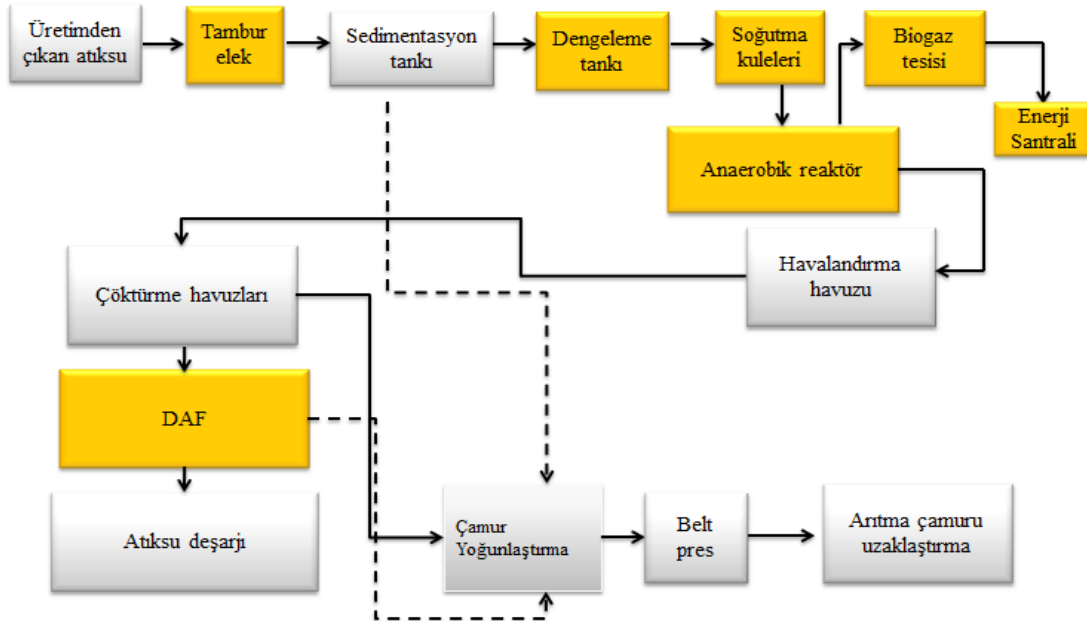
Atıksular önce lagüne, ardından arıtma tesisine alınmaktadır. Tesisteki lagün sistemi anaerobik reaksiyon şartlarını sağlamak amacı ile derin toprak yapı olarak inşa edilmiştir. Atıksuyun tesisteki lagünde ortalama bekleme süresi 4 günden azdır. Boyutları derinlik 4m, genişlik 7m, uzunluk 300m'dir.

Tesisteki lagün sisteminde sonra gelen arıtma ünitesi kimyasal arıtmadır. Kimyasal arıtma, suda çözünmüş halde bulunan kirleticilerin kimyasal reaksiyonlarla çözünürlüğü düşük bileşiklere dönüştürülmesi yada kolloidal ve askıdaki maddelerin yumaklar oluşturarak çökeltilmesi suretiyle giderilmesidir. Kimyasal arıtma ünitesi; koagülasyon, flokülasyon ve çöktürme basamaklarından oluşur. Aerobik arıtma tesisi havalandırma havuzu ve son çöktürme havuzundan oluşmaktadır. Arıtılan su, sistemi terk ederken, çöken çamurun bir kısmı havalandırma havuzunda istenen mikroorganizma konsantrasyonunu korumak üzere geri devrettirilir, fazla çamur ise çamur işleme ünitelerine gönderilerek uzaklaştırılır. Çamur işlemede dekantör kullanılmakta, çamurun su içeriği %30'lara kadar indirilip römork yardımıyla arıtma alanından uzaklaştırılmaktadır. Şekil 4.14'te tesisin mevcut arıtma sistemine ilişkin durum gösterilmektedir.



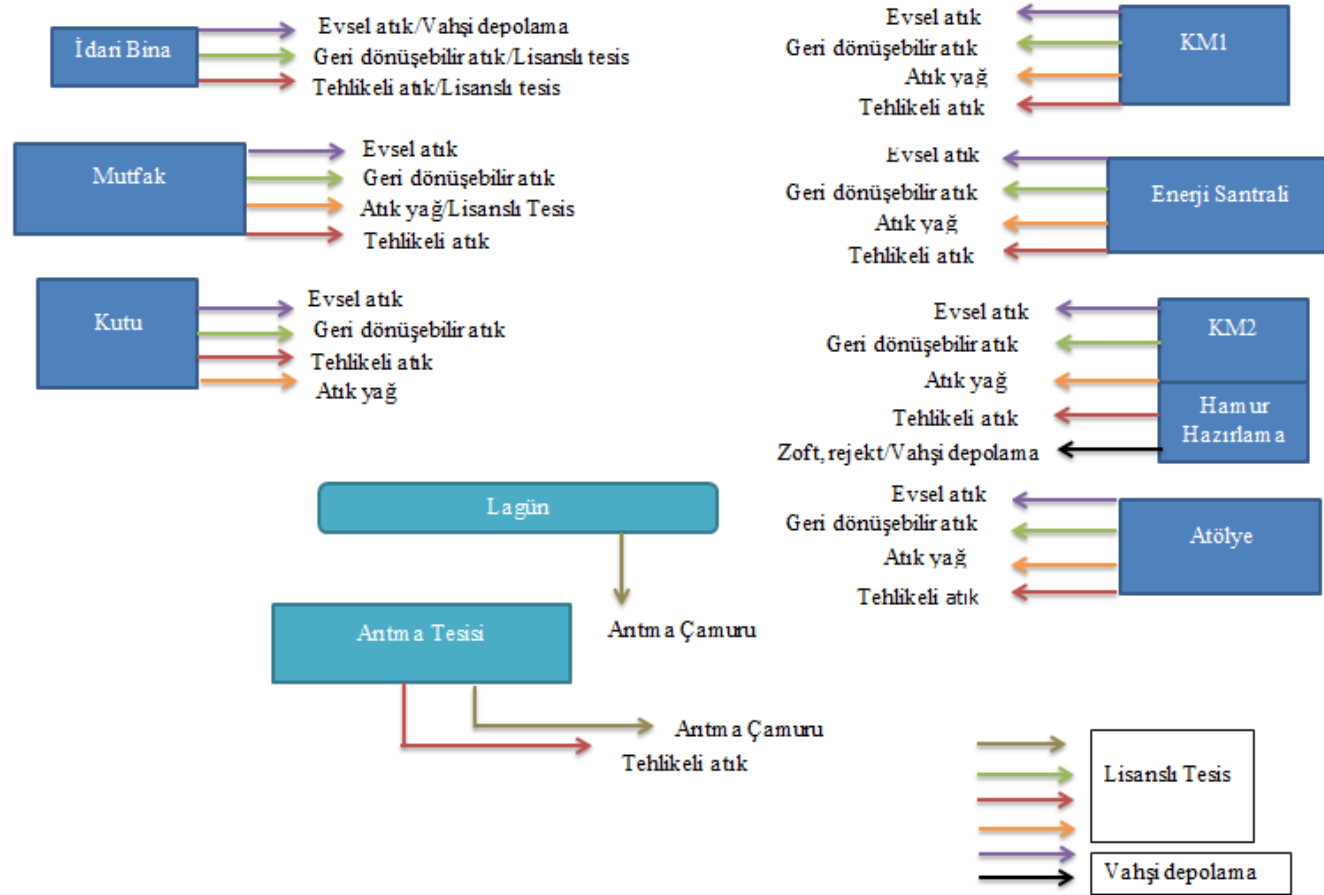
Şekil 4.14 : Mevcut arıtma tesisi akım şeması.

Lagün biyogaz tesisi kurulması sebebiyle kapatılacaktır. Biyogaz tesisiyle enerji santralindeki doğalgaz tüketimi azaltılacak ve arıtma tesisinden elde edilecek CH_4 yakıt olarak kullanılacaktır. Bu tesisin devreye girmesiyle, CO_2 emisyonlarında bir azalma meydana gelecektir. Bu nedenle Gold Standart'a başvurulmuş olup belge alınma aşamasındadır. Yeni arıtma tesisine ait durum Şekil 4.15'teki gibidir.



Şekil 4.15 : Yeni arıtma tesisi akım şeması.

Tesiste çeşitli faaliyetler sonucu oluşan evsel atık, hamur hazırlama bölümünde oluşan rejekt ve zoft vahşi depolama alanına; atık yağ, tehlikeli atık, geri dönüşebilir atık ve arıtma çamuru ise anlaşmalı lisanslı tesislere verilmektedir. Tesis atık döngüsüne dair durum Şekil 4.16'daki gibidir.



Şekil 4.16 : Atık döngüsü.

5. SEÇİLEN BİR KAĞIT FABRİKASINDA KARBON AYAK İZİ HESABI

5.1 Giriş ve Çalışma Kapsamı

Daha önceki bölümlerde de dile getirildiği gibi karbon ayak izi, kurum veya bireylerin ulaşım, ısınma, elektrik, yakıt tüketimi vb. faaliyetlerinden kaynaklanan toplam sera gazı emisyon miktarının birim karbondioksit cinsinden ifade edilmesidir. Günümüzde bir tesisteki karbon emisyonunun bilinmesi;

- Yasal zorunluluk,
- Kurumsal sosyal sorumluluk,
- Müşteri veya yatırımcı talepleri,
- Pazarlama ve kurum imajı,
- Sera gazı emisyonu azaltımı (zorunlu/gönüllü),
- Emisyon ticareti mekanizmalarına katılım gibi sebeplerle birçok sektörün dikkatini çekmektedir.

Tesis, daha önce de vurgulandığı üzere iki ayrı fabrikadan oluşmaktadır. Buna karşın, tesisin enerji santrali, arıtma tesisleri, idari ve sosyal binaları ortak olarak kullanılmaktadır. Bu çalışma yalnızca kağıt üretim biriminde gerçekleştirilmiş olup, kutu fabrikası kaynaklı karbon üretimi ve emisyonu çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır. Çalışmanın hangi süreçleri içerip içermediği aşağıda özetlenmektedir:

Kapsam Dışı Bırakılan Karbon Emisyon Kaynakları:

- Kutu fabrikasında gerçekleştirilen üretim,
- Kutu fabrikasında kullanılan ofis ekipmanları,
- Kutu fabrikası çalışanlarının idari ve üretim faaliyetleri kaynaklı olan, işe günlük geliş ve gidişlerinde, yurt içi ve yurt dışı seyahatlerinde oluşan karbon salımları,

- Kutu fabrikasında üretilen ürünlerinin satış, pazarlama, dağıtım ve nakliyesinden oluşan karbon salımları,
- Kağıt fabrikasında kullanılan ofis ekipmanları,
- Tesiste yer alan IT ana donanımı, telefon santrali ve diğer ortak kullanımda yer alan üretim dışı ekipman ve proseslerden kaynaklanan karbon salımları,
- Kağıt fabrikası çalışanlarının idari ve üretim faaliyetleri kaynaklı olan, işe günlük geliş ve gidişlerinde, yurt içi ve yurt dışı seyahatlerinde oluşan karbon salımları,
- Sosyal faaliyetlerden oluşan karbon salımları,
- Hurda kağıt gelişinde kullanılan kamyon, TIR ve benzeri ulaştırma araçlarından kaynaklanan karbon salımları,
- Ürün sevkiyatında kullanılan kamyon, TIR ve benzeri ulaştırma araçlarından kaynaklanan karbon salımları,
- Müşteri ziyaretlerinden kaynaklanan karbon salımları,
- Hurda satın alma amacıyla yapılan çalışma ve seyahatler,
- İstanbul'da bulunan merkez yönetim kaynaklı karbon salımı ve burada çalışan tesis sorumlularının, tesise yaptıkları seyahatlerden kaynaklanan karbon salımları,
- Doğalgazın tesise ulaşmasında dağıtım hatlarında meydana gelen enerji tüketiminden kaynaklanan karbon salımları.

Karbon Salımı Hesaplarına Dahil Edilen Süreçler

- Tesis sınırları içinde gerçekleşen hurda kağıt hareketleri,
- Kağıt üretimi (tüm birimler),
- Enerji santrali faaliyetleri
- Elektrik üretimi ve alımı,
- Atölyeden kaynaklanan karbon salımı (kutu fabrikası iş emirlerini de içermektedir),

- Buhar üretimi, tüketimi, kondensat toplanması, besleme suyu ve diğer işlemler,
- Üretimde kullanılan su sirkülasyonundan, kurutma buharlaşan sudan, kullanma suyunun kuyulardan çekilmesi, depolanmasından, lagün ve arıtma tesisine basılmadan kaynaklanan karbon salımı,
- Tüm tesisteki binaların ve açık sahanın aydınlanması, ısıtılması ve soğutulmasından kaynaklanan karbon salımı,
- Kağıt ürünlerinin üretim birimindeki hareketlerinde, depolanmasından, kırpıntıların sirkülasyonundan kaynaklanan karbon salımı.

Tesisin karbon ayak izi hesapları, firma yetkilileri tarafından sağlanan 2011 yılı verileri baz alınarak yapılmıştır. Bu amaçla takip edilen yöntem, aşamalar halinde aşağıda verilmektedir:

Aşama 1: Saha çalışması ve verilen bilgiler çerçevesinde kağıt fabrikasında üretim analizi yapılmıştır. Üretim analizi başlıca iki makine hattı için (KM1 ve KM2) gerçekleştirilmiştir.

Aşama 2: Üretim analizini kağıt fabrikasındaki iş akış ve kütle akış diyagramlarının oluşturulması izlemiştir. Kütle akış diyagramları;

- a) Elyaf,
- b) Su ve buhar,
- c) Kimyasallar

için çıkarılmıştır. Bilindiği üzere özellikle elyaf ve su diyagramları, aynı zamanda lagün dahil arıtma tesislerinde metan oluşumu düzeyini etkileyen dengelerdir. Oluşturulan iş akış şemaları, tesisten alınan veriler ve ölçümlerle irdelenmiştir.

Aşama 3: Üretilen kağıt türleri gerek içerdikleri elyaf gerekse kullanılan kimyasallar bazında farklılıklar içermektedir. Bu aşama çeşitli kağıt türleri için (TKL, TLB, FLT ve TSC) birim üretim başına elektrik (kWh/kg-MWh/ton) ve buhar (Kj/ton) tüketimlerinin hesaplanmasına ayrılmıştır.

Bu amaçla 12 aylık brüt üretim rakamları ve elektrik sayaçlarından yapılan okumalardan yararlanılarak KM1 ile KM2 makineleri için aşağıdaki denklemler 12 ay için ayrı ayrı yazılmıştır:

$$TKL(ton)_{1.ay} + TLB(ton)_{1.ay} + FLT(ton)_{1.ay} + TSC(ton)_{1.ay} = (KWH)_{1.ay} \quad (5.1)$$

$$TKL(ton)_{1.ay} + TLB(ton)_{1.ay} + FLT(ton)_{1.ay} + TSC(ton)_{1.ay} = (BUHAR)_{1.ay} \quad (5.2)$$

$$TKL(ton)_{2.ay} + TLB(ton)_{2.ay} + FLT(ton)_{2.ay} + TSC(ton)_{2.ay} = (KWH)_{2.ay} \quad (5.3)$$

$$TKL(ton)_{2.ay} + TLB(ton)_{2.ay} + FLT(ton)_{2.ay} + TSC(ton)_{2.ay} = (BUHAR)_{2.ay} \quad (5.4)$$

.... diğer on ay için benzer denklemler yazılmıştır.

Bu amaçla oluşturulan 12X4'lük matris MATLAB'de[©] çözülmüştür. Elektrik tüketimine yönelik olarak oluşturulan matris ve MATLAB[©] çözümü Ek A'da verilmektedir.

Aşama 4: Daha önce de vurgulandığı üzere pulperdeki elektrik tüketimi, KM2 makinesinin bünyesinde değerlendirilmektedir. Bu nedenle bir sonraki aşama, pulperdeki elektrik tüketimini belirlemek ve KM1 ve KM2 makinelerindeki gerçek tüketime ulaşmaktır.

Bu amaçla da basit bir iterasyon yöntemi kullanılmıştır. Önce KM2 makinesinde kağıt türü başına bir elektrik tüketimi tahmin edilmiş; bu tahminle elde edilen toplam tüketim, KM2'nin toplam değerinden çıkarılarak pulper için ilk tüketim değeri kWh cinsinden bulunmuştur. Pulperdeki elektrik tüketiminin hamur aşamasına kadar olduğu bilindiğinden;

$$\text{Birim kağıt başına pulper tüketimi (kWh)} = (\text{Pulper (KWH)}_{12 \text{ ay}}) / [TKL(ton)_{12 \text{ ay}} + TLB(ton)_{12 \text{ ay}} + FLT(ton)_{12 \text{ ay}} + TSC(ton)_{12 \text{ ay}}]_{KM1+KM2} \quad (5.5)$$

hesaplanmış ve KM2'de yerine konarak pulperin toplam tüketim değeri bulunmuş ve bu işlem aynı sonuç elde edilene kadar devam etmiştir.

Bu aşamada son olarak üretim fireleri hesaplanmıştır. Doğal olarak bu firelerin elektrik tüketimi de ürün başına kWh tüketimine eklenmelidir.

Aşama 5: “Elektrik ve Buhar tüketimi” şemasının çıkarılması işlemidir. Daha öncede vurgulandığı üzere enerji santralinde iki adet kazan bulunmaktadır. Bunlardan birincisi yüksek basınçta buhar üretmekte ve üretilen buhar türbine gönderilerek elektrik üretilmektedir. Böylece üretilen elektrik tesisteki toplam tüketimin yaklaşık 1/3'üdür. Geri kalan ihtiyaç ise ana şebekeden sağlanmaktadır.

Aşama 6: Toplam karbon salımının hesaplanması ve kağıt üretimi bazında birim karbon salımlarının bulunması işlemidir. Bu bağlamda gerek tesiste üretilen

elektriğin, gerekse şebekeden alınan elektriğin birim karbon salımlarının hesaplanması ve sonunda tesis bazında birim kWh tüketimin ağırlıklı ortalamasının bulunması da sağlanmıştır. Ayrıca tesislerde proses aşamasında kullanılan forkliftlerin karbon salımına katkıları hesaplanmıştır.

Çalışma aşamalarına dair yapılan yaklaşım Şekil 5.1’de özetlenmiştir.



Şekil 5.1 : Karbon ayak izi yaklaşımı (ISO 14064).

Özet olarak, bir yıllık brüt üretim rakamları baz alınarak ürün başına elektrik tüketimi belirlenmiş ve tüketimlere karşılık gelen karbondioksit miktarı hesaplanmıştır. Üretime dair verilerin değerlendirilmesine kütle dengesi hesabı ile başlanmıştır.

5.2 Akış Diyagramları

5.2.1 Atıksu akış diyagramı

2011 yılı KM1 makinesi su tüketimi: 425661 m³/yıl (2011 Tesis MORIS Raporu).

2011 yılı KM2 makinesi su tüketimi 1160923 m³/yıl (2011 Tesis MORIS Raporu).

Kağıt makinelerinde toplamda 1586584 m³/yıl = 1586584 ton/yıl

$$\frac{1586584 \text{ ton/yıl}}{365 \text{ gün/yıl}} = 4346 \text{ ton su/gün}$$

$$\frac{4346 \text{ ton su/gün}}{24 \text{ sa/gün}} = 181 \text{ ton su/sa}$$

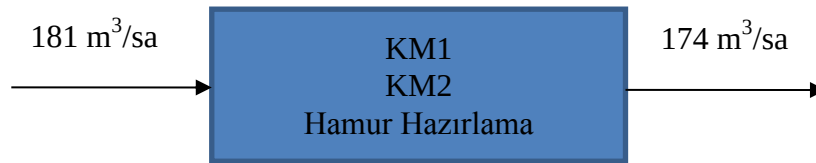
$$\frac{416 \text{ ton hurda/gün}}{24 \text{ sa/gün}} = 17.3 \text{ ton/sa}$$

%48-%7 = %41 (pres grubu sonu-kurutma grubu sonu su oranı).

17.3 x 0.41 = 7 ton buhar/sa (kurutmadan kaynaklı buhar kaybı).

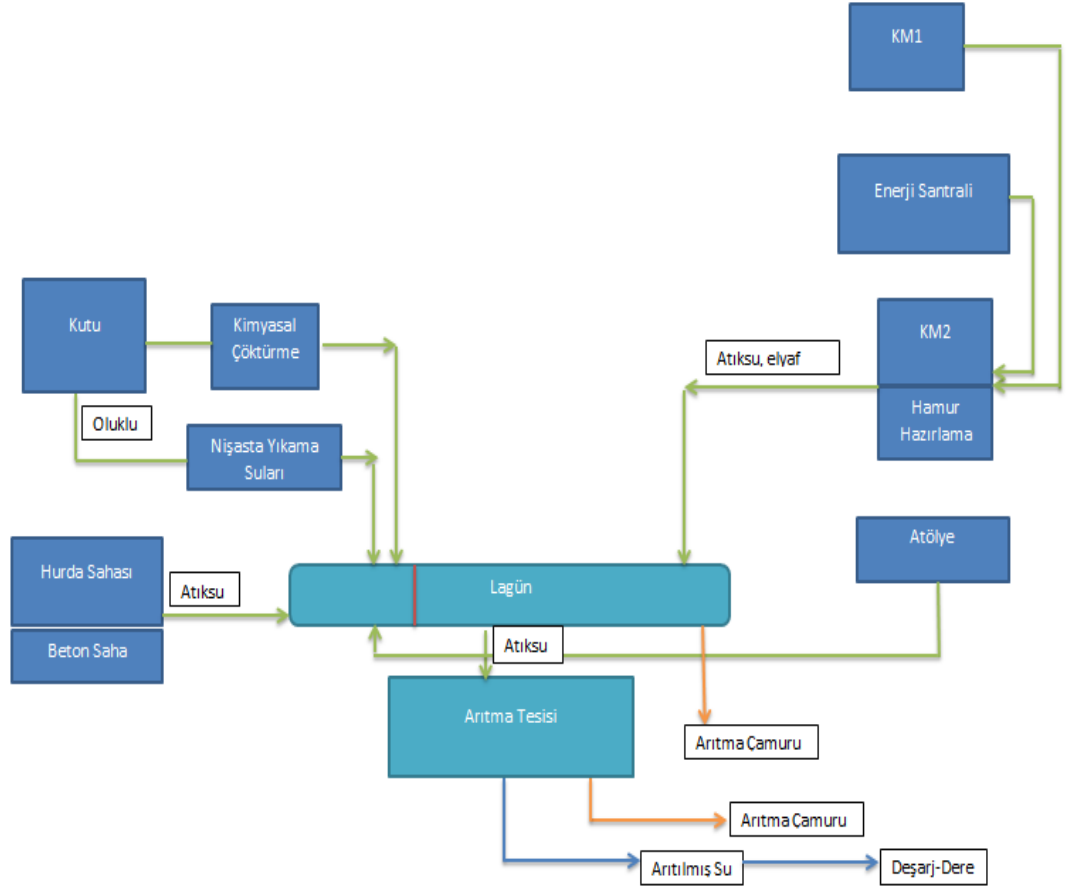
181 ton su/sa- 7 ton su/sa =174 ton su/sa

Yapılan hesaplamalar çerçevesinde kağıt prosesindeki su tüketimine dair durum Şekil 5.2'deki gibidir.



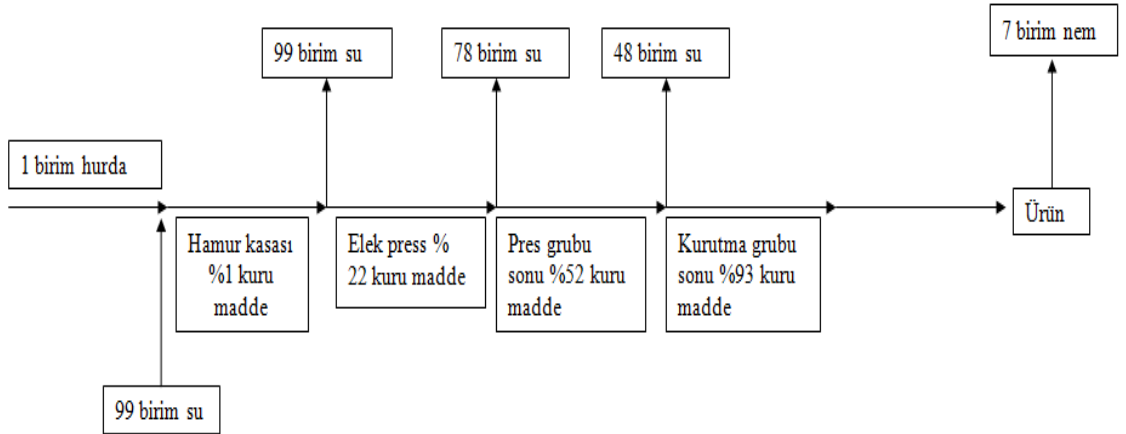
Şekil 5.2 : Proses su giriş çıkışı.

Tesisin bölümleri ve üretim faaliyetleri göz önünde bulundurularak elde edilen akım şeması Şekil 5.3'teki gibidir.



Şekil 5.3 : Atıksu akım şeması.

Proses akışı değerlendirildiğinde aşamalara bağlı olarak proses nem durumu Şekil 5.4'te açıklanmıştır.



Şekil 5.4 : Proses nem durumu.

5.3 Üretime Dair Kütle Dengesi

Hurda sahasına giren hurda kağıt miktarı: 157931689 kg/yıl ~ 157932 ton/yıl

Üretime giren hurda kağıt miktarı: 151693264 kg/yıl ~ 151693 ton/yıl

157931689-151693264=6238425 kg ~ 6239 ton/yıl

Üretim normal şartlar altında 7 gün 24 saat devam ettiğinden;

157931689/365= 415598 kg/gün ~ 416 ton/gün üretime giren hurda.

Yapılan hesaplamara göre hurda sahasına ve üretime giren hurda kağıt miktarı

Çizelge 5.1’de özetlenmiştir.

Çizelge 5.1 : Hurda kağıt miktarı (2011).

Hurda Sahasına Giren Hurda Kağıt Miktarı (kg)	157.931.689
Üretime Giren Hurda Kağıt Miktarı (kg)	151.693.264
Fark (kg)	6.238.425

Hurda sahasına giren geri dönüşebilir kağıt miktarı ile üretime giren miktar arasındaki 6239 ton/yıllık fark rutubet ve yabancı madde kaynaklıdır. Yabancı madde tırlarla hurda sahasına gelen hurda kağıt balyalarıyla giriş yapmaktadır. Nem de aynı şekilde hurda sahası ve hurdanın geldiği yerdeki saklama koşullarıyla ilgilidir.

Tesis 2011 çalışma verimliliğine dair rapordan alınan verilere göre hesaplanan değerler Çizelge 5.2’deki gibidir.

Çizelge 5.2 : KM1 ve KM2 kağıt makinalarının çalışma durumu (2011).

KM1 kopuş (sa) 75.6	KM2 kopuş (sa) 167.6
KM1 kopma sayısı 405	KM2 kopma sayısı 485
1 duruş (sa) 0.19	1 duruş (sa) 0.35
1 duruş dk 11.20	1 duruş dk 20.73

Kağıt makineleri yıl içinde bakım, onarım, arıza vb. nedenlerle kısa yada uzun süreli duruşlar yaşamaktadır. Çalışma verimliliği raporunda duruş süresi planlı, plansız duruş süresi ve start-up zamanını kapsamaktadır.

Rapordan elde edilen veriler doğrultusunda kağıt makinelerinde 2011 yılında toplamda 1848.9 sa/yıl = 77 gün/yıl duruş olmuştur.

Kağıt kopmaları kağıt makinelerinde meydana gelen kopmalar 243.2 sa/yıl ~ 10 gün/yıl'dır.

Bu süreler toplamda 87 gün/yıl'dır ve her iki makineye paylaştırıldığından asıl çalışma saatleri sırasıyla 330 ve 313 gün/yıl (Çizelge 5.3) olan makinelerin 322 gün/yıl çalıştığı kabul edilmiş ve kütle dengesi buna göre kurulmuştur.

Çizelge 5.3 : Kağıt makineleri çalışma durumu (2011).

Kağıt Makinesi Çalışma Durumu	sa/yıl	gün/yıl
KM1	7911.9	330
KM2	7516.6	313

Üretime giriş yapan hurda kağıttan kaynaklanan atık miktarı, üretime dair kütle dengesi hesabında kullanılacağından Çizelge 5.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.4 : Üretime giriş yapan hurda kağıttan kaynaklanan atık miktarı (Tesis Atık Envanteri, 2011)

Dönem 2011	Atık Türü	
	Rejekt	Zoft
Aylar	Miktar (kg)	Miktar (kg)
Ocak	198.150	496.700
Şubat	420.850	226.250
Mart	440.550	209.850
Nisan	483.150	196.900
Mayıs	580.650	211.550
Haziran	161.450	235.150
Temmuz	598.250	222.700
Ağustos	530.000	223.850
Eylül	144.100	59.100
Ekim	489.200	180.850
Kasım	600.650	247.090
Aralık	598.400	283.480
Toplam (kg)	5.245.400	2.793.470
Toplam (ton)	5245.00	2793.47

$$5245400 \frac{\text{kg}}{\text{yıl}} \times \frac{\text{yıl}}{322 \text{ gün}} \times \frac{\text{ton}}{1000 \text{ kg}} = 16.29 \text{ ton rejekt/gün.}$$

$$2793470 \frac{\text{kg}}{\text{yıl}} \times \frac{\text{yıl}}{322 \text{ gün}} \times \frac{\text{ton}}{1000 \text{ kg}} = 7.1 \text{ ton zoft/gün}$$

13.4 ton elyaf/gün'lük elyaf kaçağı pulper ve kağıt makineleri kaynaklı olduğundan 2'ye bölündü.

$$13.4/2=6.7 \text{ ton elyaf/gün.}$$

$$5638 \frac{\text{ton}}{\text{yıl}} \times \frac{\text{yıl}}{322} = 17.5 \text{ ton kırpıntı/gün.}$$

Üretilen kağıtta olması istenen nem müşteri talebine göre %7-9 arasındadır. Kağıdın nemi %8 olarak kabul edilmiştir. Hurda sahasından üretime giren kağıttaki nem oranı ise %13 olarak kabul edilmiş ve üretimde %5'lik bir kayba uğradığı kabul edilmiştir.

$$416 \frac{\text{ton}}{\text{gün}} \times 0.05 = 20.8 \text{ ton/gün nem kaybı.}$$

Tesiste gerçekleşen üretimde KM1 ve KM2'de kullanılan kimyasal tüketimine dair durum Çizelge 5.5 ve Çizelge 5.6'da gösterilmektedir.

Çizelge 5.5 : KM1 makinesinde ton üretim başına kullanılan kimyasal tüketimi (2011).

KM1 Kimyasal Tüketimi				
2011 Dönemi	kg/t (gross)	kg/t (gross)	kg/t (gross)	kg/t (gross)
Ay	FLT	TLB	TKL	TSC
Ocak	24.038	35.529	65.562	38.607
Şubat	19.549	36.802	66.036	33.525
Mart	22.533	37.601	67.452	51.341
Nisan	31.512	35.384	62.992	53.623
Mayıs	28.069	41.008	74.035	50.129
Haziran	37.232	52.681	69.674	37.529
Temmuz	42.551	69.911	98.012	70.074
Ağustos	47.441	63.234	82.915	75.998
Eylül	32.372	45.223	70.194	51.433
Ekim	38.696	42.892	73.366	48.159
Kasım	31.625	45.177	48.347	47.991
Aralık	32.849	37.235	63.745	58.788
Toplam	388.467	542.675	842.331	617.196
Genel Toplam	2390.668			

$$\frac{2390.668 \frac{\text{kg kimyasal}}{\text{ton üretim}}}{322 \frac{\text{gün}}{\text{yıl}}} = 7.42 \text{ kg} \frac{\text{kg kimyasal}}{\text{ton üretim(gün)}}$$

Çizelge 5.6 : KM2 makinesinde ton üretim başına kullanılan kimyasal tüketimi(2011).

KM2 Kimyasal Tüketimi				
2011 Dönemi Ay	kg/t (gross) FLT	kg/t (gross) TLB	kg/t (gross) TKL	kg/t (gross) TSC
Ocak	31.097	48.909	76.605	68.827
Şubat	31.244	38.098	70.489	62.828
Mart	33.000	45.159	64.986	62.462
Nisan	31.233	44.365	58.217	47.556
Mayıs	22.587	46.385	63.654	50.741
Haziran	30.802	44.418	64.239	46.101
Temmuz	26.840	65.254	74.366	62.327
Ağustos	35.762	54.064	54.460	60.215
Eylül	31.358	46.505	62.968	56.910
Ekim	36.926	49.576	60.298	53.353
Kasım	30.816	43.940	53.675	49.889
Aralık	34.627	31.383	51.658	61.706
Toplam Genel	376.294	558.055	755.617	682.914
Toplam	2372.879			

$$\frac{2372.879 \frac{\text{kg kimyasal}}{\text{ton üretim yılı}}}{322 \frac{\text{gün}}{\text{yılı}}} = 7.37 \frac{\text{kg kimyasal}}{\text{ton üretim (gün)}}$$

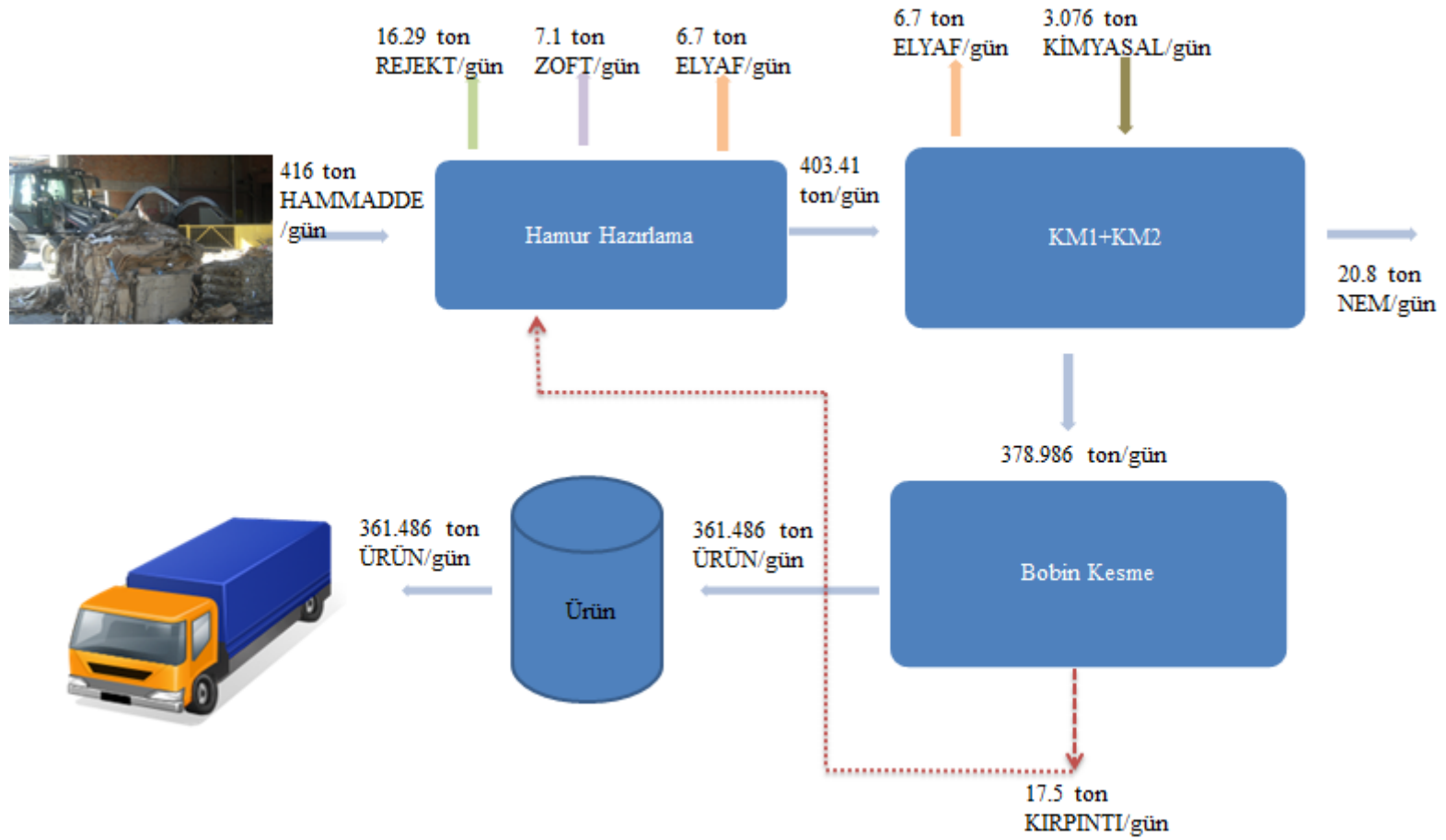
$$7.42 + 7.37 = 14.79 \text{ kg kimyasal/gün}$$

$$14.79 \frac{\text{kg kimyasal}}{\text{gün}} \times 416 \frac{\text{ton üretim}}{\text{gün}} = 6153 \frac{\text{kg kimyasal}}{\text{gün}}$$

$$6.153 \frac{\text{ton kimyasal}}{\text{gün}} \times 0.50 = 3.076 \frac{\text{ton kimyasal}}{\text{gün}}$$

Üretime verilen kimyasal miktarı hesaplanınca 6.153 ton/gün değeri elde ediliyor. Ancak kimyasallar %100'lük konsantrasyonlarda olmadığından giriş 3.076 ton/gün kabul edilmiştir.

Buna göre $416 - 7.1 - 16.29 - 6.7 + 17.5 - 6.7 + 3.076 - 17.5 - 20.8 = 361.486$ ton/gün üretim gerçekleşmektedir ve bu durum Şekil 5.5'te gösterilmektedir.



Şekil 5.5 : Ürün kütle dengesi.

5.4 Ürün Fire Durumu

2011 yılında KM1 ve KM2 makinelerinde gerçekleşen üretimlere bağlı olarak fire miktarı belirlenmiştir. Çizelge 5.7 ve 5.8’de verilen net ve brüt üretimlere göre firelerin neden olduğu elektrik sarfıyatı belirlenmiştir.

Çizelge 5.7 : Tesis net üretim durumu (2011).

2011 Net Üretimler					
Bölüm	FLT	TKL	TLB	TSC	Toplam
KM1	33423	14511	14239	6080	68252
KM2	30980	14237	13500	5658	64375
Alt Toplam	64402	28748	27738	11738	132627

Çizelge 5.8 : Tesis brüt üretim durumu (2011).

2011 Brüt Üretimler (ton)					
Bölüm	FLT	TKL	TLB	TSC	Toplam
KM1	34200	14854	14568	6228	69851
KM2	32864	15689	13706	5982	68240
Alt Toplam	67064	30543	28274	12210	138091

Ürün çeşidi başına fire 5.6’daki bağıntıya göre hesaplanmıştır.

$$\text{Fire} = \left(1 - \frac{\text{Net üretim}}{\text{Brüt üretim}}\right) * 100 \quad (5.6)$$

Firenin neden olduğu elektrik tüketimi 5.7’deki bağıntıya göre hesaplanmıştır.

$$\text{Elektrik Tüketimi} = \text{birim tüketim} * \text{toplam net üretim} * \left(1 + \frac{\text{Fire}}{100}\right) \quad (5.7)$$

Birim tüketim değeri olarak 5.30 ve 5.31’deki değerler kullanılmıştır. Çizelge 5.9’da KM1 ve KM2 makinelerinde meydana gelen fire yüzdesine ait durum verilmektedir.

Çizelge 5.9 : KM1 ve KM2 makinelerindeki fire durumu (2011).

Ürün Türü	FLT+TSC	TKL	TLB
Toplam Fire (%)	3.952	5.877	1.892

Çizelge 5.10’da KM1 ve KM2 makinelerinin fireye olan etkisi verilmektedir.

Çizelge 5.10 : KM1 ve KM2 makinelerinin fireye etkisi (2011).

Ürün Türü	FLT+TSC	TKL	TLB	Toplam
KM1'in fireye etkisi MWh	36409.083	14427.379	13425.341	64261.803
KM2'nin fireye etkisi MWh	37279.735	15279.629	13199.230	65758.595

Çizelge 5.9 ve 5.10'a göre KM1 ve KM2 makinelerinde net üretim başına elektrik tüketim miktarı Çizelge 5.11'de verilmektedir.

Çizelge 5.11 : KM1 ve KM2 makinelerindeki net üretimlerin elektrik tüketimi (2011).

KM1 net üretim (MWh/ton)	0.465
KM2 net üretim (MWh/ton)	0.476

Fabrikadaki proses incelemesine bağlı olarak CO₂ kaynaklı emisyonun elektrik alış ve elektrik üretiminden kaynaklandığı görülmüştür. Elektrik enerjisi üretiminin neden olduğu CO₂ emisyon değeri hesaplanırken Türkiye'deki elektrik enerjisi üretimi göz önünde bulunularak bir yaklaşım yapılmıştır. Buna göre fosil yakıt kaynaklı termik santrallerden ortaya çıkan CO₂ miktarı Bölüm 5.5'te belirlenmiştir.

5.5 Türkiye Elektrik Üretimi

Türkiye elektrik üretim, tüketim, enerji kaynağı, ısıl değer, iletim ve dağıtım kaybı vb. bilgilere TEİAŞ'nin istatistik sayfasından ulaşılmış ve bu değerler hesaplamalarda kullanılmıştır. Çizelge 5.12'de üretilen enerjinin birincil kaynaklara dağılımına bağlı üretim yüzdesine ait durum gösterilmektedir.

Çizelge 5.12 : Üretilen enerjinin birincil kaynaklara dağılımı (TEİAŞ, 2011,Url-3).

Dönem	2011	
Birim	kWh	
Kaynaklar	Üretim	Üretim %
Fuel-oil	900.445.912	0.39
Motorin	3.117.801	0.001
Taşkömür	3.712.740.617	1.62
İthal kömür	22.817.880.125	9.95
Asfaltit	816.911.424	0.36
Linyit	38.870.378.023	16.94
Doğalgaz	104.047.618.442	45.36
LNG	0	0.00
Nafta	0	0.00
LPG	0	0.00
Yenilenebilir + Atık	469.215.027	0.20
Rüzgar toplam	4.723.873.039	2.06
Jeotermal	694.350.295	0.30
Barajlı	42.315.496.717	18.45
D.göl ve Akarsu	10.023.105.454	4.37
Hidrolik Toplam	52.338.602.172	22.82
Türkiye Üretim Toplamı	229.395.132.875	

Türkiye’deki termik santraller değerlendirilirken taş kömürü,asfaltit ve ithal grup aynı grupta; yüksek, orta ve düşük kalite linyitler ayrı bir sınıf olarak değerlendirme yapılmıştır. Ülkemizdeki santral verimliliklerine dair bir araştırma yapılmış ve ortalama verim değerleri kullanılmıştır. Yakıtların alt ısı değerleri temel alınmıştır. Laboratuarda elde edilen 860 kcal/kWh değeri kabul edilerek kWh’lik elektrik üretimine karşılık ortaya çıkan CO₂ emisyon miktarı 5.8 bağıntısına göre hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5.13’te gösterilmiştir.

$$\frac{860 \text{ kcal}}{\text{kWh}} \times \text{Verim} \times \frac{\text{CO}_2}{\text{C}} \times \text{Yakıt karbon yüzdesi} = \text{yakıt alt ısı değeri} \left(\frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right) \quad (5.8)$$

Çizelge 5.13 : Türkiye’de termik santrallerde kWh başına CO₂ miktarı
(Özil, E., Şişbot, S., Özpinar, A. ve Olgun, B., Baskıda).

Termik Santral Yakıt Türü	Verim	C	kcal/kg	kcal/kWh	CO₂/C	kg CO₂/kWh
TaşKömürü+Asfaltit+İthal Kömür	0.36	0.73	6000	860	3.664	1.06
Linyit Yüksek Kalite	0.34	0.60	4000	860	3.664	1.39
Linyit Orta Kalite	0.32	0.45	2500	860	3.664	1.77
Linyit Düşük kalite	0.30	0.30	1250	860	3.664	2.52
Doğalgaz	0.45	0.75	8250	860	3.664	0.64
Fuel Oil	0.30	0.80	9600	860	3.664	0.88
Motorin	0.30	0.76	10200	860	3.664	0.78

Üretimlere bağlı olarak 100 birim elektrik üretmek için açığa çıkan CO₂ miktarı Çizelge 5.14’teki gibidir. Ancak tüm enerji üretim sistemlerinde inşaat aşamasında ve kullanılan ekipmanların üretiminde salınan CO₂ miktarları, üretim sistemlerinin ömrü gözönüne alınarak ihmal edilmiştir. Fosil kaynaklı yakıt tüketimi dışındaki enerji üretim faaliyetlerinden kaynaklı salımlar da benzer sebeplerle ihmal edilmiştir.

Çizelge 5.14 : Enerji kaynağına bağlı olarak birim kWh elektrik üretimi için açığa çıkan CO₂ miktarı (2011)

Enerji Kaynağı	Üretim %	kg CO₂/kWh	(Üretim %*kg CO₂/kWh)/100
Taş Kömürü+Asfaltit+İthal Kömür	11.93	1.06	0.127
Linyit Yüksek Kalite	5.64	1.39	0.078
Linyit Orta Kalite	5.64	1.77	0.100
Linyit Düşük kalite	5.64	2.52	0.142
Doğalgaz	45.36	0.64	0.289
Fuel Oil	0.39	0.88	0.003
Motorin	0.001	0.78	0.000
Toplam			0.740

2011 yılındaki TEİAŞ istatistiklerine göre elektrik iletim kaybı % 1.9 ve dağıtım kaybı %12.7’dir (TEİAŞ, 2011). İletim ve dağıtım kayıplarının da birim üretime dahil edilmesi gerektiğinden;

$\%12.7 + \%1.9 = \%14.6$ iletim ve dağıtım kaybı.

$\%100 - \%14.6 = \%85.4$

$0.740 / 0.854 = 0.866$ kg CO₂/kWh olarak bulunur.

5.6 Tesis Elektrik Üretim ve Tüketiminden Kaynaklı CO₂ Miktarı Hesabı

Tesisteki CO₂ emisyonu enerji santralının asıl yakıtı olan doğalgazın elektrik ve buhar üretimi için kazanda yakılmasından kaynaklanmaktadır. Buhar üretiminin de CO₂ üretimine etkisi vardır, ancak her bir kazan için üretim değerleri ve buna bağlı doğalgaz tüketimine dair veri sağlanamadığından buharın CO₂ emisyon miktarına etkisi elektrik üretimine şarj edilmiştir. Bu nedenle tesisteki elektrik üretiminin kg CO₂/kWh değeri TEDAŞ alış ve üretim yüzdelere bağlı olarak hesaplanmıştır. Tesis'in elektrik üretimine dair durum Çizelge 5.15'te verilmektedir.

Çizelge 5.15 : Tesisin elektrik tüketimi (2011 Enerji Raporu).

Aylar	Tüketim (kWh)
Ocak	6.417.774
Şubat	5.682.691
Mart	6.561.680
Nisan	5.971.531
Mayıs	6.478.139
Haziran	6.108.695
Temmuz	6.549.560
Ağustos	6.715.448
Eylül	6.470.249
Ekim	6.720.284
Kasım	6.307.921
Aralık	6.463.605
Toplam	76.447.578

Tesisteki elektrik üretimine dair durum Çizelge 5.16'da görülmektedir.

Çizelge 5.16 : Tesis elektrik üretimi (2011 yılı Enerji Raporu).

Aylar	Üretim (kWh)
Ocak	1.720.314
Şubat	2.010.175
Mart	2.250.474
Nisan	2.126.758
Mayıs	2.335.863
Haziran	2.366.981
Temmuz	2.323.225
Ağustos	2.081.650
Eylül	1.848.264
Ekim	2.133.616
Kasım	2.286.756
Aralık	2.433.019
Toplam	25.917.094

Tesise TEDAŞ'tan alınan elektriğe dair durum Çizelge 5.17'de verilmektedir.

Çizelge 5.17 : Tesis TEDAŞ alış (2011 yılı Enerji Raporu).

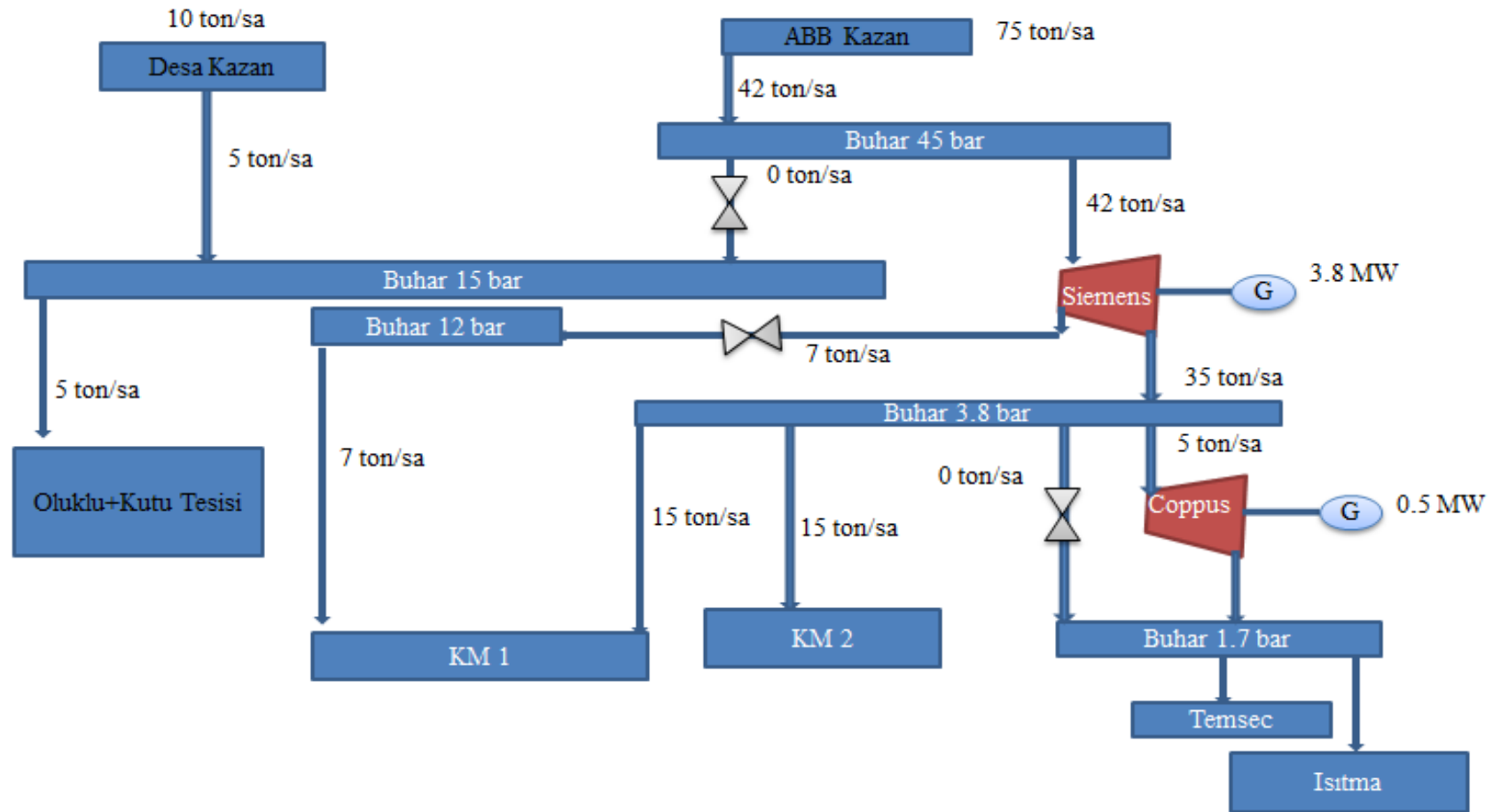
Dönem 2011	kWh
Tedaş Alış	50.530.483
Siemens Üretim	25.358.784
Coppus Üretim	558.310
Toplam	76.447.577

Tesiste bulunan Siemens ve Coppus türbinlerin elektrik üretim miktarları Çizelge 5.18'deki gibidir.

Çizelge 5.18 : Tesis Siemens ve Coppus türbin elektrik üretimi (2011).

Aylar	Siemens Türbin Üretim kWh	Aylar	Coppus Türbin Üretim kWh
Ocak	1.667.424	Ocak	52.890
Şubat	1.960.332	Şubat	49.843
Mart	2.236.740	Mart	13.734
Nisan	2.055.372	Nisan	71.386
Mayıs	2.262.084	Mayıs	73.779
Haziran	2.303.928	Haziran	63.053
Temmuz	2.253.900	Temmuz	69.325
Ağustos	2.068.440	Ağustos	13.210
Eylül	1.848.264	Eylül	0
Ekim	2.124.144	Ekim	9.472
Kasım	2.220.900	Kasım	65.856
Aralık	2.357.256	Aralık	75.763
Toplam	25.358.784	Toplam	558.310

Çizelge 5.16, 5.17 ve 5.18'den yararlanılarak tesise ilişkin elektrik üretim ve tüketiminden kaynaklı CO₂ miktarı hesaplanmıştır.



Şekil 5.6 : Enerji santrali buhar akış şeması.

Şekil 5.6’da da görüldüğü gibi buhar üretiminden kaynaklı CO₂ miktarı elektrik üretimine dahil edilmiştir. Coppus türbin, Siemens türbin çıkışından beslendiği için diğer bir deyişle Siemens türbin egzozundan elektrik üretimi gerçekleştirdiğinden Coppus türbin tarafından yapılan elektrik üretimi elektrikten kaynaklı CO₂ üretimine şarj edilmemiştir.

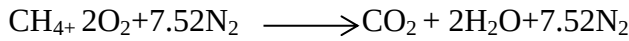
Tesis enerji santralindeki iletim ve dağıtım kayıpları ihmal edilmiştir. Buna bağlı olarak Çizelge 5.19’da tesis elektrik alım ve üretim yüzdelerine dair durum gösterilmektedir.

Çizelge 5.19 : Tesis elektrik üretim ve alım yüzdesi (2011).

Siemens Türbin Üretim kWh	25.358.784
TEDAŞ alım kWh	50.530.483
Toplam kWh	76.447.578
Üretim %	33.17
Dış Alım %	66.10

Yukarıdaki çizelgeye CO₂ üretimine Coppus türbinin katkısı olmadığından Coppus türbin dahil edilmemiştir.

Doğalgaz içerisinde miktarı en yüksek olan gaz metan olduğundan doğalgaz tüketiminden kaynaklı CO₂ emisyonu hesabında metan dikkate alınmıştır. Metan yanma reaksiyonundan;



$$\frac{\text{CO}_2}{\text{CH}_4} = 2.75$$

Metan yoğunluğu: 0.0424 p/ft³

Havanın yoğunluğu: 0.0766 p/ft³

Havanın yoğunluğu: 1.12 kg/m³

$$\frac{1.12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{0.0766 \frac{\text{p}}{\text{ft}^3}} \times 0.0424 \frac{\text{p}}{\text{ft}^3} = 0.62 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ (doğalgazın yoğunluğu).}$$

Tesiste 2011 yılı içinde 10 ton/sa kapasiteli DESA kazan 7516, 75 ton/sa kapasiteli ABB kazan 8617 saat çalıştırılmıştır. Bu kazanların çalışmalarına göre tüketilen

doğalgaz durumu Çizelge 5.20'deki gibidir. Çizelge 5.20'de ABB ve DESA'nın nominal kapasiteleri kullanılmıştır. Normal işletme koşullarında bu kapasite düzeylerine erişilememekle birlikte, (Örn ABB 40-45 ton/sa çalışma), ABB ve DESA için hesaplanan yüzdeler kapasiteyle çalışma durumuna göre önemli bir değişiklik göstermediğinden nominal kapasiteler kullanılmıştır.

Çizelge 5.20 : Kazan çalışma ve doğalgaz tüketim durumu (2011).

Kazan	Çalışma Durumu (sa/yıl)	Nominal Kapasite (ton/sa)	Max Buhar Üretimi (ton)	%	Doğalgaz Tüketimi (m³/yıl)
DESA	7516	10	75.160	10	3.220.218,30
ABB	8617	75	646.275	90	28.981.964,70
Toplam			721.435		32.202.183
Kazan	Çalışma Durumu (sa/yıl)	Ortalama Kapasite (ton/sa)	Buhar Üretimi (ton)	%	Doğalgaz Tüketimi (m³/yıl)
DESA	7516	5	37.580	8.84	2.846.673
ABB	8617	45	387.765	91.16	29.355.510
Toplam			425.345	100	32.202.183

Doğalgaz tüketimine bağlı olarak ortaya çıkan CO₂ salımı Çizelge 5.21'deki gibidir.

Çizelge 5.21 : Kazanların çalışması sonucu CO₂ salımı (2011).

Kazan	Doğalgaz Tüketimi (m³/yıl)	Doğalgaz Yoğunluğu kg/m³	CO₂/CH₄	kg CO₂
DESA	3.220.218	0.62	2.75	5.490.472
ABB	28.981.964	0.62	2.75	49.414.250
Toplam	32.202.183			54.904.722

Desa kazanın ürettiği buhar sadece kutu tesisinde kullanıldığından ortaya çıkan CO₂ salımı kutu üretimine aittir. ABB kazan ise hem elektrik hem de buhar üretmektedir. Şekil 5.6'daki enerji santraline ait akım şemasında da bu durum net olarak görülmektedir. ABB kazanda tüketilen doğalgaz buhar ve Siemens türbinde elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Ancak ABB kazanında primer üretim elektrik olduğundan buhara dair durum elektrik üretimine şarj edilmiştir

$$\frac{49414250 \text{ kg CO}_2}{25358784 \text{ kWh}} = 1.94860487 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}}$$

$$\frac{50530483 \text{ kWh} \times 0.866 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} + 25358784 \text{ kWh} \times 1.94860487 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} + 558310 \text{ kWh} \times 0 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}}}{76577477 \text{ kWh}} = 1.218791385 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}}$$

$$1.218791385 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} \text{ tesis spesifik değeri.}$$

ISO 14064 Standardı'na göre enerji üretimi Kapsam 1, enerji alımı Kapsam 2'de değerlendirilmektedir. Çizelge 5.22'de elektrik alım ve üretiminden kaynaklı CO₂ emisyonu verilmektedir.

Çizelge 5.22 : Elektrik alım ve üretiminden kaynaklı CO₂ miktarı (2011).

Dönem 2011	Elektrik Alım ve Üretimi (kWh)	EF (kg CO ₂ /kWh)	kg CO ₂
Tedaş Alış Siemens	50.530.483	0.866	43.759.398
Üretim Coppus	25.358.784	1.94860487	49.414.250
Üretim	558.310	0	0
Toplam	76.447.577		93.173.648

Bu işlemlerin ardından yapılması gereken tesis içindeki bölümlerin üretilen CO₂ emisyonuna etkisini görebilmektir. Çizelge 5.23'te öncelikle elektrik tüketiciminin bölümlere dağılımı ve yüzdeleri verilmektedir.

Çizelge 5.23 : Tesis içindeki bölümlerin elektrik tüketimi ve CO₂ salımı. (2011).

Bölüm	Tüketim kWh	%	kg CO ₂
KM1	30.261.382	39.58	36.882.312
KM2	34.808.883	45.53	42.424.767
Kutu	5.855.229	7.66	7.136.303
Santral	2.564.736	3.35	3.125.878
Kuyu ve kayıplar	97.063	0.13	118.300
Diğer	2.860.284	3.74	3.486.089
Toplam	76.447.577	100	93.173.648

Enerji santrali enerji üretimini diğer bölümlerin ihtiyacını karşılamak için gerçekleştirdiğinden enerji santralinin etkisi diğer birimlere paylaştırılmıştır. Elektrik tüketiminden kaynaklı CO₂ emisyon miktarı tesis için elde edilen spesifik değerle çarpılarak hesaplanmış ve Çizelge 5.24'teki durum elde edilmiştir.

Çizelge 5.24 : Bölümler ve CO₂ salımları (2011).

Bölüm	% Yeni	Santralin Diğer Birimlere Dağılımı (kWh)	Tüketim (kWh)	kg CO₂
KM1	40.96	1.050.480	31.311.862	38.162.628
KM2	47.11	1.208.340	36.017.223	43.897.481
Kutu elektrik	7.93	203.256	6.058.485	7.384.029
Kuyu ve kayıplar	0.13	3.369	100.432	122.406
Diğer	3.87	99.291	2.959.575	3.607.104
Toplam	100	2.564.736	76.447.577	93.173.648

Yukarıda elde edilen sonuçlar doğrultusunda kaynaklara göre CO₂ salımı Çizelge 5.25'teki gibidir.

Çizelge 5.25 : Kaynaklara göre CO₂ miktarı.

Kaynaklara Göre CO₂ (kg)			
Bölüm	Elektrik	Buhar	Forklift
KM1	38.162.628	-	-
KM2	43.897.481	-	-
Toplam Üretim	82.060.109	-	231.937
Kutu	7.384.029	5.490.472	-
Kuyu ve kayıplar	122.406	-	-
Diğer	3.607.104	-	-
Toplam	93.173.648	5.490.472	231.937
Genel Toplam	98.896.057		

5.7 Ürün Bazında Elektrik Tüketimi ve CO₂ Miktarı

Daha önceki bölümlerde de değinildiği gibi TKL, TLB, TSC, FLT olmak üzere 4 çeşit kağıt üretimi gerçekleşmekte ve her bir üretimde farklı katkı maddeleri kullanılabilmekte; ihtiyaç ve talebe göre farklı miktarlarda üretim gerçekleşmektedir. Buna karşılık tüketilen elektrik, su, buhar vb. tüketimler de farklı olmaktadır. Ürün

başına tüketimlerin bulunmasında MATLAB© programından yararlanılmış ve oluşturulan matrislerle gerekli çözümler yapılarak bir yaklaşımda bulunulmuştur. KM1 ve KM2 makinelerinde aynı üretimler yapılmasına karşılık teknoloji farklılıkları, KM2 bölümündeki tüketimlere pulperin de dahil olması vb. nedeniyle pulperin neden olduğu tüketim için bir yaklaşım yapılmış ve ortaya çıkan değer her iki makinenin tüketimine eklenmiştir.

Miktarca en az üretim yapılan TSC üretiminden kaynaklı elektrik tüketimi KM2 makinesinde diğer ürün gruplarına göre oldukça fazla bir değere karşılık geldiğinden değerlerdeki doğrulama benzer şekilde üretim yapılan 2 grubun birleştirilmesiyle sağlanabilmiştir. KM1 makinesinde üretim duruma göre elektrik tüketimine dair durum Çizelge 5.26'daki gibidir.

Çizelge 5.26 : KM 1 makinesinde gerçekleşen üretimlerin elektrik tüketimi (Tesis Enerji Raporu, 2011).

Aylar	KM1			
	FLT+TSC (ton)	TKL (ton)	TLB (ton)	Elektrik Tüketimi (MWh)
Ocak	3724	1183	1330	2634
Şubat	3072	1284	869	2250
Mart	3547	1457	1339	2656
Nisan	2929	1514	1418	2511
Mayıs	3673	1039	1409	2661
Haziran	3286	764	1540	2420
Temmuz	3638	580	1371	2473
Ağustos	3605	1217	1153	2614
Eylül	3285	1442	1061	2549
Ekim	2869	1671	1205	2578
Kasım	3168	1392	883	2387
Aralık	3633	1312	991	2528

Çizelge 5.26'deki üretimlerin elektrik tüketimine göre yapılan matris çözümünde sırasıyla 0.427, 0.441 ve 0.442 MWh/ton bulunmuştur.

KM2 makinesinde üretim duruma göre elektrik tüketimine dair durum Çizelge 5.27'deki gibidir.

Çizelge 5.27 : KM2 makinesinde gerçekleşen üretimlerin elektrik tüketimi (Tesis Enerji Raporu, 2011).

KM2				
Aylar	FLT+TSC (ton)	TKL (ton)	TLB (ton)	Elektrik Tüketimi (MWh)
Ocak	2840	1537	1245	3000
Şubat	2996	1322	1034	2663
Mart	3272	1503	1249	3092
Nisan	2318	1363	1072	2612
Mayıs	3436	1092	1392	2962
Haziran	3419	755	1489	2786
Temmuz	4014	1452	846	3056
Ağustos	3798	1048	1154	3020
Eylül	2841	1150	1371	2843
Ekim	2933	1777	1124	2924
Kasım	3469	1272	851	2925
Aralık	3513	1420	877	2926

Çizelge 5.27’deki üretimlerin elektrik tüketimine göre yapılan matris çözümünde elde edilen değerler KM1 makinesine göre iterasyon yoluyla optimize edilmiştir ve sırasıyla 0.438, 0.452 ve 0.453 MWh/ton bulunmuştur. Bu değerler üretim miktarlarıyla çarpılıp KM2 makinesindeki toplam elektrik tüketiminden çıkarılarak aylık bazda ortalama alınıp KM2 makinesindeki tüketime pulperin etkisi bulunmuştur. KM2 makinesinde pulper elektrik tüketiminin etkisi olmaksızın elde edilen tüketim değerleri Çizelge 5.28’deki gibidir.

Çizelge 5.28 : KM2 makinesinde gerçekleşen üretimlerin birim elektrik tüketimiyle çarpılarak elde edilen değerlerin karşılaştırılması (2011).

Aylar	FLT+TSC (ton)	TKL (ton)	TLB (ton)	Elektrik Tüketimi MWh
Ocak	1243	694	564	2501
Şubat	1311	597	468	2377
Mart	1432	679	565	2676
Nisan	1015	616	485	2116
Mayıs	1504	493	630	2627
Haziran	1496	341	674	2512
Temmuz	1757	656	383	2796
Ağustos	1662	473	522	2658
Eylül	1243	520	621	2384
Ekim	1284	803	509	2595
Kasım	1518	575	385	2478
Aralık	1538	641	397	2576

Çizelge 5.27'deki tüketim değerlerinden Çizelge 5.28'deki tüketim değerleri çıkarılmıştır. Elde edilen değer aylık olarak pulperin elektrik sarfiyatına denktir ve bu durum Çizelge 5.29'daki gibidir.

Çizelge 5.29 : Pulper elektrik tüketimi (2011).

Aylar	Elektrik Tüketimi MWh
Ocak	499
Şubat	286
Mart	416
Nisan	496
Mayıs	335
Haziran	274
Temmuz	260
Ağustos	362
Eylül	459
Ekim	328
Kasım	447
Aralık	350

2011 yılı KM1 makinesinin brüt üretimi 69852 ton, KM2 makinesinin brüt üretimi 68243 tondur. Pulper elektrik tüketiminin yıllık ortalaması 376 MWh'tir.

$$69852+68243 = 138095 \text{ ton/yıl}$$

$$376*12 = 4512 \text{ MWh/yıl}$$

$$4512 \text{ MWh}/138095 \text{ ton} = 0.033 \text{ MWh/ton pulper etkisi.}$$

KM1 ve KM2 makinesindeki birim tüketim değerlerine pulper etkisi eklendiğinde elde edilen yeni değerler Çizelge 5.30 ve 5.31'deki gibidir.

Çizelge 5.30 : KM1 makinesinin birim elektrik tüketimi ve CO₂ salımı (2011).

Üretim Türü	KM1		
	FLT+TSC	TKL	TLB
Üretim Toplamı ton	40.429	14.854	14.568
Birim Elektrik Tüketimi (MWh/ton)	0.460	0.474	0.475
MWh	18.597,2004	7.038,04763	6.914,16599
kWh	18.597.200,4	7.038.047,63	6.914.165,99
kg CO ₂ /kWh	1.218791385	1.218791385	1.218791385
kg CO ₂	22.666.107,6	8.577.911,82	8.426.925,94
Toplam kg CO ₂		39.670.945,37	

Modelde yapılan doğrulamanın ardından KM2 makinesindeki durum Çizelge 5.31’teki gibidir.

Çizelge 5.31 : KM2 makinesinin birim elektrik tüketimi (2011).

Üretim Türü	KM2		
	FLT+TSC	TKL	TLB
Üretim Toplamı ton	38.849	15.689	13.706
Birim Elektrik Tüketimi (MWh/ton)	0.471	0.485	0.486
MWh	18.297,7719	7.609,139036	6.660,95655
kWh	18.297.771,9	7.609.139,036	6.660.956,55
kg CO ₂ /kWh	1.218791385	1.218791385	1.218791385
kg CO ₂	22.301.166,8	9.273.953,105	8.118.316,45
Toplam kg CO ₂		39.693.436,32	

Enerji santralının etkisinin bölümlere paylaştırıldığı durumda KM1 ve KM2 makinelerine düşen katsayı 1.034 olduğundan toplam CO₂ salımı bu değerle çarpılmış ve sonuca ulaşılmıştır.

$$KM1+KM2= 79364381 \text{ kg} * 1.034 = 82.062.769 \text{ kg} = 82.062 \text{ ton CO}_2$$

5.8 Forkliftlerden Kaynaklı CO₂ Miktarı

Fabrikadaki forkliftlerde motorin kullanılmaktadır. Yapılan raporlamada 2011 yılında forklift için 101575 litre (101.575 m³) motorin tüketilmiştir (2011 MORIS Raporu).

1 kg motorin tüketildiğinde;

1 kg motorin*3.664 (CO₂/C)*0.76 (C)=2.78 kg CO₂/kg yakıt oluşur. Buna göre forkliftlerin motorin tüketimine bağlı olarak açığa çıkan CO₂ miktarı Çizelge 5.32’deki gibidir.

Çizelge 5.32 : Forkliftlerden kaynaklı CO₂ miktarı (2011).

Motorin Tüketimi m ³	Yoğunluk* (kg/m ³)	CO ₂ /C	C %	kcal	kg yakıt	kg CO ₂
101.575	820	3.664	76	10200	83291.5	231936.8

*Motorin yoğunluk değeri TÜPRAŞ’tan alınmıştır (Url-2).

Fabrikada forkliftlerin neden olduğu CO₂ emisyon değeri 231.93 ton’dur.

5.9 Şirket Araçlarından Kaynaklı CO₂ Miktarı

Fabrikadaki forkliftlerde motorin kullanılmaktadır. Yapılan raporlamada 2011 yılında forklift için 22936 litre (22.936 m³) motorin tüketilmiştir (2011 MORIS Raporu). Şirket araçlarından kaynaklı CO₂ miktarı araçlar kiralık olduğundan ISO 14064-3 kapsamında değerlendirilmiş olup üretimden ayrı tutulmuştur. Şirket araçlarının motorin tüketimine bağlı CO₂ miktarı Çizelge 5.33'teki gibidir.

Çizelge 5.33 : Şirket araçlarından kaynaklı CO₂ miktarı (2011).

Motorin Tüketimi m ³	Yoğunluk* (kg/m ³)	CO ₂ /C	C %	kcal	kg yakıt	kg CO ₂
22.936	820	3.664	76	10200	18807.52	52372.17

*Motorin yoğunluk değeri TÜPRAŞ'tan alınmıştır (Url-2).

Fabrikada şirket araçlarının neden olduğu CO₂ emisyon değeri 52.37 ton'dur.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Dünyada ve ülkemizde, iklim değişikliği olgusu nedeniyle düşük karbon ekonomisinin uygulanması zorunlu hale gelmiştir. Bunun sonucu olarak hükümetlerin yatırımcıların, kuruluşların ve hatta bireylerin sera gazı salınımlarını azaltacak yeni yaklaşımlara yönelmeleri kaçınılmaz olmuştur. Düşük karbon ekonomisi uygulamasının ilk ve en temel hareket noktası mevcut emisyonların doğru ve güvenilir verilere dayanarak hesaplanması, buna göre çıkış noktalarının ve geleceğe yönelik hedeflerin belirlenmesidir. Bu yönde oluşturulacak karbon yönetimi eylem planı öncelikle enerji verimliliğini ele almalıdır. Enerji verimliliği ile ilgili yapılacak çalışmalar kısa vadede enerji tüketimini azaltacak ve aynı zamanda işletme ve üretim maliyetlerini düşürecektir. Eylem planının odaklanacağı bir diğer nokta uzun vadede iklim değişikliğine ilişkin maddi ve idari riskleri minimize edecek düşük enerji üretim alternatiflerine yönelmektir. Her iki yaklaşımı bir arada uygulayabilen şirket ve kuruluşlar küresel ölçekte şüphesiz daha karlı ve rekabetçi konumda olacaklardır. Ürün ve servis hizmeti bazında karbon ayak izini azaltmak ve/veya karbon nötr olabilmek gerek yatırımcıların gerekse tüketicilerin gözünde şirketlerin marka değerini yükseltecektir. Yükselen düşük karbon ayak izi trendinin bir sonucu olarak tüketiciler daha maliyetli olabilmesine rağmen düşük emisyonlu ürünleri tercih edecektir.

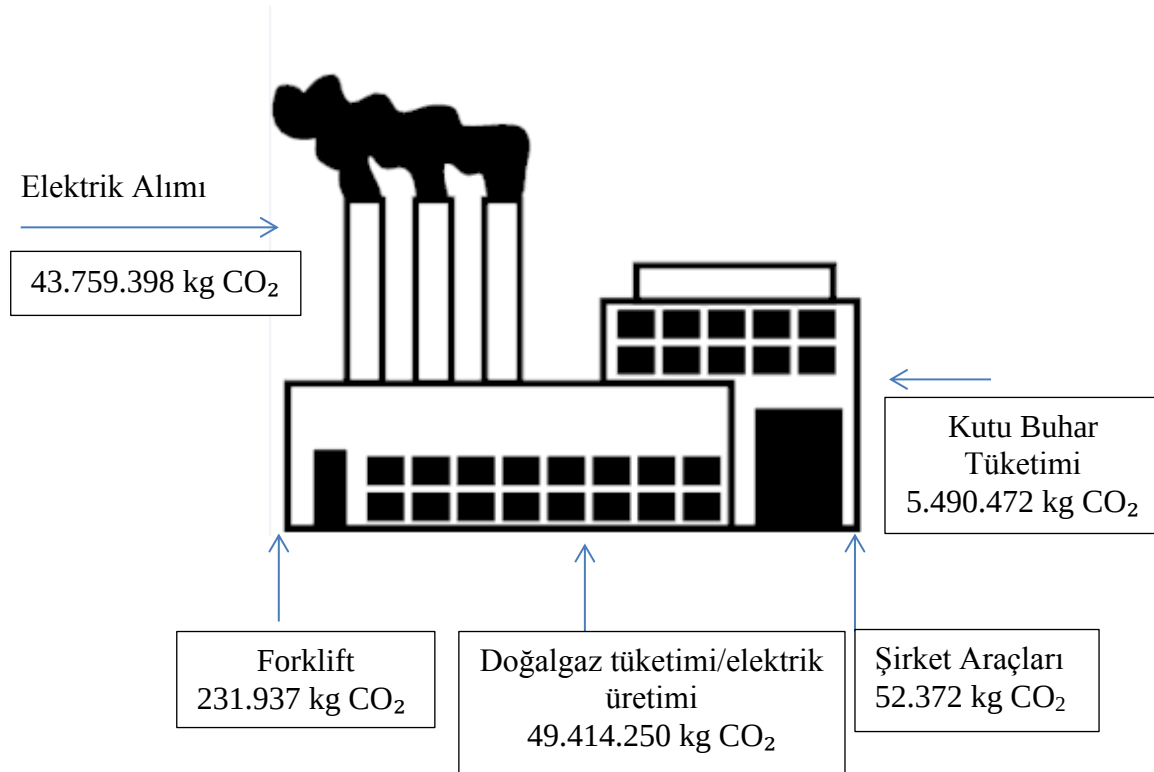
Yatırımcılar ise yatırımlarını iklim değişikliği ile ilgili riskleri doğru yöneten şirketlere yönlendirecektir. Karbon nötr hedefi koyan firmalara dönük teşviklerin yaygınlaşması beklenmektedir. Düşük karbon ekonomisine yönelik gerekli hazırlıkları şimdiden yapan firmalar bu politikaların geliştirilmesi aşamalarında söz sahibi olabilecek ve 2012 yılı sonrası yeni gelişmelere hazırlıklı olma ayrıcalığını yaşayacaklardır.

Karbon ayak izi belirleme çalışması örnek tesisin kağıt üretim bölümünde gerçekleştirilmiştir. Kutu üretimine dair sadece tüketim değerleri bilindiğinden üretim analizi yapılmaksızın tüketimler çerçevesinde bu bölüme ait karbon salımı hesaplanmıştır.

Kaynaklara göre CO₂ (kg) salımı incelendiğinde;

Bölüm	Elektrik	Buhar	Forklift
KM1	38.162.628	-	-
KM2	43.897.481	-	-
Toplam Üretim	82.060.109	-	231.937
Kutu	7.384.029	5.490.472	-
Kuyu ve kayıplar	122.406	-	-
Diğer	3.607.104	-	-
Toplam	93.173.648	5.490.472	231.937
Genel Toplam	98.896.057		

Örnek tesiste yapılan üretim analizinin ardından elde edilen bulgular çerçevesinde tesisin belirtilen kapsamdaki faaliyetlerinden ortaya çıkan CO₂ salımının 98.896.057 kg olduğu hesaplanmıştır. Elektrik alımı, elektrik üretimi ve buna bağlı olarak tesis doğalgaz tüketiminden kaynaklı durum da aşağıdaki şekildeki gibi özetlenmiştir.



Şirket araçlarından kaynaklı CO₂ miktarı 52.372 kg olduğu hesaplanmıştır. Toplamda tesisin 98.948.429 kg, bir başka ifadeyle 98.948 ton CO₂ salımına sahip olduğu bulunmuştur.

Tesis Bölüm 4'te belirtildiği gibi %100 hurda kağıt ile üretim gerçekleştirdiğinden hammadde olarak ham selüloz kullanan fabrikalara nazaran önemli CO₂ yutakları olan ormanlık alanların korunmasına da önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır.

Bu çerçevede Bölüm 5'te elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda tesisin özellikle enerji üretim faaliyetlerini değerlendirip kayıp ve kaçakları en aza indirecek şekilde planlama yapması, ölçme ve değerlendirme sisteminde iyileştirme gerçekleştirmesi, sistem ve enerji verimliliği için önlem alması, üretim faaliyetlerinden kaynaklı fire miktarını olabildiğince azaltması ve buna yönelik önlemler alması, ekipman vb.'de meydana gelen sorunlara uzun vadeli ve kalıcı çözümler bulunmasıyla hem daha verimli bir üretim gerçekleşecek hem de karbon salımında azalma sağlanabilecektir. Ayrıca sürdürülebilir şekilde CO₂ salımının takibi için tesis içinde bir mekanizma geliştirilmelidir,

Tüm bunların da ötesinde tesiste buhar üretiminde yapılacak bir sistem optimizasyonu ile sağlanabilecek enerji tasarrufunun yanısıra önemli ölçüde CO₂ azaltımı gerçekleştirilebilecektir. Bir diğer alternatif ise yenilenebilir enerji santrallerinin emisyon azaltım kredilerinden yararlanmaktır.

KAYNAKLAR

Baird, C. (1999). Environmental Chemistry Part IV: The Greenhouse Effect and Global Warming, 173-213.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi.

Adres: http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/REC_unfccc.pdf.

http://www.iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/Mevzuat/BM_iklimcerceve.pdf.

Carbon Disclosure Project. Adres: <https://www.cdproject.net/en/US/Pages/HomePage.aspx>

Carbon Disclosure Project Turkey Report (2010).

Adres: <https://www.cdproject.net/CDPResults/CDP-2010-Turkey-50-Report.pdf>

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı 2011-2020, (2011).

ÇOB, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü İklim Değişikliği Dairesi Başkanlığı Sera Gazlarının İzlenmesi ve Emisyon Ticareti Şube Müdürlüğü, 2011. Çevre Karbon Piyasalarında Ulusal Deneyim ve Geleceğe Bakış.

Directive 2003/87/EC Establishing a Scheme for Greenhouse Gas Emission Allowance Trading within the European Union(ETS).

Düşük Karbon Ekonomisine Geçişte Teknoloji- Finans - Tedarik Zinciri, REC Türkiye, (2010).

ECOFYS, International Comparison of Fossil Power Efficiency and CO₂ Intensity, 2009.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi, 2009.

Adres:

http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Arz_Guvenligi_Strateji_Belgesi.pdf.

GHG Protocol. Adres: <http://www.ghgprotocol.org/feature/ghg-protocol-based-sector-guidance-product-rules-and-calculation-tools>.

Hamilton, K., Peters-Stanley, M., and Marcello, T. (2010). Building Bridges: State of the Voluntary Carbon Markets 2010, Ecosystem Marketplace, Bloomberg. Adres: http://moderncms.ecosystemmarketplace.com/repository/moderncms_documents/vcarbon_2010.2.pdf

International Energy Agency (IEA), Energy Technology Perspectives (2008).

International Transport Forum. (2008). Transport Outlook 2008 Focusing on CO₂ Emissions from Road Vehicles, Discussion Paper No:2008-13.

IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006). Energy Volume 1 and 2.

TS ISO 14064 (2007). Sera Gazı Emisyonlarının ve Uzaklaştırmalarının Kuruluş Seviyesinde Hesaplanmasına ve Rapor Edilmesine Dair Kılavuz ve Özellikler Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Karakaya, E. (2008). Proje Temelli Esneklik Mekanizmaları: Temiz Kalkınma Mekanizması ve OrtakYürütme. E. Karakaya içinde, Küresel Isınma ve KyotoProtokolü: İklim Değişikliğinin Bilimsel, Ekonomik ve Politik Analizi (Sf. 169-196).

Karıncaoğlu, M. (2010). Kağıt ve Karton Üretimi. (Cilt 1, Sf: 99-141).

Kopenhag Mutabakatı. (2009).

Adres:<http://www.iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/Raporlar/Kopenhag%20Mutakabatı.pdf>

Kopenhag Mutabakatı Ekleri: Appendix I - Quantified economy-wide emissions targets for 2020.

Kyoto Protokolü. Adres: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>.

http://www.iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/Mevzuat/kyoto_protokol.pdf

Appendix II – Nationally appropriate mitigation actions of developing country Parties. Adres: <http://unfccc.int/home/items/5265.php>

Özil, E., Şişbot, S. Özpinar, A. ve Olgun, B. (Baskıda). Elektrik Enerjisi Teknolojileri ve Enerji Verimliliği (Cilt 1-4).

Pekin, M., A. (2006). *Ulaştırma Sektöründen Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonları*, (yüksek lisans tezi), İTÜ.

Risk Metrics Group, Corporate Governance and Climate Change Consumer and Technology Companies. (2008).

Adres: <http://www.ceres.org/Document.Doc?id=397>.

Sonntag, R. E., Borgnakke, C., ve Van Wylen, G. J. (2003). Fundamentals of Thermodynamics. Sixth Edition, Sf: 382-446.

Sera Gazı Emisyon Azaltımı Sağlayan Projelere İlişkin Sicil İşlemleri Tebliği, 2011.

Adres:

<http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=9.5.14195&sourceXmlSearch=sera%20gaz%C4%B1&MevzuatIliski=0>

Stern, N., 2006. Review on the Economics of Climate Change, H.M. Treasury,

Birleşik Krallık. Adres: <http://www.sternreview.org.uk>.

Tesis Çevre (MORIS) Raporu, 2011.

Tesis Çalışma Verimliliği (DIANA) Raporu, 2011.

Tesis Enerji Raporu, 2011.

Türkiye Sera Gazı Envanteri, 2007. Adres:

<http://www.iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/Raporlar/6-Turkey-NIR-2005-final.pdf>.

Topçu, L. (2008). *Toplu Taşımacılık Sistemlerinin Sera Gazı Emisyonlarına Etkisi*, (yüksek lisans tezi), İTÜ.

Trexler Mark C., Broekhoff Derik J., ve Laura H. Kosloff (2006). Sustainable Development Law & Policy (2006). Issue 2 : Climate Law Special Edition.

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) ülkeleri Enerji Politikaları Değerlendirmesi, 2009 yılı Türkiye Raporu Yönetici Özeti. Adres:

<http://www.iea.org/Textbase/npsum/turkey2009SUM.pdf>

Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi, TC. Çevre Orman Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, İklim Değişikliği Dairesi Başkanlığı, Mayıs 2010.

Adres: http://www.iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/strateji%20kitapcik_turkce_pdf.pdf.

WBCSD/WRI The GHG Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard, 2004, Revised Edition.

Url-1 < <http://www.botas.gov.tr/index.asp> >, alındığı tarih: 20.11.2012.

Url-2

<<http://www.tupras.com.tr/detailpage.tr.php?strProductKey=403&lRedirectPageID=145>>, alındığı tarih: 20.11.2012.

Url-3

<<http://www.teias.gov.tr/TürkiyeElektrikİstatistikleri/istatistik2011/istatistik%202011.htm>>, alındığı tarih: 19.10.2012

EKLER

EK A: Çizelgeler ve MATRİS©

Çizelge A.1 : Çalışma Verimliliği (DIANA Raporu, 2011).

Gösterge	Birim	Oca.11		Şub.11		Mar.11	
		KM1	KM2	KM1	KM2	KM1	KM2
Çalışma Günü (takvim)	gün	31	31	28	28	31	31
Çalışma Yüzdesi	%	92.5	82.8	86.6	87	93.2	87.6
Üretim Zamanı	sa	688.3	615.8	582.2	584.5	693.4	652.1
Duruş Süresi (startup dahil)	%	6.3	15.7	12.2	11.1	5.5	9.4
Duruş Süresi	sa	46.9	116.5	82.2	74.8	40.9	69.8
Kağıt Kopması	%	1.2	1.6	1.2	1.9	1.3	3
Kağıt Kopması	sa	8.8	11.8	7.7	12.7	9.6	22.2
Üretim verimliliği	%	97.3	93	96.7	93.3	97.7	94.2
Toplam Kopma	ton	166.6	397	164.1	351.3	146.6	349.7
Kopma Yüzdesi	%	0	0.5	0	0.3	0	0.5
Kırpıntı	%	2.6	6.4	3.3	6.4	2.3	5.3
Kırpıntı	ton	164	367	163	337	144	321
Toplam Verim	%	90	77	83.8	81.2	91.1	82.6
Ortalama Makine Hızı	m/dk	471	549	443	549	487	560
Hız Verimi	%	98.8	96.6	95.6	94	96.9	93.9
Tüm Ekipmanların Verimliliği	%	88.9	74.4	80	76.3	88.2	77.6
Net Üretim	ton/gün m	196	171	172	176	200	184
Planlı Duruş (bakım)	%	1.2	2.2	3.6	3.6	3	0.7
Plansız Duruş (bakım)	%	3.5	12.4	7.5	5	0.9	6.6
Aylık kağıt kopma sayısı		50	31	52	38	52	61

Gösterge	Birim	Nis.11		May.11		Haz.11	
		KM1	KM2	KM1	KM2	KM1	KM2
Çalışma Günü (takvim)	gün	30	30	31	31	30	30
Çalışma Yüzdesi	%	87.5	74.9	90.5	84	86.1	86.9
Üretim Zamanı	sa	630	539	673	625	620	626
Duruş Süresi (startup dahil)	%	12.2	21	8.8	12.6	12.9	12
Duruş Süresi	sa	88	152	65.2	93.9	92.6	86.3
Kağıt Kopması	%	0,3	4.2	0.8	3.5	1	1.1
Kağıt Kopması	sa	1.8	29.3	5.8	25.2	7.3	7.8
Üretim verimliliği	%	98.7	94	99.5	92.1	96.9	94.3
Toplam Kopma	ton	74.2	295	27.6	470	171	322
Kopma Yüzdesi	%	0	3.8	0	0	0	0
Kırpıntı	%	1.2	2.2	0.5	7.9	3.1	5.7
Kırpıntı	ton	73	110	28	470	171	322
Toplam Verim	%	86.4	70.4	90.1	77.3	83.5	82
Ortalama Makine Hızı	m/dk	498	554	504	552	486	553
Hız Verimi	%	98.5	95.8	96.8	94.7	96	94
Tüm Ekipmanların Verimliliği	%	85.1	67.5	87.2	73.2	80.1	77.1
Net Üretim	ton/gün	193	155	197	176	181	178
Planlı Duruş (bakım)	%	4.5	6.5		2.4	6	6
Plansız Duruş (bakım)	%	6.5	12.8	8	7.3	5.6	4.1
Aylık kağıt kopma sayısı		11	59	29	68	35	30

Gösterge	Birim	Tem.11		Ağu.11		Eyl.11	
		KM1	KM2	KM1	KM2	KM1	KM2
Çalışma Günü (takvim)	gün	31	31	31	31	30	30
Çalışma Yüzdesi	%	88.2	89.5	92.3	89	91.3	86.5
Üretim Zamanı	sa	657	666	687	662	657	623
Duruş Süresi (startup dahil)	%	11.3	9.4	6.5	9.5	7.7	12.2
Duruş Süresi	sa	84.3	70.3	48.7	70.8	55.5	88.2
Kağıt Kopması	%	0.4	1	1.1	1.5	1	1.3
Kağıt Kopması	sa	3.2	7.6	8.4	10.9	7.1	8.8
Üretim verimliliği	%	97.3	94.4	98.4	94.7	96.9	93.6
Toplam Kopma	ton	149	350	94.8	320	183	348
Kopma Yüzdesi	%	0	0	0	0	0	0
Kırpıntı	%	2.7	5.6	1.6	5.3	3.1	6.4
Kırpıntı	ton	149	350	95	320	183	348
Toplam Verim	%	85.9	84.6	90.9	84.3	88.4	81
Ortalama Makine Hızı	m/dk	473	573	487	537	484	513
Hız Verimi	%	91.5	97.1	94.8	93.2	95.9	91.6
Tüm Ekipmanların Verimliliği	%	78.6	82.1	86.1	78.5	84.8	74.1
Net Üretim	ton/gün	175	192	190	183	188	169
Planlı Duruş (bakım)	%	1.2	1.7	3	3.3	1.9	2.1
Plansız Duruş (bakım)	%	8.9	5.4	2.5	4.9	4.7	8.4
Aylık kağıt kopma sayısı		17	28	41	36	33	33

Gösterge	Birim	Eki.11		Kas.11		Ara.11	
		KM1	KM2	KM1	KM2	KM1	KM2
Çalışma Günü (takvim)	gün	31	31	30	30	31	31
Çalışma Yüzdesi	%	92	89.6	92.3	88.5	90.7	83.1
Üretim Zamanı	sa	684	667	665	637	675	619
Duruş Süresi (start-up dahil)	%	7.3	8.8	7	10.1	8.6	15.5
Duruş Süresi	sa	54	65.5	50.5	73	64	116
Kağıt Kopması	%	0.8	1.6	0.7	1.4	0.7	1.4
Kağıt Kopması	sa	5.8	11.6	4.8	9.8	5.3	9.9
Üretim verimliliği	%	96.8	93.4	96.7	95	97.6	94
Toplam Kopma	ton	182	385	182	279	145	350
Kopma Yüzdesi	%	0	0				
Kırpıntı	%	3.2	6.6	3.3	5	2.4	6
Kırpıntı	ton	182	385	182	279	145	350
Toplam Verim	%	89.1	83.7	89.2	84.1	88.5	78.1
Ortalama Makine Hızı	m/dk	446	519	437	517	461	549
Hız Verimi	%	90.4	92.2	88.2	92.2	93.1	96.8
Tüm Ekipmanların Verimliliği	%	80.5	77.2	78.7	77.6	82.4	75.7
Net Üretim	ton/gün	179	176	175	177	187	176
Planlı Duruş (bakım)	%	1.6	2.1	3.6	3.8	3.8	3.3
Plansız Duruş (bakım)	%	4	3.9	2.9	5.1	2.8	9.3
Aylık kağıt kopma sayısı		27	39	26	33	32	29

Çizelge A.2 : Tesis Enerji Tüketimine Ait Aylık Veriler (Tesis Enerji Raporu 2011).

Kategori	Makine Adı	Tüketim Yeri	Birim	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Diğer Tüketiciler		İç kullanım için satın alınan elektrik	MWh	4639.26	3598.23	4266.38	3848.64	4153.2	3729.5
		Kutu elektrik tüketimi	MWh	526.543	427.278	487.512	502.996	463.785	441.308
		Doğalgaz	GJ	104599.72	92274.9	106383.3	99595.5	105731.5	102.597.302
		Doğalgaz	GJ/1000Nm ³	366.814	366.814	366.814	366.814	366.814	366.814
		Diğer birimler için buhar kullanımı	GJ	594	866.7	596.7	702	950.4	810
		Diğer birimler için elektrik kullanımı	MWh	182.921	174.066	226.979	235.308	261.79	281.3
Kağıt	KM1	Hurda Kağıt Girişi	t	13234	10695	13837.9	12465.2	13504	14146
		KM1 buhar tüketimi	GJ	36876.6	29554.2	33647.4	33512.4	35118.9	35135.1
		KM1 elektrik tüketimi	MWh	2634.4	2250	2656	2511	2661	2420

Kağıt	KM1	Vakum pompalarının elektrik tüketimi	MWh	534	436	532	486	507	475.805.998
		Brüt kağıt üretimi	kg	6.253.946	5.234.391	6275.77	5992.57	6301.5	5515.8
		Net kağıt üretimi	kg	6.073.584	5.091.376	6.198.654	5787.9	6.092.591	5419.82
	KM2	KM2 buhar tüketimi	GJ	41936.4	41547.6	46348.2	39422.7	43507.8	39368.7
		KM2 elektrik tüketimi	MWh	2999.6	2663	3092	2612	2962	2786
		Vakum pompalarının elektrik tüketimi	MWh	519	516	624	524	595	556
		Brüt kağıt üretimi	t	5.699.272	5.369.565	6029.12	5024.71	5868.37	5746.57
		Net kağıt üretimi	t	5.308.085	5.004.314	5.701.998	4643.2	5450.1	5.341.664
		Kazan verimi	%	78	73.91	78	79.89	78.94	78.97
		Kondensat geri dönüş	%	70	63.03	70.13	63.39	61.6	59.7

Enerji Santrali	Doğalgaz tüketimi	1000Nm ³	2.715.715	2.392.066	2.752.866	2578.6	2762.9	2.690.406
	Buhar santralinde üretilen toplam elektrik	MWh	1.720.313	2.010.175	2.250.474	2126.7	2.335.863	23.669.808
	Enerji santrali elektrik tüketimi	MWh	120.63	108.8	97.801	109.16	128.559	178.977
	Enerji santrali buhar tüketimi	GJ	5697	9531	7200.9	7211.7	8523.9	10033.2
	Toplam buhar üretimi	GJ	84726	81642.6	87461.1	81018.9	88257.6	85495.5
	Buhar türbin konversiyonu	GJ	11614.42	4379.15	11292.05	11219.13	4552.83	10646.1

Çizelge A.3 : Tesis Enerji Tüketimine Ait Aylık Veriler (Tesis Enerji Raporu 2011).

Kategori	Makine Adı	Tüketim Yeri	Birim	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Diğer Tüketiciler		İç kullanım için satın alınan elektrik	MWh	4228.98	4577.08	4.544.540	4515.43	4012.77	4036.67

Diğer Tüketiciler		Kutu elektrik tüketimi	MWh	5.224.266	555.085	530.219	520.055	439.711	438.311
		Doğalgaz	GJ	103.056.60	99651.11	945.549.17	106.456.96	102.541.18	109.478.88
		Doğalgaz	GJ/1000Nm³	366.814	366.814	366.814	366.814	366.814	366.814
		Diğer birimler için buhar kullanımı	GJ	788.4	761.4	742.5	1296	1269	1282.5
		Diğer birimler için elektrik kullanımı	MWh	236.77	250.81	247.74	224.45	271.48	266.67
Kağıt	KM1	Hurda Kağıt Girişi	t	13393	12833	11583	11874	11480	12647
		KM1 buhar tüketimi	GJ	36018	35802	33758	33747	34344	38537
		KM1 elektrik tüketimi	MWh	2473	2614	2549	2578	2387	2528
		Vakum pompalarının elektrik tüketimi	MWh	495.79	518.28	488.40	498.44	483.23	488.09
		Brüt kağıt üretimi	kg	5804	5943.36	6017.93	5762.22	5310.96	6000.98
		Net kağıt üretimi	kg	5439.93	5880.2	5654.76	5562.96	5259.93	5790.55
Kağıt	KM2	KM2 buhar tüketimi	GJ	40880.7	36506.7	33326.1	37198	38829	38613

Kağıt	KM2	KM2 elektrik tüketimi	MWh	3056	3020	2843	2924	2925	2926
		Vakum pompalarının elektrik tüketimi	MWh	587	580	525.80	588.29	523.468.70	528.028.12
		Brüt kağıt üretimi	t	6080.23	6027.1	5414.75	5763.39	5621.11	5741.73
		Net kağıt üretimi	t	5.960.878	5679.8	5062.11	5449.15	5312.79	5460.48
Enerji Santrali		Kazan verimi	%	786.944.245	841.656.335	83.77	79.58	82.57	83.54
		Kondensat geri dönüş	%	58.4	59	60.20	57.06	64.00	60.50
		Doğalgaz tüketimi	1000Nm ³	2.714.841	2.596.166	2481.07	2778.54	2674.70	2848.89
		Buhar santralinde üretilen toplam elektrik	MWh	23.232.248	20.816.496	1.848.264	2.124.144	2.286.756	24.330.192
		Enerji santrali elektrik tüketimi	MWh	318.94	3.103.576	3.004.336	3.038.464	286.80	300.43
		Enerji santrali buhar tüketimi	GJ	9477	9096.3	9180	11178	11135	11140

Enerji Santrali	Toplam buhar üretimi	GJ	87321.52	89934.3	84.944.403	85465.8	92156.4	96133.5
	Buhar türbin konversiyonu	GJ	8942.7	971.141.18	961.051.48	152.539.63	103.847.86	13.345.384

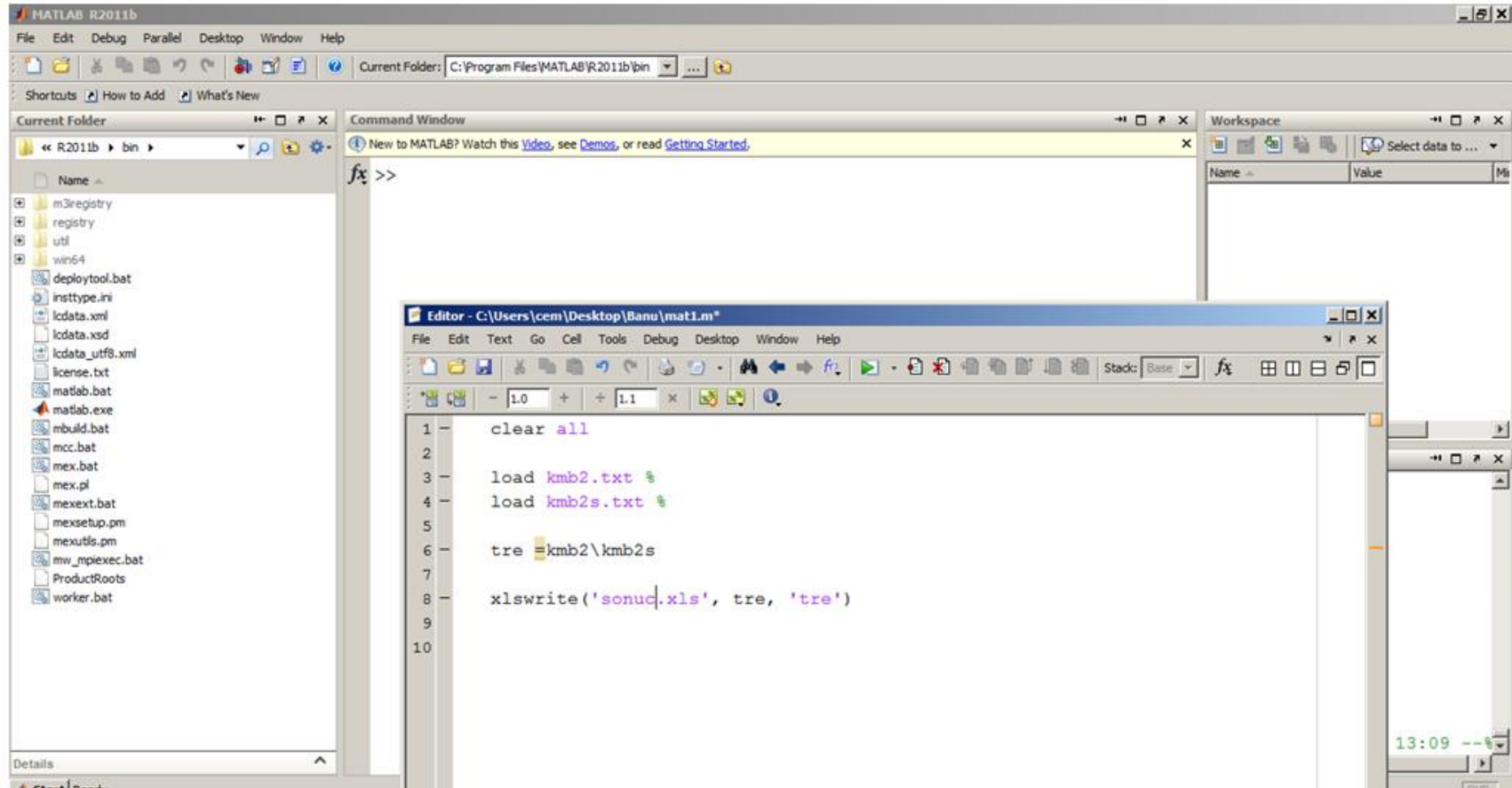
Çizelge A.4 : Su Tüketimleri (Tesis Çevre Raporu, 2011).

Aylar	2011 Su Sayaçları (m³)			
	Kazan	KM1	KM2	Oluklu
Ocak	12.863	35.070	89.770	10.235
Şubat	11.164	32.460	84.300	9.065
Mart	9.378	35.850	103.175	14.136
Nisan	10.469	32.760	100.150	14.006
Mayıs	12.704	38.220	107.491	15.210
Haziran	15.142	34.710	101.457	16.286
Temmuz	15.912	37.228	93.600	16.523
Ağustos	13.903	38.621	98.880	16.669
Eylül	12.209	37.860	96.140	15.800
Ekim	14.498	34.571	97.810	16.019
Kasım	10.749	36.910	91.230	15.060
Aralık	13.263	31.401	96.920	16.068

Çizelge A.5 : Türkiye Elektrik Enerjisi Üretim-Tüketim ve Kayıplarının Yıllar İtibariyle Gelişimi TEİAŞ 2011).

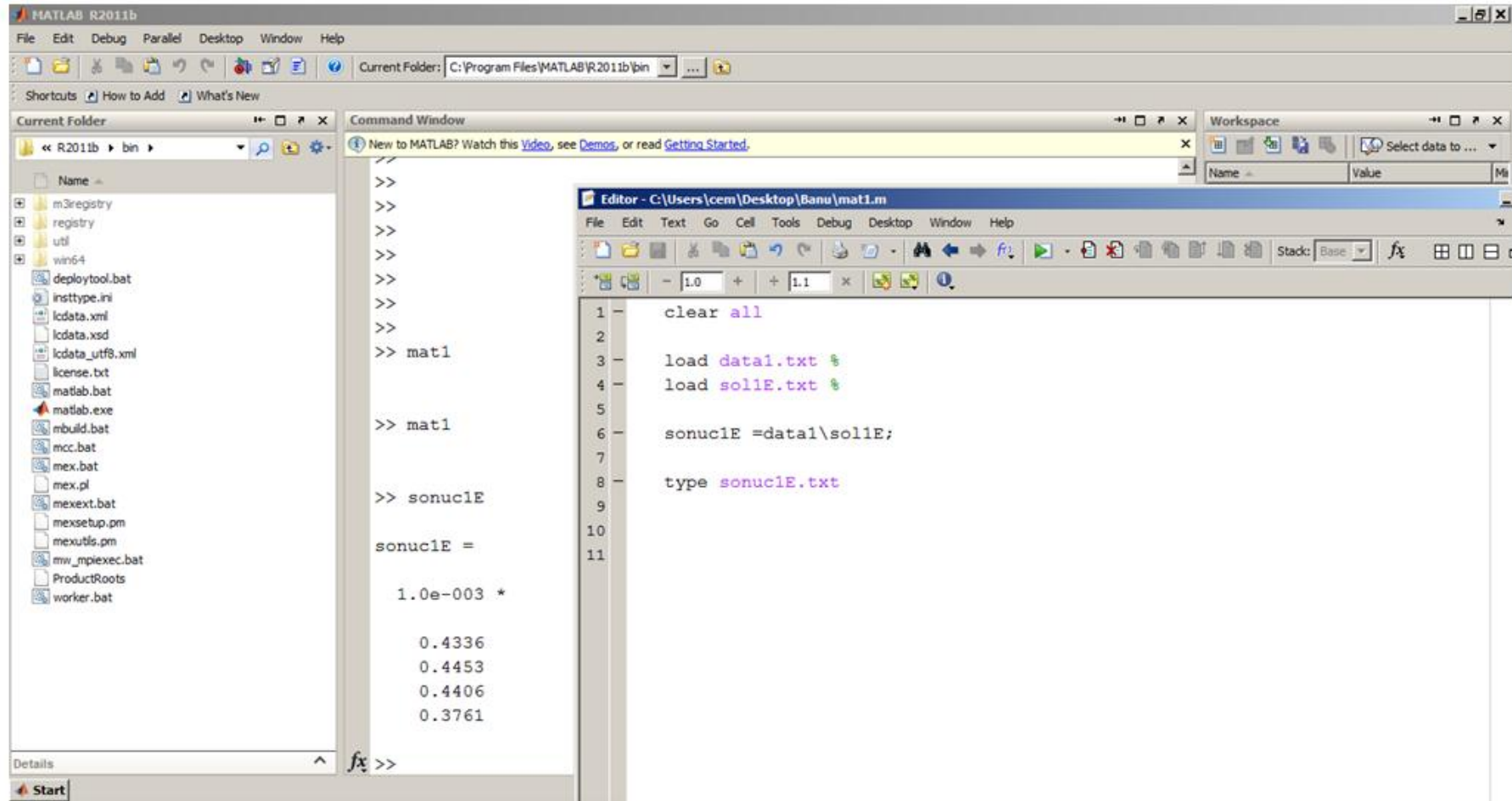
Türkiye Elektrik Enerjisi Üretim-Tüketim ve Kayıplarının Yıllar İtibariyle Gelişimi																
2009-2011 GWh																
Yıllar	Brüt Üretim	Artış %	İç İhtiyaç	%	Net Üretim	İthalat	Şebekeye Verilen (1)	İletim %	Dağıtım %	Toplam %	İhracat (2)	Net Tüketim	Artış %			
2009	194.812,9	-1.8	8.193,6	4,2	186.619,3	812,0	187.431,3	3.973,4	2.1	25.018,0	13.3	28.991,4	15.5			
2010	211.207,7	8.4	8.161,6	3,9	203.046,1	1143,8	204.189,9	5.690,5	2.8	24.531,2	12.0	30.221,7	14.8			
2011	229.395,1	8.6	11.837,4	5,2	217.557,7	4555,8	222.113,5	4.189,3	1.9	28.180,0	12.7	32.369,3	14.6			
1)Şebekeye Verilen = Net Üretim+İthalat																
2) İhracat, sınırda teslim esasına göre yapıldığından ihracat ile ilgili şebeke kaybı iletim kaybının içinde yer almaktadır.																

Ek A Devam: MATLAB© Matrisleri.



Şekil A.1 : MATLAB© matris formülü.

Ek A Devam: MATLAB© Matrisleri.



Şekil A.2 : MATLAB© matris çözümü.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Banu Özlem

Doğum Yeri ve Tarihi: Kadıköy/İST, 03.06.1988

Adres: Göztepe/İST

E-Posta: banuozlem@hotmail.com

Lisans: Kocaeli Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi - Çevre Mühendisliği Bölümü

(Derece : Fakülte ikincisi)

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

Satış-Pazarlama&Belgelendirme Mühendisi

Kalite Sistem Grubu

&

ISA Denetim Belgelendirme ve Eğitim
LTD. ŞTİ (ISACert)

(22.06.2010- 29.06.2012) İstanbul

Staj – İşletme Stajı

Hayat Kimya A.Ş.

(22.06.2009-03.07.2009) İzmit

Staj – Arıtma Tesisi ve Laboratuvar Stajı

Paşaköy İleri Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi

(30.06.2008-15.08.2008) İstanbul

Staj – İşletme Stajı

İstanbul Büyükşehir Belediyesi
Çevre Koruma Müdürlüğü

(16.07.2007-10.08.2007) İstanbul

