T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

KATI ATIKTAN ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİ PROJESİ VE MALİYETLEMESİ: EDİRNE ŞEHRİ İÇİN BİR ÖNERİ

AYTAÇ GÜLTEKİN

1158207111

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. KIYMET ÇALIYURT

EDİRNE, 2018

T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

.....İşletme..... ANABİLİM DALI

.....İşletme.....PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

.....Aytaç GÜLTEKİN..... tarafından hazırlanan .....Katı Atıktan Elektrik Enerjisi Üretimi Projesi ve Maliyetlendirmesi: Edirne Şehri İçin Bir Örnek..... Konulu **Yüksek Lisans** tezinin Sınavı, Trakya Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin 9.-10. maddeleri uyarınca .....14 Şubat 2018..... günü saat .....14:00..... 'da yapılmış olup, yüksek lisans tezinin *.....Kabul Edilmesine..... **OYBİRLİĞİ**/~~**OYÇOKLUĞU**~~ ile karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYELERİ	KANAAT	İMZA
Prof. Dr. Kemal Cengiz	BAŞARILI	
Yrd. Doç. Dr. Erkan Öztürk	BAŞARILI	
Yrd. Doç. Dr. İlke ORUÇ	BAŞARILI	

* Jüri üyelerinin, tezle ilgili kanaat açıklaması kısmında "Kabul Edilmesine/Reddine" seçeneklerinden birini tercih etmeleri gerekir.

T.C
YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
ULUSAL TEZ MERKEZİ

TEZ VERİ GİRİŞİ VE YAYIMLAMA İZİN FORMU

Referans No	10184709
Yazar Adı / Soyadı	AYTAÇ GÜLTEKİN
T.C.Kimlik No	65530335190
Telefon	5379181061
E-Posta	aytacgultekn@gmail.com
Tezin Dili	Türkçe
Tezin Özgün Adı	Katı atıktan elektrik enerjisi üretimi projesi ve maliyetlemesi: Edirne şehri için bir öneri
Tezin Tercümesi	Solid waste electricity energy production project and cost: suggestions for Edirne city
Konu	İşletme = Business Administration
Üniversite	Trakya Üniversitesi
Enstitü / Hastane	Sosyal Bilimler Enstitüsü
Anabilim Dalı	İşletme Anabilim Dalı
Bilim Dalı	İşletme Bilim Dalı
Tez Türü	Yüksek Lisans
Yılı	2018
Sayfa	250
Tez Danışmanları	PROF. DR. KIYMET ÇALIYURT
Dizin Terimleri	
Önerilen Dizin Terimleri	
Kısıtlama	24 ay süre ile kısıtlı

Tezimin,Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanında arşivlenmesine izin veriyorum. Ancak internet üzerinden tam metin açık erişime sunulmasının 10.03.2020 tarihine kadar ertelenmesini talep ediyorum. Bu tarihten sonra tezimin, bilimsel araştırma hizmetine sunulması amacı ile Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi tarafından internet üzerinden tam metin erişime açılmasına izin veriyorum.
NOT: Erteleme süresi formun imzalandığı tarihten itibaren en fazla 3 (üç) yıldır.

10.03.2018

İmza:.....

Tezin Adı: Katı Atıktan Elektrik Enerjisi Üretimi Projesi Ve Maliyetlemesi: Edirne Şehri İçin Bir Öneri

Hazırlayan: Aytaç GÜLTEKİN

ÖZET

İnsanlar yaşamlarını sürdürebilmek için beslenmek, barınmak, giyinme gibi birçok ihtiyaca sahiptir. Bu ihtiyaçların giderilmesinde en büyük yardımcıları enerjidir. Çünkü enerji insanlığın ısınma, yemek pişirme gibi ihtiyaçlarının yanında bir şeyler üretebilme ihtiyaçlarını da karşılamaktadır. İnsanlar için bu yaşamsal öneme sahip bu konu ülkelerin de ekonomik kalkınmalarında, refah seviyelerinin artışında ve dünya üzerinde söz sahibi olmalarında önemli bir yere sahiptir.

Enerji birçok unsurdan üretilebilir ve bu üretim yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak sınıflandırılmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarını diğer kaynaklardan ayıran en önemli özellik tükenir olması ve kullanımının çevreye zarar veriyor olmasıdır. Çevreye zararının bilinmesine rağmen kullanılmasının en önemli sebebi enerji ihtiyacına hızlı yanıt verebilmesidir. Yapılan araştırmalar dünya üzerindeki yenilenemeyen enerji rezervlerinin (petrol için 50,7 yıl, doğalgaz için 52,8 yıl, kömür için 114 yıl) kısa sürede tükeneceğini göstermektedir. Hem rezervlerin ömürlerinin bu denli kısa olması hem de insanlarda ve devletlerde artan çevre bilinci yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artmasına neden olmuştur. Bunun yanında insanlar ve devletler gelecek kuşakların yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştirebilecekleri bir dünya için bir şeyler yapması gerektiğinin farkına varmıştır. Bu durum enerjide sürdürülebilirlik kavramını ortaya çıkarmıştır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının çevreye ve atmosfere verdiği kalıcı zararların giderilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı arttırmak ve sürdürülebilir bir enerji ve hatta sürdürülebilir bir dünya için ülkelerarası bir dizi işbirliği, anlaşma, direktif, yasa gibi emredici ve yapmayı zorunlu kılan faaliyetler her geçen gün artarak gerçekleşmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Yenilenebilir Enerji, Yenilenemeyen Enerji.

Thesis: Solid Waste Electricity Energy Production Project And Cost: Suggestions For Edirne Cıty

Prepared by: Aytaç GÜLTEKİN

ABSTRACT

People have many needs to keep living like feeding, sheltering, dressing. Energy is an assistant for them to cover their needs because it provides the need of producing something new alongside heating and cooking. This topic that is vitally important for human also have an important position for countries to develop their economy, increasing their welfare levels and having a voice on the world.

Energy can be produced from many different resources which are classified as renewable and non-renewable. The most significant features which distinguish non-renewable resources from others is their exhaustibility and harm on the environment. The very reason of their consumption is that they can cover energy requirement quickly. Researches suggest that non-renewable energy reserves(for petrol 50.7 year, for natural gas 52.8 year, for coal 114 year) will be consumed away in a short span of time. Both the short life of reserves and increasing environmental awareness caused increased use of renewable energy resources. Besides, people and states have realized that they must do something for a world in which future generations can perform their vital activities. This situation has revealed the concept of sustainable energy. Each passing day, mandatory activities such as intercountry cooperation, agreement, directive and law take place for removing permanent damages of non-renewable energy resources to environment and atmospheres, increasing use of renewable energy resources, sustainable energy and even a sustainable world.

Key Words: Sustainability, Renewable Energy Non-renewable Energy.

ÖNSÖZ

Her geçen gün insanlığın daha da ihtiyaç duyduğu, tüm dünyayı olduğu gibi ülkemizi de yakından ilgilendiren, birçok yeni teknolojinin ve yeni sektörün oluşumuna zemin hazırlayan enerji konusunu, dünya ve insan var oldukça üretimi sürekli devam edecek olan katı atıkların nasıl değerlendirilmesi gerektiğini, gelecek kuşaklara daha temiz, daha az risk barındıran bir dünya bırakabilmek için yapılması gerekenleri ele aldığım bu çalışmamın; işletme literatürüne, konuyla ilgili akademik çalışmalara, belediyelere, işletmecilere, yatırımcılara, konuyla ilgilenen öğrencilere ve bilim adına atılan her adıma faydalı olmasını dilerim.

Çalışmam süresince yardımı için her zaman danıştığım, anlayışıyla ve öğrencilerine karşı tutumuyla her zaman hayran olduğum, değerli danışmanım Prof. Dr. Kıymet TUNCA ÇALIYURT hocama sonsuz şükranlarımı sunuyorum.

Çalışmamın oluşum sürecinde beni her zaman destekleyen ve ihtiyacım olan her an bana yardımcı olan sevgili dostlarım Esra TAŞKIN, Emel YILDIZ ve Özge KIRÇIL'a; Edirne'de geçirdiğim iki yıl boyunca her konuda yardımını esirgemeyen, her zaman bir adım ileri gitmem için beni destekleyen sevgili abim ve hocam Yrd. Doç. Dr. Sabri Can SANNAV ve değerli ailesine, Fatma PERDAHLIYAN ve değerli ailesine ve Trakya Üniversitesi Vakfı'na; çalışmamın her aşamasında beni motive eden, engin bilgilerini her daim benimle paylaşan, değerli hocam Doç. Dr. Fatma LORCU'ya ve dersine katılma fırsatı bulduğum tüm değerli hocalarıma sonsuz teşekkür ediyorum. Ayrıca çalışmam sırasında benden sonsuz bilgi birikimini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Dipl. Müh. S. Özcan ERDİKLER'e ve Edirne Belediyesi Katı Atık Yönetimi Birliği'nin tüm çalışanlarına teşekkür ediyorum.

Bu zamana kadar ki eğitim ve öğretim hayatımda beni her zaman destekleyen kıymetli abim Ahmet GÜLTEKİN ve eşine, anneme, babama, teyzeme ve merhum enişteme saygılarımı ve şükranlarımı sunuyorum.

Edirne, 2018 **Aytaç GÜLTEKİN**

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **I**

ABSTRACT ..... **II**

ÖNSÖZ ..... **III**

İÇİNDEKİLER ..... **IV**

TABLOLAR LİSTESİ ..... **VIII**

ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **XI**

GRAFİKLER LİSTESİ ..... **XIII**

KISALTMALAR ..... **XIV**

GİRİŞ **1**

ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ **3**

ÇALIŞMANIN AMACI **4**

ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ **5**

ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI **6**

TANIMLAR **6**

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ **7**

ARAŞTIRMA MODELİ 7

VERİLER VE VERİLERİN TOPLANMASI 7

VERİLERİN ÇÖZÜMÜ VE YORUMLANMASI 8

BİRİNCİ BÖLÜM **8**

ENERJİ KAVRAMI **8**

1.1. ENERJİNİN TANIMI VE ÖNEMİ 8

1.2. ENERJİNİN SINIFLANDIRILMASI 12

1.2.1. Yenilenemeyen (Fosil, Tükenebilir) Enerji Kaynakları 16

1.2.1.1. Petrol 17

1.2.1.2. Doğalgaz 23
1.2.1.3. Kömür 27
1.2.1.4. Bor 33
1.2.2. Yenilenebilir (Yeni- Yeşil) Enerji Kaynakları 36
1.2.2.1. Güneş Enerjisi 39
1.2.2.2. Rüzgâr Enerjisi 44
1.2.2.3. Biyokütle Enerji 49
1.2.2.4. Jeotermal Enerji 53
1.2.2.5. Hidrolik Enerji 56

İKİNCİ BÖLÜM 58

TÜRKİYE'DE ENERJİNİN DURUMU VE POLİTİKALAR 58

2.1. TÜRKİYE'DE ENERJİNİN DURUMU 58
2.1.1. Türkiye'de Yenilenemeyen Enerjinin Durumu 59
2.1.1.1. Türkiye'de Petrol 59
2.1.1.2. Türkiye'de Doğalgaz 62
2.1.1.3. Türkiye'de Kömür 66
2.1.1.4. Türkiye'de Bor 69
2.1.2. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Durumu 72
2.1.2.1. Türkiye'de Güneş Enerjisi 73
2.1.2.2. Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi 74
2.1.2.3. Türkiye'de Biyokütle Enerjisi 75
2.1.2.4. Türkiye'de Jeotermal Enerji 78
2.1.2.5. Türkiye'de Hidrolik Enerji 79
2.2. TÜRKİYE'NİN ENERJİ POLİTİKASI 81
2.2.1. Geçmişten Bugüne Enerji Politikası 82
2.2.2. Türkiye'nin Taraf Olduğu Enerji Anlaşmaları 91
2.2.2.1. Türkiye'nin Enerji Projeleri 94
2.3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, KYOTO PROTOKOLÜ VE TÜRKİYE 97
2.3.1. Türkiye'de İklim Değişikliği ve Kyoto Protokolü 102
2.4. TÜRKİYE'NİN 2023 YILI ENERJİ HEDEFLERİ 109

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM 111

ENERJİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ 111

3.1. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI 112

3.2. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA 113

3.3. ENERJİDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI 119

3.3.1. Enerjide Verimlilik 120

3.4. TÜRKİYE'NİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÇALIŞMALARI 125

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM 131

HANEHALKI İÇİN ELEKTRİK MALİYET İNCELEMESİ 131

4.1. TÜRKİYE'DE ELEKTRİĞİN GENEL DURUMU 131

4.2. HANEHALKI İÇİN ELEKTRİK ENERJİSİ MALİYET İNCELEMESİ 134

BEŞİNCİ BÖLÜM 143

KATI ATIKLAR VE KATI ATIK YÖNETİMİ 143

5.1. KATI ATIK KAVRAMI 143

5.2. 2025 DÜNYADA KATI ATIK PROJEKSİYONLARI 147

5.3. KATI ATIK YÖNETİMİ 149

5.3.1. Depolama 151

5.3.2. Toplama 153

5.3.3. Aktarma ve Taşıma 156

5.3.4. Geri Dönüşüm ve Geri Kazanım 157

5.3.5. Bertaraf Etme 158

5.3.5.1. Önleme 159

5.3.5.2. Kompostlama 159

5.3.5.3. Düzenli/Düzensiz (Vahşi) Depolama 160

5.3.5.4. Termal Bertaraf Yöntemleri 161

5.4. KATI ATIKLARDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK 162

5.4.1. Katı Atıkların İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri 164

5.4.2. Katı Atıkların Çevresel Etkileri 165

5.4.3. Katı Atıkların Ekonomik Etkileri 166

5.4.4. Katı Atıkların Kültürel Etkileri 167

ALTINCI BÖLÜM 168

EDİRNE İLİNDE KATI ATIK TESİSİ..... 168

6.1. EDİRNE İLİ İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER 169

6.2. EDİRNE İLİ KATI ATIK DURUMU 172

6.2.1. Edirne İlinde Ambalaj Atığının Durumu 175

6.2.2. Edirne İlinde Tehlikeli Atıkların Durumu..... 176

6.2.3. Edirne İlinde Atık Yağların Durumu 177

6.2.4. Edirne İlinde Atık Piller ve Akümülatörlerin Durumu 178

6.2.5. Edirne İlinde Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Durumu..... 179

6.2.6. Edirne İlinde Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Durumu 179

6.2.7. Edirne İlinde Tıbbi Atıkların Durumu 180

6.2.8. Edirne İlinde Tehlikesiz Atıkların Durumu 181

6.3. EDİRNE İLİNDE MEVCUT KATI ATIK TESİSİNE AİT MALİYET KALEMLERİ . 184

6.4. KATI ATIKTAN ELEKTRİK ENERJİSİNİN ÜRETİLMESİ 192

6.5. KATI ATIK TESİSLERİ HAKKINDA SWOT ANALİZİ 196

SONUÇ VE ÖNERİLER..... 199

KAYNAKÇA 206

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1 Enerji İçin Kilometre Taşı Olan Olaylar ve Zaman Aralıkları.....9

Tablo 2 Yenilenebilir ve Yenilenemeyen Enerjinin Farkları.....15

Tablo 3 Fosil Kaynakların Rezerv Miktarı ve Süreleri.....16

Tablo 4 Petrolün Bölgelere Dağılımı, Üretimi, Tüketimi.....21

Tablo 5 Dünyada Yıllara Göre Petrol Ticareti.....22

Tablo 6 Doğalgazın Bölgelere Dağılımı, Üretimi, Tüketimi.....25

Tablo 7 Doğalgazın Bölgelere Göre Ticareti.....26

Tablo 8 Kömürün Sınıflandırılması.....29

Tablo 9 Kömürün Bölgelere Göre Dağılımı, Üretimi, Tüketimi.....31

Tablo 10 Önemli Bor Rezervlerinin Dağılımı.....34

Tablo 11 Yenilenebilir Enerjinin 2040'a Kadar Küresel Senaryosu.....38

Tablo 12 2015 Yılında Türkiye Rafineri Bazında Üretim Miktarları.....60

Tablo 13 2015 Yılı Petrol Tüketim, İthalat ve İhracat Rakamları.....61

Tablo 14 Güncel Petrol Fiyatları.....62

Tablo 15 2015 Yılı Doğalgaz Üretim, Tüketim, İthalat Ve İhracatı.....63

Tablo 16 Güncel Doğalgaz Fiyatları.....65

Tablo 17 Türkiye'deki Kömür Rezervleri.....67

Tablo 18 Güncel Linyit Fiyatları.....68

Tablo 19 Güncel Kömür Fiyatları.....69

Tablo 20 Türkiye Bor Rezervleri.....70

Tablo 21 Güncel Bor Madeni Fiyatları.....71

Tablo 22 Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli.....72

Tablo 23 Türkiye'nin Taraf Olduğu Petrol ve Doğalgaz Anlaşmaları.....91

Tablo 24 Türkiye'nin Enerji Projeleri.....95

Tablo 25 Kyoto Protokolü Sektör ve Kaynak Kategorisi (Ek-A).....101

Tablo 26 Türkiye'nin Kyoto Protokolü'ne Katılımına Kadar Geçen Süreç.....107

Tablo 27 Türkiye'nin 2023 Yenilenebilir Enerji Hedefleri.....109

Tablo 28 Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri.....118

Tablo 29 Bazı Bölgelerin Enerji Kullanımı.....123

Tablo 30 Türkiye'nin Enerji Sürdürülebilirliği Çalışmaları.....129

Tablo 31 Hanehalkı Fatura Bilgileri.....135

Tablo 32 Tüketim Tutarına Eklenen Kalemler.....136

Tablo 33 Elektrik Enerjisinin Kullanımında Sorumlular ve Görevleri 139

Tablo 34 Katı Atıkların Sınıflandırılması ve Bileşenleri.....145

Tablo 35 Katı Atıkların Kaynakları ve Türleri.....146

Tablo 36 Katı Atık Depolama Kapları.....152

Tablo 37 Katı Atık Toplama Seçeneklerini Etkileyen Faktörler.....154

Tablo 38 Atıkların Toplanmasında Kullanılan Bazı Araçlar.....155

Tablo 39 Edirne İlinde İlçeler İtibariyle Belediye ve Köy Sayıları.....170

Tablo 40 Edirne İli 2015 Yılı Toplanan Ortalama Katı Atık Miktarı.....174

Tablo 41 Edirne İli Ambalaj Atığı.....175

Tablo 42 Edirne İli Tıbbi Atık Miktarı.....181

Tablo 43 Edirne Sanayi Tesislerinde Oluşan Tehlikesiz Atık Miktarları.....182

Tablo 44 Katı Atık Tesisinde İnşaat, Altyapı ve Mobil Ekipmanlar İle İlgili Maliyet Kalemleri.....186

Tablo 45 Sistem İle İlgili Maliyet Kalemleri.....188

Tablo 46 Biyogaz Dönüşüm Teknolojisi.....193

Tablo 47 Katı Atık Tesisleri Hakkında Swot Analizi.....197

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Enerjinin Dönüşümü.....11

Şekil 2 Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması.....13

Şekil 3 Petrolün Yeryüzündeki Konumu.....19

Şekil 4 Doğalgazın Yeryüzündeki Konumu.....24

Şekil 5 Kömürün Yeryüzündeki Konumu.....28

Şekil 6 Enerji Küpleri.....37

Şekil 7 Basit Isıl Sistem Kollektörü İşleyişi.....41

Şekil 8 Basit Fotovoltaik Sistem İşleyişi.....43

Şekil 9 Rüzgarın Bölgesel Farklılıkları.....45

Şekil 10 Ekolojik Ölçümle Rüzgarın Hızının Ölçümü.....46

Şekil 11 Basit Rüzgar Türbini İşleyişi.....48

Şekil 12 Biyokütle Enerjiden Elektrik Üretimi.....52

Şekil 13 İdeal Bir Jeotermal Sistemin Şematik Gösterimi.....54

Şekil 14 Kuru Buhar Santralinin İşleyişi.....55

Şekil 15 Hidroelektrik Santralinin İşleyişi.....57

Şekil 16 Sürdürülebilir Kalkınmada 3 Temel Dayanağı.....116

Şekil 17 Enerji Verimliliğinin Ölçülmesi.....122

Şekil 18 Katı Atık Yönetiminin İlk Adımları.....150

Şekil 19 Katı Atık Yönetimi Aşamaları 151

Şekil 20 Basit Bir Depolama Alanı.....160

Şekil 21 Sürdürülebilir Katı Atık Yönetiminde Tarafların Etkileşimi.....163

Şekil 22 Edirne İli ve İlçe Sınırlarını Gösteren Kroki.....169

Şekil 23 Edirne İle Bertaraf Tesisinin Krokisi ve Yerleşim Alanları.....191

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1 Türkiye'de Nüfus Artışı.....104

Grafik 2 Türkiye'nin Seragazı Emisyonu 105

Grafik 3 Türkiye'nin 2023 Yılı Tahmini Enerji Tüketimi.....110

Grafik 4 Türkiye'nin 2015 Yılı Elektrik Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı.....132

Grafik 5 Türkiye'nin Yıllara Göre Kurulu Gücünün Gelişimi.....133

Grafik 6 Türkiye'de Yıllara Göre Elektrik Tüketimi.....134

Grafik 7 Gelişmemiş Ülkelerin 2025 Katı Atık Projeksiyonu.....147

Grafik 8 Gelişmekte Olan Ülkelerin 2025 Katı Atık Projeksiyonu.....148

Grafik 9 Gelişmiş Ülkelerin 2025 Katı Atık Projeksiyonu.....148

Grafik 10 Edirne İlinde Tehlike Atık Yönetimi.....176

Grafik 11 Edirne İli Atık Madeni Yağların Miktarı.....177

Grafik 12 Edirne İli Atık Pil ve Atık Akü Miktarları.....178

Grafik 13 Edirne İli E-Atık Miktarları.....180

KISALTMALAR

A1B12 :Alüminyum Borür

API :Amerikan Petrol Enstitüsü

B2O3 :Bor Oksit

BMİDÇS :BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

BNCT :Bor Nötron Yakalama Tedavisi

BOTAŞ :Boru Hatlarıyla Petrol Taşıma A.Ş.

BTC :Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı

CH_4 :Metan

CIS :Bağımsız Devletler Topluluğu

CO_2 :Karbondioksit

DPT :Devlet Planlama Teşkilatı

EIA :ABD Enerji Bilgi İdaresi

EPA : ABD Çevre Koruma Ajansı

EPDK :Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu

EREC :Avrupa yenilenebilir Enerji Konseyi

ETKB **:**Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

EÜAŞ :Elektrik Üretimi Anonim Şirket

GEPA :Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası

GW :Gigawatt

GWh :Gigawatt saat

HES :Hidroelektrik Santraller

HFCs :Hidrofluorokarbonlar

INOGATE :Devletlerarası Petrol ve Gaz Taşıma

IPCC :İklim Değişikliği Karşılıklı İşbirliği Paneli

ITB :Türkiye-Bulgaristan Enterkonnektörü Projesi

ITG :Türkiye-Yunanistan Doğal Gaz Boru Hattı

İDEP :Ulusal Eylem Planı

İDKK :İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu

J :Jul

KEP :Kilogram Eşdeğer Petrol

kW :Kilowatt

kWh :Kilowatt saat

LPG :Sıvılaştırılmış Petrol Gazı

MİLGES :Milli Güneş Enerjisi Santralı Geliştirilmesi Projesi

MİLHES :Milli Hidroelektrik Santral Sistemi Geliştirilmesi Projesi

MİLRES :Milli Rüzgâr Enerji Sistemleri Geliştirilmesi ve Prototip Türbin Üretimi

MJ :Megajul

MTA :Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü

Mtep :Milyon Ton Eşdeğer Petrol

MW :Megawatt

N_2O :Nitröz Oksit

NIGC :İran Ulusal Gaz Şirketi

NOx :Azot Oksit

OECD :Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü

OPEC :Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü

PFCs :Perfluorokarbonlar

PJ :Petajul

RCRA :Kaynak Koruma ve Kurtarma Yasası

SCP :Güney Kafkasya Doğal Gaz Boru Hattı

SF_6 :Kükürt heksaflorür

Sm^3 :Standart Metreküp

SOCAR :Azerbaycan Devlet Petrol Şirketi

SOx :Kükürt Oksit

TANAP :Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı Projesi

TAP :Adriyatik Doğal Gaz Boru Hattı Projesi

TEMI :Transatlantic Exploration Mediterranean International Pty. Ltd.

TEP :Ton Eşdeğer Petrol

TKİ :Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu

TPAO :Türkiye Petrol Anonim Ortaklığı

TPE :Ton Petrol Eşdeğer

TRİJEN :Biyokütle ve Kömür Karışımlarından Sıvı Yakıt Üretimi Projesi

TTK :Türkiye Taşkömürü Kurumu

TÜPRAŞ :Türkiye Petrol Rafinerileri

TWh :Teravwatt saat

UÇEP :Ulusal Çevre Stratejisi Eylem Planı

UNFCCC :Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Taraflarının Konferansı

WHO :Dünya Sağlık Örgütü

WMO :Dünya Meteoroloji Örgütü

WWF :Doğal Hayatı Koruma Vakfı

GİRİŞ

Günümüzden 13 milyar yıl önce gerçekleşen büyük patlama (big bang) enerjinin bir ürünüdür. O andan günümüze dünya varlığı gibi enerji de birçok değişime uğramış, şekillenmiştir. İnsanın tarih sahnesine çıkmasından sonra ateşin keşfi ve elementlerin bulunuşu ve insanlık yararına kullanılışı bu şekillenmenin en açık örneklerini oluşturmaktadır. Günümüzde ise yaşantımızın neredeyse tamamını kapsayan faaliyetler enerjinin çıktıları ile sağlanmaktadır. Gün içerisinde kullandığımız arabalardan, toplu taşıma araçlarına, yürüyen merdivenlerden sokak lambalarına, yediğimiz yemekten ısınmamıza kadar her alanda enerji kullanılmaktadır.

Enerji birçok yönden sınıflandırmaya tabi tutulabilir. Lakin en genel sınıflandırma enerjinin yenilenip yenilenmemesi özelliklerini barındırmaktadır. Aslında bakıldığında her enerji yenilenmektedir lakin bazılarının yenilenme süreci diğerlerine göre yıllar alabilmektedir. Kömür, doğalgaz, petrol gibi enerji türleri yenilenemeyen kaynaklar (fosil) içinde yer alır ve bu kaynakların kullanımı, meydana getirdikleri sera gazı, karbondioksit, azotoksit gibi bileşenlerle doğaya zarar vermektedir. Yenilenemeyen enerji kaynakların gün geçtikçe azalan ömrü, doğaya verdiği tahribat ve insanlarda oluşan ve her geçen gün artan çevre bilinci yeni alternatifler aramalarına neden olmuştur. Teknolojinin ve enerjinin birleşimiyle ortaya çıkan ve insanlığın geleceğini kurtaracak olan yenilenebilir enerji kaynakları bu alternatiflerin başını çekmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları güneşten, rüzgârdan, su akıntısından ve hatta her gün ürettiğimiz atıklardan dahi elde edilmektedir. Özellikle son yıllarda insanlar yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir. Bunu en açık örneği olarak, fosil kaynakların fiyatlarında yaşanan keskin düşüşe rağmen 2015 yılında yenilenebilir enerji yatırımlarının yüzde 5 artması gösterilebilir. Bu enerji kaynaklarının akılcı kullanımı ile insanlığın enerji ihtiyacı sonsuza dek sağlanabilecektir.

Her ne kadar yenilenebilir enerji yatırımları artış gösterse de insanlık fosil kaynakları kullanmaya devam etmektedir. Bu kaynakların kullanılmasının en önemli nedeni gereken enerji ihtiyacına en hızlı yanıtı vermelerindendir. Lakin yakın tarihte tükeneceğinin bilinmesi, çevreye verilen zararla artan küresel ısınma, iklimsel bozulmalar, hayvan neslinde yaşanan tükenmeler, asit yağmurları, olumsuz etkilenen ormanlar gibi nedenlerle ve yenilenebilir enerji kaynaklarının varlığının farkına varılmasıyla insanlık gelecek kuşakların yaşamsal faaliyetlerini düşünmeye başlamıştır.

Gelecek kuşakların daha temiz ve daha az risk barındıran bir dünyada yaşaması gerektiği fikri enerjide sürdürülebilirlik çalışmalarını ortaya çıkarmıştır. Sürdürülebilir bir dünyada sürdürülebilir enerji kaynaklarıyla yaşama odaklanan bu çalışmalar son yıllarda her ülkenin ilgilendiği bir husustur. Sürdürülebilir enerjinin en temel özelliği, az finansman, az sosyal ve çevresel maliyet ve gerekli düzenleme, politika ve teknolojiyle sürekli enerji teminin sağlanmasıdır. Sürdürülebilir bir dünya ve enerji için insanlık mevcut enerjiyi verimli ve etkin kullanmalı, enerji tüketiminden kaynaklanacak olan olumsuz etkiler en aza indirgenmeli ve yenilenebilir enerji kullanımının artması ve teknolojiye önem verilmesi gerekir.

Yenilenebilir enerjinin bir türü de atıklardan elde edilen biyokütle enerjidir. Orman artıklarından, hayvansal artıklardan ve kentsel atıklardan elde edilen bu enerji türü birçok yarar barındırmaktadır. En başta artan nüfus ve ülkelerin GSYİH oranlarındaki artışla paralel olarak ürettikleri atıklarda artış göstermektedir. Bu atıkların toplanması önemli sorunlar oluşturmaktadır. Hastalıkların yayılmasına, kötü kokuya, hijyenden yoksun bir ortama neden olabilecek bu atıklar, günümüz teknolojisi ile ayrıştırılarak tekrar kullanıma, geri dönüşüme ya da geri kazanıma tabi olmaktadır. Bu durum hem atıkların olumsuz etkilerini azaltmakta hem de yeni üretilecek atıklara alan hazırlamaktadır. Bu faydaları yanında en önemli faydası da elektrik üretiminde bir hammadde olarak kullanılabilmektedir. Bugün birçok ülkede hanehalkının, kamu kurum ve kuruluşlarının elektrik ihtiyacı katı atıklardan üretilen elektrikle sağlanmaktadır.

Bu gelişmeler ışığında, çalışmanın ilk bölümü enerji kavramını ve sınıflandırmayı içermektedir. Çalışmanın ikinci bölümünde, ülkemizdeki enerji faaliyetleri geçmişten bugüne kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde, sürdürülebilirlik kavramına değinilmiş, enerjinin sürdürülebilirliğinin yanında sürdürülebilirlik çalışmalarından da bahsedilmiştir. Çalışmanın dördüncü bölümü Türkiye'nin elektrik tüketimini, hanehalkının periyodik olarak ödediği faturaların ne anlama geldiğini ve elektrik tüketiminde sorumlu olan taraflardan bahsedilmiştir. Çalışmanın beşinci bölümü katı atık kavramını içermektedir. Katı atıkların bir çıktının hammaddesi olabilmesi için uygun bir yönetim anlayışına ihtiyaç vardır. Bu bölümde Katı Atık Yönetimi nasıl gerçekleştiğinden bahsedilmektedir. Çalışmanın son bölümünde ise Edirne ilinde yeni kurulmuş olan bir tesisin maliyet kalemleri incelenmiş, Edirne genelindeki atıklardan elde edilebilecek elektrik çıktısının hesaplanması ve hem belediyeye hem de halka nasıl bir yarar sağlayacağından ve katı atık tesislerine yönelik bir SWOT analizinden bahsedilmektedir.

Araştırmanın Problemi

Gün geçtikçe daha da artan enerji ihtiyacı insanlığı yenilenemeyen ve yenilenebilir kaynaklara itmektedir. Fakat yenilenemeyen enerji kaynaklarının her ne kadar dünya üzerindeki ömrü yaklaşık yüz yıl sonra biteceği tahmin ediliyor dahi olsa daha hızlı verim elde edildiği için halen fazla talep edilmektedir. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımı küresel ısınmayı, hava ve su kirliliğini, asit yağmurlarını, doğal tahribatı ve birçok olumsuz etkiyi beraberinde getirmektedir. Bu kaynakların kullanımında doğaya salınan büyük çapta zararlı bileşen atmosferi ve ozon tabakasını olumsuz yönde etkilemekte ekolojik yaşama büyük bir darbe vurmaktadır. Öyle ki, bu kullanım, insan sağlığına olan büyük zararların yanında, hayvanların neslinin tükenmesine, ormanların zarar görmesine ve hatta tarihi dokunun dahi bozulmasına neden olmaktadır.

Yenilenemeyen kaynakların oluşturduğu bu zararları en aza indirgemek ve bir sonraki kuşaklara daha az riske sahip ve daha temiz bir dünya bırakabilmek için yani dünyayı ve yaşamı sürdürülebilir kılmak için başta eğitime, tasarrufa, zararlı etkilerden korunma ve doğru kullanım yollarına ihtiyaç vardır.

Yenilenemeyen kaynakların yakın bir zamanda sonunun gelecek olması insanlığı yeni arayışlara itmektedir. Dünya var olduğu sürece enerji her daim var olacaktır. Çünkü son yüzyılda teknolojinin geldiği noktada birçok kaynaktan (güneş, rüzgâr, su, atıklar vb.) enerji elde edebilmektedir. Her geçen gün artan enerji ihtiyacını doğadan elde edilen enerjiyle karşılamak öncelikli ve üzerinde durulması gereken bir konudur.

ÇALIŞMANIN AMACI

Globalleşme sürecinde enerjinin kötüye ve ihtiyacından fazla kullanılması ve enerji kaynaklarının tükenmesi kişilerde ve ülkelerde mevcut enerjinin gelecek kuşaklara aktarılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Enerji kaynakları ülkelerin ekonomileri, üretimleri ve rekabet güçleri açısından önemli bir unsurdur. Bir ülkeyi her yönüyle saran, iptidai yapısından sıyrılıp bir dünya ekonomisi haline getirebilecek olan, insanlığın temel ihtiyacı durumuna gelen enerjinin hem dünyada hem de ülkemizdeki güncel durumu ve gelecek kuşaklara yaşam faaliyetlerini kısıtlamayacak bir dünya bırakma konuları üzerinde durulmuştur.

Bu amaç doğrultusunda;

- Çalışmanın ilk bölümünde, enerji kavramının ne olduğu, dünyanın varoluşundan günümüze nasıl bir evrim geçirdiği, sınıflandırılmasının nelere göre değişiklik gösterdiği, dünyada enerji çeşitlerinin güncel durumu, enerji çeşitliliğinin işleyişinden bahsedilecek;
- Çalışmanın ikinci bölümünde, ülkemizi de yakından ilgilendiren enerji konusunun ülkemiz açısından kısa tarihi, güncel enerji piyasaları, enerjinin kalkınma planları içindeki yeri, enerji politikaları, taraf olduğumuz enerji

anlaşmaları, enerji projeleri, ülkemizin iklim değişikliği ile mücadelesi ve gelecek projeksiyonları üzerinde durulacak;

- Çalışmanın üçüncü bölümünde, sürdürülebilirlik kavramından, sürdürülebilir kalkınma içinde enerjinin rolünden, enerjinin nasıl sürdürülebilir olacağından, ülkemizin gelecek kuşaklara daha yaşanacak bir dünya ve ülke bırakmak için yaptığı çalışmalardan bahsedilecek;
- Çalışmanın dördüncü bölümünde, Türkiye'nin elektrik konusundaki son durumundan, hane halkının tüketimi sonucu ödediği faturaların nasıl okunacağından ve hem devlet hem hanehalkı hem de özel kesimi kapsayan sorumluluk anlayışından bahsedilecektir.
- Çalışmanın beşinci bölümünde, yenilenebilir enerji kaynaklarından biyokütle enerji sınıfına giren katı atıkların ne olduğu, nasıl sınıflandırıldığı, yönetiminin nasıl gerçekleştiği, sürdürülebilir bir yönetim anlayışının nasıl olması gerektiği konularına değinilecek;
- Çalışmanın son bölümünde ise Edirne ilinde yeni kurulmuş olan katı atık bertaraf tesisinin maliyet kalemlerinden, elektrik üreten bir tesisin sağladığı faydalardan, Edirne ilinin tüm atıklarından elde edilecek elektrik çıktısının hesaplanmasından, bu çıktının hem belediyeye hem de halka nasıl yansıyacağından ve katı atık tesisleri hakkında bir SWOT analizinden bahsedilecektir.

Araştırmanın Önemi

Günümüzde çevrenin eskiye oranla daha fazla tahrip olması ve bunun sonucunda iklim değişikliklerinin belirgin bir biçimde kendini göstermesi, mevcut enerji kaynaklarının azalması insanlığın gelecek kuşaklara daha fazla enerji kaynağını ve daha yaşanabilir bir dünyayı nasıl bırakabilecekleri konusunda yeni yollar aramaya itmiş, bu durum enerjinin sürdürülebilirliği konusuna geçmişe göre daha fazla önem verilmesine yol açmıştır. Enerji kaynaklarında meydana gelen bu deformasyon ve yeryüzü sıcaklığının gittikçe artış eğilimi göstermesi çevre ile ilgili

konularda politika yapıcıların, kamu kurum ve kuruluşların, üniversitelerin ve sivil toplum kuruluşlarının konuya olan hassasiyetini artırmıştır.

Türkiye'de daha çok son yıllarda önem kazanmasına karşın, iklim, çevre, enerji, yatırım, kalkınma ilişkileri yeniden tanımlanmış ve büyük bir ilgi gözlemlenmektedir. Birçok ülkeye göre ülkemizde daha verimli ve etkin kullanılabilecek kaynakların varlığının farkına varılması, yeni teknolojilerin ülke sınırına girişi ya da üretimi gibi nedenlerle en küçük işletmelerden belediyelere kadar yenilenebilir enerji kullanımının artışına neden olmuştur. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı sürdürülebilir bir yaşamın en önemli sütunlarından biridir. Çalışmanın uygulama kısmında, insanlığın geçmişini ve geleceğini bu kadar yakından ilgilendiren enerji kavramının en önemli kolu olan elektrik enerjisi üzerinde durulmuştur. Maslow'un İhtiyaçlar Hiyerarşi'nde bahsettiği fizyolojik ihtiyaçların (yeme, içme, giyinme, barınma gibi) yanında artık elektrik gibi insanların yaşamını birinci dereceden etkileyen enerji kaynakları da yerini almıştır.

Araştırmanın Sınırlılıkları

1) Çalışma sırasında her ne kadar son on yıllık kaynaklar kullanılmaya çalışılsa da bazı kaynakların eski olması, bazı ülkelere, kurum ve kuruluşlara ait verilerin güncel olmaması araştırmanın sınırlılığını oluşturmaktadır.

2) Ticari amaca sahip firmaların tesis maliyeti hususunda bilgi güvenliği, ticari sırlar ve gizli şirket bilgileri ilkeleri gereğince gerekli verileri paylaşmamaları araştırmanın sınırlılığını oluşturmaktadır.

Tanımlar

Sürdürülebilirlik: Cabezas (2012), sürdürülebilirliğin, insan ırkının nesiller boyu varlığını sürdürebilmelerini, ihtiyaçlarını karşılamalarını ve dünyada başarılı olabilmelerini sağlamakla ilgili olduğunu düşünmektedir. Ona göre sürdürülebilirlik,

halkın refahını geliştirmeye yardım etmek için insanlar tarafından geliştirilen bir kavramdır.

Yenilenemeyen Enerji: İnsan etkileşimi tarafından serbest bırakılmadıkça yeraltında kalan statik enerji depolarından elde edilen enerji olarak tanımlanabilir. Örnek olarak kömür, petrol, doğalgaz, nükleer yakıtlar verilebilir (Twidell ve Weir, 2006: 7).

Yenilenebilir Enerji: En yakın çevrede oluşan doğal ve sürekli enerji akışlarından elde edilen enerji olarak tanımlanabilir. En belirgin örnek güneş enerjisidir (Twidell ve Weir, 2006: 7).

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Araştırma Modeli

Bu çalışmada betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin seçimindeki en büyük neden; nitel olarak araştırılacak olan bu çalışmanın belli bir tematik çerçeve içine alınması ve bu çerçeveye işlenen verilerin tanımlanması ve yorumlanmasındandır. Çalışma öncesinde gerekli literatür taraması yapılmış, yapılan araştırma ve karşılaştırmalar neticesinde bu çerçeve hazırlanmıştır.

Veriler ve Verilerin Toplanması

Çalışmanın ilk dört bölümünü oluşturan kuramsal kısım konularla ilgili kitap, dergi, makale, ülke ve kurum raporları, ulusal ve uluslararası yazınlar, yüksek lisans ve doktora tezleri, internet sayfalarından faydalanılarak hazırlanmıştır. Beşinci bölümü oluşturan uygulama kısmı ise proje ile ilgili şahıslardan birinci elden alınarak hazırlanmıştır. Çalışmanın hazırlanmasında kullanılan kaynaklar için ayırt edici en önemli özellik olarak bilimsel bir nitelik taşıması benimsenmiştir.

Verilerin Çözümü ve Yorumlanması

Elde edilen veriler analitik ve eleştirel bir anlayışla çözümlenmiş ve yorumlanmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

Bu bölümde, enerji kavramının tanımı ve önemi, yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynakları ayrıntılı bir şekilde açıklanacaktır.

ENERJİ KAVRAMI

İnsanlık ihtiyaçlarından en önemli ve vazgeçilmezlerinden biri enerjidir. Enerji günümüzde ülke kalkınmasının göstergelerinden biri olarak kullanılmaktadır. Ve hatta ülkelere ait bilimsel, ekonomik ve kültürel seviyeler bu ülkelerin ürettikleri ve kullandıkları enerji miktarı ile ölçülmektedir. Buna bir gösterge olarak altı milyarı geçkin nüfusa sahip olan dünyamızda sanayileşmiş ülkelerde yaşamakta olan bir milyarlık nüfus kullanılan toplam enerjinin yüzde 60'ını tüketirken, gelişmekte olan ülkelerde bu oran yüzde 40'a düşmektedir (Atılgan, 2000: 2). Bu bölümde insan yaşamı için zorunlu bir ihtiyaç olan enerjinin tanımından, öneminden, enerjinin verimliliğinden, enerjinin sınıflandırılmasından, Türkiye'nin enerji politikasından ve şehirlerin enerji ihtiyacı ve karşılama yollarından bahsedilecektir.

1.1. Enerjinin Tanımı ve Önemi

Enerji, Eski Yunancada "çalışkanlık, etkinlik" anlamına gelen "energeia" kelimesinden türemiş Fransızca kökenli bir kelimedir. Türk Dil Kurumu sözlüğünde ise enerji "*Maddede var olan ve ısı, ışık biçiminde ortaya çıkan güç, erke"* şeklinde tanımlanmaktadır (www.tdk.gov.tr). Demirel (2016), enerjiyi iş yapma kapasitesi olarak tanımlamıştır. Alman matematikçi G. W. Leibnitz 1684 yılında enerji için

yaşam gücü anlamına gelen "vis viva" yı kullanmıştır. Ona göre *visviva*= ½ mv^2'dir. Yani cismin kütlesi (mass of body) ile hızın (velocity) karesinin çarpımıdır (Goel, 2005: 4). Bir başka tanıma göre ise enerji, bir sistemin, kendi dışında etkinlik üretme yetisidir (Acaroğlu, 2013: 1).

Bilim, enerji olgusunun 13 milyar yıl önce büyük patlama (big bang) ile başladığını söylemektedir. Enerji için önemli olan dönemler Tablo 1' de gösterilmiştir.

Tablo 1: Enerji İçin Kilometre Taşı Olan Olaylar ve Zaman Aralıkları

Tarih	**Olay ya da zaman aralığı**	**Açıklama**
13 milyar yıl önce	Büyük Patlama (Big Bang)	
5.5 milyar yıl önce	Güneşin oluşumu	
4.6 milyar yıl önce	Dünyanın oluşumu	
4.5 - 0.544 milyar yıl önce	Prekambriyen	
4.5 -3.8 milyar yıl önce	Hadean (Erken)	Yer kabuğu sertleşmiş durumdadır.
3.8 – 2.5 milyar yıl önce	Arkeozoik (Orta)	İlk yaşam formları, oksijenin atmosferde serbest salınımı.
2.5- 0.544 milyar yıl önce	Proterozoyik (Geç)	İlk çok hücreli canlılar, Rodinia olarak adlandırılan kıtanın oluşumu ve birden çok canlı türünün soyunun sona ermesi.
65 milyon yıl önce- Bugün	Senozoik Dönem	Memelilerin dönemi
1.8 milyon yıl önce- Bugün	Dördüncü Dönem (Quarternary)	İnsanların dönemi.
400.000 yıl önce	Ateşin Keşfi	
11.000 yıl önce- Bugün	Holosen	İnsan uygarlığı, hayvanın ve bitkinin evcilleşmesi

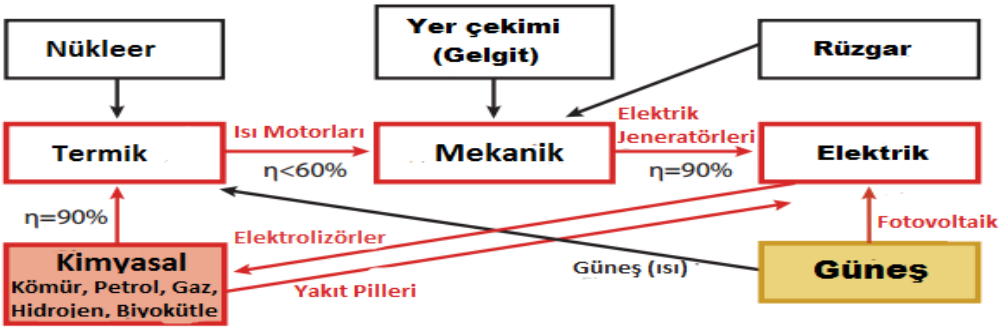
6.000 yıl önce-3.200 yıl önce	Bronz Çağı	Tarih yerden yere farklılık gösterir. Bakır ve kalayın ısıtılmasıyla elde edilen bronz araç, süs eşyası ve silah yapımında kullanılmıştır.
3.200 yıl önce	Demir Çağı	Tarih yerden yere farklılık gösterir. Erimiş demir, kireçtaşı, cüruf ve kömürün ısıtılmasıyla demir cevheri elde edildi. Bu ürün ısıtılarak birçok formda kullanıldı.

Kaynak: Fay, A. James, Golomb, S. Dan, *Energy and The Enviroment*, Oxford University Press, New York, 2004: 10 – 11.

İnsan yaşamından önce varolan enerji olgusu insanın dünya üzerinde yaşam döngüsüne katılmasıyla kullanım alanı olarak genişlik kazanmıştır. Yukarıdaki tabloda da görüldüğü üzere insan tarih sahnesine çıktıktan itibaren birçok elementi kendi yararı için kullanmıştır. İnsanlık, ilk yıllardan günümüze kadar farklı enerji türlerini kullanarak başta ısınma olmak üzere aydınlanma, madenlerin işlenmesi sonucu toplum yararına üretilen ürünler ve enerji sayesinde hareketliliğin oluşmasıyla değişik basamaklar atlamıştır. Günümüzde kullanım alanı çok fazla olan enerji genel itibariyle sanayide, ulaşımda, yapılarda ve ticarette kullanılmaktadır.

Genel anlamı ile bir işin yapılabilme yeteneği olarak tanımlanan enerji, insan ve diğer canlıların yaşam kaynağı olmuştur. Enerji ve enerjinin kullanımı için verilen savaş medeniyetin bugün bulunduğu düzeye ulaşmasını sağlamış ve yaşam standardımızın yükselmesinde önemli katkıda bulunmuştur (Tekinel, 1982: 9). Enerji kaynakları insanların günlük yaşantılarında, enerji ve sanayi ürünleri de üretimde yaşamsal girdilerdir. Bu nedenle ülkelerin ve mevcut enerji alanlarının kullanımında söz sahibi olan karar vericilerin, topluma ve ülke ekonomisine gereksinim duyduğu enerjiyi güvenilir, vaktinde, temiz, ucuz ve kesintisiz bir şekilde temin etmesi gerekmektedir (Pamir, 2005: 67).

Makinelerin çalışmasını sağlayan, arabalara hareket kazandıran, üretimi meydana getiren, aydınlanmamızı sağlayan, elektronik aletlerimizi çalıştıran güç; bazen elektrik enerjisi, bazen kimyasal enerji, bazen potansiyel, bazense manyetik enerji şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Tabiatta bulunan ya da yapay olarak üretimi sağlanankinetik, potansiyel ve manyetik enerjilerin başka enerji türlerine çevrilmesi ile insanların kullanımına sunulan enerji ve güç hayatımızın vazgeçilmez bir ögesi olmuştur (Bozkurt, 2008: 3). Öyle ki barajlarda bulunan suyun düşmesi ile yerçekimi enerjisi, bu suyun türbini döndürmesi ile mekanik enerji oluşmaktadır. Elde edilen bu mekanik enerji, dönmekte olan türbinde bulunan jeneratörde elektrik enerjisi şeklinde dönüşmektedir. Şekil 1'de enerji çeşitlerinin birbirlerine dönüşümleri verilmiştir.



Şekil 1: Enerjinin Dönüşümü

Kaynak: Freris, Leon, Infield, David, *Renewable Energy in Power Systems*, John Wiley & Sons Inc, Chichester, United Kingdom, 2008: 12.

Toplumsal ve iktisadi kalkınma için makul, güvenilir ve sürdürülebilir değerden temiz enerji ihtiyacının karşılanması gerekmektedir. Bugün bile dünya nüfusunun büyük bir bölümü modern enerji hizmetlerine ulaşamamaktadır. Bu konu gelecekte global bir gerilimin artmasına neden olabilecek türdedir. Günümüzde dünya üzerindeki belirlenmiş rezervlerden enerji kaynaklarına ömür biçilmiş (petrol için 40, doğalgaz için 60 ve kömür için 200 yıl gibi) olsa da mevcutta bulunan kaynaklar dünya için yeterli seviyededir. Enerji sektöründe üretim, dağıtım ve değişim teknolojileri oldukça hızlı gelişim göstermekte yakın tarihte hayal dahi

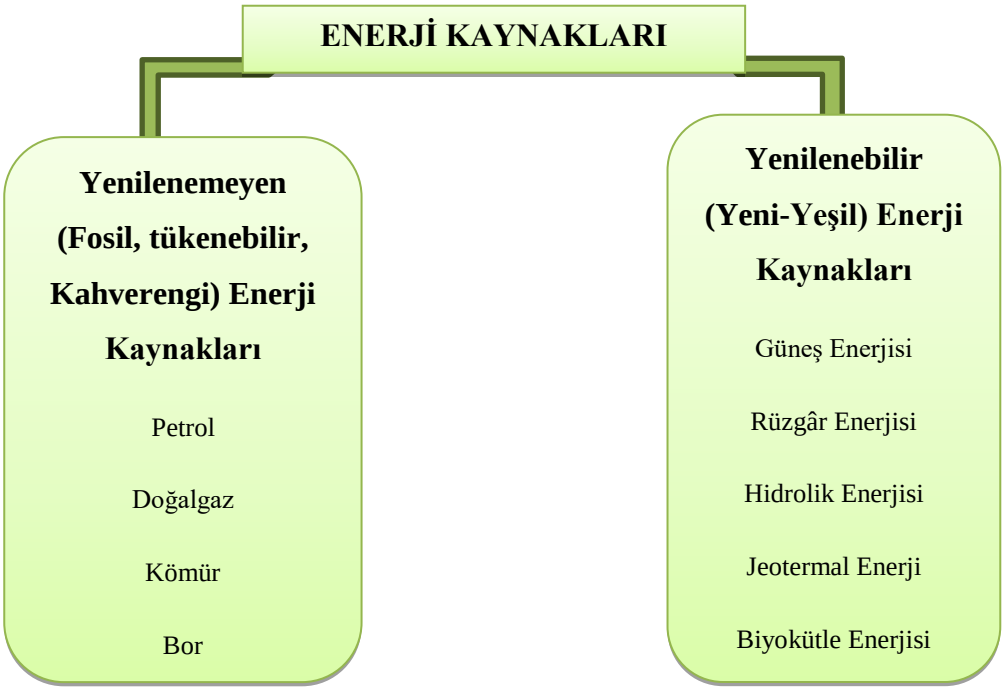
edilemeyen yeni projelerle enerji dünyanın dört bir yanına taşınmaktadır (MMO, 2010: 1).

1.2. Enerjinin Sınıflandırılması

Enerji farklı şekillerde sınıflandırılabilir. Sınıflandırmalar ne türde yapılırsa yapılsın, farklı gruplar altında toplanan enerji türleri birbirilerine dönüştürülebilmektedir (Acaroğlu, 2013: 1-2; Øvergaard, 2008: 3).

- Enerji kaynaklarına göre (katı, sıvı, gaz yakıtlar ile hidrolik, rüzgâr, jeotermal gibi)
- Fiziksel ve ekonomik yönlerine göre (mekanik, kimyasal, elektromanyetik, elektrik gibi)
- Bir değişim ya da dönüşüm gerçekleştirip gerçekleştirmediğine göre (primer (birincil) ve sekonder (ikincil) enerjiler)
- Enerji hammaddelerinin tikel enerji içeriklerine göre (yoğun olan ve olmayan enerjiler)
- Ticari olup / olmamasına göre (ticari olmayanlar genelde kırsal bölgelerde görülür)
- Enerji maddesinin depolanabilme özelliğine göre (tam olarak depo edilebilenler (kömür, petrol atom enerjisi) ve kısmi depolanabilenler ya da depolanamayanlar (doğalgaz, su, güneş))
- Kullanımı esnasında çevreye olan etkisine göre (temiz enerjiler (güneş, rüzgâr, biyokütle) ve temiz olmayan/tabiatı kirletenler (petrol, kömür, bitümlü şiştler) şeklinde sınıflanabilmektedir.

Literatür incelendiğinde ise genel bir sınıflandırma mevcuttur. Birden fazla literatürden yararlanılarak oluşturulan sınıflandırma ve başlıca örnekleri Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2: Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Yenilenebilir enerji, en yakın çevrede oluşan doğal ve sürekli enerji akışlarından elde edilen enerji olarak tanımlanabilir. En belirgin örnek güneş enerjisidir. Burada yenilenebilir, tekrarlayan güneşin 24 saatlik büyük periyotuna işaret eder. Bu enerjiyi kesmek veya kullanmak için bir cihaz olmasına bakılmaksızın, enerji şimdiye kadar çevreden bir akım ya da akış halinde geçmektedir. Yeşil enerji olarak da adlandırılır.

Yenilenemeyen enerji, insan etkileşimi tarafından serbest bırakılmadıkça yeraltında kalan statik enerji depolarından elde edilen enerji olarak tanımlanabilir. Örnek olarak kömür, petrol, doğalgaz, nükleer yakıtlar verilebilir. Enerjinin başlangıçta yalıtılmış bir enerji potansiyeline sahiptir ve enerji tedarikini başlatmak için yenilenebilir enerjiden farklı olarak harici bir eyleme ihtiyaç bulunmaktadır. Tükenebilir, fosil, kahverengi enerji olarak da adlandırılır (Twidell ve Weir, 2006: 7).

Yenilenebilir enerji kaynakları ile yenilenemeyen enerji kaynaklarının arasındaki farkları Twidell ve Weir (2006) eserlerinde Tablo 2'deki gibi belirtmişlerdir.

	Yenilenebilir enerji (güneş, rüzgar, biyokütle vb.)	**Yenilenemeyen Enerji (petrol, doğalgaz, kömür vb.)**
Kaynak	Doğal yerel çevre	Yoğun stok
Normal durum	Bir enerji akımı. Bir gelir.	Statik enerji deposu. Sermaye.
Tedarik ömrü	Sınırsız (sonsuz)	Sınırlı
Kaynak Maliyeti	Ücretsiz	Giderek artan
Ekipman Maliyeti (kW Kapasite Başına)	Pahalı, genelde ≈ US $ 1000 kW^{-1}	Ilımlı, emisyon kontrolü olmaksızın 500 $ kW^{-1}
Varyasyon ve Değişim	Dalgalanan, ileri besleme ile en iyi kontrol.	Sabit, geri besleme kontrolü.
Kullanım Yeri	Bölgeye ve topluma özel	Genel ve değişmez kullanım.
Ölçek	Küçük ve orta ölçekli tesisler	Büyük ölçekli tesisler
Yetenek İhtiyaçları	Geniş yetenek seviyesi	Dar kapsamlı kişisel yetenekler
Bağlam	Kırsal, merkezi olmayan endüstri.	Kentsel, merkezi endüstri.
Bağımlılık	Kendi kendine yeten sistemler	Dış giderlere bağımlı sistemler
Güvenlik	Bölgesel hasar. Hareketsizken genellikle güvende.	Hata varken çok tehlikeli.
Estetik / Çevresel zararı (kirlilik)	Kabul edilebilir görüntü/ genellikle kirlilik düşük	Büyük sistemde kötü görüntü/ Çevreye çok zararlı

Tablo 2: Yenilenebilir ve Yenilenemeyen Enerjinin Farkları

Kaynak: Twidell, John, Weir, Tony, *Renewable Energy Resources*, Taylor & Francis, Second Edition, New York, 2006: 5

1.2.1. Yenilenemeyen (Fosil, Tükenebilir) Enerji Kaynakları

Bakıldığında doğada bulunan tüm enerji türleri yenilenebilmektedir. Fakat bazı enerji kaynaklarının oluşumu diğer kaynaklara göre daha uzun zaman aldığından bu kaynaklar yenilenemeyen enerji kaynakları olarak adlandırılmaktadır. Bu kaynaklar hayvan ve bitki atıklarının uzun süreler dâhilinde kimyasal tepkimeye girmeleri sonucu oluşmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının en önemli özelliği tükenmektedir ve kullanımları doğaya zarar vermektedir.

Dünyada fosil kaynakların rezerv miktarları ve kullanılabilme süreleri ile üretim ve tüketim değerleri 2015 yılı sonu itibarıyla Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Fosil Kaynakların Rezerv Miktarı ve Süreleri

Kaynaklar		**Dünya Rezervi (2016)**	**Dünya Rezervlerinin Kullanılabilme Süreleri (Yıl)**	**Üretim (Mtep)**	**Tüketim (Mtep)**
Petrol (Milyar ton)		239,4	50,7	4.361.9	4.331.3
Doğalgaz (milyar m^3)		186,9	52,8	3.538.6	3.468.6
Kömür (Milyar ton)	**Taş Kömürü**	403.199	114	3.830.1	3.839.9
	Linyit	488.332			
TOPLAM			217,5	11.730.6	11.639.8

Kaynak: British Petroleum (BP), *BP Statistical Review of World Energy*, London, 2016: 6-30.

Tablo 3'te görüldüğü üzere, petrol ve kömürün çeşitleri aynı cins ağırlık birimi "milyar ton" ile ifade edilirken, doğalgaz miktarını belirtmek için hacim birimi "milyar m^3" kullanılmıştır. Bunun yanında üretim ve tüketim durumunu belirtilirken Mtep (milyon ton eşdeğer petrol) kullanılmıştır. 2015 yılı sonu itibariyle dünyada petrol rezervi 239,4 milyar ton, doğalgaz 186,9 milyar m^3 ve kömür 891.531 milyar tondur. Toplam kömürün yarısından fazlasını linyit geri kalanını taş kömürü oluşturmaktadır. Verilen enerji kalemlerinin kullanılabilme süresi ise toplam 217,5 yıldır. Günümüzde fosil yakıtların toplam üretimi 11.730.6 Mtep iken tüketimi ise 1.139.8 Mtep değerindedir.

Görüldüğü üzere fosil yakıtlar dünyada büyük bir kullanım alanına sahiptir. Daha önce de değinildiği gibi fosil yakıtlar doğaya zarar vermektedir. Bu yakıtların kullanımı sonucunda sera gazı denilen ve atmosferi olumsuz etkileyen olgunun ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Sera gazı, karbondioksit, azotoksit, kükürt, metan gazları gibi zararlı bileşenlerin ve kullanım sırasında ortaya çıkan kurum, kül ve partiküllerin birleşmesinden oluşur ve bu gaz atmosferde ve ozon tabakasında büyük hasarlara neden olur. Fosil yakıtların denetimden yoksun, bilinçsizce kullanımı, sera gazı salınımının artması küresel ısınmayı beraberinde getirmektedir.

Yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanım süreleri artık sona yaklaşırken ve enerji talebi gün geçtikçe artarken yenidünya ülkelerinde iki konu önem kazanmaktadır. Bunlardan ilki teknoloji diğeri ise enerjidir. Teknoloji yoksun ya da geri kalmış ülkeler, çok ve ucuz enerji kaynaklarını elinde bulundurmalıdırlar (Önder, 2001: 57).

1.2.1.1. Petrol

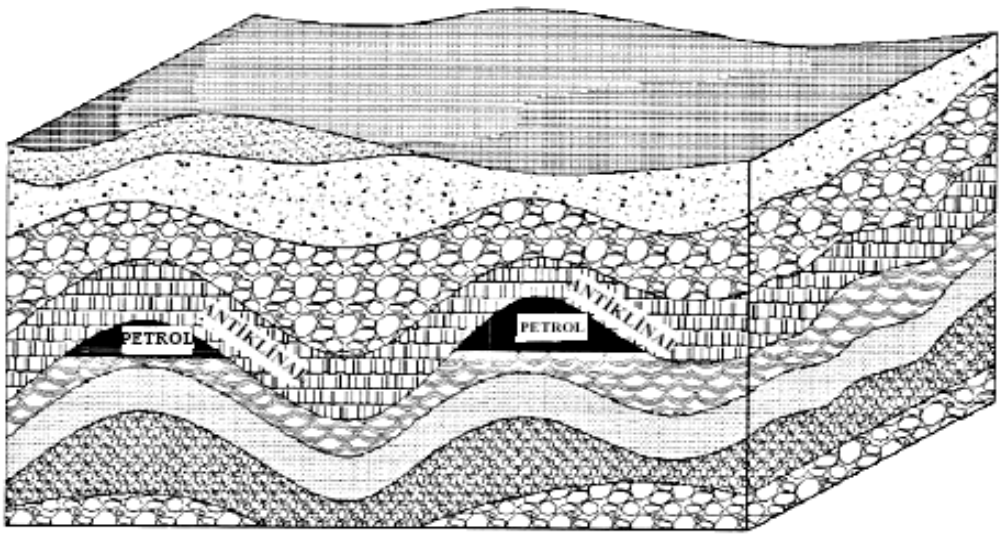
Petrol, toprak yüzeyinin altında doğal yollarla katı, sıvı ve gaz hidrokarbonların bir araya gelerek oluşturdukları belli bir kıvamda, yanıcı, sarı ile siyah karışımı renkte olan, ayrışabilir fraksiyonlar içeren, benzin, nafta, kerosen,

akaryakıt, parafin mumu, asfalt gibi geniş bir yelpazede türev ürünlerin hammaddesi olarak tanımlanabilir (www.aapg.org).

Petrolün oluşumunu anlamak için dünyanın temellerini göz önünde bulundurmamız gerekir. Yerkabuğu 4 ana bölümden oluşmaktadır. Yaklaşık 3.000 mil derinlikte olduğu düşünülen toprak ve iç çekirdek vardır. Neredeyse 8.000 Fahrenheit derece ısıda katı bir demirden oluşmaktadır. Sonraki tabaka da ise yaklaşık 7000 derece ısıda sıvı demirden oluşan bir çekirdek vardır. Bu çekirdek yeryüzünün 1.750 mil altındadır. Yeryüzünün ortalama 20 mil altındaki alan dünyanın mantosudur. Plastiktir ve yaklaşık 1.800 derece bir sıcaklıktadır. Yeryüzünün dış yüzeyi ise kayalıktır ve kırılgandır ve kabuk olarak bilinir.

Yeryüzü tektonik plakalardan oluşmaktadır. Bu tektonik plakalar dünyanın yüzeyine monte edilmiş bulmacanın parçaları gibidir. Yeryüzünün içi erimiş halde olduğundan hareket ve kayma halindedir. Bu hareketler ve kaymalar tektonik plakalarda kaymaya, bükülmeye, katlanmaya ve bozulmalara neden olur. Bu hareketler sonucu oluşan boşlukların yüksek kısmına antiklinal, altta kalan kısmına senklinal denir. Bu hareketler hidrokarbon birikimi için alan oluşturmaktadır (Grace, 2007: 43). Hidrokarbon, sadece hidrojen ve karbon bileşeninden oluşur ve petrolün kimyasal yapısının temelidir.

Petrol hayvanların ve bitkilerin çürümeleri sonucu geri kalan yağ kalıntılarından oluşmaktadır. Büyük ve süngerimsi antiklinal ve senklinallar arasında kalan bu kalıntılar petrolü oluşturur. Şekil 3’te petrolün dünya yüzeyindeki yeri gösterilmiştir



Şekil 3: Petrolün Yeryüzündeki Konumu

Kaynak: Grace, Robert, *Oil – An Overview of the Petroleum Industry*, Sixth Edition, Gulf Publishing, Houston, Texas, 2007: 50.

Petrolün sınıflandırılması için kullanılan en önemli özellik yoğunluğudur. Bu değer petrolün çıkarıldığı alana göre 0,65 ile 1,02 gr/cm^3 aralığında değişim göstermektedir. Petrol sektöründe sınıflandırma birimi olarak API (American Petroleum Institute) gravite derecesi kullanılır. Bu değer petrol için fiyatlandırma yapılırken kullanılır. API gravitesi arttıkça, petrolün yoğunluğu azalırken petrolün kalitesi artmaktadır. API göstergesine göre 70-45 aralığı çok hafif, 45-25 aralığı hafif ve 25-10 aralığı ağır petrol olarak sınıflanmaktadır. Dünyada bulunan petrol alanlarının ortalama API değeri 27 - 35 arasındadır (Sevim, 2012: 189).

Rafinerilerde işlenen petrolden birçok yan ürün üretilmektedir. Bu ürünler yiyecek/içeceklerimizin ambalajından, kozmetiğimize, ev izolasyonundan yollarımıza ve en önemlisi ulaşımımızdan sanayimize birçok alanda kullanılmaktadır. Petrolden elde edilen bazı yan ürünleri ve kullanım alanlarını şu şekilde özetleyebilir:

Benzin: Ham petrolden damıtılarak elde edilmektedir. Günümüzde her arabanın faaliyet göstermesinde ihtiyaç duyduğu kaynaktır.

LPG (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı): hidrokarbonların yüksek bir basınçla ve doğal sıcaklıkta sıvılaştırılmasıdır. Endüstri, konut, ulaştırma gibi birçok alanda kullanılır.

Solvent: Kimyada çözücü olarak da bilinen solvent katı, sıvı ve gaz maddelerin çözünmesinde etkilidir. Günlük hayatta kozmetikte, böcek ilacı üretiminde, mürekkep ve türevi üretiminde, cila imalatı gibi endüstriyel faaliyetlerde kullanılır.

Makine Yağları: Endüstride yoğun olarak kullanılan katı ve sıvı halde bulunan petrol yan ürünüdür.

Asfalt: Rafinerilerde zifttten üretilen bir yan üründür. Geçtiğimiz zamanlarda kullanım alanı bulunamayan ve petrol artığı olarak görülen asfalt, günümüzde dünyanın her yerinde yol, çatı ve izolasyon malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Nafta: Deri ve metallerin yağının giderilmesinde, kauçuk çözmekte, boya ve vernikleri inceltmekte kullanılan nafta hafif bir gazdır.

Gazyağı: Gaz haline getirilen petrolün damıtılmasıyla elde edilir. Yakıt, çözücü ve jet motorlarında kullanılmaktadır.

Parafin: Rafinerilerde makine yağı üretimi sırasında elde edilen günümüzde tekstilde, kozmetikte, cilt bakım ürünlerinde, katı ve sıvı yiyeceklerin ambalajlarında vb. birçok alanda kullanılır.

Petrol aramaları ilk olarak 1859 yılından itibaren Edwin Drake tarafından ABD'nin Pennsylvania eyaletinde başlamış, Drake ilk petrol üreten kuyuyu kurmuştur. Sonrasında 1870 yılında D. Rockefeller petrol arıtımı ile beraber kerosen ve daha saf ürünler üreten Standart Oil'ı kurmuştur. 1873'te Nobel ailesi tarafından Bakü'de petrol aranmaya başlanmıştır. 1885 ile 1960 yılları arasında birden fazla petrol şirketi (British Petroleum, Royal Dutch, Shell vb.) kurulmuş, birçok ülkede (İran, Meksika, Venezüella, Irak vb.) petrol bulundu. 1960 yılında OPEC (Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü) kuruldu. 1979 yılında İran Devrimi ile Basra

Körfezinden petrol sevkiyatının büyük oranda engellenmesiyle enerji krizi yaşandı. Diğer bir enerji krizi ise 1990 yılında Irak'ın Kuveyt'i işgal etmesiyle yaşandı ve yine Basra Körfezi'nde petrol sevkiyatında aksamalar oldu. 1998 yılında Bakü ve Hazar Denizi tekrar ilgi görmeye başladı (www.dunyaninilkleri.com).

Günümüzde gelişen teknoloji beraberinde rekabetin artmasına neden olmuş, petrolün günlük yaşamda kullanılması veyahut sanayide, savunma sanayisinde, tekstilde ve birçok alanda hammadde ya da yarı mamul olarak kullanılması ihtiyacın daha da artmasına yol açmıştır. Artan bu talep karşısında ise rekabet gün geçtikçe artış göstermektedir. Günümüz yüzyılında yaşanan birçok uluslararası sorunların temeli petrol ve petrol türevi kaynaklardan yaşanmaktadır. Bunun yanında dünyanın birçok farklı bölgesine dağılan petrol rezervleri ve de üretim yapan devletlerin farklı bölgelerde bulunmaları milletlerarası bir iş birliğine de neden olmaktadır.

Tablo 4: Petrolün Bölgelere Dağılımı, Üretimi, Tüketimi

Bölgeler	Rezerv (Milyar Ton)	Üretim (Mtep)	Tüketim (Mtep)	Kullanabilme Süreleri(Yıl)
Kuzey Amerika	35,9	910,3	1.036,3	33,1
Güney Amerika	51,0	396,0	322,7	117,0
Avrupa ve Avrasya	21,0	846,7	862,2	24,4
Orta Doğu	108,7	1.412,4	425,7	73,1
Afrika	17,1	398,0	183,0	42,2
Asya Pasifik	5,7	398,0	1.501,4	14,0
TOPLAM	239,4	4.361,9	4.331,3	50,7

Kaynak: British Petroleum (BP), *BP Statistical Review of World Energy*, London, 2016: 6-11.

Tablo 4'te görüldüğü üzere, petrol ağırlık birimi "milyar ton" ile ifade edilmiştir. Bunun yanında üretim ve tüketim durumunu belirtilirken Mtep kullanılmıştır. 2015 yılı sonu itibariyle petrol rezervi 108,7 milyar ton ileen fazla Orta Doğu'dadır. 1.412,4 Mtep ile üretim en fazla Orta Doğu'dayken 1.501,4 Mtep ile tüketim en fazla Asya Pasifik'tedir. Görüldüğü üzere tüm dünyanın kullanabileceği petrol rezervinin kullanım ömrü 50,7 yıldır.

Tablo 5: Dünyada Yıllara Göre Petrol Ticareti

YILLAR / **TİCARET** **(Bin varil günlük)**	**2005**	**2010**	**2015**
İthalat	52.185	54.368	61.223
İhracat	52.185	54.368	61.223
TOPLAM	104.370	108.736	122.446

Kaynak: British Petroleum (BP), *BP Statistical Review of World Energy*, London, 2016: 18.

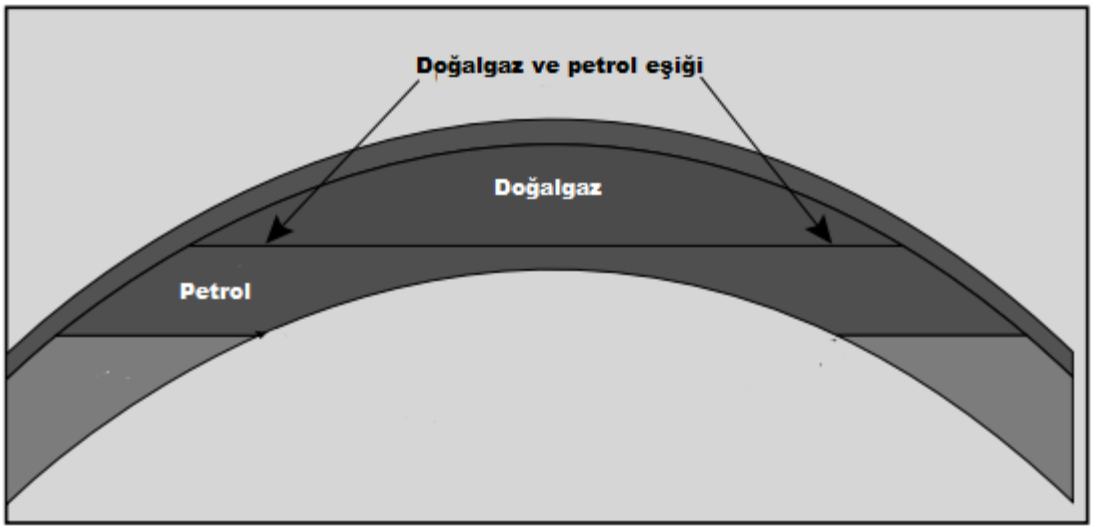
Tablo 5'te petrolün ithalatına ve ihracatına bakıldığında her geçen yıl artış gösteren bir ivme kazandığı görülmektedir. 2005 yılında dünyada toplam 104.370 bin varil (günlük) petrol ticareti yapılmışken bu değer 2015 yılında 122.446 bin varile (günlük) ulaşmıştır. 2015 yılında en fazla petrol ithalatı 13.648 bin varil (günlük) ile Avrupa yapmışken en büyük ihracatı 20.619 bin varil (günlük) ile Orta Doğu gerçekleştirmiştir.

Görüldüğü üzere dünyada petrol talebi her geçen gün artmaktadır. Fakat yenilenemeyen bir kaynak olan petrolünde tahminen 50 yıl sonra tükeneceği öngörülmektedir. Petrol ve diğer fosil kaynaklar çıkarılmaları sırasında, işlenmesinde ve nihayet kullanılması sırasında çevreye büyük ölçüde zarar vermektedir. Öyle ki, OPEC kurucusu olan Juan Pablo Pérez, petrolün hem doğaya hem de uluslararası ilişkiler konusunda yarattığı olumsuz etkiler nedeniyle "*şeytanın pisliği*" olarak

tanımlamış ve gelecekte insan ırkının bu kaynaktan dolayı mahvolacağını işaret etmiştir (www.economist.com).

1.2.1.2. Doğalgaz

Yeryüzüne çıkarılan, sıcaklık ve atmosferik basınç altında gaz halde bulunan hidrokarbonlar doğalgaz olarak adlandırılır (Sevim, 2012: 188). Doğalgaz yeraltında petrolle beraber bulunabileceği gibi kendi başına da bulunabilir (www.energy.alberta.ca). Doğalgaz da tıpkı petrol gibi 300- 400 yıllık bitki hayvan kalıntılarından oluşmaktadır. Denizlerin ve okyanusların dibine gömülen bu canlılar belli bir dönemden sonra tortu katmanları tarafından hapsedilir ve kayaların içinde kalır. Yıllar geçtikçe bu tortu katmanları daha da kalınlaşır ve muazzam bir basınçla enerji açısından zengin kalıntılar oluşur. Çoğu bilim insanı çekirdekten gelen sıcaklık ile oluşan bu basıncın kombinesiyle petrol ve doğalgazın içindeki organik karışımın değişim gösterebildiğini söyler. En nihayetinde tüm emilim ve değişimden sonra süngerin suyu emdiği gibi kayaçlarda kalıntıları bu şekilde emmekte ve ortaya doğalgazı çıkarmaktadır. Doğalgaz birden fazla gazın birleşmesinden oluşur. Ana maddesi ise metan gazıdır. Metan gazı da bitki ve hayvan kalıntılarının zamanla etkileşiminden oluşan bir gazdır. Metan kendi başına kokusuz, renksiz ve tatsızdır. Bu nedenle bir güvenlik önlemi olarak gaz şirketleri merkaptan denilen bir deodorant ile kaçak gaz olup olmadığını tespit eder (NEED, 2016_b: 27). Aynı bileşenlere sahip olan petrol ile doğalgaz genellikle birlikte bulunur. Şekil 4'te her ikisinin doğada bulunduğu yer ve etkileşimi gösterilmiştir.



Şekil 4: Doğalgazın Yeryüzündeki Konumu

Kaynak: Wang, Xiuli, Economides, Michael, *Advanced Natural Gas Engineering*, Gulf Publishing Company, Houston, Texas, 2009: 5.

Doğalgazın sınıflandırması içeriğinde bulunan diğer bileşenlerin yoğunluğuna göre değişmektedir. Bunları şu şekilde sıralayabiliriz:

- Kurugaz: Haznesinde gaz durumunda atmosfer şartlarında su dışında başka sıvı vermeyen, bileşenindeki metan oranı yüzde 84, etan oranı yüzde 14 olan doğalgaz türüdür.
- Yaşgaz: Haznesinde gaz durumunda atmosfer şartlarında yoğunlaşan ürünler veren, bileşeninde yüzde 32 metan, yüzde 28 etan, yüzde 19 propan, yüzde 5 bütan ve pentan ve yüzde 3 heksan vb. bulunduran doğalgaz türüdür.
- Tatlıgaz: Sülfür, hidrojen ve karbondioksit içermeyen, bileşeninde yüzde 73,1 metan, yüzde 23,8 etan bulanan doğalgaz türüdür.
- Ekşigaz: Doğal yaşamı olumsuz etkileyen asit gazlar (hidrojen sülfür ve karbondioksit) içeren, içeriğinde yüzde 58,7 metan, yüzde 16,5 etan, yüzde 9,9 propan, yüzde 5,0 bütan ve pentan ve yüzde 3,5 heksan vb. bulunur.

Doğalgaz üretim alanlarında üretilmesi ve boru hatları ile ya da sıvılaştırılarak taşınmasından sonra sanayide; fırınlarda ve buhar kazanlarında, ticari ve konut sektöründe ısıtma amaçlı, petrokimyasal maddelerin (zamk, mürekkep,

sentetik lastik, naylon, yapışkanlar, naylon vb.) üretiminde ve gübre sektöründe hammadde olarak kullanıldığı gibi en önemli tüketim alanı elektrik üretimidir (DPT,2001$_a$: 18).

Doğalgaza ait ilk tespitler İran'da meydana gelmiştir. İlk olarak ise 3.000 yıl önce Çin tarafından bambu kamışları içinde, tuz üretimine yönelik sahalarda kullanılmıştır. Avrupa kıtasında ise 17. yüzyılda başlamış ve geliştirilmesi bu kıtada olmuştur. Doğalgaz üretimine yönelik ilk teknoloji İngiltere'de kömürün damıtılması ile gerçekleşmiştir. 19. yüzyıldaise Avrupa ülkelerinin birçoğunda sanayi ve konutlarda yakıt olarak tüketilmiştir. Doğalgazın ilk modern anlamda üretilmesine 18. yüzyılın başlarında ABD'de Eria Gölü etrafındaki çalışma sahalarında, borular yardımıyla 10 metrelik derinlikten çıkarılması gösterilebilir. İlk endüstriyel kullanım 1840'larda Batı Virginia'da tuz yataklarında, tuzun üretilmesi ile olmuştur (Gültekin ve Örgün, 1993: 37). Günümüzde enerji üretiminin önemli bir bölümü doğalgazdan sağlanmaktadır.

Tıpkı petrolde olduğu doğalgaz konusunda da gelişen teknoloji ile birlikte milletlerarası bir rekabet artmış ve ülkeler için bazen bir sorun bazense kaynakların farklı bölgelere dağılımından dolayı işbirliği sebebi olmuştur.

Tablo 6: Doğalgazın Bölgelere Dağılımı, Üretimi, Tüketimi

Bölgeler	**Rezerv (Milyarm^3)**	**Üretim (Mtep)**	**Tüketim (Mtep)**	**Kullanabilme Süreleri(Yıl)**
Kuzey Amerika	12,8	984,0	963,6	13,0
Güney Amerika	7,6	178,5	174,8	42,5
Avrupa ve Avrasya	56,8	989,8	1.003.5	57,4
Orta Doğu	80,0	617,9	490,2	129,5
Afrika	14,1	211,8	135,5	66,4
Asya Pasifik	15,6	556,7	701,1	28,1
TOPLAM	186,9	3.538,6	3.468,6	52,8

Kaynak: British Petroleum (BP), *BP Statistical Review of World Energy*, London, 2016: 20-23.

Tablo 6'da görüldüğü üzere, doğalgaz miktarı hacim birimi "milyar m^3" ile ifade edilmiştir. Bunun yanında üretim ve tüketim durumunu belirtilirken Mtep kullanılmıştır. 2015 yılı sonu itibariyle doğalgaz rezervi 80milyar m^3 ile en fazla Orta Doğu'dadır. 989,8 Mtep ile üretim en fazla Avrupa ve Avrasya'da, 1.003,5 Mtep ile tüketim en fazla yine Avrupa ve Avrasya'dadır. Görüldüğü üzere tüm dünyanın kullanabileceği doğalgaz rezervinin kullanım ömrü 52,8 yıldır.

Tablo 7: Doğalgazın Bölgelere Göre Ticareti

TİCARET / BÖLGELER	İHRACAT (Milyar m^3)	İTHALAT (Milyar m^3)
Kuzey Amerika	124	124,1
Güney Amerika	18,5	18,5
Avrupa	208,5	401,4
Bağımsız Devletler Topluluğu (CIS)	257,5	62,9
Orta Doğu	28,2	27,3
Afrika	36,1	8,9
Asya Pasifik	31,6	61,2
TOPLAM	704,1	704,1

Kaynak: British Petroleum (BP), *BP Statistical Review of World Energy*, London, 2016: 28.

Doğalgaz ticareti her bölgede farklılık göstermektedir. Tablo 7'de bölgelere göre doğalgaz ticareti verileri gösterilmiştir. Buna göre, 2015 yılı sonu itibariyle en büyük doğalgaz ihracatını 257,5 milyar m^3 ile Sovyetler Birliği'nin sonunu resmi olarak getiren Rusya Federasyonu, Beyaz Rusya ve Ukrayna tarafından imzalanan

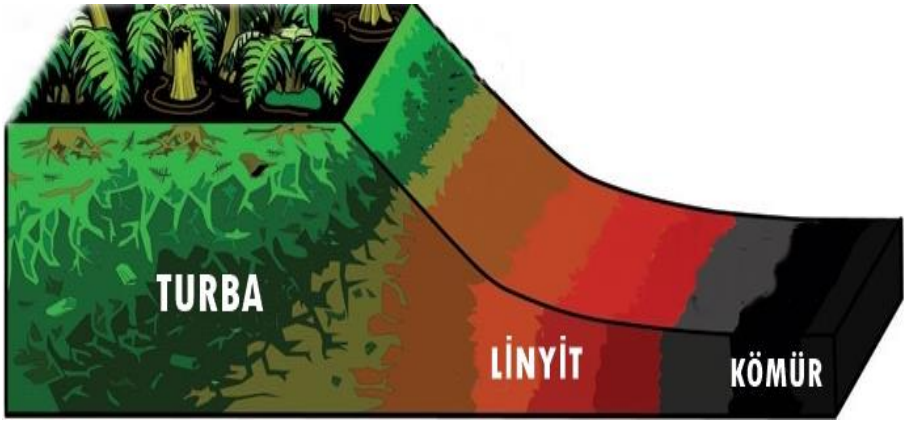
anlaşmayla kurulan, günümüzde Azerbaycan, Ermenistan, Kazakistan, Kırgızistan, Moldova, Özbekistan, Tacikistan ve Gürcistan'ın da üye olduğu Bağımsız Devletler Topluluğu (Commonwealth of Independent States) yapmışken, en büyük doğalgaz ithalatını 401,4 milyar m^3 ile Avrupa yapmıştır.

Görüldüğü üzere doğalgaz dünya üzerinde büyük bir talebe sahiptir. Fakat yenilenemeyen bir kaynak olan doğalgazın tahminen 52,8 yıl sonra tükeneceği öngörülmektedir. Tüm yenilenemeyen kaynaklarda olduğu gibi doğalgaz da çıkarılması, işlenmesi ve kullanımı sırasında doğaya zarar vermektedir fakat diğer kaynaklara göre zararı daha azdır.

1.2.1.3. Kömür

Kömür; genellikle hidrojen, karbon ve oksijenden oluşmakta, bunun yanında az sayıda kükürt ve nitrojen de içermekte, fiziksel ve kimyasal olarak farklı bir yapıya sahip olan kayaç ve madenlerdir. Aynı zamanda kül içeren inorganik bileşikler ve mineralden oluşmaktadır. Kömürün bazı türleri ısı alınca erir ve plastik hale gelebilir. Kömür işlem görmesi sonucu likör, katran ve çeşitli gazlara dönüşebilir (DPT, 2001_b: 6).

Kömürde petrol ve doğalgaz gibi kalıntılardan oluşmaktadır. Kömürü meydana getiren ana element karbondur. Bitki kalıntılarının dönüşümüne kömürleşme denir ve kömürleşme bataklıkta başlar. Kömür; bataklıklarda bozunma ve çürümeden kurtulan bitki kalıntılarının, zamanla biyokimyasal ve fiziksel etkimelerle değişimi neticesinde oluşur. Kömürleşme 2 safhadan meydana gelir. İlki turbalaşmadır. Turbalaşma, yeni kömürleşen bitki atıklarına denir. Bunlar tam kömürleşmemekle birlikte az miktarda karbon içerirler. Bir diğer evre ise başkalaşmadır. Bu evrede ise bitki atıkları tam anlamıyla kömürleşmiştir. Bunlar ise karbon miktarı az olandan çok olana sıralamasıyla; linyit, taş kömürü ve antrasittir.



Şekil 5: Kömürün Yeryüzündeki Konumu

Kaynak: https://www.uky.edu/KGS/coal/coalform.htm/ Erişim Tarihi: 14.11.2016

Şekil 5'te de görüldüğü gibi, turba yatakları oldukça çeşitlidir ve az miktarda bozulmuş bitki atıklarından (kökler, kabuklar, sporlar vb.) meydana gelmektedir. Turba da kömür gibi birçok organik ve inorganik bileşenler içerir lakin karbon oranı düşüktür. Turba yatakları genellikle bitki birikiminin yoğun olduğu su dolu bir ortamda meydana gelmektedir. Buna örnek olarak turba bataklıkları verilebilir. Turbanın oluşmasından sonra sıcaklık ve zamanında eklenmesiyle turba içindeki kompleks hidrokarbon bileşiklerinin parçalanmasına ve çeşitli şekillerde değişmesine neden olur. Gaz değişim ürünleri (metan bunlardan biridir) tipik olarak çökeltiden dışarı atılır ve çökelti, diğer elementlerin dağılmasıyla birlikte giderek daha fazla karbon açısından zenginleşir. Bu eğilimin aşamaları, bitümlü kömür, antrasit kömür, grafit (saf karbon minerali) arasında ilerlemektedir (www.uky.edu).

Kömürün sınıflandırmasında birkaç özellik göz önünde bulundurulur. Bunlar; uçucu madde içeriği, koklaşma ve kekleşme özellikleri, kolorifik değer, sabit karbon miktarıdır. Bu özellikler temel alınarak sert ve kahverengi kömürler olarak sınıflandırılır. DPT'nın Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planına göre sınıflandırma Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8: Kömürün Sınıflandırılması

SERT KÖMÜR	KAHVERENGİ KÖMÜR
a) Koklaşabilen Kömürler (Yüksek fırınlarda kullanıma uygun kok üretimine izin veren kalitede) b) Koklaşmayan Kömürler - Bitümlü Kömürler - Antrasit	a) Alt Bitümlü Kömürler (4165-5700 Kcal/Kg arasında kalorifik değerde olup topaklaşma özelliği göstermezler.) b) Linyit (4165 Kcal/Kg altında kalorifik değerde olup topaklaşma özelliği göstermez.)

Kaynak: DPT, *Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu Enerji Hammaddeler Alt Komisyonu Kömür Çalışma Grubu*, Ankara, 2001_b: 7.

DPT'nın Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planına göre kömür ikiye ayrılmıştır: sert kömür, kahverengi kömür. Koklaşmayan sert kömürler ile kahverengi kömürlerin açıklaması aşağıdaki gibidir (DPT, 2001_b: 8):

- Bitümlü Kömürler: Koyu siyah renktedir. Bloksu kırılmaya sahiptir. Bantlı ve kompakt bir yapıya sahiptir. Isı değeri 5.390-7.700 Kcal/Kg arasındadır. Uçucu madde miktarı ve nem içeriği düşüktür. Sabit karbon içeriği yüksektir.
- Antrasit: Parlak siyah renktedir. Merceksi kırılmaya sahiptir. Sert ve dayanıklı bir yapıdadır. Isı değeri 7.000 kcal/Kg'ın üzerindedir. Uçucu madde ve nem içerikleri düşüktür. Sabit karbon içeriği yüksektir.
- Alt Bitümlü Kömürler: Siyah renktedir. Oksidasyonla veya kurutma sonucunda ince parçalar ve toz halinde ufalanmaktadır. Masif yapıdadır. Isı değeri 4.610- 6.390 Kcal/Kg arasındadır. Uçucu madde ve nem içerikleri

bitümlü kömürlerden yüksektir. Sabit karbon içeriği bitümlü kömürden düşüktür.

- Linyit: Kahverengi renktedir. Kırılgan, çabuk toz halinde ufalanmaktadır. Masif, odunsu veya uniform kilsi dokudadır. Isı değeri 4610 Kcal/Kg'ın altındadır. Uçucu madde miktarı ve nem içeriği yüksektir. Düşük sabit karbon içermektedir.

Kömür jeolojik periyotta benzersiz bir kaya türüdür, geniş bir kimyasal ve fiziksel özelliklere sahiptir ve uzun süreler boyunca incelenmiştir. Bu kaynak dünya genelinde konutlarda, sanayide vb. ısınmanın yanında özellikle elektrik üretimi ve çelik üretiminde kullanılmaktadır (Thomas, 2013: 1).

Günümüzden 3.000 yıl önce Çin'de ısınma ve bakırın sıvılaştırılması amacıyla kullanılmıştır. Milattan sonra 4. yüzyılda ise Romalıların kömürü kullandığı bilinmektedir. 13. Yüzyılda Fransa'da, 1300'lü yıllarda Kuzey Amerika'da Arizona yerlileri tarafından kömürden bazı faaliyetlerde yararlanılmıştır. Kömür madeninin kullanımının az olduğu dönemlerde odun baş enerji kaynağıydı. 1709 yılında Abraham Darby, İngiltere'nin Shropshire bölgesindeki taşkömüründen elde edilen ve daha çok enerji sağlayan kokkömürünü üretti. 1763'te James Watt, kömürle çalışan, kondansörlü ve döner hareketli ilk buharlı makineyi icat etti. Hem Watt'ın ürettiği hem de sonrasında geliştirilen buharlı makineler İngiltere'de Sanayi Devrimi'ni beraberinde getirmiş ve devrim için itici güç olmuştur. Kömür sadece makinelerde değil aynı zamanda aydınlanma amacıyla da kullanılmaya başlamış, nihayetinde fabrikalar sadece gündüzleri değil geceleri de çalışmaya başlamış yani üretim artmıştır. Ardından gelen süreçte buharlı lokomotif icat edilmiş ve kömür taşıma amacıyla demiryolları kurulmuştur. Thomas Edison'un elektrik ampulünü üretmesinden sonra 125 beygir gücünde kömürle çalışan elektrik santrali kurulmuştur. Yakın tarihte yaşanan enerji krizlerinden dolayı artan petrol ve doğalgaz fiyatlarından dolayı kömüre talep tekrardan artmıştır. İngiltere ve Fransa her ne kadar 2004 yılında kömür üretimi yapan üretim alanlarını kapatmış olsalar da artan enerji fiyatları tekrardan üretime geçmelerine neden olmuştur (Ünalan, 2010: 3-8).

Görüldüğü üzere kömür çok uzun yıllar tüketimi olan, Avrupa'da vazgeçilmek istense dahi üretimi yinelenen, buna karşılık birçok ülkede (Çin, Hindistan, Avustralya gibi büyük kömür rezervlerine sahip ülkeler) üretim ve tüketiminde artış gösteren bir enerji kaynağıdır. Tablo 9'da dünyada kömür rezervleri gösterilmiştir.

Tablo 9: Kömürün Bölgelere Göre Dağılımı, Üretimi, Tüketimi

BÖLGELER VE KÖMÜR TÜRÜ		Rezerv (Milyon ton)	Üretim (Mtep)	Tüketim (Mtep)	Kullanabilme Süresi (Yıl)
Kuzey Amerika	**Antrasit ve Bitümlü Kömürler**	112.835	494,3	429,0	276
	Alt Bitümlü ve Linyit	132.253			
Güney Amerika	**Antrasit ve Bitümlü Kömürler**	7.282	61,3	37,1	150
	Alt Bitümlü ve Linyit	7.359			
Avrupa ve Avrasya	**Antrasit ve Bitümlü Kömürler**	92.557	419,8	467,9	273
	Alt Bitümlü ve Linyit	217.981			
Orta Doğu ve Afrika	**Antrasit ve Bitümlü Kömürler**	32.722	152,1	107,4	123
	Alt Bitümlü ve Linyit	214			
Asya Pasifik	**Antrasit ve Bitümlü Kömürler**	157.803	2702,6	2.798.5	53
	Alt Bitümlü ve Linyit	130.525			

TOPLAM	891.531	3.830.1	3.839.9	114

Kaynak: British Petroleum (BP), *BP Statistical Review of World Energy*, London, 2016: 30-33.

Tablo 9'da görüldüğü üzere, kömür miktarı ağırlık birimi "milyon ton" ile ifade edilmiştir. Bunun yanında üretim ve tüketim durumunu belirtilirken Mtep kullanılmıştır. 2015 yılı sonu itibariyle kömür rezervi 310.538 milyon ton ile en fazla Avrupa ve Avrasya'dadır. 2.702.6 Mtep ile üretim en fazla Asya Pasifik'te, 2.798.5Mtep ile tüketim en fazla yine Asya Pasifik'tedir. Görüldüğü üzere tüm dünyanın kullanabileceği kömür rezervinin kullanım ömrü 114 yıldır.

Kömür kullanımı iklimsel bozulmaya diğer yenilenemeyen (fosil) yakıtlardan daha çok neden olmaktadır. Kömür yakan termik santraller her yıl atmosfere 11 milyar ton gibi büyük miktarlarda CO_2 pompalamaktadır. Bu değer, elektrik üretiminden kaynaklanan CO_2 salımlarının yüzde 71'ine; fosil yakıt kaynaklı toplam küresel salımların da yüzde 41'ine denk gelmektedir (Short, 2009: 11).

Dünya enerji tedariki ile ilgili yapılmış tüm senaryoların ortak özelliği, 21. yüzyıl boyunca enerjiye olan talebin artacağı öngörüsüdür. Normal şartlar altında 2050 yılına kadar enerji ihtiyacının bugünkü seviyesinin en az iki katına çıkacağı tahmin edilmektedir. Enerji talebindeki artışın nedeni gayet açıktır. Sanayileşmiş ülkelerde enerji temin güvencesi üretimin ve hizmetlerin devamlılığı için bir ön şarttır (TTK, 2015: 17).

Yenilenemeyen bu kaynakların kullanımı küresel ısınmaya bir neden olmakla birlikte asit yağmurları, çevresel hava kirliliği gibi sorunları da beraberinde getirmektedir. Doğaya salınan büyük miktarda zararlı bileşen atmosfere ve ozon tabakasına geri dönüşü mümkün olmayan hasarlar vermekte, iklim değişikliği nedeniyle ekolojik yaşam dengesi de bozulmaktadır. Yenilenemeyen kaynakların kullanımı insanlar üzerinde tedavisi uzun, zor ya da imkânsız hastalıklara neden

olmaktadır. Nitekim insanlar dışında dünyanın ciğerleri diye tabir edilen ormanlar ve diğer canlı yaşam formları da bu zararlı bileşenlerden etkilenmektedir.

Yenilenemeyen kaynakların zararını en aza indirmek için hem tasarruf, hem korunma hem de doğru kullanma yolları konularında bilinçlenmek gerekir. Gelişigüzel kullanılan bu kaynaklar direkt olarak doğaya zarar verirken, teknolojinin getirilerinden (filtreler, elektrikli arabalar, farklı ısınma yöntemleri vb.) yararlanarak bu enerji kaynaklarını kullananlar doğaya daha az zarar vermektedir.

Yenilenemeyen kaynakların sonuna yaklaşan dünya farklı enerji kaynaklarına ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle farklı arayışlara giren insanoğlu teknoloji ve doğanın adamış olduğu kaynakları kullanarak yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya başlamışlardır.

1.2.1.4. Bor

Bor adı, mineral boraksın isimleri olan Arapça kelime *buraq* veya Farsça *burah* dan kaynaklanmaktadır (Oliveira, 2011: 79). Bu element doğada özgür olarak bulunan bir element değildir. Genellikle bazı volkanik kaynak sularında ortoborik asit ve boraks ($Na_2B_4O_7\ 10H_2O$), kolemanit ($Ca_2B_8O_{11}\ 5H_2O$) ve uleksit ($NaCaB_5O_9\ 8H_2O$) gibi borat mineralleri olarak görülür. Yerkabuğunda ortalama bor yoğunluğu 10 ppm'dir (Gemici, Tarcan, Helvacı, Somay, 2008: 2462).

İnsanoğlu bor ve türevi maddelerden çok uzun yıllardır yararlanmaktadır. Günümüzden 4.000 yıl öncesinde bor tuzlarının Tibet'te kullanıldığı bilinmekle birlikte Babillerin değerli eşya ergitmesinde, Mısırlıların mumyalamada, Roma ve Eski Yunanlarda arena temizliğinde kullanılmıştır. 875 yılında Araplar tarafından bor tuzu ilaç yapımında kullanılmıştır (www.boren.gov.tr). Elementel bor, Sir Humphrey Davy, Gay-Lussac ve Thenard'ın bor trioksidin potasyum ile indirgenmesi ve nemlendirilmiş borik asitin elektrolizi ile boru hazırladığı on dokuzuncu yüzyılın başına kadar bilinmiyordu. Ürünlerinin saflığı yaklaşık yüzde 50 idi. Elli yıl sonra elmas ve grafit benzeri saf bor ürünleri üretilmiştir. Elmas sert malzemenin büyük

oranda alüminyum borür (AlB12) olduğu, grafitin karmaşık bir bor-alüminyum-karbon olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra bor trioksitinin magnezyum ile indirgenmesiyle daha yüksek saflıkta bir bor elde edilmiştir. Bu işlemle yaklaşık yüzde 90 saflık elde edilmiştir. Ürün açık bor rengindedir ve amorf olarak kabul edilir. Bor birçok olağandışı ve karmaşık bileşiklerden oluştuğundan 20. yüzyıla kadar ilgilenilmedi. Son kırk yıl boyunca doğru fiziksel ve kimyasal özellikleri belirledi. Elektroliz ve buhar biriktirme yöntemleriyle üretilen yüksek saflıkta bor, bu tür tespitler mümkün kılmıştır (nautilus.fis.uc.pt).

Borat şu anda enerji maliyetlerini düşürerek ve gücü arttırarak cam elyafı ve ısıya dayanıklı cam üretmede hayati bir role sahiptir. Bu pazarların her ikisinin de nispeten yeni ve gelecekte devam etmesi beklenmektedir(Kogel, Trivedi, Barker ve Krukowski, 2006: 282).Boraks, çamaşır yıkama ürününde, başlıca ağartıcı maddelerin ön maddesi olarak kullanılır. Özellikle, sodyum perborat, birçok deterjan, çamaşır deterjanı, temizlik ürünü ve çamaşır yıkama ağartıcısında etkin oksijen kaynağı olarak görev yapmaktadır. Bazı diş beyazlatma formüllerinde de mevcuttur. Bunun yanında nükleer reaktörleri korumada, yarı iletken endüstrisinde ve mühendisliğin pek çok dalında kullanılmaktadır (Oliveira, 2011: 82).

Dünyadaki önemli bor rezervleri ABD (Mojave Çölü), Güney Amerika (And Kemeri), Güney-Orta Asya Orojenik Kemeri (Türkiye'de dahil) ve Doğu Rusya olmak üzere dört bölgeye ayrılmıştır. Bunları Çin, Sırbistan, Peru, Arjantin gibi ülkeler izlemektedir. 2015 yılı itibariyle dünya üzerinde önemli bor rezervlerine sahip ülkeler, toplam rezervleri ve dünyaya göre dağılımı Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10: Önemli Bor Rezervlerinin Dağılımı

Ülkeler	**Toplam Rezerv (Bin Ton)**	**Dağılım (%)**
Türkiye	952.000	73,2
ABD	80.000	6,1
Rusya	100.000	7,7

Çin	47.000	3,6
Peru	22.000	1,7
Arjantin	9.000	0,7
Kazakistan	15.000	1,2
Sırbistan	24.000	1,8
Bolivya	15.000	1,2
Şili	37.000	2,8
TOPLAM	1.301.000	100

Kaynak: Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü (Eti Maden), *Bor Sektör Raporu,* Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı, 2015: 19.

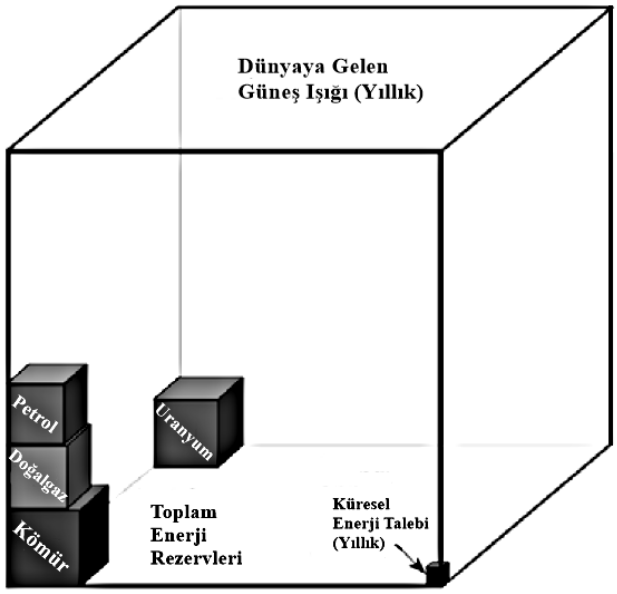
Dünyada bor üretim kapasitesi 2015 yılında 5,6 milyon ton (2,6 milyon ton bor oksit) olduğu öngörülmüştür. Buna paralel olarak, fiili bor üretimi dünya bazında 2015 yılında yaklaşık 4,2 milyon ton (1,95 milyon ton bor oksit) olmuştur. Dünya bor tüketimi ise 2014 yılında 4,3 milyon ton iken 2015 yılında 3,8 milyon ton civarındadır. Toplam rezervler ile üretim ve tüketim rakamlarına da bakıldığında bor cevheri konusun uzun yüzyıllar kıtlık çekilmeyeceği anlaşılmaktadır (Eti Maden, 2015: 18-21).

Günümüzde bor 250'ye yakın endüstri ürününde kullanılmaktadır. Bu kullanım alanları teknolojik gelişmelere göre artış göstermektedir. Uzay sanayinden askeri araçlara, tekstil, kâğıt, fotoğrafçılık, otomobil sanayine kadar bir çok alanda kullanılan bor cevheri Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından insan sağlığı için de yararlı olduğu belirtilmiştir (Acaroğlu, 2013: 552). Özellikle göz enfeksiyonlarının sterilizasyonunda kullanılırken nükleer tıpta ve BNCT (Boron Neutron Capture Therapy) özellikle beyin kanserlerinde kanserli hücrenin imhasında yararlanılmaktadır. Bor elementi günümüzdeki düzeyde kullanılmaya devam ederse olumsuz etkilerinin olmayacağı desteklenmektedir (Demirtaş, 2010: 80).

1.2.2. Yenilenebilir (Yeni- Yeşil) Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynakları, en azından onları kullandığımız kadarıyla doğal süreçlerle doldurulan enerji kaynaklarıdır. Tüm yenilenebilir enerji, eninde sonunda güneşten gelmektedir. Güneş doğrudan (güneş ısıtma sistemlerinde olduğu gibi) veya dolaylı olarak (hidroelektrik enerji, rüzgar enerjisi ve biyokütle yakıtlarındaki güç gibi) kullanılabilmektedir. İnsanoğlunun ihtiyaç duyduğu enerji ile güneşten alınan oldukça büyük miktardaki enerji karşılaştırıldığında, yenilenebilir enerjinin sınırsız bir enerji kaynağı olduğu görülebilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının temel özelliği yeniden doldurulabilmesidir fakat hızlı kullanımında yenilenemeyen bazı enerji kaynakları da mevcuttur. Buna en güzel örnek İngiltere'nin kömür kullanmaya başlamadan önce ormanlarının yok olma noktasına gelmesidir. Ormanlar biyokütle kaynağıdır ve hızlı tüketimi sonucunda yok olmasa dahi yenilenmesi çok uzun sürebilir. Yenilenebilir enerji kaynakları akıllıca kullanıldığında sonsuza dek devamlılık sağlar (www.dmme.virginia.gov; WEC, 2004: 3).

Günümüzde en büyük enerji kaynağı güneştir. Yıllık olarak dünyanın yüzeyine ulaşan güneş enerjisi, küresel birincil enerji talebinden yaklaşık on bin kat fazla ve yeryüzündeki mevcut tüm enerji rezervlerinden çok daha fazladır. Başka bir deyişle, gelen güneş ışığının onda birinin kullanılması insanlığın tüm enerji talebini kapsar. Şekil-6'da bu değerler enerji küpleri ile temsil edilmiştir (Quaschning, 2005: 22).



Şekil 6: Enerji Küpleri

Kaynak: Quaschning, Volker, *Understanding Renewable Energy Systems*, Earthscan, London, 2005: 22.

Şekil 6'da da görüldüğü üzere fosil yakıtlar ve yıllık insanoğlu enerji talebi dünyaya yıllık düşen güneş ışığı enerjisinden çok daha düşüktür. Hem bu kadar büyük miktarda hem de yerinin doldurulabilir olması bu kaynakları önemli kılmaktadır. Çevre ve sürdürülebilirlik adına endişe duyan her ulusun enerji stratejilerinin başlıca bileşenlerinden birisi yenilenebilir enerji kaynaklarıdır (Twidell ve Weir, 2006: Giriş). Öyle ki küresel anlamda bu kaynaklar gün geçtikçe önem kazanmakta, yapılan yatırımlar fazlalık göstermektedir. 2015 yılında yenilenebilir enerjide küresel yatırım için yeni bir rekor kırılmış, büyük hidroelektrik projeleri hariç, yenilenebilir enerji kaynakları için taahhüt edilen para miktarı yüzde 5 artışla 285,9 milyar dolara ulaşmış ve 2011'de kaydedilen 278,5 milyar dolarlık rekor seviyeyi geçmiştir. Bu kayıt, diğer döviz bölgelerindeki yatırımların dolar değerini düşüren döviz kuru değişimlerine ve fosil yakıt üretiminin rekabetçi konumunu koruyan petrol, kömür ve doğalgaz fiyatlarındaki keskin düşüşlere rağmen başarılmıştır (FS ve UNEP, 2016: 11).

Yenilenebilir enerji umut verici bir alternatif çözümdür çünkü temiz ve çevre açısından güvenlidir. Ayrıca fosil enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında daha düşük veya ihmal edilebilir seviyede sera gazı ve diğer kirleticiler üretmektedirler. Tablo-11'de, küresel yenilenebilir enerji senaryosunu 2040 yılına kadar göstermektedir (Demirbaş, 2009: 219).

Tablo 11: Yenilenebilir Enerjinin 2040'a Kadar Küresel Senaryosu

	2001	**2010**	**2020**	**2030**	**2040**
Toplam Tüketim (Mtep)	10.038	10.549	11.425	12.352	13.310
Biyokütle enerjisi	1.080	1.313	1.791	2483	3.271
Hidrolik enerji (Büyük hidrolik kaynaklar ve daha küçük olanlar (<10 MV))	32,2	285	358	447	547
Jeotermal Enerji	43,2	86	186	333	493
Rüzgar Enerjisi	4,7	44	266	542	688
Güneş enerjisi (Termal + elektrik enerjisi ile)	4,2	15,4	69	260	548
Fotovoltaik Enerji	0,2	2	24	221	784
Akıntı enerjisi (Gelgit, dalga, okyanus)	0,05	0,1	0,4	3	20
Toplam Yenilenebilir Enerji	1.365.5	1.745.5	2.694.4	4.289	6.351
Yenilenebilir Enerjiye Katkısı (%)	13,6	16,6	23,6	34,7	47,7

Kaynak: Demirbaş, Ayhan, "Global Renewable Energy Projections, Energy Sources", *Part B: Economics, Planning, and Policy*, 4:2, 2009: 219.

Avrupa Yenilenebilir Enerji Konseyi (EREC)'e göre, 2040 yılında küresel enerji arzının yaklaşık yarısı yenilenebilir kaynaklardan gelecektir. Yenilenebilir

enerji üretimindeki en önemli gelişmeler 2001 ve 2040 yılları arasında fotovoltaikte (0,2 ila 784 Mtep) ve rüzgâr enerjisinde (4,7 ila 688 Mtep) gözlemlenmiştir. Biyokütle şu an ve gelecekte en çok kullanılan yenilenebilir enerji kaynağıdır. Sürdürülebilir büyük hidroliğin potansiyeli, dünyanın bazı bölgeleriyle oldukça sınırlıdır. Küçük hidro (<10 MW) güç potansiyeli halen önemlidir ve gelecekte daha da önem kazanacaktır. Rüzgâr enerjisi, son yıllarda yıllık büyüme oranlarının yüzde 30'un üzerinde ve gelecekte daha da önemli olacak bir kaynaktır. Fotovoltaik, son yıllarda hâlihazırda yüzde 30'luk etkileyici yıllık büyüme oranlarına sahiptir ve gelecekte daha da önemli hale gelecektir. Gelecekte jeotermal ve güneş termik kaynakları daha önemli enerji sistemleri olacaktır (Demirbaş, 2009: 218).

Yenilenebilir kaynakların tercihlerinin gün geçtikçe artmasının en önemli nedeni, yerini kendi kendine doldurabilmesi yanında üretim tesislerinin daha az bakım gerektirmesi ve tesislerin kullandığı yakıtları doğal ve mevcut kaynaklardan sağlaması ile işletme maliyetlerinin azalmasıdır. Daha da önemlisi yenilenebilir enerji, karbondioksit ya da diğer kimyasal kirleticileri daha az oranda ya da hiç atık olmadan üretilir, dolayısıyla çevre üzerinde asgari bir etkisi vardır (renewableenergysociety.org).

1.2.2.1. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisinin insan ırkının toplam ihtiyaçları içindeki yeri tartışılmazdır. Güneş tüm bitkileri yetiştirmekte ve bu bitkiler için ve hayatta kalmak için tatlı su yaratmaktadır. Bunun yanında güneş enerjisi binlerce yıldır arkeolojik alanların bulunmasında ve incelenmesinde kullanıldığı gibi konutların ısıtılmasında da kullanılmıştır (El-Wakil, 1988: 531). İnsanlık, tarih boyunca güneşten kendi yöntemlerini kullanarak yararlanmıştır. Bunun en bilinen ilk örneklerinden biri Arşimet'in Sirakuza'da güneş ışınlarını bir mercek yardımıyla toplayıp düşman gemilerine yöneltmesi ve yakmasıyla olmuştur. 17. Ve 18. yüzyıllarda güneş ışınlarının kullanılarak buhar motorlarının yapıldığı bilinmektedir. 20. yüzyılda insan

hayatına iyice yerleşen petrol ile güneş enerjisi geride kalmış lakin yakın tarihte yaşanan petrol krizleri dikkatleri yine güneş enerjisine çekmiştir (Demir, 2001: 13).

Güneş enerjisi dünya yaşamının temelidir. Hem bol hem de temiz bir kaynaktır. Atmosferin dışına, metrekareye 1,4 kW olmak üzere, yılda toplam $3*10^{21}$J'a kadar güneş enerjisi ulaşır. Yarıdan fazlası yere inen bu miktarın $9*10^{20}$J kadarı karalarda, kalanı da denizlerde emilir. Bunun çok küçük bir kısmı ($0,15*10^{18}$J) bitkilerce fotosentez sırasında kullanılır (Altın, 2002: 18).

Güneşten gelen enerjiyi kullanabilmek için öncelikle toplamak gerekir. Bu toplama işlemi ısıl ve elektriksel (güneş pilleri) olmak üzere iki şekilde gerçekleşmektedir. Isıl yöntem hem basit hem de ucuzdur (Uzunoğlu, Yüksel ve Ok, 2001: 90).Isıl güneş enerjisi sistemlerinde, aynalar ve lensler kullanılarak güneş ışınları bir alanda toplanabilir ve odaklanan bu ışınlar ısıya dönüştürülür. Oluşan bu enerji bir motoru veya türbini döndürebilmektedir. Güneş takip sistemlerinin kullanımı güneşten daha çok faydalanmayı sağlayabilir.

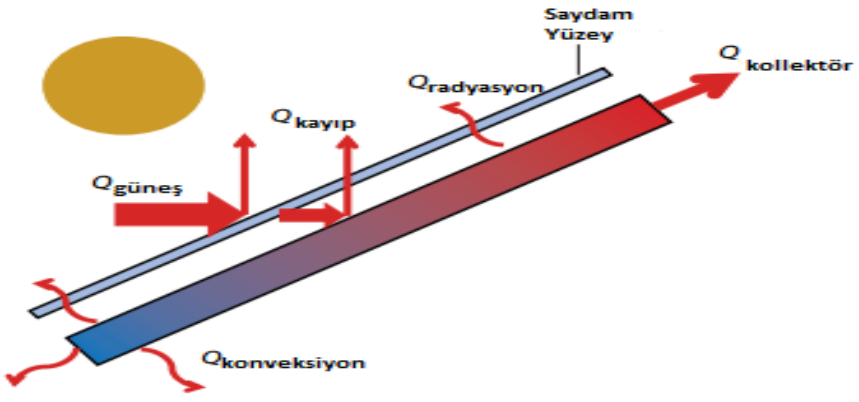
Isıl yöntemlerden birincisi düşük sıcaklık sistemleridir. Bu sistemler günlük ihtiyaçlarda (kurutma, yemek pişirme gibi) kullanılır (Akçalı, 2001: 12).

- Düzlemsel Güneş Kollektörleri: Bu kollektörler evlerde sıcak su temininde kullanılır. Ortalama 70°C ısı üretmektedir.
- Vakumlu Güneş Kollektörleri: Bu sistemlerde vakumlu cam borular ve gerektiğinde metal ve cam yansıtıcılar kullanılmaktadır. 100 ile 120°C ısı üretilmektedir.
- Güneş Havuzları: 5- 6 m derinliğindeki, dibi siyah ile boyanan havuzlarda güneş ışınları toplanır. 90°C ısı üretilmektedir.
- Güneş Ocakları: Çanak veya kutu halinde, içleri yansıtıcı ile kaplı olan bu sistemler bazı yörelerde yemek pişirme amacıyla kullanır.

Isıl yöntemlerin ikincisi yoğunlaştırılmış (termal) enerji sistemleridir. Yoğunlaştırılmış bu enerji klasik enerji santrallerinde ısı kaynağı şeklinde

kullanılmakla beraber güneş panellerine düşürülerek elektrik enerjisi olarak da kullanılmaktadır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan türleri parabolik oluklu kollektörler, güneş enerjisi kulesi ve parabolik çanak sistemlerdir.

- Parabolik Oluklu Kollektörler: Güneş ışınları bu kollektörlerin merkezinde sıvı ile dolu olan cam tüpe yoğunlaştırılır. Bu tüp kollektör boyunca uzanır. Bu kollektörler sayesinde 50 ile 400°C ısı üretilebilmektedir. Bu ısı gerekli teknoloji ile elektrik enerjisine çevrilebilir.
- Güneş enerji kulesi: Bu sistemde, yüzlerce yansıtıcı, güneş ışınlarını merkezinde bulunan kuledeki alıcıya yansıtarak çok yüksek sıcaklıklar elde edebilir.
- Parabolik çanak sistemi: Bu sistemde iki eksenli yönlendirme sistemi mevcuttur ve güneşi tüm gün takip etmektedir. Bu sistemde alıcı çanağın merkezinde bulunmaktadır. Bu yöntemle 1.500°C'ye kadar ısı elde edilebilir. Direkt olarak merkeze yerleştirilen Stirling motoru ile elektrik elde edilebileceği gibi sıvıya yoğunlaştırılarak da elektrik elde edilmektedir (Türkiye Ulusal Ajansı, 2013: 10-12).Şekil-7'de basit bir toplayıcı modelin çalışma sistemi gösterilmiştir.



Şekil 7: Basit Isıl Sistem Kollektörü İşleyişi

Kaynak: Jäger, Klaus, Isabella, Olindo, Smets, Arno, H., M., Swaaij, Rene, Zeman, Miro, *Solar Energy Fundamentals, Technology, and Systems*, Delft University of Technology, Nederland, 2014: 357.

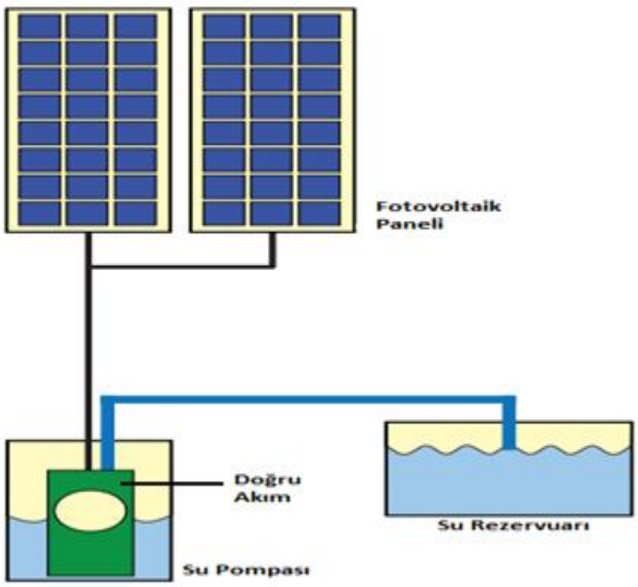
Şekil 7'de ısının (Q) nasıl toplandığı gösterilmiştir. Güneşten gelen ısı ($Q_{güneş}$) saydam yüzeye çarpmakta, bunun bir kısmı emilmekte bir kısmı ise geri dönmektedir ($Q_{kayıp}$). Kollektör tarafından ısı absorbe edilirken oluşan radyasyon ($Q_{radyasyon}$) salınır. Ve son olarak kollektör de etrafa ısı yayarak ($Q_{konveksiyon}$) güneş enerjisini toplamış olur($Q_{kollektör}$). Yani;

$Q_{kollektör} = Q_{güneş} - Q_{kayıp} - Q_{radyasyon} - Q_{konveksiyon}$ bize toplanan enerjiyi verir.

Güneşten gelen enerjiyi toplamanın diğer bir yolu elektriksel (güneş pilleri) yöntemdir. Buna fotovoltaik de denmektedir. Fotovoltaik fotoğraf (Yunancada fotoslar: ışık) ve Volta (İtalyan fizikçi) kelimelerinin birleşiminden meydana gelmiştir. Fotovoltaik, güneş ışığının elektriğe doğrudan dönüştürülmesi anlamına gelir. Fotovoltaik için ortak kısaltma PV'dir.

Fotovoltaiklerin geçmişi, Becquerel'in fotoğraf efektini keşfettiği 1839 yılına kadar uzanır; ancak bu yüzyılda teknoloji, bu keşfi kullanmak için elverişli değildir. Yaklaşık 100 yıl sonra, Shockley, p-n bağlantısı için bir model geliştirdikten sonra Bell Laboratuvarları 1954'te ilk güneş pilini üretti. Bu hücrenin verimliliği yaklaşık yüzde 5 idi. Başlangıçta maliyet, büyük bir sorun değildi, çünkü ilk hücreler uzay uygulamaları için tasarlanmıştı. Sonraki yıllarda, güneş pillerinde verimlilik sürekli arttı. Güneş pillerinin yapımında kullanılan ana malzeme silikondur, ancak maliyet düşürme potansiyeli veya yüksek verimlilik potansiyeli için diğer malzemeler geliştirilmiştir. Son yıllarda maliyetler önemli ölçüde azalmış, bununla birlikte, fotovoltaik elektrik üretim maliyetleri hala geleneksel enerji santrallerinin maliyetlerinden daha yüksektir. Fotovoltaik sektördeki yüksek büyüme oranları nedeniyle maliyet düşüşü devam edecektir. Fotovoltaik, yenilenebilir enerji teknolojileri arasında en fazla yönlülük sunan türdür. En büyük avantajı modülerliktir. Kol saatleri veya cep hesap makinelerinin temin edilmesi için milimetre aralığından, kamu elektrik arzı için megawatt aralığına kadar, arzulanan tüm jeneratör boyutları gerçekleştirilebilir (Quaschning, 2005: 115; Chen, 2011: 200). Fotovoltaik enerji sistemlerinin birçok türü olduğu gibi en çok kullanılanları şunlardır (Türkiye Ulusal Ajansı, 2013: 16):

- Tek Kristalli Sistemler: Yüksek dereceli silikonlardan yapıldığı için en yüksek verimliliğe sahiptir. Yer kazanımı sağlar. İnce film güneş pillerinin ürettiğinin 4 katını üretir. Uzun ömürlüdür. 25 yıl garantilidir. Düşük ışınım durumlarında en iyi performansı sağlayan sistemdir.
- Çok Kristalli Sistemler: İmalat süreci basit ve ucuzdur. Tek kristalli sistemlere göre daha az silikon artığı kullanılır.
- İnce Film Sistemler (CIS/CIGS): Seri üretimi mümkün, ucuz, görüntüleri daha estetik, esnek, yüksek sıcaklıktan ya da gölgelemeden daha az etkilenen ve yer problemi olmayan güneş panelleridir.



Şekil 8: Basit Fotovoltaik Sistem İşleyişi

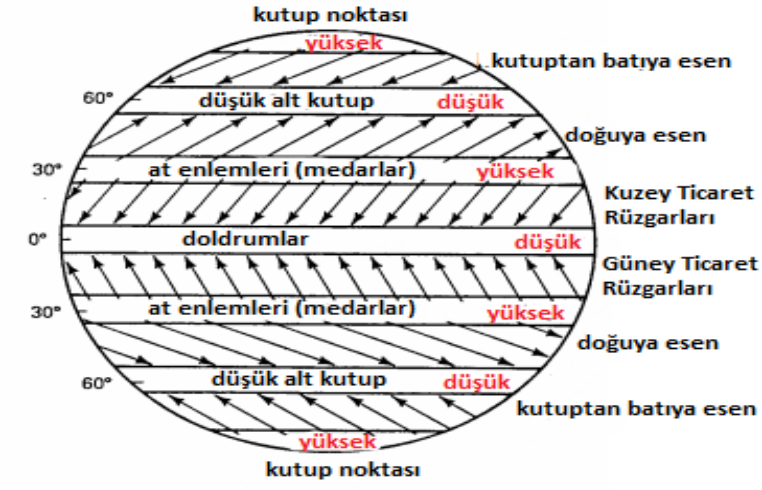
Kaynak: Jäger, Klaus, Isabella, Olindo, Smets, Arno, H., M., Swaaij, Rene, Zeman, Miro, *Solar Energy Fundamentals, Technology, and Systems*, Delft University of Technology, Nederland, 2014: 220.

Şekil 8'de basit bir fotovoltaik enerji sisteminin şeması gösterilmiştir. Bu sisteme göre güneş ışını fotovoltaik paneller tarafından toplanır ve tutulan ısı su pompasında bulunan doğru akım kutusuna gönderilir. Bu ısı su rezervuarına yönlendirilerek suyun ısınması sağlanır ve günlük sıcak su ihtiyacı sağlanmış olur.

Güneş enerjisi fosil yakıtların alternatifidir. Yeryüzüne düşen yıllık güneş enerjisi, günümüze kadar belirlenmiş bulunan fosil yakıtların yaklaşık 160 katı kadardır. Ayrıca fosil yakıtlar ve nükleer enerji kaynaklarından üretilecek olan enerjinin 15.000 katı kadar daha fazladır. Güneş enerjisi hem bol, hem sürekli ve yenilenebilir hem de bedava olduğu için kullanımı artmalıdır. Bunun en önemli getirisi geleneksel olan yakıtların kullanımı sonucunda oluşan çevresel sorunların çoğu olmayacak, temiz ve çevre dostu bir enerji kaynağı kullanılmış olacaktır (Varınca ve Gönüllü, 2006: 270 – 271).

1.2.2.2. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgârdan enerjinin çıkarılması, belki de M.Ö. 200 yıllarında antik döneme kadar uzanır. 19. yüzyıla kadar rüzgâr gülleri sadece su değirmenlerinin boyut ve devamlılığının yanında mekanik jeneratörlerinin yaralı çalışması konusunda da aşmıştır. Dikey kanallı rüzgâr değirmenleri eski Pers dönemlerine kadar uzanmaktadır ancak tanıdık "Hollanda yel değirmeni", batı Avrupa'da yaklaşık 1.100'den sonra önem kazanmaya başlamıştır. 12. ve 19'uncu yüzyıllar arasında birçok rüzgar gülü inşa edilmiştir (Tester, Drake, Golay ve Driscoll2012: 723).Aynı zamanda insanlar gemilerini ve teknelerini hareket ettirmek amacıyla yelkenler vasıtasıyla rüzgârdan yararlanmış, rüzgâr daha sonra tahıl öğütme tesislerinde ve su pompalarına enerji vererek insanlığa hizmet etmiştir. Teknolojinin gelişmesiyle rüzgâr sistemleri de gelişmiş ve elektrik üretiminde büyük rol oynayan bir kavram haline gelmiştir (Mathew, 2006: 2).



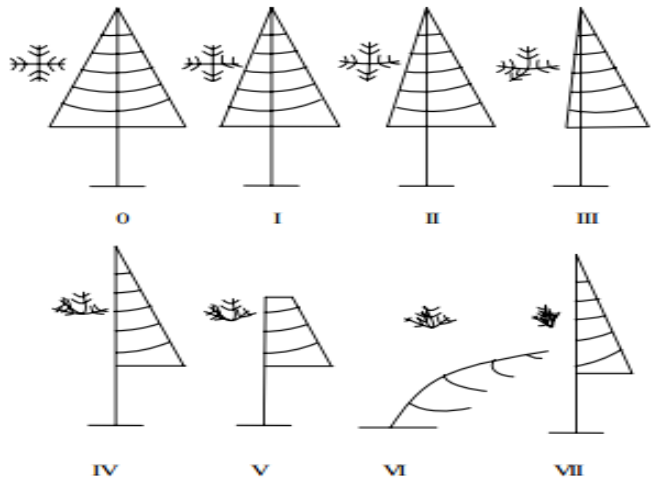
Şekil 9: Rüzgârın Bölgesel Farklılıkları

Kaynak: Johnson, L. Gary, *Wind Energy Systems*, Electronic Edition, Manhattan, 2006: 29.

Gemilerin yelkenle ilerlediği günlerden bu yana bazı bölgelerin diğerlerine göre yüksek hızlara sahip olduğu görülmektedir. Doldrumlar (rüzgârsız ekvator bölgesi), at enlemleri (medarlar) ve ticaret rüzgârları gibi terimlerin literatürde varlığı bilinmektedir. Yeryüzünde oluşan rüzgârların genel bir şekli Şekil-9'da verilmiştir. Bazı büyük bölgelerde veya bazı mevsimlerde oluşan desen bu idealize edilmiş resimden farklılık gösterir. Dünyanın atmosferi devasa bir ısı motoru olarak modellenebilir. Bir rezervuardan (güneş) enerjiyi çıkarır ve daha düşük bir sıcaklıkta (boşluk) başka bir rezervuara ısı iletir. Bu süreçte, gazlar atmosfere ve atmosfer sınırı üzerinde işlenmiş olur. Hava basıncının geçici olarak daha yüksek veya daha düşük olduğu bölgeler olacaktır. Hava basıncındaki bu farklılık atmosferik gazlara veya rüzgarın yüksek basınç bölgesinden düşük basıncın akışına akmasına neden olur. Yani, yeryüzünün zaman ve konumundaki düzensiz ısınmalar bölgesel rüzgar hızı farklılıklarına yol açar. Örneğin doldrumlar, bölgedeki toprağın aşırı ısınmasının bir sonucu olarak ekvatoral bölgedeki toprağı çevreleyen alçak basınç kemerinden kaynaklanmaktadır (Johnson, 2006: 23-29). Hava kütlelerinin yer değiştirmesine yerkürenin dönmesinden oluşan Coriolis kuvveti de etki eder. Aynı zamanda rüzgarlar bir merkez etrafında dolandıkları için santrifüj (merkezkaç) kuvvetin etkisinde kalmasının yanında yeryüzü ile akışkan hava arasında sürtünme

kuvvetinden de etkilenirler. Rüzgâr enerjisinde önemli olan denizler ve karalar ya da dağlar ve vadiler arasındaki hava akımlarıdır (TÜBİTAK ve TTGV, 1998: 47).

Rüzgâr enerjisi projelerinin başarıyla planlanması ve uygulanması için, muhtemel alanlarda rüzgâr özelliklerinin kesin bir bilgisi gereklidir. Böyle bir analiz için gereken temel bilgi, hakim rüzgarın farklı zaman ölçekleri üzerindeki hızı ve yönüdür. Ekolojik faktörler, rüzgâr enerjisi projesi için bir aday alan tanımlamada genellikle yararlı olabilir. Yakındaki meteoroloji istasyonlarından gelen rüzgâr verileri, sitede bulunan rüzgâr spektrumları hakkında daha iyi bir anlayışa sahip olabilir. Bununla birlikte, kesin bir analiz için, belirli bölgedeki rüzgâr hızı ve yönü, doğru ve güvenilir araçlar yardımıyla ölçülmelidir. Ekolojik ölçümlerde izlenecek olan bir yol biyolojik göstergeleri gözlemlemektir. Ağaçlar ve çalılar şiddetli rüzgâr nedeniyle deforme olurlar. Bu deformasyonun yoğunluğu ve doğası rüzgârın gücüne bağlıdır (Mathew, 2006: 53). Şekil 10'da ekolojik ölçüm ile rüzgarın hızının ve yönünün nasıl ölçüldüğü gösterilmiştir.



Şekil 10: Ekolojik Ölçümle Rüzgarın Hızının Ölçümü

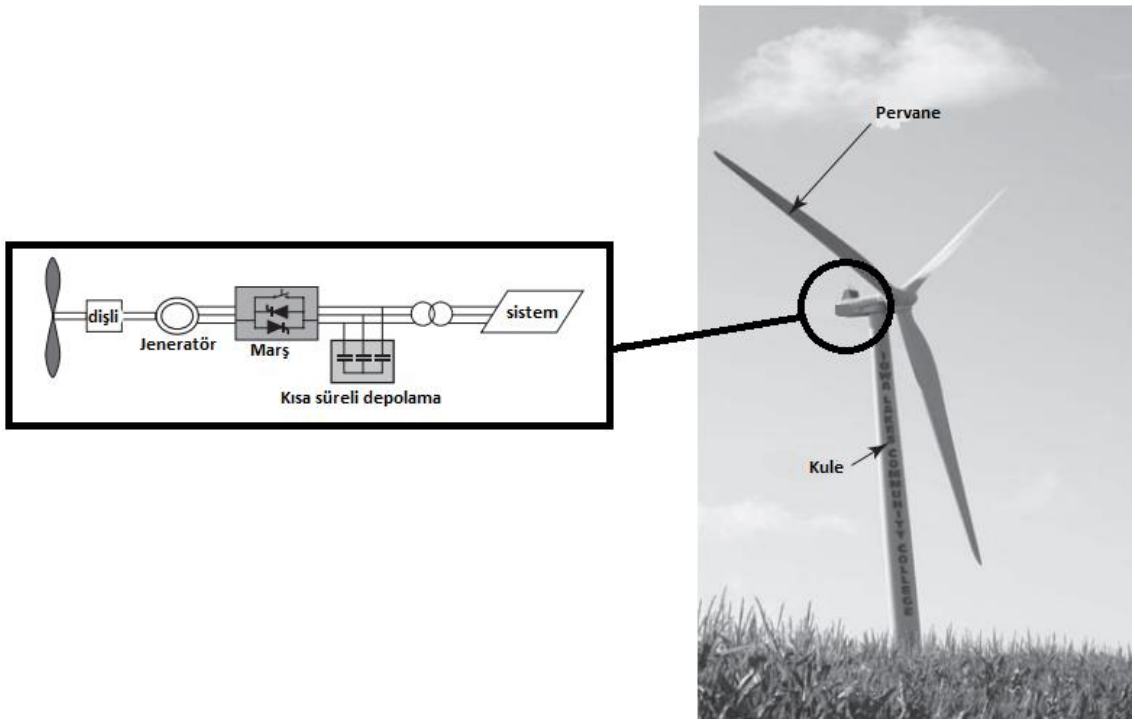
Kaynak: Mathew, Sathyajith, *Wind Energy Fundamentals, Resource Analysis and Economics*, Springer, India, 2006: 54.

Bu yöntem özellikle vadiler, kıyılar ve dağlık alanlarda rüzgârın değerlendirilmesi için uygundur. Rüzgâr etkisi nedeniyle ağaçların deformasyonları

şu şekilde sınıflanmaktadır; Rüzgâr nedeniyle deformasyon yoktur (0), fırçalama (I), hafif işaretleme (II), orta işaretleme (III), güçlü işaretleme (IV), işaretleme ve kırpma (V), fırlatma ve işaretleme (VI), aşırı işaretleme (VII) (Mathew, 2006: 54). Sınıflandırma adlarından da anlaşılacağı gibi rüzgâr nedeniyle ağaç ne kadar deforme olduysa rüzgârın şiddeti o kadar fazladır.

Ekolojik yöntemler dışında rüzgâr teknolojik olarak anemometre denilen bir hızölçer yardımıyla ölçülür. Bir rüzgâr türbin alanında rüzgâr hızını ölçmenin en iyi yöntemi alana dikilecek olan rüzgâr türbininin göbeği ile aynı mesafede bir direğin üzerine anemometre yerleştirilerek değişik yüksekliklerde oluşan rüzgâr hızlarını belirlemektir. Fakat olası belirsizliklerin önüne geçmek için yapılacak ölçümlerin yüzeyden 10 metre yükseklikte yapılması gerekir (Yerebakan, 2001: 9).

Rüzgâr enerjisinden elektrik elde etmede kullanan sisteme rüzgâr türbini denir. Bu sistemler rüzgâr zengini alanlara yerleştirilerek özelliklerine göre büyük ya da daha az oranda elektrik üretirler. Rüzgâr türbinlerinin de birçok çeşidi vardır ve bunlar bir takım özelliklere göre sınıflandırılmaktadırlar. Bu özellikler dönme ekseni (yatay eksenli, düşey eksenli ve eğik eksenli), güç (Küçük (0-10 kW), Orta (10-100 kW), Büyük (100 kW'dan daha büyük), Çok Büyük (1 MW ve daha fazlası)), kanat sayısı (1'den 4'e kadar ya da daha fazla sayıda) , rüzgâr etkisi (Önden Rüzgâr Alan, Arkadan Rüzgâr Alan), devir (Düşük, Yüksek), dişli özellikleri (Kutulu, Kutusuz) ve kurulum yerleri (Offshore, Onshore)dir (Üçgül ve Elibüyük, 2014: 3).



Şekil 11: Basit Rüzgâr Türbini İşleyişi

Kaynak: Ackermann, Thomas, *Wind Power in Power Systems*, John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, England, 2005: 56; Hemami, Ahmad, *Wind Turbine Technology*, Cengage Learning, U.S., 2012: 68.

Şekil 11'de görüldüğü üzere, rüzgâr türbinleri, uçak pervanesi bıçakları gibi hareketli havanın içinde döner ve bu dönme işlemi elektrik akımı sağlayan bir jeneratörü çalıştırır. Yani bir rüzgâr türbini bir vantilatörün tam tersidir. Vantilatör rüzgar yapmak için elektrik kullanarak fanlarını çalıştırırken, rüzgar türbinleri elektrik elde etmek için rüzgar kullanmaktadır (windeis.anl.gov).

Taşıma sorunu olmayan, ileri teknoloji gerektirmeyen rüzgâr enerjisini gelişmekte olan ve gelişmiş ülkelerin birçoğu devlet politikası haline getirmektedir. Bu enerji türü güneş ve dünya var oldukça devamlılığını sürdürecektir (Şenel ve Koç, 2015: 46). Doğaya hiçbir zararı olmayan rüzgâr enerjisi su ısıtma, arıtma, özellikle seracılık olmak üzere tarımsal faaliyetlerde, küçük ölçekli konut elektrik ihtiyaçlarını karşılamakta kullanılmaktadır.

1.2.2.3. Biyokütle Enerji

Dünya için enerji gereksinimleri 2100 yılına kadar yaklaşık altı kat artacaktır. Bu talep gelişmiş olan ülkeler ile gelişmekte olan ülkeler arasında gelişmiş ülkelerden farklılaşıyorsa, güç yetersizliği yoktur. Oysa Hindistan ve Çin gibi gelişmekte olan ülkelerde, mevcut enerjinin gerekli enerjiye oranı çok uyumsuzdur. Dünyadaki bu eşit olmayan enerji dağılımı, bir teknolojinin ikincil bir enerji kaynağı olarak hizmet etmek ve enerji krizini hafifletmek için geliştirilmesi gerekmektedir. Çok karbondioksit vermeyen ve çevre atıklarının kullanımı ile kolayca üretilebilen diğer yakıtların geliştirilmesi akıllıca olur (Kothari, Tyagi ve Pathak, 2010: 3165). Bu durumun bir kurtarıcısı da biyokütle enerji kaynaklarıdır.

Biyokütle, ağaç, bitkiler ve atıklar gibi yenilenebilir enerji kaynakları olarak kullanılan organik maddelerin ortak adıdır(Meisen ve Krumpel, 2009: 8). Daha kapsamlı bir ifadeyle biyokütle, bitkilerin fotosentezle güneş enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürerek depolamasıyla ortaya çıkan ve canlı organizmaların kökeni olarak meydana gelen organik madde kaynaklarıdır. Yüz yıllık bir süreden daha kısa bir dönemde yenilenebilen, hem karada hem de suda yaşayan bitkiler ve bitki atıkları, hayvan atıkları, orman ürünleri ile orman endüstrisi ve kentsel atıkları kapsayan tüm organik maddeler biyokütledir (Kapluhan, 2014: 100).

Biyokütle enerji, biyokütleden üretilen her türlü kullanılabilir enerjidir (Khan, 2009: 39). Biyokütle enerjisi gezegenimizin tüm ömrünü kapsar. Tarih öncesine kadar uzanan zamanda, biyokütle kaynaklı yenilenebilir enerjinin kullanımı herkesin en eski arazi kullanım biçimlerinden biridir. Alev ve alev taşıyıcısı olan yakacak odun, son 400000 yılda insanlık için önemli bir yer tutmuştur (Plieninger, Bens veHüttl, 2006: 123). Fakat 1970 yılına kadar bu kavrama bir isim verilmemiş, bu yıllarda bilim insanları fosil yakıtların biyokütle ile değiştirilme olasılığı ile ilgilenmiştir. Nihayet 1975 yılı civarlarında enerji biyokütle adını almıştır (biomass-energy-project.weebly.com). 1980'de Teknoloji Değerlendirme Ofisi, Amerika'nın enerji ihtiyacının dörtte birinden fazlasının bu kaynağı kullanarak yerine getirilebileceğini tahmin ediyordu. Ne yazık ki, bunlar olmamış ve insanlar fosil

yakıtları kullanmaya devam etmiştir. Şu anda sadece ülkenin ihtiyaçlarının yaklaşık yüzde üçünü karşılamaktadır. Bu yakıtlar tamamen silindiğinde, biyokütle kullanımının ön plana çıkacağı düşünülmektedir (www.biomass.net). Biyokütle yakıtları sürdürülebilir biçimde üretildiğinde fosil yakıtların yerini alması yoluyla iklim değişikliğinin hafifletilmesine katkıda bulunacaktır (Ladanai ve Vinterback, 2010: 8).

Biyokütle enerji teknolojileri içeriğinde; odun, yağlı tohum bitkileri (soya, pamuk, ayçiçeği, kolza vb.), karbo-hidrat bitkileri (buğday, mısır, patates, pancar vb.), elyaf bitkileri (kenevir, keten, kenaf, sorgum vb.), bitkisel artıklar (saman, sap, dal, kabuk, kök vb), hayvansal atıklar ile şehirsel ve endüstriyel atıklar değerlendirilmektedir. Biyokütleyi enerji kaynağı olarak kullanılmasının en önemli yararları sera gazının nötr olabilmesi, biyokütlenin yakılması, diğer yakıtlara kıyasla daha az oksit, kükürt ve azot yaymasıdır. Biyokütle enerji teknolojisi, biyolojik atıkların bertaraf edilmesi sorunlarını azaltabilir, atıklardan gelir elde etmeye yardımcı olabilir ve kırsal alanlarda iş yaratmaya yardımcı olabilir. Biyokütle enerji, sürekli olan, çevre dostu, araçlar için yakıt olan ve elektrik üretilebilen bir enerji türüdür. Bunlar doğrudan yakılabileceği gibi çeşitli süreçlerden geçerek kalitesi arttırılıp olağan yakıtlara eş değerde almaşık biyoyakıtlar (kullanılabilir, depolanabilir ve de kolay taşınabilir) üretilerek enerji teknolojisinde değerlendirilir (Karaosmanoğlu, 2006: 113).

Enerji üretimi için düşük entalpi (maddenin içindeki tüm enerji) yakıtları arasında biyokütle (kâğıt, karton, tarımsal ve orman kalıntıları, hasır, odun atıkları, talaş, imalat hurdaları ve pamuk sapı gibi), biyokütle türevi yakıtlar ve belediye katı atıkların geri dönüştürülemez kısmı günümüzde popülerliğini arttırmaktadır. Biyokütle genellikle 1 kilogramda 8-25 MJ (Megajul) aralığındaki ısıtma değerine sahip bir yakıttır. Kömürün değeri 1 kilogramda 25-30 MJ, petrolün değeri 1 kilogramda 40-45 MJ ve doğalgazın değeri 1 kilogramda 50-55 MJ'dur. Diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi, biyokütle giderek görmeye başlamış ve hem fosil yakıt tüketimini hem de sera gazı (esas olarak CO_2) ve fosil yakıt kullanımından

kaynaklanan NOx emisyonlarını azaltma perspektifini mümkün hale getirmiştir (Franco ve Giannini, 2005: 163).

Biyokütle işlem görmedikçe enerji bırakmaz. Genellikle, ısı elde etmek için odun yakılır. Ama yine de, yanma biyokütle enerjisini kullanmanın tek yolu değildir. Biyokütlede depolanan enerjiyi serbest bırakmanın dört yolu vardır: yanma, bakteriyel bozunma, fermantasyon ve gaz / sıvı yakıt dönüşümüdür. Yapılan bu işlemlerden sonra ortaya biyogaz, biyodizel ve biyoetanol çıkmaktadır (NEED, 2016_a: 9; NEED, 2016_b: 11):

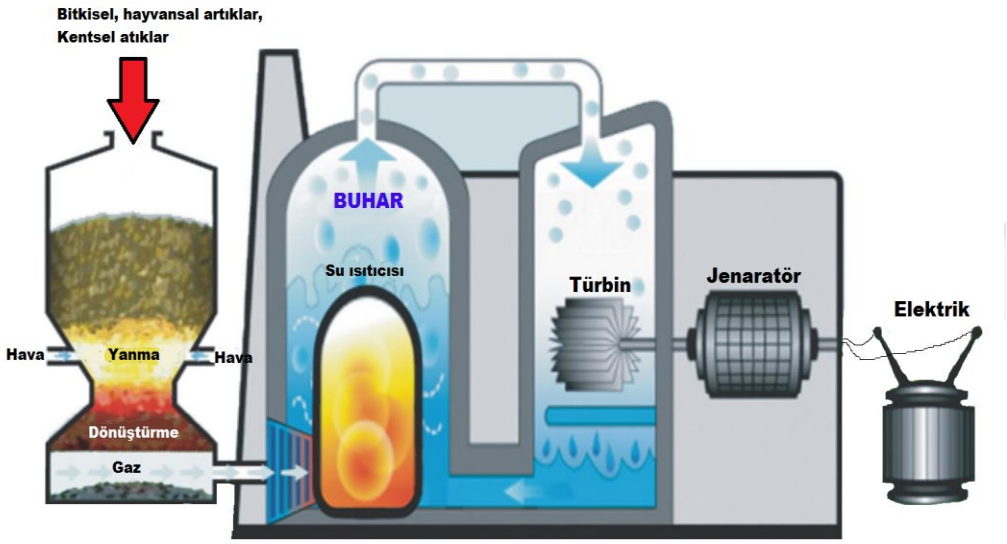
Yanma: 1800'lü yılların ortalarına kadar odun dünyada en büyük enerji sağlayıcısıydı. Bugün ise enerji ihtiyacının sadece bir kısmını karşılamaktadır. Yakılan tek biyokütle odun değildir. Mısır koçanı, meyve artıkları, odun talaşı ve gübre gibi yakılarak enerji elde etmek için yakılmaktadır. Bu yakılma doğaya fosil yakıtlar kadar zarar vermemektedir. Kentsel atıklar da bu enerjinin bir kaynağıdır. Fakat çöp yakıldığında kömür kadar ısıtmamaktadır. Yani, 225 kg'lık kömürün verdiği enerjiyi 900 kg'lık çöp vermektedir.

Bozunma: Bitkiler ve hayvanlarda bozunma olunca metan gazı ortaya çıkmaktadır. Bu gaz doğalgazın ana maddesi, günlük hayatımızda fırınlarda veya ısınmada kullandığımızı enerji zengini bir gaz türüdür. Isı ya da elektrik üretiminde kullanılabilir.

Fermantasyon: İnsanlar yüzyıllar boyu bira ve şarap gibi maddeleri yapmak için biyokütle (mantar, maya) kullanmışlardır. Etanol adlı alkolü üretmek için de biyokütle kullanılır. Yapımında mısır, buğday, otlar ve birçok bitkisel ürün kullanılmaktadır. Etanol bazen motorlu araçlar için benzinle karıştırılarak yakıt olarak kullanılabilir. Bu benzinden daha pahalı bir yakıttır.

Dönüştürme: günümüzde insanlar biyokütleyi ısı ve kimyasallar ekleyerek sıvı ve gaz hale dönüştürmektedir. Sıvı ve gaz haldeki yakıtlar daha sonra ısı veya

elektrik üretecek şekilde yakılabilir veya taşıtlar için yakıt olarak kullanılabilir. Hindistan'da inek gübresi ısı ve ışık sağlamak için metan gazı haline dönüştürülür.



Şekil 12: Biyokütle Enerjiden Elektrik Üretimi

Kaynak: *http://convertnews.com/1785-bioenergy-5-facts-you-must-read-about,* Erişim Tarihi: 19.11.2016

Birincil enerji değerinin bir biyogaz motoru kullanılarak elektrik enerjisine dönüştürülmesi en yaygın uygulamadır. Bu makinelerin verimliliği yüksektir (Özcan, Öztürk, Oğuz, 2015: 182). Şekil 12'de görüldüğü gibi, biyokütle kaynaklar yanarak gaza dönüşürler. Oluşan gaz ısı kazanına girerek suyun kaynamasını sağlar. Kaynayan su buhar haline gelir ve bir kanaldan geçerek türbini döndürür. Dönmeye başlayan türbinde oluşan enerji jeneratörde birikir ve elektrik enerjisine dönüşür.

Biyokütle enerji kaynakları sürekli olarak büyümekte ve yeryüzünde yetişmektedir. Yanan biyokütle gaz emisyonlarını serbest bırakır ancak kapalı bir karbon döngüsünde çalışır ve bu nedenle az sera etkisi yaratır. Aynı zamanda yerli ormanları tehdit etmez çünkü bilinçli kullanımda yerlerine yenileri ekilmektedir. Rüzgar ve güneş enerjisinin aksine biyokütle enerji depolanabilir ve istenildiğinde kullanılabilir. Son olarak biyokütle enerji istihdam sağlar. Şöyle ki enerji bitkileri üretimi, bunların hasadı ya da herhangi bir yardım yeni iş kollarını işaret eder.

1.2.2.4. Jeotermal Enerji

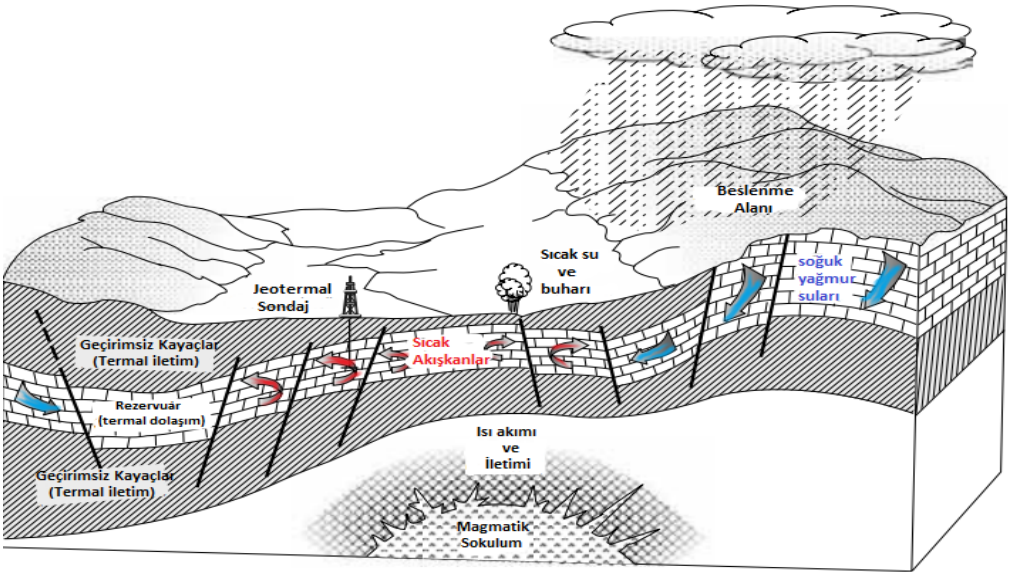
Volkanlar, kaplıcalar ve diğer termal fenomenlerin varlığı, insanoğlunun dünyanın iç kısımlarının sıcak olduğunu tahmin etmelerini sağlamıştır. Bununla birlikte, on altıncı ile on yedinci yüzyıl arasında, ilk madenlerin toprak seviyesinin birkaç yüz metre altına kazılmış olması insanlığın basit fiziksel meraklardan Dünya'nın sıcaklığının derinliklerde arttığı çıkarımını sağlamıştır. Termometre yardımıyla yapılan ilk ölçümler Fransa'nın Belfort yakınlarındaki bir maden içinde 1740'ta gerçekleştirilmiştir. 1870 yılına gelindiğinde, Dünya'nın termal rejimini incelemek için modern bilimsel yöntemler kullanılmaktadır ancak yirminci yüzyıla ve radyojenik ısı ile oynanan rolün keşfedilmesine kadar ısı dengesizliği ve Dünyanın termal tarihi gibi konu Dünya'nın bu gibi konuları tam olarak kavranamamıştır (Dickson ve Fanelli, 2003: 2).

Jeotermal enerjinin varoluşunda yerin derinliklerinde bulunan ısı ve akışkan ile insan ırkının bunu kullanması oluşturmaktadır. Tarihin ilk dönemlerinden bugüne kadar özellikle sağlık turizmi olmak üzere birçok alanda kullanılmıştır. Günümüzde artan enerji ihtiyacı ile doğrudan kullanımı ve elektrik üretimi teknolojilerindeki gelişmeler, akışkanın yüzeye çıkarılması ile ortaya çıkan mineraller veya diğer maddelerden yararlanma jeotermal enerjinin önemini arttırmaktadır (Toksoy, 2003: 3).

Jeotermal enerji, yerkürenin derinliklerinde bulunan magmadan ve kayaçların sıcaklığından elde edilen enerjidir. Yani yerin derinliklerinden yüzeye doğru yayılan ısıdır. Yerkürenin derinliklerine doğru indikçe sıcaklık artar fakat sıcak kayaç ve yüksek sıcaklıkta yeraltı suyu diğer alanlara göre daha sığ bir yerdeyse bu bölge jeotermal alan olarak adlandırılır. Yer kabuğunda incelme görülen bölgelere magmanın sokulması sonucu oluşur (Çağlar, Taymaz, Yolsal, Avşar, 2006: 50).

Jeotermal sistem, jeotermal enerjinin oluşumunu, beslenmesini, rezervuar bölgesini, ısı kaynağını, akışkanı ve boşaltımı kapsayan, kaynak ya da mineralli su

çıkarılan veya üretilen, özel bir jeolojik yapıya, hidrojeolojik ve kimyasal özelliklere sahip sistemdir. Isınan suların yeraltında bulundukları geçirimli kayaç alnına da jeotermal rezervuar denir (Kılıç, F. ve Kılıç, M., 2013: 47).



Şekil 13: İdeal Bir Jeotermal Sistemin Şematik Gösterimi

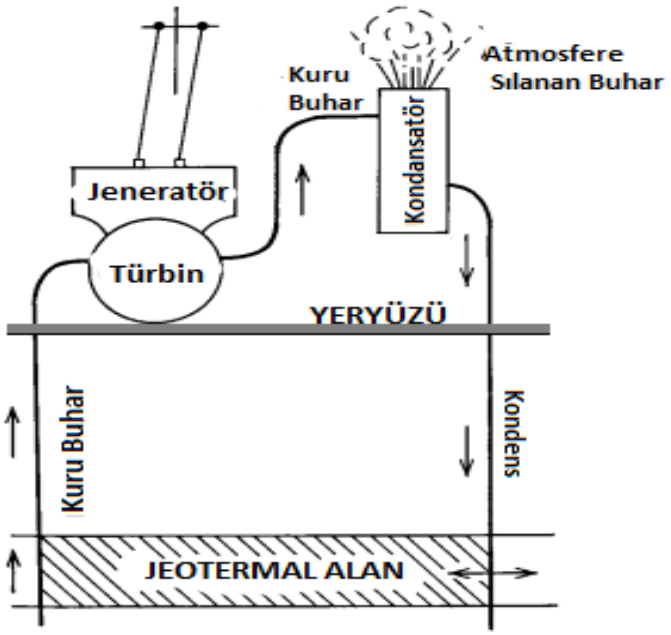
Kaynak: Dickson, H. Mary, Fanelli, Mario, *Geothermal Energy, Utilization and Technology*, UNESCO Publishing, France, 2003: 8.

Yağmur suları ya da kar suları besleme alanından girerek sıcak kayaçlara ulaşırlar. Bu sular ısınarak geçirimsiz kaya katmanları altındaki çatlaklara ya da gözeneklere girerek jeotermal rezervuarları oluştururlar (Blodgett, 2014: 7). Şekil 13'te de görüldüğü üzere, yer kabuğunun inceldiği bölgelerde basınca dayanamayan tabakadan su buharı ya da direkt olarak sıcak su çıkabilir. Bunun yanında kurulan jeotermal sondaj yöntemiyle de sıcak suya ulaşmak mümkündür.

Rezervuar sıcaklığı 150°C'den yüksek olan jeotermik akışkanlardan elektrik üretimi sağlanmaktadır. Ayrıca buharlaşma noktaları düşük (freon, izobütan vb) gazlar yardımıyla, 60-90 °C sıcaklıkta da elektrik üretimi sağlanmaktadır (Canik, Çelik, Arıgün, 2000: 50).

Elektrik üretimi jeotermalin karakteristiğine göre 3 çeşit santralde gerçekleşmektedir. Bunlar (www.jeotermal.com);

- Kuru Buhar Santralleri: Santraldeki türbini döndürmek için jeotermik kuyudan üretilen kuru buharın direkt olarak kullanıldığı santrallerdir.
- Flash Buhar Santralleri: Yüksek basınca sahip kuyudan yükselen akışkan düşük basınçlı seperatörlerde su ve buhar olmak üzere ayrılır. Ayrıştırılan buhar ile türbinin dönmesi sağlanır.
- Binary Cyle Santralleri (Çift Çevrim): Jeotermal akışkanın sıcaklığı kullanılarak sudan daha az buharlaşma sıcaklığına sahip olan akışkan eşantör (sıcaklık değiştirici) yardımıyla buharlaştırılır ve oluşan buhar ile türbinin dönmesi sağlanır.



Şekil 14: Kuru Buhar Santralinin İşleyişi

Kaynak: Gupta, Harsh, Roy, Sukanta, *Geothermal Energy An Alternative Resource for The 21st Century*, Elsevier, İndia, 2007: 200.

Şekil 14'te kuru buhar santralinin işleyişi gösterilmiştir. Görüldüğü üzere yeraltından çıkan kuru buhar türbine ulaşmaktadır. Burada türbini döndüren kuru buhar basıncı üretilen elektrik enerjisini jeneratöre gönderirken geri kalan kuru buhar

ilerlemeye devam etmektedir. Kuru buharın bir kısmı kondansatörde (yoğunlaştırıcı) atmosfere salınırken geri kalan kısmı kondens olarak yer altına geri gönderilmektedir. Böylelikle bir sirkülasyon oluşmakta ve devamlı elektrik üretimi sağlanmaktadır.

Jeotermal enerjinin en önemli avantajı doğrudan kullanılabilir olmasıdır. Bunun yanında yan ürünler boşa harcanmamaktadır. Santrallerin bakım masrafları düşüktür. Santraller fazla yer kaplamaz, çevre dostudur ve CO_2, NOx, SOx gazlarının salınımı çok düşük olduğundan zararsızdır. Güneş, rüzgâr enerjisinde olduğu gibi hava olaylarına bağımlı değildir. Jeotermal enerji de diğer yenilenebilir enerji kaynaklarında olduğu gibi dünya var oldukça devamlılığını sürdürecektir.

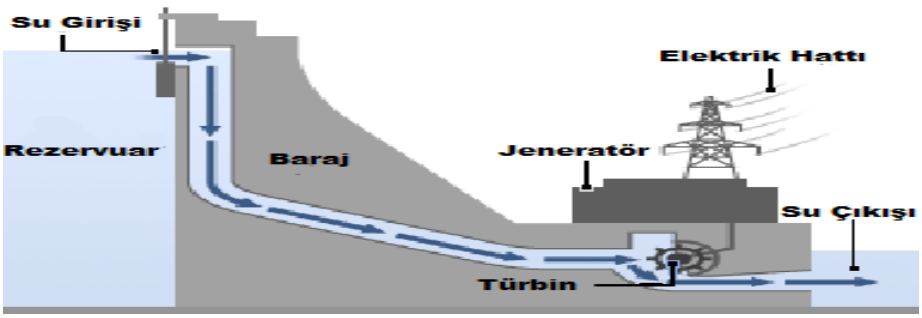
1.2.2.5. Hidrolik Enerji

Hidroelektrik güç düşen sudan çıkan enerjiyi alır. En basit ifadeyle, su mekanik enerjiye dönüştürülebilen kinetik enerjinin yerçekimi nedeniyle düşmesine neden olur ve mekanik enerji buna uygun bir elektrik enerjisine dönüştürülebilir. Eski Yunanlılar kinetik enerjiyi 2.000 yıl öncesine kadar mekanik enerjiye dönüştürmek için ahşap su çarklarını kullandılar. 1882'de ilk hidroelektrik santrali hızlı akan bir nehir kullanılarak Amerika Birleşik Devletleri'nde inşa edilmiştir. Zamanla insanlar, enerji kapasitesinden en iyi şekilde yararlanmak ve suyu en uygun yerlerde depolamak için barajlar oluşturmaya başlamıştır (Castaldi, Chantain, Windram, Ziayk, 2003: 4).

Hidroelektrik santrallerde, sistem gücü 50 MW'ın üzerinde olanlara büyük ölçekli, 10 ile 50 MW arasında olanlara küçük ölçekli, 101 kW ve 10.000 kW arasında olanlara mini ölçekli ve daha küçük sınırlara sahip olanlara mikro ölçekli santraller denilmektedir. Mikro ölçekli santraller ulusal elektrik şebekelerine katkıda bulunmamaktadır (teknotasarim.com). Hidroelektrik, küresel elektrik enerjisinin yüzde 16'sına katkıda bulunmaktadır ve bu payın büyümesi beklenmektedir. Hidroelektriğin teknik potansiyeli mevcut kullanım oranının beş katıdır ve

gelişmekte olan ülkelerde büyük bir potansiyel mevcuttur. EIA (U.S. Energy Information Administration) projeksiyonlarına göre, 16.400 TWh /yıl a kadar katkıda bulunabilir ve 2050 yılına kadar kurulu toplam hidroelektrik kapasitesi iki katına çıkarak (1.947 GW) yıllık 7.100 TWh üretecektir. Gelişmiş ülkelerdeki orta büyüklükteki ve büyük hidroelektrik kaynaklarının çoğu kullanılmıştır ancak küçük hidroelektrik santrallerinin ek rasyonel kullanımı için fırsatlar, özellikle gelişmekte olan ülkelerde olmak üzere tüm ülkelerde mevcuttur. Enerji erişim açığının en büyük olduğu Sahraaltı Afrika, 400 GW'ın üzerinde gelişmemiş hidro potansiyele sahiptir ve bu, kıtanın 80 GW'lık mevcut kurulu güç kapasitesini dört katına çıkaracak kadardır (www.ifc.org).

Küçük hidroelektrik santraller (HES), her ülkenin ekonomik ve hidroelektrik kaynağı farklılık gösterdiğinden standart bir sınıflandırmaya tabi değildir. Bu nedenle de her ülkede farklı sınıflandırmalar görülmektedir. Bu sınıflandırma su ekonomisine, enerji ekonomisine, teknik özelliklere ve topografik özelliklere göre belirlenebilir (Gökdemir, Kömürcü ve Evcimen, 2012: 21).



Şekil 15: Hidroelektrik Santralinin İşleyişi

Kaynak:*http://news.bbc.co.uk/2/shared/spl/hi/sci_nat/06/global_energy/html/hydrowind.stm*, Erişim Tarihi: 21.11.2016

Şekil 15'te hidroelektrik santralinin işleyişi gösterilmiştir. Buna göre, baraj kapağı açıldıktan sonra bir borudan geçer gibi rezervuardan barajın içine taşınan su türbinlere ulaştığında türbin kanatlarını döndürmeye başlar. Oluşan enerji jeneratöre

aktarılır ve elektrik hatları ile dağıtılır. Su görevini tamamladığında, diğer ihtiyaçları karşılamak için değişmeden akar (www.usbr.gov).

Hidroelektrik santralleri suyun sadece hızını kullanıp yapısını bozmadığı için avantajlıdır. Suyun muhafazasını sağlar. Su sürekli akacağından enerjide üretime devam eder. Diğer yenilenebilir kaynaklar gibi dünya üzerinde su bulundukça var olacak bir enerji türüdür.

İKİNCİ BÖLÜM

TÜRKİYE'DE ENERJİNİN DURUMU VE POLİTİKALAR

Bu bölümde, Türkiye'de yenilenemeyen ve yenilenebilir enerjinin durumu, Türkiye'nin enerji politikaları, iklim değişikliği, Kyoto protokolü ve Türkiye, Türkiye'nin 2023 yılı enerji hedefleri ayrıntılarıyla ele alınmıştır.

2.1. Türkiye'de Enerjinin Durumu

Türkiye birçok enerji kaynağı konusunda zengin bir yapıya sahiptir. Bunun başlıca nedeni Alp orojenik kuşak içinde bulunması ve bunun getirisi olarak hem tektonik hem de volkanik ve metamorfik olaylara uğraması sonucu zengin minerallerin bir araya toplanmasıdır. Ülkemizdeki jeopolitik yapının bir ürünü olan zengin madenler yüzyıllardır çıkarılma işlemine tabi tutulmaktadır. Nitekim madencilik ile ilgili temel varsayılan bilgiler diğer ülkelere Anadolu'dan yayılmıştır (Gözenç, Gümüş ve Ertin,1998: 153). Ülkemizde kullanılan hem tükenen hem de bunlara alternatif olan enerji kaynakları konunun devamında işlenmiştir.

2.1.1. Türkiye'de Yenilenemeyen Enerjinin Durumu

Türkiye petrol, doğalgaz kaynakları açısından pek zengin değilken linyit, taş kömürü, bor kaynakları açısından birçok ülkeye göre rezerv açısından zengindir. Ülkemiz dünya rezervlerinin yüzde 0,5'ine sahiptir (Gözenç vd.,1998: 157). Türkiye'nin yenilenemeyen enerji kaynakları ait durumu, mevcut potansiyeli ve kullanım alanları aşağıda incelenmiştir.

2.1.1.1. Türkiye'de Petrol

Anadolu topraklarının petrol ile ilk ilişkisi 17 yüzyılda gezgin Evliya Çelebi'nin Seyahatnamesinde Van yöresindeki petrol pınarlarından bahsetmesi ile rastlanmıştır. Bunun yanında 1638 yılında Sultan 4. Murat'ın Bağdat Seferinde Kerkük dolaylarında Neftçizadeler adlı Kerküklü bir Türk ailesinin orduya ham petrol hediye etmesi petrolün Türk topraklarında ki ilk ilişkisini göstermektedir (Terzi, 2009: 179). Osmanlı döneminde artan talep ithalatın da artmasına neden olmuş, ülke dış devletlerin pazarı haline dönüşmüş aynı zamanda Musul gibi petrol zengin topraklarda yabancı şirketlerin (İngiliz- Alman ortaklığı European Petrolium Company gibi) faaliyet göstermesine de izin verilmiştir.

Cumhuriyet dönemindeki petrole dair ilk gelişme 1926 yılında 792 numaralı Petrol Kanunu'nun çıkarılmasıdır. Bu kanunda "*bilcümle arazide bitüm ve petrol müştakatı tabiiyesi madenlerinin taharri ve işletilmesi hakkı maadin kanunu ahkâmına tâbi olmak kaydiyle"* maddesi bulunmaktadır. Yani bu kanun Türkiye hudutları içinde bulunan tüm topraklarda arama ve işletilme hakkını devlete vermektedir. Devlet bünyesine uymayan bu kanuna dayalı hiçbir yol izlenmemiştir (Taşman, 1949: 17-18). Türkiye'de önemli sayılabilecek arama faaliyetleri 27 Mayıs 1933 yılında çıkarılan 2189 sayılı Kanun ile olmuş sonrasında Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA) kurulmuş (22 Haziran 1935), başta Batman ve İstanbul olmak üzere rafineriler kurulmuş, satın alma, satış, stok gibi faaliyetleri gerçekleştirmek üzere Petrol Ofisi kurulmuştur. (14 Şubat 1941) 1954 yılında 6326

sayılı Petrol Kanunu çıkarılmış uzun yıllar kullanılan bu kanun 6491 sayılı Türk Petrol Kanununun yürürlüğe girmesiyle 2013 yılında kaldırılmıştır.

Türkiye'de bulunan petrol rafineleri; Batman Rafinerisi (1955), Mersin-Ataş Rafinerisi (1957) (petrol depolama tesisi), İzmit Rafinerisi (1961), İzmir Rafinerisi (1972) ve Kırıkkale Rafinerisi (1986) dir. Türkiye'de petrol sektöründe bulunan ana kuruluşlar ise Petrol Ofisi, Türkiye Petrol Anonim Ortaklığı (TPAO), Türkiye Petrol Rafinerileri (TÜPRAŞ) ve Boru Hatlarıyla Petrol Taşıma A.Ş. (BOTAŞ) dir (www.etarih.net; www.enerji.gov.tr).

Ülkemizde petrol üretimi ne kadar yapılıyor olsa da bu üretim talebin tamamını karşılayamamakta ve ithalatı gerçekleşmektedir. Türkiye'de üretilen petroller rafineri bazında Tablo 12' de gösterilmiştir.

Tablo 12: 2015 Yılında Türkiye Rafineri Bazında Üretim Miktarları

	TÜPRAŞ İzmit Rafinerisi	**TÜPRAŞ İzmir Rafinerisi**	**TÜPRAŞ Kırıkkale Rafinerisi**	**TÜPRAŞ Batman Rafinerisi**	**TOPLAM**
Petrol ve Türevleri* (Ton)	11.518.634	11.110.813	4.232.810	1.002.542	2.7864.799

Kaynak: Enerji Piyasası Destekleme Kurumu (EPDK), *2015 Petrol Piyasası Sektör Raporu*, Ankara, 2016$_a$: 2.

***İlgili kaynaktaki akaryakıtlar toplamı ve akaryakıt kapsamında olmayan ürünler toplamının birleşiminden oluşturulmuştur. Akaryakıt sınıfına giren ürünler Motorin, Kurşunsuz Benzin 95 Oktan, Jet Yakıtı (Kerosen), Denizcilik Yakıtı (Artık/Damıtık), Yüksek Kükürtlü Fuel Oil (Kükürt Oranı %1'i Geçenler), Kalorifer Yakıtı (%1 > Kükürt oranı > %0.1), Gazyağı, Kurşunsuz Benzin 98 Oktan, Fuel Oil (%1 > Kükürt oranı > %0.1) olarak söylenebilir. Akaryakıt kapsamına girmeyen ürünler ise Bitümen, Rafineri Yakıt Gazı, LPG, Petrol Koku, Nafta, Baz Yağlar, Beyaz İspirto &SBP, Ara Ürünler ve Diğer Ürünler olarak söylenebilir.*

2015 yılında toplam üretim miktarı 27.864.799 tondur. Bu rakam geçen yıla göre (2014 yılı toplam üretim miktarı 20.089.018 tondur.) yüzde 38,71 artış göstermiştir. Fakat bu rakam ülke için yeterli değildir. Bu yetersizliği göstermek adına 2015 yılı tüketim, ithalat ve ihracat rakamları Tablo 13'te gösterilmiştir.

Tablo 13: 2015 Yılı Petrol Tüketim, İthalat ve İhracat Rakamları

	TÜKETİM	**İTHALAT**	**İHRACAT**
Petrol ve türevleri(Ton)	24.833.640	39.637.998	10.805.577

Kaynak: Enerji Piyasası Destekleme Kurumu (EPDK), *2015 Petrol Piyasası Sektör Raporu*, Ankara, 2016$_a$: 6 – 21.

2015 yılında yurtiçi satışlar yani tüketim miktarı 24.833.640 tondur. Bu rakam 2014 yılına göre (tüketim miktarı 21.892.670 ton) yüzde 13,43 artış göstermiştir. Tüketim miktarının bu denli yüksek olması ve her geçen yıl artış göstermesi ülkede ithalat ihtiyacı doğurmaktadır. Nitekim 2015 yılı ithalat rakamı 39.637.998 tondur. İthalat yaptığımız başlıca ülkeler Irak (11.409.810 ton), Rusya Federasyonu (7.026.314 ton), İran (5.587.624 ton), Hindistan (2.965.452 ton)'dır. Bunun yanında Türkiye başlıca Malta (2.048.953 ton), Mısır (1.268.141 ton), Birleşik Arap Emirlikleri (1.109.082 ton) olmak üzere toplamda 10.805.577 ton ihracat yapmıştır (EPDK, 2016$_a$, 6 - 11).

Türkiye'deki petrol fiyatları, 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu Madde 10'a göre belirlenmektedir. Rafineri tarafından, küresel serbest piyasa fiyatlarına en yakın ulaşılabilir noktada belirlenir ve Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK)'ya tavan fiyatları olarak gönderilir. 5015 Sayılı Kanun uyarınca, EPDK, en yakın erişilebilir küresel serbest piyasa fiyatlarını ve Türk petrol piyasası fiyatlarını izlemektedir. EPDK, rekabet veya petrol arzının sağlanması için bir risk olması halinde ve iki aylık geçici bir süre boyunca temel ve / veya maksimum tüketici

fiyatlarını belirleyebilmek için serbest piyasa fiyatına müdahale edebilir. Bugüne kadar, EPDK piyasada rekabet eksikliği olduğu için iki kez müdahalede bulunmuştur. Bu gibi durumlarda, maksimum tüketici fiyatı EPDK tarafından küresel serbest piyasa fiyatlarına göre belirlenmektedir (İEA, 2016: 82). Türkiye Petrolleri resmi sayfasından alınan 2016 yılına ait bazı petrol ürünlerinin güncel fiyatları Tablo 14'te gösterilmiştir.

Tablo 14: Güncel Petrol Fiyatları

Kurşunsuz Benzin	Premium	Gaz Yağı	Motorin	Kalorifer Yakıtı	Fuel Oil
4,95 TL	4,97 TL	3,73 TL	4,3 TL	2,52 TL	2,58 TL

Kaynak: http://tppd.com.tr/Sayfalar/index.html, Erişim Tarihi: 05.12.2016

2.1.1.2. Türkiye'de Doğalgaz

Türkiye'de doğalgaz ilk olarak 1970 yılında TPAO tarafından Hamitabat ve Kumrular sahalarında keşfedilmiş ve 1976'da Pınarhisar Çimento fabrikasında kullanılmıştır. Artan nüfus ve sanayileşme faaliyetleri ve bazı şehirlerde meydana gelen yoğun hava kirliliğini azaltmak için doğalgaz alternatif bir enerji kaynağı olarak görülmüştür. Bu nedenle 1984 yılında Türkiye ve S.S.C.B. arasında doğalgaz sevkiyatına yönelik bir anlaşma imzalanmıştır. Diğer yıllarda ise Rusya Federasyonu (1986) ile 25 yıllık, Cezayir (1988) ile 20 yıllık, Nijerya (1995) 22 yıllık, İran (1996) 25 yıllık gibi birçok anlaşma imzalanmıştır.

Türkiye'de doğalgaz hakkında hukuki süreç 1988 yılında yürürlüğe giren 350 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile başlar. Bu kararnameyle 7/7871 sayılı kararnameye istinaden 15.08.1974 tarihinde BOTAŞ doğalgazın ithali hususunda yetki sahibi olan tek kuruluş olmuştur. Bunun yanı sıra 1990 yılında yürürlüğe giren 397 sayılı Doğalgazın Kullanımı Hakkında Kanun Hükmünde Kararname ile geçmiş

dönemdeki 350 sayılı kararname kaldırılmış ve BOTAŞ'a ithalatın yanında satış fiyat tespiti ve ülke içinde dağıtım yetkileri de verilmiştir. Bunun yanında Türkiye ilk doğalgaz ihracatını 30,8 milyon Sm^3 (Standart Metreküp)Yunanistan'a yapmıştır. 2001 yılında çıkarılan 4646 sayılı kanunun ilgili maddesi ile BOTAŞ'ın tekel olduğu bir piyasadan rekabetçi bir piyasaya geçiş hedeflenmiştir. Nitekim 2010 yılı itibariyle BOTAŞ'ın yanında 3 tüzel kişiye deihracat lisansı verilmiştir. Bu kişiler 30 yıl süre ile Bulgaristan'a doğalgaz ihraç edecek olan Setgaz Doğalgaz İthalat İhracat ve Toptan Satış A.Ş., 30 yıl süre ile Yunanistan'a doğalgaz ihraç edecek olan Liquefied Natural Gas İhracat Tic. Ltd. Şti. ve 30 yıl süre ile Yunanistan'a doğalgaz ihraç edecek olan Ege Gaz A.Ş.'dir (EPDK, 2010: 19-28).

Türkiye'de doğalgaz üretimi yapan toptan satış lisansı alan kuruluşlar şunlardır; Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO), Transatlantic Exploration Mediterranean International Pty. Ltd. (Merkezi: Avustralya) Türkiye Ankara Şubesi (TEMI), Tıway Turkey Limited Ankara Türkiye Şubesi (TIWAY), Thrace Basin Natural Gas (Türkiye) Corporation Türkiye-Ankara Şubesi (THRACE BASIN), Petrogas Petrol Gaz ve Petrokimya Ürünleri İnşaat San. ve Tic. A.Ş. (PETROGAS), Tiway Turkey Petrol Arama Üretim A.Ş. (TİWAY), Foinavon Energy, Inc. (Merkezi: Kanada) Türkiye-Ankara Şubesi (FOINAVON), Amity Oil International Pty. Limited Merkezi Avustralya Türkiye Ankara Şubesi (AMITY), MARSA Turkey B.V. (Merkezi Hollanda) Türkiye Ankara Şubesi (MARSA), Corporate Resources B.V. Limited Şirketi-Ankara-Türkiye Şubesi (CORPORATE RESOURCES) (EPDK, 2016_b: 1).Bu kuruluşların toplam üretim miktarı Tablo 15'te gösterilmiştir.

Tablo 15: 2015 Yılı Doğalgaz Üretim, Tüketim, İthalat Ve İhracatı

	ÜRETİM	**TÜKETİM**	**İTHALAT**	**İHRACAT**
Doğalgaz (Milyon Sm^3)	381	47.999	48.427.07	623,94

Kaynak: Enerji Piyasası Destekleme Kurumu (EPDK), *2015 Doğalgaz Piyasası Sektör Raporu,* Ankara, 2016_b: 1 – 51.

Türkiye'de 2015 yılında 381 milyon Sm^3 doğalgaz üretimi yapılmıştır. 2014 yılına göre (üretim miktarı 479 milyon Sm^3) yüzde 20,45 azalma bulunmaktadır. Yapılan üretimin büyük bölümü Tekirdağ (252,35 milyon Sm^3), Kırklareli (54,96 milyon Sm^3) ve Düzce'de (44,08 milyon Sm^3) gerçekleşmiştir.

2015 yılında ülkemizde 48.427.07 milyon Sm^3 doğalgaz ithali gerçekleşmiştir. Doğalgaz ithalatı 2014 yılına göre (ithalat miktarı 49.262.27 milyon Sm^3) yüzde 1,70 azalmıştır. 2015 yılında doğalgaz ithalatı en fazla 26.783 milyon Sm^3 ile Rusya'dan yapılmıştır.

2015 yılında yine sadece BOTAŞ ihracat faaliyeti gerçekleştirmiş ve Yunanistan'a 623,94 milyon Sm^3 doğalgaz ihraç edilmiştir.

Türkiye'de 2015 yılında doğalgaz tüketimi 47.999 milyon Sm^3 olarak saptanmış bu tüketim şu şekilde dağılım göstermektedir (EPDK, 2016_b: 50-51):

- Dönüşüm/ Çevrim Sektörü: Elektrik santralleri ve türevleri ile ısı santralleri ve türevlerini kapsamaktadır. Bu kalem için 2015 yılında toplam tüketim miktarı 19.010.67 milyon Sm^3 tür. 2014 yılına göre (tüketim miktarı 23.441.97 Sm^3) yüzde 18,90 azalış göstermiştir.
- Enerji Sektörü: Petrol rafinerilerinde, yüksek fırınlarda ve santrallerde yakıt olarak kullanılan doğalgazı kapsamaktadır. 2014 yılında tüketim miktarı 367,41 milyon Sm^3 iken 2015 yılında tüketimi 302,34 milyon Sm^3 gerileyerek yüzde 17,71'lik bir azalış meydana gelmiştir.
- Sanayi Sektörü: Ağaç ürünleri işleme, alkol ve alkol ürünleri, kimya, demir-çelik, gıda ve içecekler, tekstil, inşaat, kağıt gibi ürünlerin üretimini kapsamaktadır. 2014 yılında tüketim miktarı 12.375.53 milyon Sm^3 iken 2015 yılında bu rakam yüzde 12, 85'lik bir artışla 13.965.53 milyon Sm^3 e yükselmiştir.
- Hizmet Sektörü: Ticarethane, resmi daire ve diğerlerini kapsamaktadır. 2015 yılında tüketim yüzde 4,71 oranla artarak 2014 yılında 3.018.49 milyon Sm^3 iken 2015'te 3.160.64 milyon Sm^3'e ulaşmıştır.

- Diğer Sektörler: Konut, tarım/ormancılık ve hayvancılık gibi konuları kapsamaktadır. 2014 yılında 9.426.09 milyon Sm^3 iken yüzde 18,11'lik bir artışla 2015 yılında 11.133.59 milyon Sm^3 'e ulaşmıştır.

Doğalgaz toptan satış fiyatları, EPDK tarafından denetlenmemekte, pazardaki satıcı ve alıcılar tarafından belirlenmektedir (İEA, 2016: 121). Fakat 13 Ekim 2016 günü 29856 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Doğal Gaz Piyasası Tarifeler Yönetmeliği'nin 14. Maddesinde taraflar arasındaki bu serbestliğin kurul onayı olmaksızın yapılabileceğinin yanında kurul tarafından belirlenen usul ve esaslara uyulması gerektiği belirtilmiştir (Resmi Gazete, 2016/29856). Aynı yönetmeliğin 15. Maddesinde perakende satış fiyatının dağıtıcıların gazı alış fiyatı ile sistem kullanım fiyatına ek vergi benzeri yükümlülükler dışında bedel talep edilemeyeceğinden bahsetmektedir. Fiyatlandırma kullanım aralıkları belirlenerek yapılmaktadır. Genellikle ayrım kullanıcı tipine göre (Evsel/ Serbest Tüketici / Sektör bazlı / Sanayi gibi) oluşturulmaktadır ve bölgelere göre değişiklik göstermektedir. Trakya bölgesinde dağıtım yapan GAZDAŞ'ın 2016 yılı evsel tüketici perakende doğalgaz fiyatlandırması Tablo 16'da gösterilmiştir.

Tablo 16: Güncel Doğalgaz Fiyatları

GAZDAŞ TARİFE TABLOSU		**Doğalgaz Alış Fiyatı**		**Sistem Kullanım Bedeli**		**Doğalgaz Satış Birim Fiyatı**	
Tüketici Tipi	**Yıllık Tüketim Kademeleri**	**(TL/ Sm^3)**	**(TL/kWh)**	**(TL/ Sm^3)**	**(TL/kWh)**	**(TL/ Sm^3)**	**(TL/kWh)**
Evsel Tüketici	0-100.000 Sm^3 aralığında gaz kullanan	0,787	0,0739	0,204	0,019	0,991	0,093

Kaynak:*http://www.gazdas.com/web/Navigationt?p=81d35173e889d7443ffe1c1a4218b459RFCNew&page=*, Erişim Tarihi: 05.12.2016

2.1.1.3. Türkiye'de Kömür

İlk çağlardan günümüze Çin ve İngiltere'deki yerel halk kömürün varlığının farkındaydı. Amerika'nın zengin kömür yataklarına sahip Pennsylvania bölgesinde bulunan yerel halkta bu madenden haberdardı. Anadolu topraklarında da halk kömürün varlığını biliyordu fakat o dönemde kömür ihtiyaç kaynağı değildi (Güven, 2015: 5). Anadolu'da kömür ilk defa 1829 yılında Zonguldak havzasında keşfedilmiştir (Kural, 1991: 3). Akdeniz ülkelerinin genelinde rastlanmayan maden kömürünün bu havzada 1848 yılında işletilme faaliyetleri başlamıştır. Osmanlı döneminde Zonguldak'ta çıkan maden kömürleri havzanın kendi kurallarına göre işlem görürken, linyit madeni devlet tarafından kişilere ve şirketlere verilen imtiyaz ve arama ruhsatlarıyla işlem görmüştür (Yorulmaz, 1998: 283). Cumhuriyet kurulduktan sonra ise yapılan İzmir İktisat Kongresi'nde madencilik faaliyetlerinin özel sektöre bırakılması kararına varılmıştır. Bu amaçla İş Bankası sanayi ve madencilik alanlarında yatırımlarda bulunmuş bunun yanı sıra Maden Kömür İşleri TAŞ (1926), Kozlu Kömür İşleri AŞ (1929), Kilimli Kömür Madenleri TAŞ (1929) ve sonrasında Kireçlik Maden Kömürleri TAŞ (1935) kurulmuştur. Bu şirketler 1927'de havzadaki toplam üretimin yüzde 14,91'ini (226 bin ton) üretirken bu oran 1940'ta yüzde 46,61'e (1.272 milyon ton) ulaşmıştır (Kural, 1998: 4).

Daha sonraki yıllarda, yeraltı kaynaklarının devlet kontrolünde çıkarılması amacıyla, Ekonomi Bakanlığı'na bağlı olarak 2804 sayılı yasa ile MTA (1935), devamında 6974 sayılı kanunla tüzel bir kişiliğe ve ekonomik bağımsızlığa sahip Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ) (1957) kurulmuştur. Devamında Bakanlar kurulu 2680 sayılı kanuna dayanarak ve 60 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile TKİ bünyesinde faaliyette bulunan Ereğli Kömür İşletmeleri Müessesesi yerine Kozlu, Karadon, Armutçuk, Üzülmez, Amasra İşletmelerinden oluşan Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) (1983) kurulması konusunda karara varılmıştır (Aktaş, 2013: 7-8).

Anadolu'nun sahip olduğu jeopolitik yapının ülkemize sunduğu bir diğer maden türü ise linyittir. Cumhuriyet döneminde linyite verilen önem artmış bu bağlamda Amasya- Çeltek (1927), Yozgat-Yerköy (1927), Kütahya- Tunçbilek-

Değirimsaz (1927) ve Aydın- Nazilli- Girenez (1927) Ocakları faaliyet göstermeye başlamış ve MTA'nın kurulmasıyla birlikte ise araştırmalar bilimsellik ve programlı bir yapı kazanmıştır (Dağıstan, 2013: 35). 1960 yılına kadar yapılan bu aramalarda genellikle yüksek ısıl değerli alanların üzerinde durulurken 1960'lı yıllarda düşük ısıl değere sahip linyitlerin termik santral yakıtı olarak kullanılması gündeme gelmiş bu fikirle birlikte aramalara farklı bir yön verilmiştir. Bu aramalar sonucu 117 ekonomik linyit alanına ulaşılmıştır (Ültanır, 1998: 59).

Ülkemizde kömür üretimi Zonguldak Taşkömürü Havzasında TTK tarafından ve TTK'nin imtiyaz sahasında rödevans usulü (devletin madeni kiralaması ve belirli bir fiyat üzerinden üretilenleri satın alması) ile özel sektör firmaları tarafından yapılmaktadır. Linyit üretimi yapan kurumlar ise Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ), Elektrik Üretimi Anonim Şirketi (EÜAŞ), MTA ve bağlı diğer kurum ve kuruluşlardır. Tablo 17'de Türkiye'nin Eylül 2016 sonu itibariyle sahip olduğu rezerv miktarları gösterilmektedir.

Tablo 17: Türkiye'deki Kömür Rezervleri

(Milyon ton)	**TKİ**	**EÜAŞ**	**MTA**	**TTK**
Linyit	3.646	8.506	564	-
Taşkömürü	-	-	-	1.299

Kaynak: ETKB, *Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü*, Strateji Geliştirme Başkanlığı, Ankara, 2016: 48.

Türkiye'nin toplam linyit rezervi toplam 12.716 milyon tondur. Üretimin 9,9 milyon tonunu TKİ ve 9,9 milyon tonunu 1989'da devlet teşekkülü olarak faaliyete geçen EÜAŞ yaparken MTA üretim yapmamaktadır. Son yıllarda gerçekleştirilen kömür arama faaliyetleri sonucunda ülkemizdeki linyit rezervlerinde önemli ölçüde artış olmuştur. Aynı zamanda konu olan bu rezervlerin uluslararası standartlara uygun sınıflandırılması ve ekonomik olarak işletilebilir rezervlerin

belirlenmesine yönelik aramalar devam etmektedir. Taşkömürü rezervi ise toplam 1.299 milyon tondur ve üretimi TTK ve bağlı kuruluşlar yapmaktadır. Bununla beraber günümüzde Türkiye'de birincil enerji talebinin yaklaşık yüzde 28,5'ini kömür oluştururken, 2015 yılında üretilen elektriğin yüzde 28,4'ü kömürden elde edilmekte ve Türkiye'nin elektrik enerjisi kurulu gücünün yaklaşık yüzde 21,3'ünü de kömür santralleri oluşturmaktadır (www.mfa.gov.tr/).

Türkiye'nin 2015 yılı linyit ve taşkömürü tüketimine bakıldığında ise linyitin yüzde 89,1'i ve taşkömürünün yüzde 43,9'u termik santrallerde kullanılmıştır. Linyit kömürünün yüzde 6'sı sanayide, yüzde 4,8'i konut, hizmet gibi diğer faaliyetlerde tüketilmiş taşkömürünün yüzde 20,7'si kok tesislerinde, yüzde 3,5'i demir-çelik sanayisinde, yüzde 8'i sanayide ve yüzde 24,4'ü konut, hizmet gibi diğer faaliyetlerde tüketilmiştir (www.tuik.gov.tr).

Türkiye 2015 yılında toplam kömür arzının yüzde 96'sını Kolombiya'dan (yüzde 33,1), Rusya'dan (yüzde 33), Güney Afrika'dan (yüzde 14,6), Avustralya'dan (yüzde 8,2) ve diğer ülkelerden ithal ettiği kömürler oluşturmaktadır. Taşkömürü ithalatı artan talep ve düşük fiyatlar nedeniyle son on yılda yüzde 95,7 artış göstermiştir (IEA, 2016: 95).

Linyit madeninin fiyatlandırması tane boyu, teknik özellikler ve yıkanma durumuna göre değişiklik göstermektedir. Tablo 18'de linyit madeninin 2015 KDV hariç FOB fiyatları verilmiştir.

Tablo 18: Güncel Linyit Fiyatları

Üretim Yeri	TL/Ton	Üretim Yeri	TL/Ton
Kütahya-Tunçbilek	180-312	Manisa-Soma	77-355
Bursa-Keles	150-165	Çanakkale-Çan	140-247

Kaynak:*http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/e35398b5c12c6cf_ek.pdf?tipi=37&turu=X&sube=0,* Erişim Tarihi: 22.12.2016

Kömür madeninin fiyatlandırması tane boyu, kül, nem, sabit karbon, kükürt oranı, kalori, uçucu madde ve yıkanma durumuna göre belirlenmektedir. Kozlu, Üzülmez, Karadon üretimi 0-10 mm koklaşır kömürlerin demir çelik dışında perakende satışlarında yüzde 10 fiyat farkı uygulanmaktadır. Tablo 19'da kömür madeninin 2015 yılı KDV hariç ortalama fiyatları verilmiştir.

Tablo 19: Güncel Kömür Fiyatları

Özellikler	**Ton Fiyatı (KDV Hariç)**	**Özellikler**	**Ton Fiyatı (KDV Hariç)**
Santral Yakıtı	148,81 TL	0-18 aralığı toz	110 $
0-10 koklaşır	110 $	10/18 (dökme/paket)	300-400 TL
0-18	140 $	18/150 Parça (dökme/paket)	340-400 TL
0-10 yarı koklaşır	120$		

Kaynak:*http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/e35398b5c12c6cf_ek.pdf?tipi=37&turu=X&sube=0,* Erişim Tarihi: 22.12.2016

2.1.1.4. Türkiye'de Bor

Türkiye'de bor madenini 1850'li yıllarda Fransız Mühendis Camille Desmazures ve ortağı Balıkesir Sultançayırı mevkiinde keşfetmişlerdir. Esasen buldukları "pandermit" olarak adlandırılan bor minarelinin bir türüdür ve buldukları yatak 13. ve 14. yüzyılda Romalılarca işletilen bir sahadır. Daha sonraki dönemde devletten 20 sene müddetince işletme izni alırlar ve çıkardıkları madeni Türk topraklarında işlemeden kendi ülkelerindeki fabrikalarına götürürler. Uzun yıllar ülkemizdeki bor madeninin işletme hakkı yabancı firmalarda kalmış, bu firmaların birçoğu 1944 yılına kadar ulusallaştırılmış olsa da İngilizler boraks işletme ayrıcalıklarını korumuşlardır (TMMOB, 2001: 7).

1950'de işletme hakkına sahip Borax Consolidated Ltd. 1951 yılında 11 bin tona yakın ihracat yapmış olsada 1954 yılında Sultançayırı Ocağını madenin tükendiği gerekçesiyle kapatmıştır. Fakat düşük tenörlü madenin satışını 1961'e kadar ülkemiz topraklarında sürdürmüştür. Daha sonrasında MTA'nın aramaları sonucu bulunan yataklar 1951'de Etibank'a devrolmuş, aramalar devam ederken üretime de geçilmiştir. Yabancı sermaye teşvik kanunundan yararlanmak isteyen Borax Consolidated Ltd Türk Boraks Madencilik AŞ kurar. Ardından ise American Potash and Chemical Co. ve Ugine Kuhlman şirketleri de faaliyete başlarlar. En nihayetinde 1983'te çıkartılan 2840 sayılı kanun kapsamında devletin maden işleme faaliyeti Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü'nce yürütülmektedir. 1978'den önce gerek yabancı gerekse yerli özel sektör bor madenini ham cevher olarak satma yoluna giderken, Eti Maden 1980 yılından bugüne yatırımlarını arttırarak rafine bor üretiminde kapasitesini yükseltmekte ve yatırım atakları devam etmektedir (www.etimaden.gov.tr).

Ülkemizde bilinen bor madeni yatakları Kırka (Eskişehir), Emet (Kütahya), Kestelek (Bursa) ve Bigadiç (Balıkesir)'dedir. Aynı zamanda Türkiye'de rezerv açısından en çok bor madeninin türü olan tinkal ve kolemanit bulunurken ek olarak üleksit madeni de elde edilmektedir. Türkiye'nin 2015 bor rezervleri Tablo 20'de verilmiştir.

Tablo 20: Türkiye Bor Rezervleri

HAVZA ADI	**MİKTAR (milyon ton)**
Emet (Kolemanit-Üleksit)	1.814
Kırka (Tinkal)	830
Bigadiç (Kolemanit- Üleksit)	630
Kestelek (Kolemanit)	6
TOPLAM	3.279

Kaynak: Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü (Eti Maden), *Bor Sektör Raporu,* Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı, 2015: 23.

Türkiye'nin 2015 rezervleri toplamı 3 milyar tondan fazladır. Bu rakamla Türkiye Dünya'nın en çok bor rezervine sahip ülkesi olması yanında dünyanın en fazla bor kimyasalları üretimi yapan ülkesidir. Eti Maden'in sahip olduğu bor madeni kurulu gücü 2,2 milyon tondur ve kapasite kullanım oranı yüzde 84'e ulaşmıştır (www.enerji.gov.tr).

Türkiye'de bor çoğunlukla cam ve seramik sektöründe kullanılmaktadır. Busektörlerdeki değişimler bor tüketimini direkt etkilemektedir. Büyümenin sınırlı ve yerel sorunların olduğu dönemlerde tüketici talebi zayıflamakta bu da olumsuz değişimlere neden olmaktadır. Nitekim 2014 yılında bu sektörlere gerçekleştirilen bor ihracatı yaklaşık 2,5 milyon tonu bulurken bu rakam 2015 yılında yüzde 17 azalma göstermiştir. Eti Maden'in bor satışları 2015 yılında 809 milyon $'a ulaşmış olup ihracat tutarı ise 787 milyon $ olmuştur. İhracatın büyük bir kısmı Asya'ya (yüzde 55) yapılmış olup devamında Avrupa (yüzde 28), Amerika (yüzde 15) ve Afrika (yüzde 2) izlemektedir (Eti Maden, 2015: 23 - 26).

Bor madeninin fiyatlandırması genellikle metrik ton olarak verilmektedir. Bor fiyatları kalite, kaynak, miktar ve teslim şekline göre geniş aralıklar içinde değişmektedir. Tablo 21'de bor türlerinin fiyatları verilmiştir.

Tablo 21: Güncel Bor Madeni Fiyatları

Bor Mineral Türleri	Liman	Fiyat
Dekahidrat boraks	FOB	940-975$
Borik asit	FOB	620-1.000$
Üleksit %40 B_2O_3	FOB	620-652$
Kolemanit %40-42 B_2O_3	CIF	630-690$

Kaynak:*http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/e35398b5c12c6cf_ek.pdf?tipi=37&turu=X&sube=0,* Erişim Tarihi: 22.12.2016

2.1.2. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Durumu

Hızla artan enerji ihtiyacı fosil enerji kaynaklarının da hızlı bir şekilde tükenmesine neden olmuştur. Ülkeler bu kaynakların yerini tutacak ve insanların yaşamlarını sürdürmelerine yardımcı olacak alternatif enerji kaynaklarına ihtiyaç duymuş, hızla gelişen teknoloji ile de bu ihtiyaçlarını karşılamaya başlamıştır. Ülkemizde enerji konusunda hem dışa bağlılığı hem de özellikle petrol ve doğalgaz gibi fosil kaynakların ülke topraklarında az bulunması nedeniyle alternatif kaynaklara yönelmiştir. Tablo 22'de Türkiye'nin son dönem yenilenebilir enerji potansiyeli gösterilmiştir.

Tablo 22: Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli

	Güneş	**Rüzgar**	**Biyokütle**	**Jeotermal**	**Hidroelektrik**
Kurulu Güç (MW)	248,8	4.503.2	362,4	632,9	25.867.8
Elektrik Üretimi (GWh)	194	11.652.5	1.758.2	3.424	671.453.8
Isı (Bin TEP)	795	-	-	4,99	-
Potansiyel	1.500kWh/ m^2-yıl	48.000 MW	20 Milyon TEP	31.500MWt 2.000 MW	160 TWh/yıl

Kaynak: ETKB, *Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı İle Bağlı, İlgili Ve İlişkili Kuruluşlarının Amaç Ve Faaliyetleri*, Bağlı ve İlgili Kuruluşlar Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2016_a: 9.

Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarına ait durumu aşağıda incelenmiştir.

2.1.2.1. Türkiye'de Güneş Enerjisi

36-42 kuzey enlemleri arasında bulunmakta olan Türkiye'nin yıllık güneşlenme süresi ortalama metrekare başına 2.640 saat (günlük toplam 7,2 saat), toplam ışınım şiddeti ortalama metrekare başına yıllık 1311 kWh (günlük ortalama 3,6 kWh)'dır (MMO, 2012: 175). Güneşlenme süresi en çok Temmuz ayındayken (365 saat/ay) en az ise Ocak ve Aralık aylarında (103 saat/ay) görülmektedir. Bölgesel olarak bakıldığında toplam güneşlenme süresi en çok Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeyken (2.993 saat/yıl) devamında ise Akdeniz Bölgesi (2.956 saat/yıl), Doğu Anadolu Bölgesi (2.664 saat/yıl), İç Anadolu Bölgesi (2.628 saat/yıl), Ege Bölgesi (2.738 saat/yıl), Marmara Bölgesi (2.409 saat/yıl) ve Karadeniz Bölgesi (1.971 saat/yıl) izlemektedir (Oğulata, Oğulata, 2002: 1058). Türkiye'nin farklı bölgelerindeki bu değişimler Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından hazırlanan Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) yardımıyla il bazında da görülebilmektedir (www.eie.gov.tr). Kıtasal olarak bakıldığında Türkiye, Avrupa'da İspanya hariç tüm Avrupa ülkelerinden daha fazla güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Verilen bu rakamlar Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli yönünden ne kadar zengin olduğunu göstermektedir. Bu rakamlar ülkemizin tüketilen elektrik ve fosil kaynaklardan on bin kat fazladır (Gümüş ve Tüzün, 2009: 306). Buna rağmen ülkemizde güneş enerjisinin toplam enerji tüketimindeki payı yüzde 0,6'lık düşük seviyelerde seyretmektedir (Vardar ve Taşkın, 2014: 247).

Daha önceden de bahsi geçtiği üzere güneş enerjisi ısıl ve fotovoltaik (güneş pilleri) olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde yaygın olarak kullanılan ve bir ticari iş sahası haline gelen güneş enerjisi yöntemi ise sıcak su elde etmeye yarayan düzlemsel kolektörler yani ısıl yöntemdir. Lakin her ne kadar yaygın olsa da potansiyel enerjiye nazaran kullanılan kolektör sayısı birçok ülkeye göre düşüktür. Örneğin; dünya çapında kolektör kullanımı en çok Kıbrıs Rum kesiminde (0,8 m^2/kişi) ve İsrail'de (0,5 m^2/kişi) görülmektedir (Türkyılmaz, 2008: 58). Türkiye'de bu oran 0,15 m^2/kişi olup yüzölçümü ve güneşlenme oranları düşünüldüğünde mevcut potansiyelin verimli kullanılmadığı görülmektedir.

Türkiye'de 2012 yılı itibariyle kurulu kolektör alanı yaklaşık olarak toplam 18.640.000 m^2 olup yıllık olarak düzlemsel güneş kolektörü üretimi 1.164.000 m^2, vakum tüplü kolektör ise 57.600 m^2 şeklinde belirtilmiştir. Üretimi gerçekleşen bu düzlemsel kolektörlerin yarısı, vakum tüplü kolektörlerin ise tamamı ülke içinde kullanılmaktadır. Fotovoltaik sistemlerin yaygınlaşması adına gerekli düzenlemeler ve çalışmalar yapılmakta olup düşen maliyetler ve verimlilikteki artışın gelecek yıllarda bu sistemlerin yaygınlaşmasına yardımcı olması beklenmektedir. 2016 yılı itibariyle güneş enerjili santral sayısı 861 olarak görülmekte bu santrallere ait toplam kurulu güç ise 660,2 MW'dır (www.enerji.gov.tr). 2016 Ocak - Ekim kapsamında güneş enerjisinden 855 GWh elektrik üretilmiştir (www.enerjiatlasi.com).

2.1.2.2. Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi

Türkiye yaklaşık 781 bin km^2 bir arazi yüzeyine sahiptir. Dağlarla çevrili olan coğrafi karakteri, dağlık boğazları ve geçitlerinden düzenli ve ılımlı bir hava akışı oluşmaktadır. Daha soğuk Avrupa ve daha sıcak Asya ve Afrika sistemleri arasındaki konumu da çok çeşitli sıcaklık ve iklim farklılığına neden olur. Türkiye' nin teorik olarak rüzgâr enerjisi potansiyeli yıllık 80.000 MW'dan fazladır ve bu rakam toplam kurulu gücün iki katıdır ve bu potansiyelin sadece 10.000 MW'ı ekonomik açıdan mümkün olduğu hesaplanmaktadır. Avrupa ülkeleri arasında teknik rüzgâr enerjisi potansiyeli açısından Türkiye 166 TW / yıl ile en yüksek paya sahiptir. Bu rakam Türkiye'nin mevcut toplam elektrik tüketiminden daha fazladır. Bununla birlikte, toplam birincil enerji arzında yenilenebilir enerjilerin payı açısından Türkiye toplam dünya ortalamasının biraz üzerindedir (Erdoğdu, 2009: 1365).

Rüzgâr enerjisi mahalli bir kaynaktır; coğrafi ve meteorolojik esaslı sınırlamalara sahiptir (Önal ve Yarbay, 2010: 84). Elektrik üretmek için rüzgâr enerjisini kullanmak ve üretilecek enerji miktarını belirlemek için yerel rüzgar enerjisinin kullanılabilirliği hakkında bilgi sahibi olmak önemlidir. Enerji üretiminden potansiyel olarak uygun alanlar göstermeye hazırlanan EİE tarafından

hazırlanan Rüzgâr Atlası, bölgesel ortalama rüzgâr hızları ve güç yoğunlukları ile ilgili istatistiksel verileri açıklar (Hepbaşlı ve Özgener, 2004: 266). Ülkemizdeki bölgelere ait rüzgâr yoğunluğu Marmara Bölgesi'nde 51,9 W/ m^2, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 29,3 W/ m^2, Ege Bölgesi'nde 23,5 W/ m^2, Akdeniz Bölgesi'nde 21,4 W/ m^2, Karadeniz Bölgesi'nde 21,3 W/ m^2, İç Anadolu Bölgesi'nde 20,1 W/ m^2 ve Doğu Anadolu Bölgesi'nde 13,2 W/ m^2 şeklinde olduğu söylenebilir (Oğulata, 2003: 480).

İlk Türk rüzgâr türbini, 1985 yılında Vestas firması tarafından Çeşme Golden Dolphin Otel'de (55 kW) inşa edilmiştir. Modern Türk rüzgâr enerjisi mühendisliğinin gelişimi 21 Kasım 1998'den itibaren başlamış ve ilk Enercon E-40 rüzgâr türbini (500 kW) her biri İzmir Alaçatı'nda faaliyete geçmiştir. Daha sonra, 12 Vestas V44 / 600 türbininden oluşan rüzgâr santrali Kasım 1998'de aynı yerde inşa edilmiş ve 3.000 MW kurulu güce sahip üçüncü rüzgar santrali Haziran 2000'den itibaren Bozcaada'da faaliyete geçmiştir (Kenisarin, Karslı, Çağlar, 2006: 357). Günümüzde ise birçok şirket tarafından rüzgâr enerjisi ile elektrik üretimi yapılır hale gelinmiştir. Ülkemizde 2016 yılında (Aralık ayı hariç) 12.789.602 MWh elektrik üretimi gerçekleşmiştir. Bu rakam 2015 yılına göre (elektrik üretimi 7.572.648 MWh) yüzde 69 artış göstermiştir (www.enerjiatlasi.com).

2.1.2.3. Türkiye'de Biyokütle Enerjisi

Türkiye'de enerji ihtiyacı, nüfus ve sanayileşmede hızlı bir büyümeye bağlı olarak giderek artmaktadır ve hem ticari hem de yenilenebilir enerji kaynakları tarafından karşılanmaktadır. Yenilenebilir enerjinin farklı biçimleri arasında, biyokütle enerjisi Türkiye'nin en önemli kaynaklarından biridir (Başçetinçelik, Karaca, Öztürk, Kaçıra, Ekinci, 2005: 365). Biyokütle enerjinin üretiminde kullanılan materyal bitkisel ve hayvansal ürünlerdir. Fakat hayvansal üretim için bitkisel üretimin yoğunlaştırılması gerekir. Yani 1J değerine sahip hayvansal üretim için 7J değerinde ki bitkisel üretime ihtiyaç vardır. Türkiye'nin güneşlenme ve alan kullanılabilirliği, iklimsel koşulları ve su kaynakları gibi özellikleri göz önünde

bulundurulduğunda biyokütle enerji üretimi için uygun olduğu görülmektedir (Ültanır, 1998: 81).

Türkiye'nin karasal yüzölçümünün yüzde 27,7'si tarım alanı olarak kullanılmaktadır. Bu alanın yüzde 44,1'i orman, yüzde 38,4'ü ekili alan, yüzde 10,4'ü nadas alanı, yüzde 7,1 meyve ve sebze alanıdır. Türkiye'de yıllık bitkisel üretim miktarı yaklaşık 142,5 milyon ton ve bu üretim sırasında ve sonrasında oluşan atık ise yıllık yaklaşık 143 milyon tondur. Bu kadar büyük bir üretim alanına sahip olunmasına ve atık miktarının bu kadar fazla olmasına rağmen, tarım atıklarının büyük bir bölümü değerlendirilmemektedir. Türkiye'de tarla ve bahçe bitkilerinin atıkları bölgesel olarak şu şekilde dağılım göstermektedir; Akdeniz Bölgesi yüzde 24,8 ve toplam ısıl değeri 65 PJ, Marmara Bölgesi yüzde 18 ve ısıl değeri 50,5 PJ, Güneydoğu Anadolu Bölgesi yüzde 16,3 ve ısıl değeri 41,1 PJ, İç Anadolu Bölgesi yüzde 13,7 ve ısıl değeri 32,3 PJ, Karadeniz Bölgesi yüzde 13 ve ısıl değeri 65,7 PJ, Ege yüzde 10,6 ve ısıl değeri 39,5 PJ, Doğu Anadolu Bölgesi yüzde 3,6 ve ısıl değeri 9,14 PJ'dür (biyoder.org.tr).

Bir diğer biyokütle enerji kaynağı ise orman atıklarıdır. Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından Türkiye'deki ormanların büyüklük ve değişimi göz önünde bulundurularak hazırlanan orman envanter değerlendirme sonuçları ilk envanter yılı olan 1973'te ormanlık alanların 20,2 milyon hektar (yüzde 26,1), son envanter yılı olan 2015'te ise 22,3 milyon hektar (yüzde 28,6) şeklinde tespit etmiştir. Bu sonuçlar baz alındığında son 42 yıl içerisinde yaklaşık olarak 2,1 milyon hektarlık artış bulunmaktadır (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2015: 30). Son yıllarda Türkiye'de endüstriyel odun üretimi yaklaşık 10 milyon m^3, yakacak odun üretimi yaklaşık 4 milyon m^3'tür. Hasat sonrası yapılan kesimlerin yüzde 50'si endüstriyel olarak nitelendirilmeyen ağaçlardan elde edilir. 2015 yılında 4,8 milyon ton orman kaynaklı atık miktarı bulunmakta, bu atığın bir kısmı ormanda toprağın zenginleşmesi için bırakılmaktadır. Orman atıklarının enerji değeri yaklaşık 856 bin TEP'dir.

Biyokütle enerjisi kaynağı olarak kullanılabilecek diğer kaynak hayvansal atıklardır ve geniş bir hayvansal atık aralığı vardır. En yaygın kaynaklar hayvan

(sığır, koyun, keçi gibi) ve kanatlı (tavuk, horoz gibi kümes hayvanları) gübreleridir. Geçmişte bu atık toplanmakta ve gübre olarak satışı sağlamakta ya da basitçe tarım arazilerine yayılmaktaydı. Ancak koku ve su kirliliğine karşı daha sıkı çevresel kontrollerin getirilmesi, atıklardan enerjiye dönüşümde daha fazla teşvik sağlayan bazı atık yönetimi gerekliliğine işaret etti. Türkiye Biyokütle Enerji Atlasına göre 2015 yılında hayvan sayısı büyük ve küçükbaş olmak üzere toplam 363 milyondur. Ülkemizde hayvansal atıkların yüzde 72'sini büyükbaş hayvan atıkları, yüzde 21'ini küçükbaş hayvan atıkları ve yüzde 7'sini kanatlı hayvan atıkları oluşturmaktadır. Oluşan bu atıkların enerji değeri yaklaşık 1,5 milyon TEP'dir. Bu atıkların faydalı biçimde dönüştürülmesinin en kolay yöntemi, içten yanmalı motorlar için bir yakıt olarak kullanılabilen, küçük gaz türbinlerinden elektrik üreten, direkt olarak pişirme için yanan veya alan ve su ısıtması için kullanılabilen biyogaz veren anaerobik özümsemedir.

Biyokütle enerjinin bir diğer kaynağı ise kentsel atıklardır. Bu atıklar, hanehalkları, ticari kuruluşlar ve sanayi sektörleri tarafından üretilen atıktır. Atık malzeme plastik, tekstil, cam, metal, kağıt, karton, ahşap, gıda atığı ve bahçe atığı gibi biyolojik olarak parçalanabilir malzemeleri içerir (Al-Hamamre, Saidan, Hararah, Rawajfeh, Alkhasawneh ve Al-Shannag,2017: 301). Türkiye'de nüfus artışının bir sonucu olarak katı atık fraksiyonlarının hacminde istikrarlı bir artış bulunmaktadır. Ülkemizde 1994 yılında toplanan atık miktarı yaklaşık 18 milyon ton iken günümüzde gelindiğinde bu rakam yaklaşık 30 milyon tona ulaşmıştır. Bu artış kültürel, sosyal ve ekonomik gelişmeler, günümüzdeki modern yaşam standartlarının yanı sıra, bölgesel çatışmalar ve zorunlu göç gibi nedenlerden dolayı ortaya çıkmaktadır. Bu atıkların büyük bir bölümü belediye çöplüğünde, geri kalanı ise depolama alanlarında bulunmaktadır. Geri kalan kısmı ise kompost tesislerinde geri dönüşüme kazandırılmakta, bir bölümü yakılara ya da dereye/ göle dökülerek bertaraf edilmektedir.

Türkiye'de 2016 itibariyle biyokütle enerji üretimi yapan santral sayısı 81 adettir. Biyoenerji kurulu gücü ise 464,76 MW olarak belirlenmiştir (enerjienstitusu.com). Yukarıda bahsi geçen atık rakamlarının yanında bu santrallerin

sayısı ülke enerjisi için yeterli değildir. Türkiye'de geçmişi son 20 yıla dayanan biyokütle enerji teknolojisi için 15'e yakın yönetmelik uygulansa dahi yaşanan sorunlar, sektörün yeni olması, kontrol dışı atık toplama, belediyelerin endüstriyel atıkları evsel atıklarla birlikte toplaması, depolaması ve bertaraf etmesi gibi nedenlerden dolayı Avrupa Birliği müktesebatına uyum sağlanamamaktadır.

2.1.2.4. Türkiye'de Jeotermal Enerji

Türkiye Alp-Himalaya orojenik kuşağında bulunur ve büyük bir bölümü denizler ile çevrilidir. Jeolojik olarak uygun ve yüksek potansiyele sahip olan Türkiye, jeotermal kaynaklarının zenginliği açısından dünyanın ilk yedi ülkesi arasındadır (Kömürcü, Akpınar, 2009: 1612). Fakat bu potansiyelin yüzde 90'ı düşük entalpidir. Yani bu elektrik üretimi için yeterli olmayıp ısıtma, termal turizm, mineral eldesi gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Yüzde 10'u ise elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır.1960'lı yıllara kadar jeotermal enerjinin sadece banyo ve tıbbi tedavi amacıyla kullanıldığı Türkiye'de bu yıllarda MTA ilk jeotermal araştırmalarına başlamıştır (www.mta.gov.tr). Türkiye'de ilk jeotermal kuyu 1963 yılında İzmir'de açılmıştır. İlk yerden ısıtma uygulaması Balıkesir'de bir otelde gerçekleştirilmiştir. 1963 yılında keşfedilen Denizli'deki jeotermal alanda 1966 yılında Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı kapsamında ilk jeolojik, jeokimyasal ve jeofizik çalışmalar yapılmıştır. Türkiye'nin ilk jeotermal santrali 1984 yılında Türkiye Elektrik Kurumu tarafından faaliyete geçirilmiştir. İlk konut tipi jeotermal ısı pompası sistemi 1998 yılında İstanbul'da bir villaya kurulmuştur(Hepbaşlı ve Özgener, 2004: 438-439).

MTA'nın araştırmaları ülkemizdeki jeotermal enerji potansiyelini 31.500 MW olarak göstermektedir. Ülkemizde en yüksek potansiyel Batı Anadolu'da (yüzde 78) devamında ise İç Anadolu (yüzde 9), Marmara (yüzde 7) ve Doğu Anadolu'da (yüzde 5) görülmektedir (Köse, 2007: 501). Yapılan araştırmalarda, ekonomik ölçekte kullanılabilecek 227'den fazla jeotermal alan ve 2 bine yakın 20 ile 287 ° C arasında değişen ısıya sahip sıcak ve mineralli su kaynağı (yaylı, deşarjlı ve

rezervuar sıcaklığı) tespit edilmiştir. Şu ana kadar Türkiye genelinde yaklaşık 1.200 jeotermal keşif, üretim ve yeniden enjeksiyon kuyusu (jeotermal faaliyetler sonucu oluşan atık suyun tekrar basıldığı kuyu) açılmıştır (Mertoğlu, Şimşek ve Başarır,2015: 1).

Ülkemizde yüzde 43'ü ısıtma uygulamalarına elverişli 50° C üzeri sıcaklıkta 153 adet saha bulunmaktadır. Bu alanlarda gerçekleştirilen üretim ile ekonomik olarak 1.250.000 konuta ısıtma sağlandığı görülmektedir. Jeotermal alanların 39'u elektrik üretimine elverişlidir. MTA'ya göre bu alanlarda gerçekleştirilen üretimde kullanılabilir potansiyel 1.200 MW'dır.

Ülkemiz 2015 yılında 16.098.8 MW kullanılabilir kapasiteye ulaşmış, bunun yıllık petrol eşdeğeri yaklaşık 12.122.400 ton olup ekonomik katkısı yılda yaklaşık 9.328 milyar dolardır. 2015 yılında enerji ithalatı için ödenen yaklaşık 40 milyar dolar düşünüldüğünde ülke ekonomisi adına jeotermal enerjinin sağladığı katkıazımsanmayacak derecededir (Akkuş, Alan, 2016: 33). Görüldüğü üzere Türkiye'nin toplam jeotermal potansiyelinin tamamı kullanılmamıştır. Konut, sera, spa, ısıtma, klima, balneoloji, maden çıkarma ve endüstriyel uygulamalarda mevcut potansiyelin tamamı kullanılmış olsaydı net kazancımızın 20 milyar $ olacağı öngörülmektedir (Mertoğlu, Bakır ve Kaya,2003: 427).

2.1.2.5. Türkiye'de Hidrolik Enerji

Türkiye, ortalama 1.132 m yüksekliğinde ve Avrupa ortalamasından yaklaşık üç kat fazla dağlık bir peyzaja sahiptir. Bu topografya hidroelektriğin gelişimi için uygun yerler olan yüksek eğimli dağ akışlarının oluşumunu desteklemektedir (Dursun ve Gökçöl, 2011: 1231).Türkiye'nin brüt hidroelektrik potansiyeli 433 TWh/yıl ve teknik hidroelektrik potansiyeli 216 TWh /yıl olarak tahmin edilmektedir. Kurulu su gücü kapasitesi yaklaşık 45 bin MW ve elektrik çıkışı potansiyeli 140 TWh / yıl olarak tahmin edilmiştir. Türkiye'nin brüt hidroelektrik potansiyeli, dünya toplamının yaklaşık yüzde 1'idir ve Avrupa toplamının yaklaşıkyüzde 14'ü kadardır (Erdoğdu, 2011: 691).

Ülkemizde ilk hidroelektrik santrali 1902 yılında Tarsus'ta kurulmuş ve 1950 yılına kadar büyük gelişmeler gösterememiştir. Cumhuriyet dönemine girildiğinde ise İstanbul'da, Adapazarı'nda ve Tarsus'da elektrik üretilmektedir ve bu alanların çok küçük bir payını hidroelektrik oluşturmaktadır. 1925 yılında Türkiye'nin toplam hidroelektrik kurulu gücü 0,1 MW'tır. 2. Dünya Savaşı sonrasında 1950- 1960 yılları arasında ülkemizde hidroelektrik santrallere önem verilmiş, Seyhan (Adana), Sanyar (Ankara), Hirfanlı (Kırşehir) gibi önemli santraller kurulmuştur. Öyle ki ülkenin 1945 yılındaki kurulu gücü 8,2 MW iken, 1950 yılında 17,9 MW, 1955 yılında 38,1 MW ve 1960 yılında 411,9 MW olmuştur. Planlı döneme geçildiğinde kurulu güç daha da artmıştır. Kurulu gücü 278 MW olan Gökçekaya Santrali 1972'de, kurulu gücü 1330 MW olan Keban Santrali 1975 yılında, kurulu gücü 500 MW olan Hasan Uğurlu Santrali 1981 yılında, kurulu gücü 1.800 MW olan Karakaya Santrali 1987 yılında, kurulu gücü 700 MW olan Altınkaya Santrali 1988 yılında, kurulu gücü 2.400 MW olan Atatürk Santrali 1992 yılında faaliyete geçmiştir (Karabulut, 2000: 55 - 60).

Ülkemiz 2016 yılında faaliyette bulunan 591 hidroelektrik santrallerinin toplam kurulu gücü 26.515.90 MW'dır. Yapımı hala devam etmekte olan kurulu gücü 250 MW'dan büyük 11 baraj ve hidroelektrik santral bulunmaktadır (www.enerjiatlasi.com).

Türkiye'nin yıllık yağış miktarı 501 milyar m^3'tür. Bunun 274 milyar m^3'ü buharlaşmakta, 41 milyar m^3'ü ise yer altına sızmaktadır (www.dsi.gov.tr). Aynı zamanda ülkemizin üç tarafı denizlerle çevrili olması ve ülkede derinlik ve çevre olarak büyük göllerin bulunması ülke için yeterli suyun olduğu düşüncesini uyandırmaktadır. Bu genel düşüncenin aksine, Türkiye su kaynakları açısından zengin bir ülke değildir. Türkiye'de kişi başı brüt su potansiyeli yıllık 1.519 m^3'tür. Türkiye, su potansiyeli ile İsrail, Ürdün, Yemen gibi ülkelerle kıyaslandığında, bölgede su zengini gibi görünmektedir. Fakat su zengini bir ülke olmak, kişi başına düşen 10.000 m^3 / yıl su potansiyeline sahip olmasını gerektirir (Dursun ve Gökçöl, 2011: 1228). 2030 yılında ülke nüfusu 100 milyon olması tahmin edilen Türkiye için kişi başına düşen su miktarıda yıllık 1.120 m^3 olacağı öngörülmektedir. Buradan da

anlaşılmalıdır ki kuraklık yaşandığı takdirde ülkede bir su açığı gerçekleşebilir. Ülke halkının su tüketimi konusunda bilinçlendirilmesi ve gelecek kuşaklara aktarılması için daha iyi korunup akıllıca kullanılması gerekmektedir.

2.2. Türkiye'nin Enerji Politikası

Dünyada artan enerji talebi gelecekte de artış gösterecektir. Nüfusun artmasıyla doğru orantılı olan talep doğrultusunda ülkeler ve kurumlar bu stratejik kavram için sürekli çalışma halindedir. Her ülkede olduğu gibi gelişmekte olan Türkiye'de de enerji stratejik bir öneme sahiptir. İklimsel bozulmaların yaşandığı, fosil yakıtların tükenmeyle karşı karşıya geldiği dünyamızda enerji konusu daha da önem kazanmıştır. Öyle ki birçok ülke fosil kaynakların korunması, daha az sera gazı salınımı, çevrenin korunması, doğa tahribatının önlenmesi, enerji fiyatlarında yaşanan değişimleri minimuma indirme, alternatif enerji kaynakları arama gibi konularda çalışmalarını arttırmışlardır. Nitekim Türkiye'de globalleşen dünyanın bir parçası olarak bu konulara dâhil olmuş ve diğer ülkeler gibi enerji politikalarının çerçevesini bu yönde genişletmiştir. Yıllardır süregelen Avrupa Birliği üyelik serüvenimiz doğrultusunda ülkemiz enerji konusunda da hem yatırımlarını arttırmış hem de önemli hamlelerde bulunmuştur. Aynı zamanda 2023 hedefleri doğrultusunda sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçmek adına önemli adımlar atılmaktadır.

Türkiye'nin enerji politikası ETKB ve Çevre Bakanlığı tarafından şu şekilde belirlenmiştir:

- Temel ekonomik büyümeyi sağlamalı,

- Sosyal kalkınmayı desteklemeli ve yönlendirmeli;

- Güvenli, ekonomik ve verimli olmalıdır.

Bu maddeler ekseninde, ETKB, enerji üretiminde yerel kaynakları kullanmak için enerji alanındaki yatırımları teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Yap-İşlet-

Devret, Yap-İşlet ve İşletme Hakkı Devri projeleri orta ve uzun vadeli enerji talebini karşılamayı hedeflemektedir (Zilan, Ecevit: 2001: 4).

2.2.1. Geçmişten Bugüne Enerji Politikası

Kurtuluş Savaşı sonrasında ülkemizde yaşanan ekonomik ve sosyal sorunların tespiti ve çözümü konusunda 1923 yılında İzmir İktisat Kongresi toplanmış fakat enerji konusu bir politika oluşturacak biçimde ele alınmamıştır. Yine de bu dönemde izlenen politikaların çerçevesi bu kongre ile belirlenmiştir. İlk yıllarda kömür, linyit, elektrik gibi enerji kaynaklarının işletilmesinde yabancı şirketler varlıklarını sürdürmüştür. Benimsenen liberal ekonomi ışığında taşkömürü alanında Fransız Ereğli Şirketinin yanında İş Bankası da işletmecilik faaliyetlerine başlamış daha sonrasında İktisat Vekâleti'ne bağlı olan Havza İktisat Müdürlüğü taşkömürü işletilmesi faaliyetini kontrol altına almıştır. Bu dönemde 1926'da çıkarılan bir yasa ile ulusal sınırlar içinde kalan petrol ile ilgili tüm arama ve işletme faaliyetleri hükümete bırakılmıştır. Lakin aramalar bir sonuca varmamış ve petrolün pazarlanmasında yabancı şirketlerin varlığı devam etmiştir. Linyit madeninde ise özel sektör işletmeciliği devam etmiştir. Elektrik hususunda yabancı ayrıcalıklı ortaklıklar politikası değişim göstermemiş, nitekim 1925 yılında bir Alman kuruluşu tarafından Ankara'ya elektrik enerjisi sağlanmıştır (MÜSİAD, 1996: 8 - 9).

İzmir İktisat Kongresi sonrası yaşanan gelişmeler liberal ekonominin ülke için uygun olmadığını ortaya çıkarmış ve devletçilik modeli benimsenmiştir. Bu modelin temelinde özel sektörün yetersiz kaldığı işlerin (araştırma, değerlendirme, projelendirme ve yatırım girişimleri) devlet tarafından yapılması bulunmaktadır. Benimsenen bu modelle özellikle sanayi sektöründe devletçe önemli girişimlerde bulunulmuş ve 1930'larda ilk Beş Yıllık Kalkınma Planı çıkarılmıştır. Fakat 1939'da başlayan 2. Dünya Savaşı diğer kalkınma planının çıkmasında büyük engel oluşturmuştur (Demir, 1980: 110).

1935 yılında Türkiye'de madenlerin bilimsel şekilde işletilmesi MTA'nın kurulmasıyla başlamıştır (Gözenç, vd., 1998: 153). Devamında ise olumlu gelişmeleri Batman il sınırı içinde Raman'da petrol kuyusunun açılması (1940), Petrol Ofisi'nin kurulması (1941), Zonguldak Çatalağzı Bölge Santrali'nin kurulması (1946), Kuzeybatı Anadolu Elektriklendirme Türk Anonim Ortaklığı'nın kurulması (1952), Çukurova Elektrik Anonim Şirketi'nin kurulması (1953), Ege Elektrik Türk Anonim Şirketi'nin kurulması (1955), Kepez ve Antalya Havalesi Elektrik Santralları Türk Anonim Şirketi'nin kurulması (1956) izlemiştir (Demir, 1980: 113-116; EMO, 1981: 83).

1963 yılına gelindiğinde planlı döneme geçiş ile 1963 - 1967 dönemini kapsayan Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı çıkarılmıştır ve bu planenerji konusunda önemli öneriler içermektedir. Bu dönemde ülkemizde dördü ticari (kömür, petrol ürünleri, linyit ve hidrolik enerji), üçü ticari olmayan (odun, tezek, tarım atıkları) olmak üzere 7 farklı çeşitte enerji kaynağı kullanılmaktadır. Planın enerji ile ilgili ana ilkesini ticari olmayan yakıtların kullanımının önüne geçmek ve halkın ucuz ve sağlığa zararsız yakıt kullanımını sağlamak oluşturmaktadır. Bu ana ilke ışığında temel politika, maliyetlere ve rezervlerin durumuna göre fiyatların arzını sağlamayı, bu fiyatların ileri teknikleri özendirici şekilde tespitini ve tüketici tarafından yüksek verimli araçların kullanılmasıyla enerji tasarrufunu oluşturmaktadır. Bu politika çerçevesinde ve ana ilkenin yerine getirilmesi amacıyla bazı tedbirlerin alınması öngörülmüştür. Plana göre, hamam, fırın ve tuğla ocakları gibi mecralarda ve devlet kurumlarında ticari olmayan kaynaklar yerine bütçe imkanları dahilinde ticari olan enerji kaynaklarının kullanımına geçilmesi, genel bir eğitim ve tanıtım programıyla tüketicileri bilgilendirme, ülkemiz sınırları içindeki linyit yataklarının incelenmesi, sağlığa zararı olan duman, kurum, toz vb. azaltılması ve hatta yok edilmesi için gerekli kanuni tedbirlerin çıkarılması, devlet çiftliklerinde biogaz tesislerinin kurulmaya çalışılması, şehirlerde taşkömürü ve linyitin kullanılması gibi tedbirler öngörülmüştür (DPT, 1963: 372-375).

Daha sonrasında 1968 - 1972 dönemini kapsayan İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı çıkarılmıştır. Bu planda da ilk planda olduğu gibi ticari olmayan

kaynakların kullanımının azaltılması esas alınmış, ana ilke olarak tüketicinin ekonomik sıkıntı çekmeden ticari olan kaynaklara yöneltilmesi benimsenmiştir. Daha önceki beş yıllık dönemde taşkömürü eşdeğeri 22 milyon ton olan enerji tüketimi bu dönemde 30 milyon tona çıkmış, ticari olmayan kaynakların tüketiminde miktar olarak pek azalma olmasa da toplam enerji tüketimi içindeki payında bir düşüş yaşanmıştır. Özellikle sanayi sektöründe yaşanan olumlu gelişmeler enerji ihtiyacını arttırmış, bu da özellikle petrol ürünlerinde artmaya neden olacağı öngörülmüştür. Bu dönem içerisinde dünya devletlerince kullanımı yaygınlaşan doğalgaz ile ilgili Türkiye'de de çalışmalar yapılmış, üretime elverişli rezervlere rastlanmamış, komşu devletler ile doğalgaz ithali üzerinde durulmuştur. İlk plan dâhilinde elektrik enerjisi için öngörülen yatırımların yapılamaması ve tedbirlerin alınamaması, elektrik sektöründe yaşanan organizasyon noksanlığı, yatırım dengesizliği, vergi ve faizlerde yaşanan düzensizlik, teknik eleman yetersizliği, işletmelerde yaşanan idari ve mali sorunlar ve standardizasyonun olmaması gibi nedenlere dayanarak ikinci plan kapsamında 1970 yılında Türkiye Elektrik Kurumu kurulmuş ve yaşanan bu sorunların çözümleneceği öngörülmüştür (DPT, 1968: 553 - 558). 1971 yılı sonu itibariyle 20'si hidroelektrik, 7'si termik olmak üzere toplam 27 bölge santrali faaliyet göstermektedir. Bunlardan 23'ü Türkiye Elektrik Kurumu tarafından, 3'ü Çukurova Elektrik Anonim Şirketi tarafından ve biri de Kepez Anonim Şirketi tarafından işletilmektedir.

Biten bu beş yıllık dönem sonunda 1973 - 1977 dönemini kapsayan Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı çıkarılmıştır. Bu planda ana gündem maddesini diğer planlarda olduğu üzere ticari kaynakların kullanımı oluşturmaktadır. Bununla beraber dünyada kullanımı yaygınlaşan ve bu plan döneminde de kullanılması öngörülen doğalgaz, nükleer ve jeotermal enerji kaynaklarına da değinilmiştir. Bu dönem kapsamında elektrikte TEK'in yürütmekte olduğu 11.934 km'lik şebekenin 1977'de 27.672 km'ye ulaşacağı öngörülmüştür. Yine 1977 yılı için taşkömürü tüketimi petrol eşdeğer olarak yaklaşık 4 milyon ton, linyit tüketimi yaklaşık 6 milyon ton olarak tahmin edilmiş, toplam ticari enerji tüketimi yaklaşık 30 milyon ton, ticari olmayan enerji tüketimi ise yaklaşık 7 milyon ton olarak tahmin edilmiştir. Başta elektrik olmak üzere enerji kaynaklarının işletilmesi adına büyük yatırımlar

yapılmıştır. Özellikle Karadeniz, İç Anadolu ve Ege'de taşkömürü, linyit ve demir üzerine işletmelerin kurulması, mevcut işletmelerin iyileştirilmesi faaliyetlerinde bulunulmuş, petrol arama çalışmaları yapılmış, ikinci plan dâhilinde başlatılan elektrik tesislerinin de bu dönem dâhilinde tamamlanması ve faaliyete geçmesi öngörülmüştür. Sanayileşmenin daha da geliştiği bu dönemde 1312 satılı TEK Kanunu kapsamında çalışmalar hız kazanmıştır. Dış kaynaklardan enerji alımı, tek kaynağa bağlanmama, mevcut enerji açığını kapatma konularında düzenlemelere gidilmiş, diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemiz ve komşu ülkelerle karşılıklı yararlanma ilkesi esas alınarak elektrik enerjisi bağlantıları yapılması konusunda olanaklar araştırılmıştır. Elektrik enerjisi üretimi göz önünde bulundurularak Aşağı Fırat Hidrolik, Elbistan - Afşin ve Soma Termik potansiyellerinin geliştirilmesine hız verilmiştir (DPT, 1973: 565-578).

Daha sonraki beş yıllık plan 1979 - 1983 dönemini kapsayan Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planıdır. Bu döneme kadar olan planlı dönemde ülke enerji ile ilgili hedeflerine tam anlamıyla ulaşamamış, ihtiyaç duyulan ölçü ve kalitede enerjiyi zamanında sağlayamamış ve özellikle elektrik olmak üzere enerji kaynakları tüketici için ekonomik sıkıntı yaratmaya başlamıştır. Bu dönemde linyit ve hidroelektrik en önemli enerji kaynaklarıdır. Fakat bu kaynakların rezervlerinde artışa gidilememiş ve etkin kullanımı sağlanamamıştır. Artan petrol talebi karşılanamamış ve mevcut petrol üretim alanlarındaki verimlilikte azalma göstermiştir. 1973 yılından itibaren petrol fiyatlarının yaklaşık 4 katına çıkmasıyla petrol ithalatı ülke için büyük bir sorun oluşturmaktadır. Üçüncü plan döneminde yapılan Keban Santrali kurulmuş olup elektrik piyasasında büyük bir sıçrama yaşansa da toplam elektrik üretimi içindeki payı çok küçük kalmıştır. Linyit üretiminde de hedeflere ulaşılamamıştır. Üçüncü planın kapsadığı dönemde bilinen ulusal kaynakların kullanımındaki azalma devam etmiş, yerli kaynaklardan üretim giderek azalırken tüketimde büyük bir artış gözlemlenmiştir. Bu dönemde Bulgaristan'dan enerji ithalatı yapılmıştır. Üçüncü plan dahilinde hedeflenen 5 bin köyün elektriklendirilmesi hedefi aşılarak 6.683 köy elektriğe kavuşmuş, toplam elektrik ulaşan köy sayısı 11.159'a ulaşmıştır. Dördüncü dönem kapsamında birincil enerji tüketiminin yılda ortalama yüzde 9,4 artacağı ve bu tüketimin büyük bir kısmının demir çelik tesislerinde artan üretime dayalı olarak

taşkömüründen sağlanacağı öngörülmektedir. Dünya genelinde yaşanan petrol fiyatlarındaki artış ülkemizde de etkisini göstermiştir. Bu nedenle dördüncü plana göre bu dönemde petrolü araştırma ve geliştirme önem kazanmıştır. Bu dönemde enerjide oluşan açığın linyit ile kapanacağı öngörülmüş ve linyit üretimini arttırmak için hedefler belirlenmiştir. Bu dönemde daha önceki dönemden yapımına başlanan elektrik santrallerinin faaliyete geçirilmesi için çalışılmıştır. Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planının temel politikasını enerji ihtiyacının yurtiçi kaynaklardan sağlanması oluşturmaktadır. Sanayileşmenin artması, yaşam standartlarının yükselmesi enerji ihtiyacını da arttırmış durumdadır ve bu ihtiyacın zamanında, kaliteli ve kararlı bir şekilde sağlanması için yatırım programlarında alınan kararlar tesislerin başta finansmanı olmak üzere tüm problemlerini çözmeye yöneliktir. Bu dönemde ulusal rezervlerin arttırılması için araştırmaların hızlandırılması, linyitin kullanımının arttırılması, koklaşabilir kömürün ısınma ve ısıtma faaliyetlerinde kullanımının bitirilmesi, nükleer enerjiye geçişin sağlanması hedeflenmiştir (DPT, 1979: 394 - 407).

Biten bu beş yıllık dönemden sonra 1985 - 1989 yıllarını kapsayan Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı çıkarılmıştır. Bu planının temel hedefi ekonomik ilerlemeyi destekleyecek şekilde ilerleyen bir enerji sektörüdür. Bu dönemde de enerji ihtiyacının güvenilir ve zamanında karşılanması için yatırımlara ağırlık verilmeye devam edilmiştir. Bu dönemde temel politika diğer dönemlerde olduğu gibi enerji ihtiyacının zamanında, kaliteli ve kararlı bir şekilde karşılanmasıdır. Bunun için yeni kaynakların aranması, bulunana kaynakların en kısa dönemde işletilmesi, üretimden tüketime kadar geçen dönemde rasyonalizasyon ve tasarruf ilkelerine uyulması, mevcut kaynakların korunması ve çevrenin korunması ve tamamlanan tesislerin tam kapasite çalışması temel ilkedir. Bu dönemde olumsuz hava koşullarının neden olduğu elektrik açıklarının kapatılması için etüt çalışmaları yapılmıştır. Doğalgaz aramaları özellikle Trakya ve Çamurlu sahalarında hız kazanması hedeflenmiş, enerji tasarrufu konusunda kamuoyunun bilinçlendirilmesi eğitim ve teşvik kanallarıyla hız kazanmıştır. Dördüncü plan dönemi sonunda birincil enerji tüketimi toplam 37,8 milyon TPE (ton petrol eşdeğer)'dir (Ticari olan enerji kaynaklarının tüketimi toplam 29 milyonTPE ve ticari olmayan enerji kaynakları

toplamı 8,8 milyonTPE). Bu toplamın beşinci dönem sonunda tüketimin54,6 milyonTPEolacağı öngörülmüştür (DPT, 1984: 103 - 107).

Daha sonraki dönemde 1990 - 1994 yıllarını kapsayan Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı çıkarılmıştır. Bu dönemde de temel hedef aynıdır. Bunun yanında güvenilir bir arz yapısı ve doğalgaz kullanımının ekonomik ölçütler göz önünde bulundurularak yaygınlaştırılması hedeflenmiştir. Hidrolik enerjinin yanı sıra güneş ve jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmak için gerekli tedbirler alınmıştır. Özelleştirmeler devam etmiş, özellikle kamunun finansman yükünü azaltmaya yönelik özel kesimin payını arttırıcı girişimler özendirilmiştir. Elektrik sektöründe hem kamu hem de özel kesimin birlikte rol aldığı bir yapı oluşturulmaya çalışılmıştır. Avrupa Topluluğu ile entegrasyon sürecinde enerji konusunda uyum sağlanmaya çalışılmıştır. Beşinci dönem sonunda birincil enerji tüketimi 52 milyon TPE'dir (ticari olan enerji kaynakları 44,5 milyon TPE, ticari olmayan enerji kaynakları 7750 TPE). Altıncı dönem sonunda tüketimin 76,5 milyon TPE olacağı öngörülmüştür (DPT, 1989: 103 - 107).

Daha sonraki dönemde çıkarılan Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 1996-2000 yıllarını kapsamaktadır. Bu plan da diğer planlar gibi ucuz, kesintisiz ve kararlı enerji sağlamayı ilke edinmiştir. Plan dahilinde ekonomik büyümenin ve nüfus artışının yaşandığı bu dönemde toplam enerji talebinin 85,8 milyon TPE olacağı öngörülmüştür. Bu dönemde de ithal enerji kaynaklarının kullanımı artış göstermiş, bu nedenle de mevcut kaynaklarımızın kurulu güçlerinin artması hedeflenmiştir. Azalma gösteren doğal kaynaklar, büyüyen talep ve artışı beklenen maliyetler göz önünde bulundurularak, uzun vadede güvenilir ve düşük maliyetli bir enerji arz sisteminin kurulması esas alınmıştır. Altıncı dönemde olduğu gibi bu dönemde de devletin yanında özel kesiminde rol alması ve yerli ve yabancı yatırımların artması amaçlanarak cazip ve uygun bir ortam oluşturulmaya çalışılmıştır. Altıncı dönem sonunda gerçekleşen tüketim miktarı yaklaşık 66,5 milyon TPE'dir (ticari olan enerji kaynakları 58,5 milyon TPE, ticari olmayan enerji kaynakları 7,9 milyon TPE). Yedinci dönem sonunda tüketimin 85,9 milyon TPE olacağı öngörülmüştür (DPT, 1995: 136 - 143).

Biten bu dönem sonunda 2001 - 2005 yıllarını kapsayan Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı çıkarılmıştır. Bu dönemde refah artışı ve teknolojinin ilerlemesine paralel olarak özellikle elektrikte ve birincil enerji tüketiminde önemli artışlar olmuştur. Yedinci dönemde kişi başı birincil enerji tüketimi 1.158 KEP (kilogram eşdeğer petrol) ve kişi başı elektrik arzı 1.840 kWh'a yükselmiştir. Yine de gelişmiş ülkelerde ki kişi başı enerji tüketimi (1.500 KEP) ve kişi başı enerji arzına (2.200 kWh) yetişememiştir. Altıncı ve yedinci dönemde gerçekleştirilmeye çalışılan elektrik enerjisi konusunda devlet ve özel sektör iş birliği sağlanamamıştır ve bunun için sekizinci dönemde özel bir planlama anlayışı benimsenmiştir. Yedinci dönemin sonlarında ve bu dönemin ilk yıllarında sürmesi beklenen enerji yetersizliğinin nedeni olarak geçmiş on yıllık yatırım projeleri gösterilmiştir. Bu yatırımların ortalama 3-8 yıl süreyle inşası gerçekleşmekte, bu sürelere karar ve geliştirme süresi de eklendiğinde süreç daha da uzamaktadır. Altıncı dönemde öngörülen 12 milyar dolarlık enerji yatırımı hedefi başarılı olamamış ve dönem içinde sadece 8 milyar dolarlık bir yatırım gerçekleşmiştir. Aynı zamanda yedinci dönemde de 18 milyar dolarlık yatırım hedeflenen enerji sektöründe dönem içinde 11 milyar dolar yatırım gerçekleşmiştir. Bunun temel nedeni olarak özel kesimden beklenen yatırımların yapılmaması gösterilmiştir. Bu dönemde özellikle Güneydoğu ve Doğu Anadolu'da artan kaçak elektrik kullanımı elektrik sektörünü ve kurumları ciddi şekilde etkilemiştir. Yedinci dönem sonunda beklenen tüketim miktarı 78,8 milyon TPE'dir (ticari olan enerji kaynakları yaklaşık 72,4 milyon TPE ve ticari olmayan enerji kaynakları 6,5 milyon TPE). Sekizinci dönemin sonunda tüketimin 106 milyon TPE olması beklenmektedir (DPT,2000_a: 142 - 147).

Daha sonraki dönemde çıkarılan Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007 - 2013 yıllarını kapsamaktadır. Sekizinci dönemde ekonomik büyüme ve nüfus artışına paralel olarak birincil enerji kaynakları ve elektrik tüketiminde artış görülmektedir. Sekizinci dönem sonunda enerji tüketimi 92,5 milyon TPE ulaşmıştır. 2001 krizinin etkilerinin azaldığı dokuzuncu dönemde artış belirgin bir şekilde devam etmiştir. Sekizinci dönemde 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ve 4646 sayılı Doğalgaz Piyasası Kanunu ile sektör rekabet ortamına açılmış ve oluşan piyasayı denetleme ve düzenleme faaliyetleri için Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) kurulmuştur.

Oluşan bu ortamda ülkede faaliyet gösteren kamu kuruluşları yeniden yapılandırılmıştır. Şehir içi doğalgaz dağıtımı özel sektöre bırakılmıştır. Petrol ürünlerinde 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu ile, sıvılaştırılmış petrol gazlarında (LPG) 5307 sayılı Sıvılaştırılmış Petrol Gazları (LPG) Piyasası Kanunu ve Elektrik Piyasası Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun ile piyasa faaliyetlerinin eşitlikçi, saydam ve istikrarlı bir şekilde sürdürülmesi amacıyla EPDK tarafından gerekli düzenleme, yönlendirme, denetim ve gözetimin yapılması sağlanmıştır. Aynı zamanda yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payını yükseltmek amacıyla 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun sekizinci dönemde yasalaşmıştır. Aynı dönemde Elektrik Piyasası Kanunu'ndaki yetersizlikler ve özel kesim ve devlet işbirliği ortamı için yapılan çalışmaların koordinesi, hızlılık kazanması, bir programa bağlanması ve sorumlu ve ilgili kuruluşların belirlenmesi amacıyla 2004 yılında Elektrik Enerjisi Sektörü Reformu ve Özelleştirme Stratejisi Belgesi uygulamaya girmiştir. Sekizinci dönemde hazırlanmaya çalışılan Enerji Verimliliği Kanunu yetiştirilememiştir. Sekizinci dönem sonunda enerji talebi 96,6 milyon TPE iken bu tüketimin dokuzuncu dönem sonunda 147,4 milyon TPE olacağı tahmin edilmektedir (DPT, 2006: 25 - 58).

Biten bu dönem sonunda 2014 - 2018 yıllarını kapsayan Onuncu Kalkınma Planı çıkarılmıştır. Bu planın temelini hem fosil hem de yenilenebilir enerji kaynakların en üst düzeyde değerlendirilmesi, nükleer teknolojinin elektrik üretimine entegre edilmesi, ekonomideki enerji yoğunluğunun azaltılması, enerjinin çevresel etkilerini ve oluşan israfı minimize edilmesi ve Türkiye'nin uluslararası enerji ticaretinde mevcut konumunu güçlendirilmesi oluşturmaktadır. Bu dönemde enerji sektöründe rekabetçi bir piyasa ve uygun yatırım ortamı oluşturulmaya çalışılacak bunun yanında arz güvenliğine önem verilecektir, özel kesimin yetersiz kaldığı durumlarda devlet piyasanın sağlıklı işleyişine katkı sunacaktır. Aynı zamanda kamu elektrik üretim tesislerinin bir kısmı ve dağıtım varlıklarının tamamında özelleştirmeye gidilmesi hedeflenmektedir. Özel kesimin dışında bırakılan tesislerde elektrik üretimi, dağıtımı ve toptan satış faaliyetleri devam edecektir. Özel kesime bırakılan tesislerde ise yatırımlar elektrik iletiminde sistemin güvenliğini koruyacak

şekilde gerçekleştirilecektir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik enerjisinin sistem güvenliğini riske atmadan şebekeye entegresi için gerekli görülen yatırımlar yapılacaktır. Olağanüstü durum arz stokları petrol ve doğalgaz türleri için yeterli düzeyde oluşturulmaya çalışılacaktır. Trakya'da yer alan doğalgaz depolama projeleri ile Tuz Gölü Doğalgaz Depolama Projesi tamamlanması öngörülmekte, ülke topraklarındaki doğalgaz iletim ve dağıtım ağı genişletilecek ve talep edilen noktalara ulaştırılması hedeflenmektedir. Akkuyu Nükleer Güç Santrali projesinin ilk ünitesi bu dönem içinde tamamlanması, bu plan döneminde yeni bir nükleer güç santrali için gerekli saha belirleme, fizibilite ve yatırım hazırlıklarının yapılması, nükleer enerji alanında hukuksal ve kurumsal altyapının güçlenmesi, bu alandaki çalışmaların güvenli bir şekilde seyri için bağımsız, güçlü ve yetkin bir nükleer düzenleme ve denetleme sisteminin kurulması hedeflerden bazılarıdır. Radyoaktif atıkların depolanması, yönetimi ve tasfiyesi konusunda ve yerli kömürün yüksek verimli ve çevre dostu teknolojiler kullanılması yoluyla elektrik enerjisine dönüştürülmesi konusunda düzenlemeler yapılacağı belirtilmiştir. Enerji verimliliği Stratejisinin uygulanmasına önem gösterileceği ve enerjinin tüm sektörlerde verimli bir şekilde kullanılacağı planda yer almaktadır. ÜlkemizinAvrupa bölgesinde doğalgaz iletimi ve satışında etkin bir rol oynaması ve komşu ülkelerle elektrik ticaretinin arttırılmasına yönelik altyapının oluşturulması beklenmektedir (DPT, 2013: 102 - 105).

Son on yıllık dönemde Türkiye'nin gerçekleştirdiği ekonomik programlar neticesinde milli gelirde büyük bir artış yaşanmış ve ülke günümüzde dünyanın 18. ekonomisi konumuna gelmiştir. Son on yılda gerçekleştirilen bu hızlı ekonomik büyüme beraberinde enerji talebini iki katına çıkarmış ve yıllık elektrik enerji talebi 245 milyar kWh'e ulaşmıştır. Bu aşamada ülkemizin enerji talebinin yüzde 30'luk bir kısmı yerli kaynaklardan karşılanırken geri kalan bölümü çeşitlendirilmiş ithalat portföyünden karşılanmaktadır. İncelenen kalkınma planlarının her birinde görüldüğü gibi Türkiye'nin enerji politikalarının temel hedefini; gereken enerjinin zamanında, güvenilir, ucuz, çevreye zararsız ve yüksek kalitede sağlanması. Bu bağlamda ülkemizin mümkün olduğu çerçevede yerli kaynak kullanımını arttırması ve ithal kaynakların çeşitlendirilmesi enerji politikasının temel taşlarını

oluşturmaktadır. Türkiye gerek coğrafi gerekse jeopolitik konumu ile dünyanın en büyük petrol ve doğalgaz rezervlerine sahip Ortadoğu ve Orta Asya'nın üretiminin dünya pazarına açılmasında önemli bir köprü olma özelliği taşımaktadır. Bu bilgiler ekseninde on yılı aşkın süredir ülkemiz transit ülke olma yolunda önemli ilerlemeler kaydetmiş ve anlaşmalara imza atmıştır (Yıldız, 2014: 14 - 16).

2.2.2. Türkiye'nin Taraf Olduğu Enerji Anlaşmaları

Ülkemiz başta petrol ve doğalgaz olmak üzere birçok enerji türünde farklı ülkelerle anlaşma sağlamıştır. Hem transit ülke olma yolunda hem de kendi ihtiyacı olan enerji için sağlanan bu anlaşmalar ülkenin enerji politikalarında önemli bir yere sahiptir. Bu başlık altında ülkemizin taraf olduğu petrol ve doğalgaz anlaşmalarının yanı sıra devam eden projelerden debahsedilecektir. Tablo 23'te Türkiye ile farklı ülkelerin taraf olduğu petrol ve doğalgaz anlaşmaları verilmiştir.

Tablo 23: Türkiye'nin Taraf Olduğu Petrol ve Doğalgaz Anlaşmaları

PETROL ANLAŞMALARI	**TARAF OLUNAN ÜLKE**	**HAT UZUNLUĞU (km)**	**TAŞIMA KAPASİTESİ (Yıllık)**	**ANLAŞMA TARİHİ**
Irak-Türkiye Ham Petrol Boru Hattı (1. Ve 2.)	Irak	1.876 (1. Ve 2. Hat Toplamı)	35 Milyon Ton (hat 1) 70,9 Milyon Ton (hat 2)	1973
Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı (BTC)	Azerbaycan, Gürcistan	1.769	50 Milyon Ton	1999
DOĞALGAZ ANLAŞMALARI				
Bakü-Tiflis-Erzurum Doğal Gaz Boru Hattı	Azerbaycan	690	20 Milyar m^3	2001

Rusya-Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı (Mavi Akım)	Rusya	1.265	16 Milyar m³	1997
Doğu Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı	İran	1.491	9,6 Milyar m³	1996
Rusya-Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı (Batı Hattı)	Rusya	845	14 Milyar m³	1984
Türkiye-Yunanistan Doğal Gaz Boru Hattı (ITG)	Yunanistan	296	7 Milyar m³	2003

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Irak-Türkiye Ham Petrol Boru Hattı, Türkiye ve Irak arasında, 27 Ağustos 1973 yılında imzalanan Ham Petrol Boru Hattı Anlaşması ile petrolün Kerkük ve diğer petrol üretim sahalarından Ceyhan (Yumurtalık) Deniz Terminaline ulaştırılması için inşa edilmiştir. 2 hattan oluşan bu yapının ilk hattı 40" çapında ve 986 km uzunluğundadır. 1976 yılında işletmeye alınan bu hattın ilk tanker yüklemesi 25 Mayıs 1977 yılında gerçekleşmiştir. İlk kapasitesi 35 milyon ton olan hattın taşıma kapasitesi 1984 yılında 46,5 milyon tona yükseltilmiştir. 1987 yılında bu hatta paralel olarak ikinci bir hat inşa edilmiş, yeni hat 46" çapında ve 890 km uzunluğunda olup yıllık taşıma kapasitesi 70,9 milyon tondur (BOTAŞ, 2009: 5).

Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı (BTC), uzun müzakereler neticesinde 18 Kasım 1999 yılında imzalanan Hükümetlerarası Anlaşma imzalanmış ve BTC Hattı inşası başlamıştır. Bakü yakınlarındaki Sencegal tesisinden başlayarak Ceyhan (Yumurtalık) tesisinde son bulan bu hattın çapı 42", toplam uzunluğu 1.769 km ve yıllık taşıma kapasitesi 50 milyon tondur. Bu hat doğu ve batı olmak üzere Azerbaycan'ı geçtikten sonra Gürcistan'a ulaşır ve güney yönünde ilerleyen hat Ardahan'dan Türkiye'ye giriş yaparak kuzeydoğu-kuzeybatı yönünde ilerleyerek Ceyhan'a ulaşır (Akpınar, 2005: 241).

Bakü-Tiflis-Erzurum Doğalgaz Boru Hattı, Azerbaycan ve Türkiye arasında 12 Mart 2001 yılındaŞah Deniz sahasında üretilen doğalgazın sevkine yönelik imzalanmış hükümetler arası anlaşmayla ve BOTAŞ-SOCAR (Azerbaycan Devlet Petrol Şirketi) arasında imzalanmış alım satım anlaşmasına dayanarak 2005-2007 yılları arasında inşa edilen doğalgaz boru hattıdır. Bu hat Temmuz 2007'den beri faaliyet göstermekte olup 1491 km uzunluğa ve 20 Milyar m³ taşıma kapasitesine sahiptir (www.enerji.gov.tr).

Rusya-Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı (Mavi Akım), BOTAŞ ve Gazexport arasında 15 Aralık 1997'de imzalanan doğalgaz alım-satım anlaşmasına dayanarak inşa edilen ve 2005 yılında resmi olarak açılan doğalgaz boru hattıdır ve Karadeniz geçişli bu hat ile doğalgaz Rusya Federasyonu'ndan çıkarak Türkiye topraklarına ulaşır. Taşıma kapasitesi 16 Milyar m³ olan hat, Rusya'da İzobilnoye - Djubga arasında 308 km uzunlukta ve 56" çaplı ve 62 km uzunluğunda ve 48" çaplı boru hattı sisteminin yanında Karadeniz'de Djubga - Samsun arasında 390 km uzunlukta ve 24" çapında iki paralel hat ve Türk topraklarında Samsun - Ankara arasında 501 km uzunlukta ve 48" çapında olmak üzere üç ana bölüm içermektedir (ETKB, 2016: 99).

Doğu Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı, BOTAŞ ve NIGC (İran Ulusal Gaz Şirketi) arasında 8 Ağustos 1996'da imzalanan doğalgaz alım-satım anlaşmasına dayanarak inşa edilmiştir ve Aralık 2001 itibariyle Türkiye'ye gaz sevki başlamıştır. Yıllık taşıma kapasitesi 9,6 Milyar m³ olan hat, 48" ve 16" çapa ve 1.491 km uzunluğa sahiptir. Hat, Doğubayazıt'tan başlayarak Erzurum ve Sivas üzerinden Kayseri'ye buradan da Ankara'ya ve Konya'ya ulaşmaktadır. 2013 yılında hat üzerine yapılan Erzincan Kompresör İstasyonu ile boru hattının kapasitesinin tam kullanımı sağlanmıştır (BOTAŞ, 2016: 25).

Rusya-Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı (Batı Hattı), Türkiye ve Eski Sovyetler Birliği hükümetlerince 18 Eylül 1984 yılında imzalanan doğalgaz sevkiyatına yönelik Hükümetlerarası Anlaşma imzalanmıştır. Uzunluğu 845 km olan bu hat ülkemize Bulgaristan sınırından (Malkoçlar) girerek Ankara'ya ulaşmaktadır.

1987 yılında alınmaya başlanan doğalgaz, 1993 yılında maksimum miktar olan 6 Milyar m³'e ulaşmış sonradan yapılan geliştirme faaliyetleriyle taşıma kapasitesi 14 Milyar m³'e çıkarılmıştır. Bu hat üzerinden yıllık 4 Milyar m³ doğalgaz BOTAŞ tarafından geri kalan 10 Milyar m³ doğalgaz özel kesim tarafından ülkemize sevk edilmektedir (ETKB, 2016: 99).

Türkiye-Yunanistan Doğal Gaz Boru Hattı (ITG), Türkiye ve Yunanistan hükümetlerince 23 Şubat 2003 yılında imzalanan Hükümetlerarası Anlaşma ile inşası başlanan ve 2007 yılında doğalgaz sevkine başlanan boru hattıdır. Avrupa Birliği Interstate Oil and Gas Transport to Europe (INOGATE) kapsamındaki Güney Avrupa Gaz Ringi'nin ilk aşamasını oluşturmaktadır. 7 Milyar m³ taşıma kapasitesine sahip hat 296 km uzunluğundadır (www.enerji.gov.tr).

2.2.2.1. Türkiye'nin Enerji Projeleri

Ülkemizin hem üreten hem de tüketen ülkeler arasındaki konumu, Hazar ve Orta Doğu'da üretilen kaynakların global pazara iletilmesi için doğal bir enerji köprüsü olma imkanı vermektedir. Bu bağlamda Türkiye transit ülke olma yolunda birçok önemli gelişme göstermiş, diğer ülkelerle ortak bir fayda sağlayan, kazan-kazan ilişkisine dayanan her bir girişime katkı sağlamaktadır ve bu gelişimlere bundan sonraki süreçte de devam edecektir. Bunun yanında diğer enerji kaynaklarına duyulan ihtiyaç da politikaların şekillenmesini sağlamaktadır. Son yıllarda ülkemizin sahip olduğu enerji politikaları hem kendi topraklarını hem de içinde yer aldığı bölgenin enerji güvenliğini sağlamaya yöneliktir. Bu eksende Türkiye birçok projeye, anlaşmaya imza atmakta ve kuruluşlara katılım sağlamaktadır. Tablo 24'te Türkiye'nin bazı boru hattı ve yenilenebilir enerji projeleri gösterilmiştir.

Tablo 24: Türkiye'nin Enerji Projeleri

Projenin Adı	Açıklama
Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı Projesi (TANAP) Projesi	Azerbaycan'ın sahalarında üretilen doğalgazın Öncelikli olarak Türkiye'den sonrasında Türkiye-Yunanistan sınırından geçerek Avrupa'ya transit iletimini amaçlamaktadır. Bu projenin toplam uzunluğunun 1.850 km olacağı ve Türkiye'ye 6 Milyar m^3 ve Avrupa'ya 10 Milyar m^3 doğalgaz taşıyacağı öngörülmektedir.
Şah Deniz Geliştirme ve Üretim Projesi	Yaklaşık olarak 860 km^2'lik bir ruhsat alanını kapsayan bu projenin amacı Hazar Denizi'nin hidrokarbon potansiyelinin araştırılmasıdır. 1992 sonunda BP/STATOIL ve TP tarafından görüşmeleri başlatılan projede TP'nin bağlı kuruluşu olan TPOC Ltd. Şti.'nin payı %9'dan %19'a çıkartılmıştır.
Güney Kafkasya Doğal Gaz Boru Hattı (SCP) Projesi	Şah Deniz sahasının ikinci aşama üretimi ile birlikte Bakü-Tiflis-Erzurum Boru Hattı'nın Azerbaycan ve Gürcistan topraklarındaki bölümünün kapasitesinin artırılarak Türkiye-Gürcistan sınırında Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı Projesine bağlanmasını amaçlayan projedir.
Tuz Gölü Doğal Gaz Yer Altı Depolama Projesi	Aksaray ilinde yıllar önce yapılan çalışmalarda kalın tuz katmanlarına rastlanmış ve bölgenin depolama amaçlı kullanılabilirliği araştırılmıştır. 2000'de ise elde edilen sismik bilgiler ışığında bölgedeki tuz katmanlarının depolama amaçlı kullanılabileceği saptanmıştır. Projede Dünya Bankası kriterleri doğrultusunda hazırlanan Çevresel Yönetim Planı (Environmental Management Plan) takip edilmektedir. Projede toplam olarak yaklaşık 1 milyar m3 işletme gazı depolanması öngörülmüştür.
Trakya Arama Projesi	Türkiye ekonomisine katkı sağlaması amacıyla doğalgaz keşiflerinin devamının sağlanması için 2016 yılında Trakya Havzası'ndaki arama stratejimiz doğrultusunda, havzadaki tüm jeolojik ve jeofizik veriler değerlendirilmesini ve ileriye dönük alanların belirlenmesini kapsayan projedir. Bu projede 2016 yılı içerisinde toplam 5 kuyuda 9.450 m sondaj ve 4.403 km^2 üç boyutlu sismik veri işlem yapılması planlanmaktadır.

Türkiye-Bulgaristan Enterkonnektörü (ITB) Projesi	Türkiye ve Bulgaristan doğalgaz iletim sistemlerinin çift yönlü akışa imkân verecek şekilde bağlantısının sağlanması yoluyla entegrasyonu arttırmayı ve özellikle Bulgaristan için tedarik ve güzergâh çeşitliliği oluşturmayı hedeflemektedir.
Rusya-Türkiye-Avrupa Doğal Gaz Boru Hattı Projesi (Türk Akımı)	Projeye yönelik siyasi desteğin sağlanması ve teknik, ekonomik ve hukuki çerçevenin belirlemesi amacıyla Türkiye ile Rusya arasında TürkAkım Gaz Boru Hattı'na ilişkin Hükümetlerarası Anlaşma 10 Ekim 2016 tarihinde imzalanmıştır. Rusya'da üretilen doğalgazın Karadeniz üzerinden Türk topraklarına sevkini ve ardından da Türkiye'nin komşu ülkelerle olan sınırlarına kadar ulaşmasını amaçlayan, 15,75 Milyar m^3 taşıma kapasitesine sahip ve iki hattan oluşan projedir.
Adriyatik Doğal Gaz Boru Hattı (TAP) Projesi	Şah Deniz Konsorsiyumu (SDC) 28 Haziran 2013 tarihinde Avrupa'ya Güney Avrupa üzerinden, TAP projesi yoluyla ulaşmayı uygun bulduğunu duyurmuştur. 2016'da Selanik'te temeli atılan projenin ilk doğalgaz teslimi 2019-2020'de olacaktır.
Milli Rüzgâr Enerji Sistemleri Geliştirilmesi ve Prototip Türbin Üretimi (MİLRES)	Projenin temel amacı, tasarımı ve teknolojisi Türkiye'ye ait, özgün ve dünya standartlarında rekabetçi bir rüzgâr sanayinin kurulması için gereken altyapıyı oluşturmaktır.
Milli Güneş Enerjisi Santralı Geliştirilmesi(MİLGES) Projesi	Güneş enerjisine dayalı elektrik üretimi için gerekli olan bileşenlerin yerli olarak üretilebilmesini hedefleyen bir Ar-Ge projesidir.
LED ve OLED Üretim Teknolojilerinin Geliştirilmesi Projesi	Proje ile aydınlatma ve ekran sistemlerinde kullanılan LED-OLED temelli teknolojilerin ülkemizde geliştirilmesi ve bu teknolojiler kullanılarak katma değeri yüksek prototiplerin yerli olarak üretilmesi amaçlanmaktadır.
Biyokütle ve Kömür Karışımlarından Sıvı Yakıt Üretimi Projesi (TRİJEN)	Projede, biyokütle ve kömür karışımlarından; temiz ve çevre dostu teknolojiler ile sıvı yakıt üretimi, yüksek verimlilikte, merkezi santrallar için uygulanabilir teknolojilerin geliştirilmesi ve sonuçların pilot ölçekte demonstrasyonu amaçlanmıştır.

Milli Hidroelektrik Santral Sistemi Geliştirilmesi (MİLHES) Projesi	Proje ile ülkemizin mevcut hidroelektrik potansiyelinin verimli ve yüksek katma değerli olarak kullanılmasına yönelik olarak santral bileşenlerinin (Türbin, Jeneratör, Gerilim ve Hız Kontrolü vb.) yerli geliştirilmesidir.

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

2.3. İklim Değişikliği, Kyoto Protokolü ve Türkiye

Dünya güneşin ışınlanmış enerjisiyle ısıtılır ancak bu sıcaklık, dünyanın atmosferine (yüzde 78 azot, yüzde 21 oksijen ve yüzde 1 karbondioksit, su buharı ve ozon içermektedir.) bağlıdır. Bu atmosfer olmasaydı, yeryüzündeki ortalama sıcaklığın -18ºC olacağı öngörülmektedir. Güneş'in dünyaya ulaşan enerjisinin çoğu ya okyanuslar ve kara kitleleri tarafından emilmekteveya ya ısı ya da kızılötesi ışınım şeklinde atmosfere yayılmaktadır. Su buharı ve karbondioksit gibi çeşitli atmosferik gazlar, bu sıcaklığın bir kısmını yakalamakta ve onu yeryüzüne geri döndürmektedir. Buna sera etkisi denir. Sera etkisi, dünyanın daha sıcak olmasını sağlamaktadır. Böylece, bu etki nedeniyle iklim dünya üzerinde çarpıcı bir şekilde değişmektedir (Matthew, 2008: 3 - 4).

İklim değişikliği, *"iklimin ortalama durumunda ve/veya değişkenlerinde onlarca yıl ya da daha uzun süre yaşanan istatistiksel olarak anlamlı değişimler"* olarak tanımlanabilir. Bir bölgede sıklıkla meydana gelmeyen aşırı hava olaylarının (aşırı artış, yüksek sıcaklık gibi) şiddeti ve sayısında uzun süreli bir artış iklim değişikliğinin belirtisi olabilir. Değişiklik, dünyadaki iç süreçler ve dış zorlama faktörleri ile atmosferin bileşiminde ya da yeryüzünde insan kaynaklı değişiklikler nedeniyle olabilir (Gündoğan, Baş, Sayman, 2015: 3 - 4). İnsan kaynaklı (antropojenik) sera gazlarının neden olduğu iklim değişikliği, uluslararası toplumun karşı karşıya bulunduğu en önemli çevre sorunlarından biri olarak ortaya çıkmıştır. Öyle ki Birleşik Krallık eski başbakanı Tony Blair bu sorun için "İklim değişikliği, muhtemelen insanlığın karşılaştığı en büyük uzun vadeli zorluktur" demiştir (HM Government, 2006: 4). Bu sera gazları özellikle fosil yakıt temelli karbondioksit

(CO_2) emisyonları atmosferde insan faaliyetleri sonucunda birikmekte ve devam eden sera gazı konsantrasyonunun küresel ortalama sıcaklığı yükseltmesi ve iklimde başka değişikliklere neden olması beklenmektedir (Böhringer, 2003: 451).

İklim değişikliğine dair çalışmalar yüzyıldan fazla bir süredir bulunmaktadır. Bu çalışmaların ilk örneği olarak Nobel Ödülü almış İsveçli bilim adamı ve mühendis Svante Arrhenius'un çıkardığı rapor gösterilmektedir. Arrhenius'un raporu (1896), karbondioksitin sera etkisine katkısını ilk ölçen ve atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonundaki değişikliklerin iklimdeki uzun vadeli değişime katkıda bulunup bulunmadığının spekülasyonunu yapan ilk çalışmadır. Arrhenius, bu hipotezi test etmek için, CO_2 içeriğindeki değişiklikler ve ilgili atmosferik değişkenler nedeniyle küresel ısınmanın ve soğutmanın büyüklüğünün ve alansallığının detaylı bir hesaplamasını ortaya koymuştur (Arrhenius, Caldwell, Wold, 2008: 34).

Küresel ısınmanın ve iklim değişikliğinin artan tehdidi, son yirmi yılda dünya çapında devam eden büyük bir kaygı oluşturmuştur. Küresel ısınmanın dünya ekonomisi üzerindeki etkileri 1990'lardan beri araştırmacılar tarafından yoğun bir şekilde değerlendirilmektedir. Birleşmiş Milletler (BM) gibi dünya çapında kuruluşlar, hükümetler arası ve bağlayıcı anlaşmalar yoluyla küresel ısınmanın olumsuz etkilerini azaltmaya çalışmaktadır (Halıcıoğlu, 2009: 1156). Uluslararası olarak yapılan ilk çalışma, insanlığın iklim bilgisinden tam olarak yararlanmasını, bu bilginin önemli derece gelişimi için adımların atılmasını ve insanlığın esenliğine olumsuz etki oluşturabilecek insan yapımı iklim değişikliğini öngörmek ve önlemek amacıyla yapılan WMO (Dünya Meteoroloji Örgütü) Birinci Dünya İklim Konferansı (1979)'dır (WMO, 1979: 537). Daha sonra 1988 yılında Toronto Değişen Atmosfer Konferansı, 1989 yılında Nordwijk Bakanlar Konferansı, 1990 yılında WMO İkinci Dünya İklim Konferansı, 1992 yılında BM Çevre ve Kalkınma Konferansı, 1992 yılında BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS), 1992 yılında Çevre ve Gelişim Hakkında Rio Deklarasyonu, 1995 yılında Berlin Buyruğu gibi iklim değişikliği konusunda önemli gelişmeler yaşanmıştır.

BMİDÇS, insan kaynaklı faktörlerin iklim üzerindeki etkisine karşı uluslararası çapta gerçekleştirilen ilk ve en önemli adımlardan birisidir. Rio de Janeiro'da gerçekleştirilen BM Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda imzalanıp 21 Mart 1994 yılında yürürlüğe giren sözleşmede aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 195 ülke ve Avrupa Birliği taraf olmuştur. Sözleşmenin amacı, taraf ülkelerin sera gazı salınımlarını azaltmak, araştırma ve teknolojide iş birliği sağlamak ve sera gazı yutaklarını (ormanlar, göller, okyanuslar vb.) korumaktır. Sözleşmenin temel ilkesi olarak "ortak ama farklılaştırılmış sorumluluk" benimsenmiştir. Bu ilke, sanayi devriminden sonraki süreçte bazı ülkelerin daha çok sera gazı emisyonu gerçekleştirmesi nedeniyle benimsenmiş ve daha fazla sorumluluk almaları düşünülmüştür. Bu ülkeler sözleşmede Ek 1 Ülkeleri (OECD Ülkeleri ve AB ile Pazar ekonomisine geçiş ülkeleri), Ek 2 Ülkeleri (23 ülke ve AB) ve Ek Dışı Ülkeler (Belirli bir yükümlülüğü bulunmayan 153 ülke) şeklinde gruplandırılmıştır (www.mfa.gov.tr/).

Yaşanan önemli gelişmelerden birisi de Aralık 1997'de Japonya Kyoto'da gerçekleşen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Taraflarının Konferansı'nın (UNFCCC) üçüncü oturumunda anlaşmaya varılan Kyoto Protokolü'dür (Oberthür ve Hermann, 1999: 1). 2005 yılında yürürlüğe giren Protokol genel itibariyle şunları içermektedir (Breidenich, Magraw, Rowley ve Rubin,1998: 319):

Madde 1, Protokol'de kullanılan terimlerin tanımlarını içerir.

Madde 2, 3, 5 ve 7, Ek I ülkelerinin esas yükümlülüklerini ortaya koymaktadır.

Madde 10, Protokol'ün tüm tarafları için BMİDÇS taahhütlerini daha da ayrıntılı bir şekilde ortaya koymaktadır.

Madde 11, temel olarak BMİDÇS 4. Maddesinin 3. paragrafını ve 11. Maddesi yeniden ifade eder ve bu nedenle, Protokolün 10. maddesinde taahhütlerin

uygulanmasında gelişmekte olan ülkelere yardımcı olmak için Ek I ülkeleri tarafından finansman konusunda rehberlik sağlar.

Madde 9, 13, 14, 15 ve 16, taraflar BMİDÇS Konferansının, sekretarya biriminin ve alt organların ve Protokol'le ilgili süreçlerin kurumsal rolleri ile ilgilidir.

Madde 4, 6, 12 ve 17, bazı koşullar altında sera gazı emisyonlarını azaltmak için çeşitli pazara dayalı mekanizmaların kullanılmasına izin verir.

Madde 18, uyum usul ve mekanizmalarının geliştirilmesini zorunlu kılar.

Madde 19, Protokol'e uygulanacak BMİDÇS'nin uyuşmazlık çözümleme hükümlerini yapar.

Madde 20-28, Protokol'ün nihai hükümleri olup, örneğin, değişiklikler, yürürlüğe girme, oy kullanma, çekinceler, çekilme ve resmi diller ile ilgilidir.

Ek A, Protokolün kapsadığı sera gazı emisyonları ve sektör / kaynak kategorilerini listeler.

Ek B, Ek I ülkeleri için emisyon azaltma hedeflerini listeler.

Kyoto Protokolünün temel unsuru, kuşkusuz, Ek I Tarafları için yasal olarak bağlayıcı emisyon taahhütleridir ve uyumluluk varsayımlarıdır(Chambers, 2001: 9). Protokolde yer alan Ek-B bölümündeki Ek I Ülkeleri sanayileşmiş ülkeler ve piyasa ekonomisine geçiş sürecindeki ülkeler olarak iki gruba ayrılmıştır. Protokolde Ek I ülkelerinin salınımlarının belirlenmesi için EK-A bölümünde sera gazları Karbondioksit (CO_2), Metan(CH_4), Nitröz Oksit(N_2O), Hidrofluorokarbonlar (HFCs), Perfluorokarbonlar (PFCs), Kükürt heksaflorür (SF_6) şeklinde sıralanmış ve sera gazlarına neden olan sektörler Tablo 25'teki gibisınıflandırılmıştır (UN, 1998: 19).

Tablo 25: Kyoto Protokolü Sektör Ve Kaynak Kategorisi (Ek-A)

SEKTÖRLER	KAYNAKLAR
Enerji	Yakıt yanması (Enerji endüstrileri, imalat sanayi ve inşaat, ulaşım, diğer sektörler, diğer), Yakıtlardan kaçak emisyonlar (Katı yakıtlar, petrol ve doğalgaz, diğer)
Endüstriyel işlemler	Mineral ürünler, kimyasal endüstri, metal üretimi, diğer üretim, halokarbonlar ve sülfür hekzaflüorür üretimi, halokarbonların ve sülfür hekzaflüorürün tüketimi, çözücü ve diğer ürün kullanımı
Tarım	Enterik fermantasyon, gübre yönetimi, pirinç ekimi, tarımsal zeminler, geniş çayırların yakılması, tarımsal kalıntıların sahada yakılması, diğer
Atık	Toprakta katı atık bertarafı, atık su kullanımı, atık yakımı, diğer

Kaynak: UN, *Kyoto Protocol To The United Nations Framework Convention On Climate Change*, Kopenhag, 1998: 19.

Protokol'ün yürürlüğe girmesiyle birlikte taraflar genel olarak şu koşulları kabul etmiş sayılacaklardır (Kadıoğlu, 2001: 266-267):

- Gelişmiş ülkelerin sera gazı salınımlarının belirlenen seviyenin üzerine çıkmaması (sera gazı salınımının 2000 yılına kadar 1990 yılı seviyesine düşürülmesi),
- İklim değişikliğini engellemek amacıyla politikalar geliştirilmesi ve uygulanması,
- Enerji tasarrufunu ve verimliliğini arttırmaya yönelik önlemler alınması,
- Çöp gibi atıklardan ve ulaşımdan kaynaklısera gazı emisyonlarının azaltılması,
- Sera gazı yutakları yani karbon tutucu ortamların (ormanlar vb.) korunması,
- Protokolün gerçekleşmesine engel olabilecek unsurların ortadan kaldırılması ve

- Sürdürülebilir tarım vb. konularda bilimsel araştırmanın desteklenmesidir.

Taraflara bu şartları kabul ettiren Protokol'ün asıl amacı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde kabul edilen ana prensipleri izleyerek temel sera gazlarının emisyonlarını, zenginlikleri ve kapasiteleri altında ulusal farklılıkları yansıtacak şekilde içermektir. Bunlar evrimsel yaklaşımlara olan ihtiyacı ve daha zengin ve yüksek emisyona sahip sanayileşmiş ülkelerin liderliğini de içinde bulunduran "ortak ama farklılaştırılmış sorumluluk ilkesini" içermektedir (Grubb, 2003: 143). Öyle ki sözleşmenin 3.1 maddesinde bu ilke, "Taraflar, iklim sistemini, insanlığın bugünkü ve gelecek kuşağının yararı için, eşitlik temelinde ve ortak ama farklılaştırılmış sorumlulukları ve ilgili yetenekleri uyarınca korumalıdır. Buna göre, gelişmiş ülke tarafları, iklim değişikliği ve bunun olumsuz etkileri ile mücadelede liderliği ele almalıdır" şeklinde belirtilmiştir (UN, 1992_a: 4). Aynı ilke, Çevre ve Gelişim Hakkında Rio Deklarasyonu (1992) 7. maddesinde, "Küresel çevre bozulmasına farklı katkılar göz önüne alındığında, devletlerin ortak ama farklılaşmış sorumlulukları vardır. Gelişmiş ülkeler, toplumlarının küresel çevreye yaptığı baskılar ve komutalarındaki teknolojiler ve finansal kaynaklara bakarak sürdürülebilir kalkınmayı uluslararası çapta araştırma sorumluluğunu üstlendiklerini kabul eder" şeklinde belirtilmektedir (Rajamani, 2000: 120; UN, 1992_b: 2). Tanımlardan da anlaşılacağı üzere Kyoto Protokolü ülkelere her ülke için ortak olan ama coğrafi, demografik, ekonomik, mevcut teknoloji gibi nedenlerle farklılaştırılmış sorumluluklar yüklemektedir.

2.3.1. Türkiye'de İklim Değişikliği ve Kyoto Protokolü

Türkiye, dünyadaki en hızlı büyüyen enerji piyasalarından biridir ve Uluslararası Enerji Ajansı üye ülkeleri arasında en hızlısıdır (Chandler, Schaeffer, Dadi, Shukla, Tudela, Davidson ve Atamer 2002: 45). Ülkemiz iklim değişikliğinin ciddi çevresel ve sosyo-ekonomik sonuçlara yol açan ve ulusal menkul kıymetleri ve potansiyel etkileri tehdit eden çok boyutlu ve karmaşık bir zorunluluk olduğunun

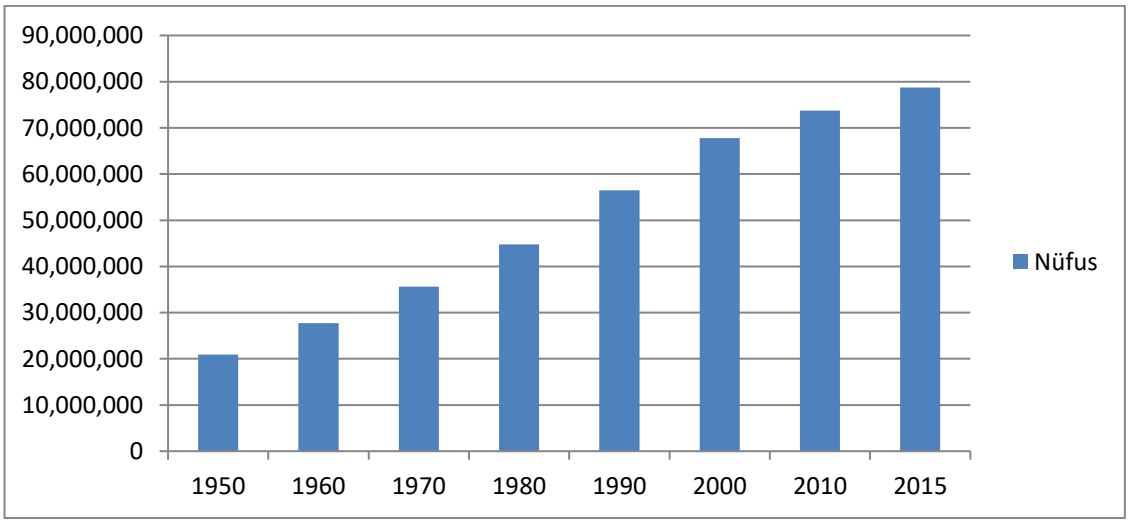
bilincinde olarak, insanlığın gelecek kuşaklara yönelik en büyük tehditlerinden biri olan bu konunun öneminin farkındadır ve iklim değişikliğine yol açan sera gazı emisyonlarını azaltmak ve iklim değişikliği ile mücadele etmek için uluslararası işbirliğine önem vermektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2010: 6).

Türkiye sahip olduğu karmaşık iklim yapısı nedeniyle iklim değişikliklerinden etkilenecek ülkelerin başında gelmektedir. Ülkenin topografyasındaki farklılıkları, bulunan yükseltilerin bölgesel farklılık göstermesi, yağışların farklılık göstermesi gibi nedenlerden dolayı ülkede yaşanan iklimsel farklılık iklimsel değişiklikten fazla seviyede etkilenmesine neden olacaktır. Örneğin yağışın azaldığı bölgeler, Orta ve Doğu Akdeniz ile Türkiye'nin batı ve güney kenarlarını içermektedir ve büyük bir iklimsel değişiklikte bu bölgeler kuraklık ve çölleşme ile karşı karşıya kalacaktır (Türkeş, 1998: 650).

Türkiye iklimindeki tarihi değişimler şu şekilde özetlenebilir (Şen, 2013: 13; MGM, 2015: 5; Sarıkaya, 2011: 541; Akçakaya, Eskioğlu, Atay ve Demir,2013: 12):

- Sıcaklıklar her yerde artmaktadır. Yaz sıcaklıklarında en fazla artış görülmüş; Sıcak mevsim aralığı genişlemiştir.
- Deniz seviyesi Türkiye'nin çevresindeki denizlerde farklı büyüklüklerde yükselmektedir.
- Sıcaklıklar arttıkça doğal tehlikelerin sayısı artmaktadır.
- Yağışlar konusunda bariz bir azalış/artış gözlenmemiştir. Yıllık toplam yağış ortalaması 624,6 mm olan Türkiye'de en çok yağışı Kuzeydoğu bölgeleri almaktadır.
- Buzul dağları 20. yüzyılın başından bugüne ciddi bir gerileme sergilemektedir (yaklaşık 10 m / yıl).
- Türkiye'de sıcaklık 1990 yılından sonra artış göstermektedir. Ülkenin yıllık ortalama sıcaklığı 13,1 °C'dir. Bahsi geçen bu faktörlerin yanında dünyanın her yerinde olduğu gibi ülkemizde de insan kaynaklı faktörler iklim değişikliğini beraberinde getirmektedir. Grafik 1'de ülkenin

1950- 2015 yılları arasındaki nüfus artışı görülmektedir. 1950'de yaklaşık 21 milyon olan ülke nüfusu sürekli bir artış göstererek 2015 yılında yaklaşık 79 milyona ulaşmıştır.

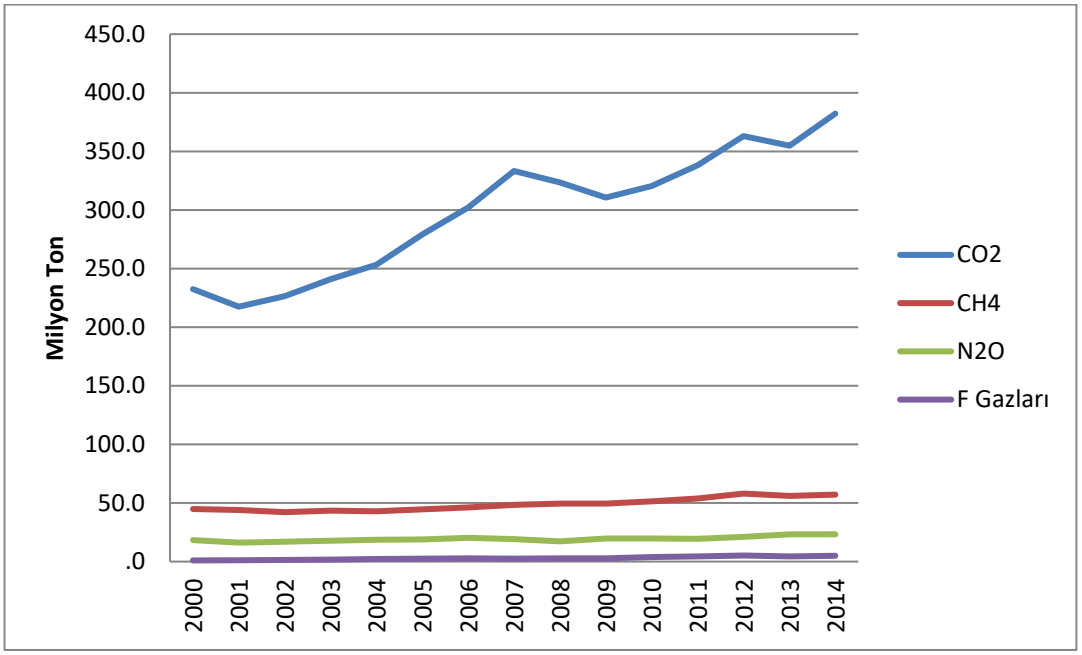


Grafik 1: Türkiye'de Nüfus Artışı

Kaynak: TUİK Nüfus Verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

Artan nüfusla birlikte orta ölçekli (ilçeler, kasabalar) ve büyük şehirlere doğru kitle insan göçleri artış göstermekte, büyük düzensiz yasal ve yasadışı yerleşimlere neden olmaktadır. Türkiye'deki bu durum, şehir merkezlerini ve çevresindeki kentsel ve banliyö alanlarını çok hızlı ve plansız bir şekilde büyümeye yöneltmiştir. Hızlı ve plansız kentleşmenin bu olumsuz etkileri, aynı zamanda Türkiye'nin kentleşmiş ve / veya kentleşmekte olan bölgelerinde bitki örtüsü ve diğer yüzey arazilerinin özelliklerinde önemli bir değişime neden olmuştur (Türkeş, Sümer ve Demir, 2002: 955). Bu da mikro ve mezo ölçekli iklim koşullarında belirgin değişiklikler meydana getirebilmektedir (Tayanç, İm ve Doğruel, 2009: 485).

Ülkemizde artan nüfus, büyüyen şehirleşme ve gelişen sanayi yüksek oranda sera gazı emisyonunu da beraberinde getirmiştir. Ülkemize ait sera gazı emisyonu verileri Grafik 2'de verilmiştir.



Grafik 2: Türkiye'nin Sera Gazı Emisyonu

Kaynak: TÜİK verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

Ülkemizde 2000 yılında toplam sera gazı emisyonu (CO_2 eşdeğeri) yaklaşık 296,81 milyon ton iken bu değer 2014 yılında 467,55 milyon tona yükselmiştir. 2014 yılında bu toplamın 382,2 milyon tonu CO_2, 57,1 milyon tonu CH_4, 23,3 milyon tonu N_2O ve 4,9 Milyon tonunu F Gazları oluşturmaktadır.

2014 yılında (www.tuik.gov.tr);

Toplam CO_2 emisyonlarının yüzde 85,2'si enerjiden, yüzde 14,6'sı endüstriyel işlemler ve ürün kullanımından, yüzde 0,2'si ise tarımsal faaliyetler ve atıktan kaynaklanmıştır.

Toplam CH_4 emisyonlarının yüzde 54,3'ü tarımsal faaliyetlerden, yüzde 25'i atıktan, yüzde 20,5'i enerjiden, yüzde 0,2'si ise endüstriyel işlemler ve ürün kullanımından kaynaklanmıştır.

Toplam N_2O emisyonlarının yüzde 75,9'u tarımsal faaliyetlerden, yüzde 8,3'ü enerjiden, yüzde 8'i atıktan, yüzde 7,8'i ise endüstriyel işlemler ve ürün kullanımından kaynaklanmaktadır.

Türkiye, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için kendi özel koşullarını ve kapasitesini göz önünde bulundurarak küresel çabalara katkıda bulunmak amacıyla ulusal ve uluslararası resmi düzeyde çalışmalar yürütmekte ve stratejiler geliştirmektedir. Bu başlık altında Türkiye'nin iklim değişikliği ile mücadelesinin kısa tarihçesinden ve Kyoto Protokolü'ne üyeliğinden bahsedilecektir.

Türkiye'nin iklim değişikliği konusunda ilk ciddi katılım sergilediği uluslararası etkinlik 1990 yılında Cenevre'de gerçekleşen İkinci Dünya İklim Konferansı olmuştur. İki bölümden oluşan konferansta Türkiye her iki bölüme de katılmış, özellikle ilk bölümde DMİ Genel Müdürlüğü ve Cenevre Daimi Temsilciliği etkin bir katılımla Türkiye adına teknik bir konuşma yapmıştır. Konferanstan bir yıl sonra Meteoroloji İşleri'nde ilk defa iklim değişikliği araştırma birimi ve ulusal koordinasyon çalışması oluşturulmuştur (Tekeli, 2010: 88).

Hem 1991 ve 1992 yıllarında gerçekleşen Rio Zirvesi'nde hem de Rio Zirvesi öncesi 1992 yılında yapılan New York'taki İDÇS'nin 5. Toplantısının 2. bölümünde Türkiye'nin OECD ve pazar ekonomisine geçiş sürecinde olan Orta ve Doğu Avrupa ülkeleriyle birlikte Ek I'e, hem de OECD ülkeleri ile birlikte gelişmiş ülkeler grubuna (Ek II Tarafları) alınmış olmasından dolayı Türkiye sözleşmeyi zirvede imzalamamış ve 2004 yılına kadar da sözleşmeye taraf olmamıştır. Bu kararın en haklı nedeni sözleşmenin taraf olan ülkelere 2000 yılına kadar sera gazı salınımlarının 1990 seviyesine indirilmesi sorumluluğunu yüklemesidir. 2001 yılında Ek 1 listesinden çıkarılan ülkemiz 24 Mayıs 2004'te BMİDÇ Sözleşmesi'ni imzalamıştır (DPT, 2000_b: 16).

Türkiye'nin Kyoto Protokolü'ne katılımına kadar geçen süreçte enerji ve iklim değişikliği adına önemli olan gelişmeler özetle Tablo 26'da gösterilmiştir.

Tablo 26: Türkiye'nin Kyoto Protokolü'ne Katılımına Kadar Geçen Süreç

YIL	GELİŞMELER
2004	1-3 Eylül 2004 tarihinde Ankara İklim Değişikliği Konferansı gerçekleştirilmiştir. Bu konferans hem uluslararası camia ile ülkemizi bir araya getirmesi hem de Küresel Çevre Fonu'ndan hibe desteği sağlanması açısından önem taşımaktadır.
2005	22-24 Mart 2005'te gerçekleşen 1. Çevre ve Ormancılık Şurası'nda İklim Değişikliği Alt Komisyonu kurulmuştur. 10 Mayıs 2005'te 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun kabul edildi. Bu döneminde iklim değişikliği ile ilgili birçok yazılı kaynakların basımı gerçekleştirildi.
2006	İlk gönüllü karbon ticareti uygulamaları başladı. Resmi sera gazı envanteri ilk defa BMİDÇS Sekretaryası'na sunuldu.
2007	Türkiye'nin ilk Ulusal Bildirim Raporu uluslararası kamuoyuna tanıldı. 18.04.2007'de 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu kabul edildi. TBMM 23. Dönem Küresel Isınma Araştırma Komisyonu oluşturuldu ve Türkiye'nin Kyoto Protokolü'ne katılması önerildi. Kuraklık zararlarının karşılanması için Bakanlar Kurulu kararı alındı. İklim Değişikliği Karşılıklı İşbirliği Paneli (IPCC) 2009 Genel Kurulu'nun Türkiye'de yapılması önerisi kabul edildi.
2008	2008/2 sayılı genelge ile 2008 yılı Enerji Verimliliği Yılı olarak kabul edildi. Türkiye'nin Kyoto Protokolü'ne katılmasına dair bir dizi toplantı, basın açıklaması ve görüşmeler yapıldı. İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu toplantısında ülkemizin Kyoto Protokolü'ne katılması kararı alındı. "Türkiye'nin İklim Değişikliğine Uyum Kapasitesinin Geliştirilmesi" hem İspanyol hükümetinin finansal desteği hem de Çevre ve Orman Bakanlığı ile Birleşmiş Milletler kurumlarının işbirliğiyle başlatıldı. 13 Mart 2008'de TBMM'de Küresel Isınmanın Etkileri ve Su Kaynaklarının Sürdürülebilir Yönetimi Konusunda Kurulan Meclis Araştırma Komisyonu Raporu hazırlandı. Türkiye'nin Kyoto Protokolü'ne katılması yönündeki kanun tasarısı TBMM'ye sevk edildi.

Kaynak: Gündoğan, C. Arif, Baş, Dursun, Sayman, Ü. Rıfat, *A'dan Z'ye İklim Değişikliği Başucu Rehberi*, Bölgesel Çevre Merkezi REC Türkiye, Ankara, 2015: 56 – 57.

Geçen süreç sonucunda 5 Şubat 2009 tarihinde 5836 sayılı Türkiye'nin Kyoto Protokolü'ne Katılmasına Dair Kanun mecliste kabul edilmiş, bu kanun 17 Şubat 2009 tarihinde resmi gazetede yayınlanmış ve Türkiye 26 Ağustos 2009 tarihinde Kyoto Protokolü'ne taraf olmuştur. 1997 yılında Kyoto Protokolü kabul edildiğinde Türkiye BMİDÇ Sözleşmesi'ne taraf olmadığından Protokol'ün Ek-B listesinde yer almadığı için 1. Yükümlülük döneminde (2008-2012) sera gazı azaltımı ya da sınırlama sorumluluğu bulunmamaktadır. Ek 1 ülkeleri listesinde yer alan Türkiye'nin, hem sanayi hem de ekonomik yapı bakımından gelişmekte olan ülke statüsünde olmasından dolayı 2. Yükümlülük döneminde (2013-2020) de yükümlülüğü bulunmamaktadır. Türkiye, bu yükümlülük dönemlerinde bulunmaması nedeniyle Kyoto Protokolü'nün esneklik mekanizmalarından yararlanamamaktadır. Özellikle Protokolün mekanizmalarından biri olan Temiz Kalkınma Mekanizması (Ek 1 dışı ülkelere mali kaynak ve teknoloji transferi sağlar), Ortak Uygulama ve Salım ticareti Sistemine katılamamaktadır. Bu olumsuzluklara rağmen ülkemiz BMİDÇS yükümlülüklerini yerine getirmenin yanında ulusal stratejiler ve yasal mevzuat geliştirmiştir (Gündoğan, vd., 2015: 61).

Türkiye'nin Kyoto'ya taraf olmasından sonra yaşanan gelişmeler şu şekilde özetlenebilir; Türkiye'de BMİDÇS'nin getirdiği yükümlülüklerin yerine getirilmesi ve iklim değişikliği ile mücadele faaliyetlerinin koordinesi için 2001 yılındaoluşturulanve 2004, 2010 ve 2012 yıllarında yeniden yapılandırılan ve konuyla ilgili kurumların yanında özel kesim ve sivil toplum temsilcileri de dahil edildiği "İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu (İDKK)" tarafından ve üniversitelerin hazırladığı iklim değişikliği konusunda en temel politika kabul edilen 2010-2020 yıllarını kapsayan ve 3 Mayıs 2010'da Yüksek Planlama Kurulu'nca onaylanan"Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi" çıkarılmıştır(Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2013: 93-94). Bu belge "ortak ama farklılaştırılmış sorumluluk ilkesi" çerçevesinde, ülkenin mevcut ulusal imkanları ve uluslararası hibelere ve finansman kaynaklarına ulaşılabilirliği konusunda gerekli azaltım, finansman,

uyum,teknoloji ve kapasite oluşturma politikalarını içermektedir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2010: 4). Bu gelişmenin ardından 2011 yılında 2011-2023 yıllarını kapsayan Ulusal Eylem Planı (İDEP) ve yine aynı zaman dilimini kapsayan İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı yayımlanmıştır.

Daha sonraki dönemde ETKB tarafından 2012 yılı kömür yılı olarak kabul edilmiş, 25 Nisan 2012'de Sera Gazı Emisyonu Hakkında Yönetmelik çıkarılmış, 2013 yılında gönüllü karbon piyasalarıyla alakalı mevzuat çıkarılmış, ülkenin 5. Ulusal Bildirim Raporu oluşturulmuş, İDKK yeniden yapılandırılmış, 2015 yılı Nisan ayında Safranbolu İklim Değişikliği Konferansı ve Safranbolu Deklarasyonu gerçekleştirilmiş ve 2010-2015 döneminde bir dizi konuyla alakalı stratejik plan ve Sera Gazı Emisyon Envanteri çıkarılmıştır (Şahin, 2014: 28 - 34).

2.4. Türkiye'nin 2023 Yılı Enerji Hedefleri

Ülkemizin cumhuriyet tarihinin 100. yılına denk gelen 2023 yılı için birçok konuda olduğu gibi enerji konusunda da hedefleri bulunmaktadır. Yenilenebilirenerjimizdeki 2023 kurulu güç tahminleri Tablo 27'de verilmiştir.

Tablo 27: Türkiye'nin 2023 Yenilenebilir Enerji Hedefleri

	Güneş	**Rüzgar**	**Biyokütle**	**Jeotermal**	**Hidroelektrik**
2023 yılı Kurulu Güç Tahmini (MW)	5.000	20.000	1.000	1.000	35.000

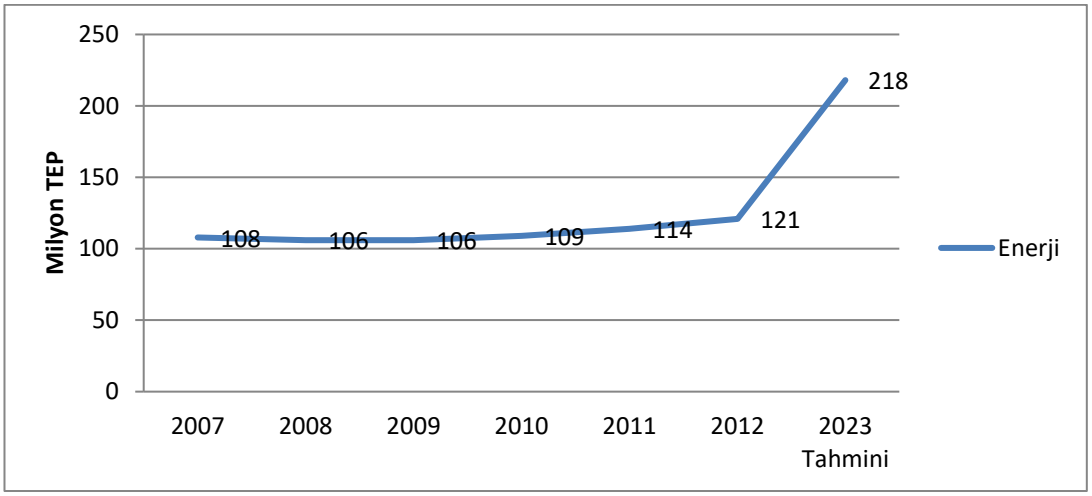
Kaynak: ETKB, *Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı İle Bağlı, İlgili Ve İlişkili Kuruluşlarının Amaç Ve Faaliyetleri*, Bağlı ve İlgili Kuruluşlar Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2016$_a$: 9.

Tahminler 2011 - 2023 döneminde Türkiye'de birincil enerji tüketiminin yüzde 90 artacağını göstermektedir. Artışın yaşanacağı bu ortamda, yeni üretim

yatırımlarının gerçekleştirilmesi, enerji kaynaklarının çeşitliliği ve enerji verimliliğinde en üst seviyeye ulaşılması Türkiye için önem taşıyan konular olarak başı çekmektedir. Hem sürdürülebilir bir enerji modeli için hem de yüksek seviyedeki enerji talebine bağlı yaşanacak risklerin önlenmesi için hükümet temelinde yenilenebilir enerji olan alternatif çözümlerin teşviki konusunda kararlılık göstermektedir. Ülkemiz geleceğe dönük bir şekilde yenilenebilir enerjinin önemli bir rol oynadığı yenilikçi bir politika benimsemektedir.

Ülkemizin benimsediği politikalar yardımıyla 2023 yılındaki hedeflerinden birisi yenilenebilir enerjinin elektrik enerjisi talebini en az yüzde 30'unu karşılamasıdır. Diğer hedefi ise ulaştırma sektöründe ihtiyacın yüzde 10'un yenilenebilir enerjiden karşılanmasıdır.

2023 yılındaenerji yoğunluğunun yani GSYH başına tüketimi gerçekleşen enerji miktarının 2011 referans yılında göre en az yüzde 20 düşürülmesi hedeflenmektedir. Ülkenin 2023 yılında birincil enerji tüketimi Grafik 3'te verilmiştir.



Grafik 3: Türkiye'nin 2023 Yılı Tahmini Enerji Tüketimi

Kaynak: ETKB, Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı, Ankara, 2014: 8.

Verilen bilgiler ışığında anlaşılmalıdır ki iklim değişikliği toplumun bütün kesimlerini ilgilendiren ve her kesimin elini taşın altına koyması gerektiği bir konudur. Devletimiz uzun süren süreç boyunca bu konuda önemli bir yol katetmiş olsa da mevcut su kaynaklarının, enerjinin ve diğer kaynakların gelecek kuşaklara aktarılması ve ülke ekonomisinin ve refah düzeyinin olumlu yönde bir trend yakalaması için ülke halkının da devletle işbirliği içinde olması gerekir. Devletimiz bu konuda bilinçlendirme uğraşına ilkokullardan başlamakta ve iklim değişikliği ve enerji konularında sayısız faaliyette bulunmaktadır. Gelecek kuşaklara aktarılması faaliyeti beraberinde sürdürülebilirlik kavramını getirmektedir. Çalışmanın 3. bölümünde sürdürülebilirlikkonusuna yer verilmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Bu bölümde, sürdürülebilirlik kavramı açıklanarak sürdürülebilir kalkınma, enerjinin sürdürülebilirliği ve Türkiye'nin sürdürülebilirlik çalışmaları ayrıntılı bir şekilde açıklanacaktır.

ENERJİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ

Yenilenemeyen kaynakların yaşam ömrünün çok yakın bir zamanda bitecek olması, bugüne kadar kullanımının çevrede yarattığı büyük hasarlar, iklim değişiklikleri, küresel ısınmanın gün geçtikçe etkisini artarak göstermesi insanlığa bir endişe salmaktadır. Bu endişe çevre bilincinin artmasına, mevcut enerjinin korunması ile ilgili alternatiflerin arttırılmasına ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşmasına yol açmıştır. Bu gelişmeler kişilerde ve devletlerde gelecek kuşakların yaşayacağı dünyayı da düşünmelerine mahal vermiş bu durum enerjide ve hatta dünyada sürdürülebilirliğin nasıl sağlanacağı konusunu gündeme getirmiştir. Bu bölümde sürdürülebilirlik kavramından, sürdürülebilir kalkınma, enerjide sürdürülebilirlik konularına, sürdürülebilir bir enerji anlayışının temelini

oluşturan enerji verimliliğinden ve ülkemizdeki sürdürülebilirlik çalışmalarından bahsedilecektir.

3.1. Sürdürülebilirlik Kavramı

Sürdürülebilirlik günümüzde birçok konu ile bağdaştırılmaktadır. Bu kavram köken olarak Latince *sustinere*, Eski Fransızcada *sostenir*kelimelerinden türemektedir vegenel itibariyledestek olmak, sürdürmek, sürmek, devam ettirmek anlamlarına gelmektedir (www.etymonline.com). Farklı tanımlamalara sahip sürdürülebilirlik kavramı sadece toplumlar içindeki farklı çıkar grupları arasında değil, aynı zamanda farklı toplumlar arasında da farklı anlamlar almaktadır. Sürdürülebilirlik, daha iyi bir yaşam kalitesi aramaktadır ve herkes için eşitliği benimsemektedir ve bu nedenle sürdürülebilirliğin ana amacı, çok paydaşlı grupların sürdürülebilirlik vizyonlarını tanımlamalarına ve bu doğrultuda çalışmasına olanak tanımaktadır (Delgado, 2007: 26).

Viederman (1994), sürdürülebilirliği, doğal, insani, sosyal, kültürel, bilimsel vb. gibi tüm kaynaklarına saygılı ve tedbirli bir şekilde yararlanan topluluk vizyonunu oluşturan ve takip eden katılımcı bir süreç olarak tanımlamıştır. Sürdürülebilirlik kavramı, mümkün olduğu ölçüde mevcut nesiller için yüksek bir ekonomik güvenlik seviyesine ulaşmakta ve tüm yaşamın ve tüm üretimin bağımlı olduğu ekolojik sistemlerin bütünlüğünü korurken ve gelecek kuşaklara bunları sağlama sorumluluğunu üstlenmekte, toplumlarının kontrolünde demokrasiyi ve halk katılımını gerçekleştirebilmektedir.

Hawken (1993), sürdürülebilirliği, gelecek nesiller için çevre kapasitesini azaltmaksızın insanlara, ticarete ve çevreye verilen taleplerin karşılanabileceği ekonomik bir durum olarak tanımlamıştır.

Kuhlman ve Farrington (2010), sürdürülebilirliği, uzun süreli belki de sınırsız bir süre boyunca refahın korunması olarak tanımlamaktadır.

Cabezas (2012), sürdürülebilirliğin, insan ırkının nesiller boyu varlığını sürdürebilmelerini, ihtiyaçlarını karşılamalarını ve dünyada başarılı olabilmelerini sağlamakla ilgili olduğunu düşünmektedir. Ona göre sürdürülebilirlik, halkın refahını geliştirmeye yardım etmek için insanlar tarafından geliştirilen bir kavramdır.

Kourdi (2012), sürdürülebilirliği, mevcut ekonomik ve sosyal statükonun yarattığı sorunlara cevaplar üretmenin ve mevcut sistemin oluşturduğu çevre sorunlarını çözmenin bir yolu olarak tanımlamıştır.

Ruckelshaus (1992), sürdürülebilirliği, ekonomik gelişmenin geniş anlamda ekoloji tarafından belirlenen sınırlar dahilinde gerçekleşmesi ve devam ettirilmesi yönündeki gelişen doktrin olarak tanımlamıştır.

Sürdürülebilirlik anlayışı son yıllarda önemli ölçüde artmış olsa da, standart bir tanıma sahip olmaması insanlar tarafından nadiren kullanılmasına ya da pek çoğu tarafından ne anlama geldiğini bilmemelerine neden olmaktadır. Öyle ki, Hartman Group tarafından yapılan bir araştırmaya göre, Amerikalı tüketicilerin yarısından çoğu "sürdürülebilirlik" terimine aşina olsa da, çoğu bunun ne anlama geldiğini açıklayamamaktadır. Araştırma, 1.606 Amerikalı tüketiciyi, sürdürülebilirlik uygulamaları ve ürünlerine yönelik tüketici davranışları konusunda bir anlayış içerisinde değerlendirmiştir. Sürdürülebilirlik değerlerini destekleyen şirketlerin yalnızca yüzde 5'ini tüketiciler belirleyebilirken, tüketicilerin sadece yüzde 12'si bu tür ürünleri nereden satın alacaklarını bildikleri belirtmiştir (Samota, 2014: 3).

3.2. Sürdürülebilir Kalkınma

Son yıllarda, yoksulluk, toplumlar arasındaki eşitsizliğin artması ve toplumsal eşitsizlikler nedeniyle gerginliklerin artmasıyla birlikte çevre ve iklim değişikliği konusundaki artan endişeler sürdürülebilir kalkınmayı ön plana çıkarmıştır. Politika yapıcılar, akademisyenler, ulusal ve uluslararası kurumlar ve ülke çapındaki girişimler, dünya genelinde ekonomik, sosyal ve çevresel

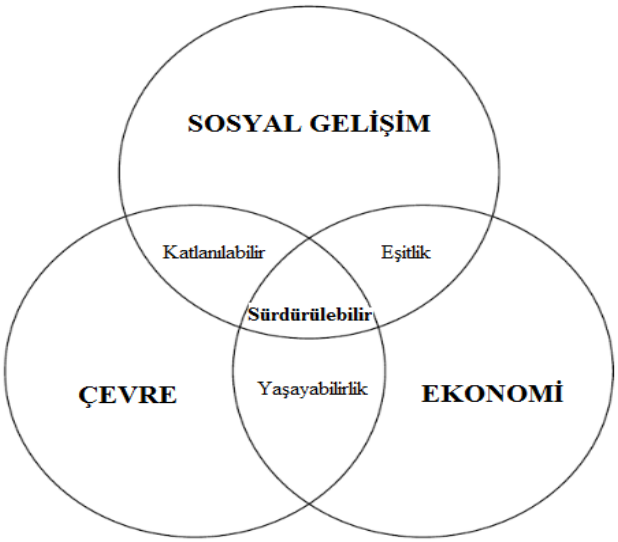
sürdürülebilirliğe verilen önemi arttırmıştır (Quattrone, Busco, Riccaboni ve Frigo, 2013: 21).

Sürdürülebilir kalkınma ile ilgili genel olarak Brundtland Raporu (1987) kapsamında Bölüm 2 Madde 1'de BM Ekonomik Kalkınma Komisyonu tarafından yapılan şu tanım kabul görmektedir: "Sürdürülebilir kalkınma, insanlığın kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla gelecek kuşakların ihtiyaçlarından ödün vermeksizin günün ihtiyaçlarını karşılaması kabiliyetidir." Bu tanım içinde iki temel kavram barındırır. Bunlarda ilki ihtiyaçlardır. Bu kavram, öncelikle üzerinde durulması gereken özellikle yoksulların temel ihtiyaçlarını kapsamaktadır. İkincisi ise kabiliyetlerdir. Bu kavram, mevcut ve gelecek ihtiyaçların karşılanması kabiliyetinin teknolojik durum ve toplumsal örgütlenme tarafından sınırlanmasını kapsamaktadır (UN, 1987: 27).

Brundtland Raporu sürdürülebilir kalkınmayı tanımladıktan sonra birçok bilim adamı tarafından alternatif tanımlar dile getirilmiştir ve bu tanımın anlamı yükseltilmiştir. Ancak bu durum sürdürülebilir kalkınma tanımının açık, sabit ve değişmez bir anlam taşımasını zorlaştırmıştır (Kates, Parris ve Leiserowitz, 2005: 9). Bu genel tanımı eleştiren Taylor (2002), tanımın ekseninde sürdürülebilir kalkınmanın savunucularının insanların kendi ihtiyaçlarını (yiyecek, barınma, eğitim ve diğer gerekli ihtiyaçlar) karşılarken sadece para harcadıklarını bu nedenle sürdürülebilir kalkınmada zorunluluk oluştururken sadece zenginlik yaratma zorunluluğu oluşturduğunu düşünmektedir. Ona göre, insanların barış, özgürlük ve bireysel memnuniyet isteği gibi bazı ihtiyaçları salt maddi imkânlarla karşılanamaz ve tanımın savunucuları bu konuyu tartışırken maddi olmayan, kaynak temelli olmayan psikolojik ihtiyaçların önemine nadiren değinmektedir. Genel tanıma bir eleştiri de Jabareen (2008) tarafından yapılmıştır. Ona göre bu tanım insanların gelişme yoluyla gerçekleştirilmesi gereken ihtiyaçlarını vurgularken çevreyi önemsiz saymıştır ve bu nedenle sürdürülebilir kalkınmayı ekonomik bir ticari ad ve gelişme olarak gördüklerini öne sürmektedir (Jabareen, 2008: 181). Fakat bazı bilim adamları bu tanımın yeterli olduğunu savunmuştur. Adams (2001), bu tanımın retorik ve biraz belirsiz karakterine rağmen, yoksulluk ve insanların doğaya ve doğal kaynaklara

erişiminde nesiller arası ve kuşaklar arası eşitlikten endişe edenler için popüler ve zorlayıcı olduğu düşünmektedir. Bir diğer örnek ise Dale ve Hill (2001)'in çalışmasıdır. Onlara göre sürdürülebilir kalkınma, âdemi merkeziyetçi bir kalkınmayı (insanları etkileyen kararlara katılımlarını sağlamayı) ima etmektedir ve sürdürülebilirlik için yaşam biçim ve değerlerinde uygun değişiklikler, doğal kaynakların ve çevrenin korunmasına adamış güçlü kurumlar, etkin rezerv kullanımı, silah harcamalarında azalma, yardım, ticaret ve yatırım uygulamalarında değişiklikler yapılması gerektiğini savunurlar. Bu düşüncelerini de raporda bahsi geçen sürdürülebilir kalkınmanın operasyonel hedefleriyle desteklerler. Bu operasyonel hedefler; büyümeyi canlandırmak, büyümenin kalitesinin değiştirilmesi, iş, gıda, enerji, su ve sanitasyon için temel ihtiyaçları karşılamak, sürdürülebilir bir nüfus seviyesinin sağlanması, gayrimenkul tabanını koruma ve geliştirme, teknolojiyi yeniden yönlendirme ve risk yönetimi, karar vermede çevre ve ekonomiyi birleştirmek olarak sıralanmaktadır (Dale ve Hill, 2001: 5).

Sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma, hem çevresel sınırlarımızda yaşamak, hem de dünyadaki tüm insanlar ve gelecek kuşaklar için sosyal adalete erişmek, ekonomik ve sosyal gelişimi desteklemek olarak da tanımlanabilir. Yapılan bu tanımlar ekseninde sürdürülebilir kalkınmayı ayakta tutan3 temel dayanak ön plana çıkmıştır. Bunlar, temel ihtiyaçların karşılanmasını kapsayan ekonomidayanağı, çevrenin korunması ve optimum kullanılmasını kapsayan çevre dayanağı ve çeşitli grupların ve toplulukların güçlendirilmesini kapsayan sosyal gelişim dayanağıdır (Holmberg, 1992: 34). Ekonomi tamamen toplum içinde varolan bir olgudur, çünkü ekonominin tüm parçaları insanlar arasında etkileşime ihtiyaç duymaktadır. Toplum da tamamen çevre sistemi içerisinde varolmaktadır. İnsani faaliyetler, çevreyi giderek artan bir oranda yeniden şekillendirirken, toplum ve ekonomik sistemler asla çevreden bağımsız olarak var olamazlar (Schutte, 2009: 31). Sürdürülebilir kalkınmayı ayakta tutan bu faktörler Şekil 16'da gösterilmiştir.



Şekil 16: Sürdürülebilir Kalkınmada 3 Temel Dayanağı

Kaynak: Theis, Tom, Tomkin, Jonathan, *Sustainability: A Comprehensive Foundation*, www.earth.illinois.edu, Rice University, Texas, 2012: 7.

Bu şemaya göre, sosyal ve ekonomik unsurların kesişmesi sosyal eşitlik temelini oluşturmaktadır. Aydınlanmış yönetim anlamında, "yaşayabilirlik" ekonomik ve çevresel çıkarlar göz önüne alınarak oluşturulur. Çevre ve sosyal unsurlar arasında, "katlanılabilirlik" yatar; toplumların işleyişinin çevre koruma ve hizmetlere bağlı olduğunun kabul edilmelidir. Bu üç unsurun kesişim noktasında sürdürülebilirlik yatmaktadır (Theis ve Tomkin, 2012: 7).

Bahsi geçen çevre dayanağı, ekolojik bütünlüğün korunmasını, yeryüzünün tümünün dengeli bir şekilde korunurken, içerisindeki doğal kaynakların insanlar tarafından kendilerini yenileyebilecekleri bir oranda tüketilmesini kapsar. Bu dayanak, enerji, hava ve iklim değişikliği, su, katı atık, doğal alanlar, arazi kullanımı ve inşa edilen ortam gibi konuları içermektedir.

Dünyadaki insan toplulukları, bağımsızlıklarını muhafaza edebilmekte ve ihtiyaçlarını karşılamak için finansal ve diğer ihtiyaç duydukları kaynaklara erişebilmektedir. Ekonomik sistemler bozulmamış ve güvenli geçim kaynakları gibi herkes için etkinlikler mevcut durumdadır (www.mcgill.ca/). Bunlar sürdürülebilirlik

için ekonomi dayanağını oluşturmaktadır. Ekonomik olarak sürdürülebilir bir sistem, hükümet ve dış borçların idare edilebilir seviyelerini korumak ve tarımsal veya endüstriyel üretime zarar veren aşırı sektörel dengesizliklerden kaçınmak için sürekli temelde mal ve hizmetler üretebilmelidir (Harris, 2003: 1). Budayanak, ekonomik gelişim, toplumsal ekonomik kalkınma, iş gücü piyasasındaki gelişmeler, altyapı, turizm ve tarım gibi konuları içermektedir.

Evrensel insan hakları ve temel ihtiyaçlar, ailelerini ve topluluklarını sağlıklı ve güvenli tutmak için yeterli kaynağa erişimi olan herkes tarafından erişilebilmektedir. Sağlıklı toplumların kişisel, emek ve kültürel haklarına saygı duyulan ve tüm insanlara ayrımcılığa maruz kalmamalarını sağlayan devlet liderleri bulunmaktadır. Bunlar sürdürülebilirlik için sosyal gelişimi ifade etmektedir(www.mcgill.ca/). Bu dayanak, eğitim ve öğretim, sağlık, besin ve beslenme, yoksulluk, barınamama, refah ve güvenlik gibi konuları içermektedir.

Sürdürülebilirliğin bu 3 temel dayanağı dünyaca kabul edilmiştir. Fakat bazıları 4 temel dayanak olması gerektiğini ve kültürün sürdürülebilirliğe daima dâhil edilmesini söylemektedir (Yencken ve Wilkinson, 2001: 9). Bu dayanak ise sanat, yaratıcılık, eğlence, tarih, miras, aktif yurttaşlık ve çeşitlilik gibi konuları kapsamaktadır (www.sustainablekingston.ca/).

Sürdürülebilir kalkınmanın önemini anlayabilmek için şu üç unsura dikkat etmek gerekmektedir (www.worldometers.info/):

- *Dünya Nüfusu:*2017 Şubat ayı itibariyle dünya nüfusu yaklaşık 7,5 milyar kişi olmuştur. Sadece 2017 Ocak-Şubat aralığında doğan bebek sayısı yaklaşık 15 milyondur. Öyle ki, projeksiyonlar insan nüfusunun 2050 yılına kadar yaklaşık 9,8 milyara kadar artacağını göstermektedir.
- *Tüketim, Yoksulluk ve Açlık:* Her yıl tüketim harcamaları gelişmiş ülkelerde iki katına, gelişmekte olan ülkelerde üç katına çıkmaktadır. Aynı zamanda 2017 itibariyle dünyada yaklaşık 10 Milyar $'dan fazla sağlık, eğitim ve askeri harcamalar yapılmıştır. 2015 yılında Dünya'da yoksulluk sınırı 1,90 $ olarak belirtilmiştir ve dünya nüfusunun azımsanmayacak bir bölümü bu

sınırın altında yaşamaktadır. 2017 itibariyle dünyada aç insan sayısı yaklaşık 750 milyon kişidir.

- *Çevre:* Çalışmanın 1. bölümünde de bahsedildiği üzere, dünyada enerji kaynakları rezervlerinde gün geçtikçe bir düşüş yaşanmaktadır. Öyle ki mevcut petrol rezervlerinin 50,7 yıl, doğalgaz rezervlerinin 52,8 yıl ve kömür rezervlerinin 114 yıl sonra tükeneceği öngörülmektedir. Aynı zamanda 2017 yılı itibariyle dünya üzerinde yaklaşık 600 bin hektar orman yok olmuş, yaklaşık 1,5 milyon hektar toprak çölleşmiştir. 2017 yılı itibariyle CO_2 emisyonu yaklaşık 5 milyar tona ulaşmıştır ve doğaya salınan endüstriyel zararlı atık 1,2 milyon tona ulaşmıştır.

Verilen projeksiyonlar göz önünde bulundurulduğunda, dünya tarihinde daha önce benzeri görülmemiş bir durum yaşanmaktadır. Böyle bir durum, mutlaka ve geri döndürülemez bir felakete yol açabilir. Bu olumsuz gelişmeler, insan ihtiyaçlarını karşılamaya ve gelecekte insanın varlığını desteklemeye devam edebilmesi için çevrenin yönetilmesine yönelik yeni yaklaşımlar aramak için yeterlidir. Öyle ki pek çok kurum ve kuruluş ulusal ve uluslararası düzeyde çalışmalar geliştirmektedir. Bu çalışmalara en iyi örnek BM Kalkınma Programı kapsamında hazırlanan İnsani Kalkınma Raporu gösterilebilir. Bu raporda sürdürülebilir kalkınma için 5 hedef belirlenmiştir. Rapora dair hedefler Tablo 28'de gösterilmiştir.

Tablo 28: Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri

HEDEFLER	İÇERİĞİ
İnsanlar	Yoksulluk ve açlığın tamamen yok olması, iyi sağlık ve esenlik, kaliteli eğitim, toplumsal cinsiyet eşitliği.
Refah	Ekonomik ve temiz enerji,iyi iş ve ekonomik büyüme, sanayi, yenilik ve altyapı, eşitsizlikleri azaltma, sürdürülebilir şehirler ve topluluklar
Dünya	Temiz su ve sanitasyon, sorumlu tüketim ve üretim, iklim

	eylemi, su altındaki yaşam, karadaki yaşam
Barış	Barış, adil ve güçlü kurumlar
Ortaklık	Hedefler için ortaklık

Kaynak: UN, Development Programme, *Human Development Report 2015: Work for Human Development*, Newyork, 2015: 135.

3.3. Enerjide Sürdürülebilirlik Kavramı

Günümüzde enerji bir toplumun temel ihtiyaçlarından biridir ve yaşam kalitesi ile yakından ilişkilidir. Enerji, küresel ticaretin ayrılmaz bir parçasıdır ve nüfus ve kişi başına tüketim büyüdükçe kullanımı hızla genişlemektedir. Gitgide artan bu talep dünyayı fosil enerji kaynaklarının tükenmesiyle karşı karşıya bırakmıştır. Bu durum enerjinin başka kuşaklara aktarılmasını yani enerjinin sürdürülebilir olması konusunu ortaya çıkarmıştır.

Lameire (2004), sürdürülebilir enerjiyi, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetinden ödün vermeksizin, gelecekteki ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde enerjiyi etkin bir şekilde tedarik etmesi olarak tanımlamıştır.

Tester (2012), sürdürülebilir enerjiyi, herkeste enerji yoğun malların ve hizmetlerin eşit bir şekilde bulunması ve gelecek kuşaklar için yeryüzünün korunması arasında dinamik bir uyum şeklinde tanımlamıştır.

Bu tanımlardan da anlaşılacağı üzere, enerji, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasında önemli bir yere sahiptir. Fakat buna rağmen günümüzde enerjinin sürdürülebilirliği toplum için önemli bir sorundur (Schweizer-Ries, 2008: 4126). Bunun nedeni, enerji her ne kadar sürdürülebilir kalkınmada ekonomik amaçlara ulaşmak için gerekli olsa da, fosil kaynakların tüketilmesiyle oluşan iklim değişikliği ve atmosferin kirlenmesi ile de yakından ilişkili bir sorun oluşturmasıdır (Gururaja, 2003: 53). Küresel bir konu olan iklim değişikliği ile mücadele gelişmişlik düzeyine

göre de farklılık göstermektedir. Sanayileşmiş ülkelerde mücadele enerji verimliliği ve daha az kirletici enerji kaynaklarına yönelmeyi içerirken, gelişmekte olan ülkelerde enerji, yoksulluğu yok etmek için ekonomik büyümenin bir aracı olarak görülmektedir. Aynı zamanda artan enerji ihtiyaçları, sanayileşmiş ülkelerde sanayileşmenin erken safhalarında karşılaşılan hataları ortadan kaldıracak bir teknoloji işbirliği stratejisini de beraberinde getirmektedir (Stigson, 1999: 428). Çalışmanın bir önceki bölümünde iklim değişikliği ile mücadele konusunda hem dünya hem de ülkemiz açısından yapılan çalışmalara değinilmiştir. Tüm bu çalışmaların ve mücadelenin amacı mevcut enerjinin gelecek kuşaklara aktarılması yani enerjinin sürdürülebilmesi içindir.

İnsanlığın gereksinim duyduğu enerjinin en az finansman ile en az sosyal ve çevresel maliyet ve devamlı bir şekilde teminine olanak veren politikaları, teknolojileri ve uygulamaları kapsayan sürdürülebilir enerji, üç ana ilkeye dayanmaktadır (TÜBİTAK, 1998: 7):

- Enerjinin verimli kullanılması ve enerji tasarrufu
- Enerji üretiminden ve tüketiminden meydana gelen olumsuz çevresel etkilerin en aza indirgenmesi için gerekli enerji stratejilerinin geliştirilmesi
- Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının arttırılması ve bu alanda teknolojik gelişmelerin sağlanması

3.3.1. Enerjide Verimlilik

Yenilenemeyen kaynaklar ekonomik büyümenin hızla büyümesine katkı sağlasa da uzun vadede sürdürülebilir olmamaları, çevre kirliliğine sebebiyet vermeleri ve iklim değişikliğinin başkarakterlerinden biri olması nedeniyle ülkeler oluşan bu riskleri yok etmek için elinde bulunan kaynakları verimli kullanmalı, doğanın insanlığa sunmuş olduğu kaynaklara yönelmeleri gerekmektedir. Bunun yanında elde bulunan enerji kaynakların verimli kullanılması ekonomik büyümeye,

birçok sektörün gelişimine, rekabet gücünü arttırmaya ve yeni teknolojilere zemin hazırlayacaktır (Yıldız, 2017: 137).

Verimlilik, genellikle çıktı hacmi ile girdi hacmi arasındaki oran olarak tanımlanır. Başka bir deyişle, emek ve sermaye gibi üretim girdilerinin belli bir düzeyde üretim yapmak için bir ekonomide ne kadar etkili bir şekilde kullanıldığını ölçmektedir. Verimlilik, ekonomik büyüme ve rekabetin ana kaynağı olarak düşünülür ve bu nedenle birçok uluslararası karşılaştırma ve ülke performans değerlendirmesi için temel istatistiksel bilgilerdir. Örneğin, verimlilik verileri, ürün ve işgücü piyasası düzenlemelerinin ekonomik performans üzerindeki etkisini araştırmak için kullanılmaktadır. Üretkenlik artışı, ekonomilerin üretken kapasitesini modellemek için önemli bir unsur oluşturmaktadır. Ayrıca, analistlere kapasite kullanımını belirleme imkânı tanır, bu da kapasiteyi değerlendirir ve ekonominin iş çevrimindeki yerini ölçebilir ve ekonomik büyümeyi tahmin edebilir. Buna ek olarak, üretim kapasitesi talep ve enflasyonist baskıları değerlendirmek için kullanılır (www.oecd.org). Enerji verimliliği, aşırı enerji kullanımından kaçınmak ve enerji kayıplarını en aza indirgemek için yalnızca bir defalık eylemler içermeyen sürekli bir süreç olarak değerlendirilmelidir. Aynı zamanda, sürekli az enerji tüketimi seviyesi elde etmek amacıyla enerji tüketimini izleme ve kontrol etmeyi de içerir. Bu nedenle, enerji verimliliği iyileştirmeleri aşağıdaki destekleri içermektedir (Palm, 2010: 2):

Önleme: Düzenleme yoluyla aşırı ve gereksiz enerji kullanımını önleme (ör. Kodlar ve asgari standartlar) ve davranış değişikliklerini teşvik eden politikalar.

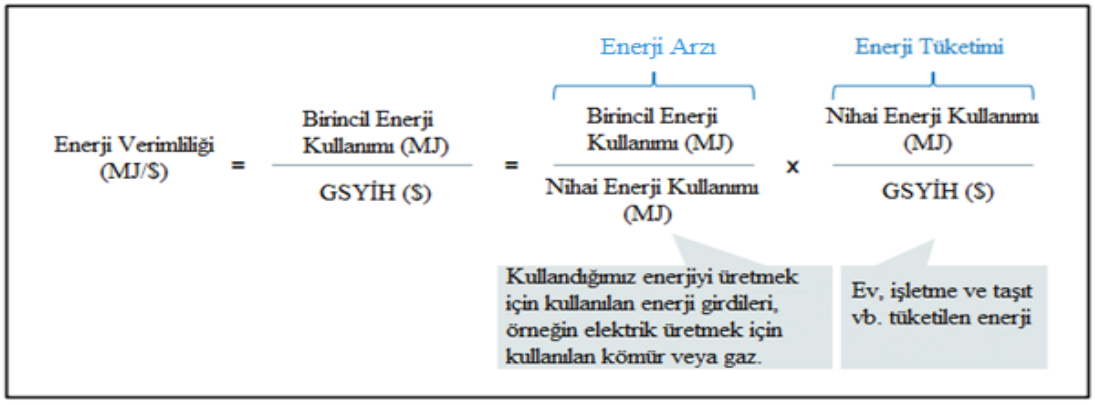
Azaltma: Enerji verimliliği artırma tedbirleri uygulayarak ve enerji kayıplarını azaltarak yeni teknolojiler (örneğin, atık ısı geri kazanımı veya LED aydınlatması kullanımı).

İzleme: Enerji hakkındaki bilgileri artırmak için enerji tüketiminin izlenmesi tüketim kalıpları ve bunların sonuçları (ör. Akıllı ölçüm ve gerçek zamanlı fiyatlandırma).

Yönetme: Operasyonel ve bakım uygulamalarını iyileştirerek enerji tüketimini yönetmek.

Verimsizlik genellikle enerjinin son kullanımı ile enerji dönüşümü, iletimi ve dağıtımı süreçlerinde ortaya çıkar. İlk üç faaliyetteki kayıpların azaltılması temelde bir teknoloji meselesidir, en son ise hem teknik hem de teknik olmayan önlemlerle ele alınmalıdır (Morvaj ve Bukarica, 2010: 3). Gereksiz enerjinin önlenmesi, fazla kullanımların ve kayıpların azaltılması, doğru politikaların koyulması ve izlenmesi enerji verimliliğini sağlar, bu da enerjinin gelecek kuşaklara aktarılmasında en önemli yoldur.

Enerji verimliliğini ölçmede birçok yöntem kullanılır. Fakat enerji tüketimin GSYİH'ya oranı, basitliği ve sezgisel olması ve politika yapıcılar tarafından kolayca hesaplanıp anlaşılabilir olması nedeniyle enerji verimliliğini ölçen en popüler göstergelerden biridir. Buna enerji yoğunluğu da denmektedir (Ang, 2006: 575; Chang ve Hu, 2010: 3263). Bir ülkenin enerji açısından gelişmişliğinde temel ilke, kişi başı enerji tüketiminin yüksek ve enerji yoğunluğunun düşük olmasıdır (TMMOB, 2012$_b$: 25).



Şekil 17: Enerji Verimliliğinin Ölçülmesi

Kaynak: ClimateWorks Australia, *Australia's Energy Productivity Potential*, ClimateWorks Australia, Victoria, 2015: 11.

Ulusal düzeyde, enerji verimliliği genellikle 'birincil' enerji - yani enerji dönüşümü ve dağıtımı sırasında kaybedilen enerji de dâhil olmak üzere ekonomi boyunca kullanılan toplam enerji miktarı kullanılarak ölçülür. Örneğin, bu yaklaşım, elektrik üretmek için kullanılan kömür ve gazda somutlaşan toplam enerji miktarının, yalnızca son kullanıcılar tarafından tüketilen elektrik miktarından ziyade ölçülmesi anlamına gelir (ClimateWorks Australia, 2015: 7).

Tablo 29: Bazı Bölgelerin Enerji Kullanımı

BÖLGELER	Nüfus (Milyon)	Tüketilen Enerji (Mtep)	GSYİH (2010 yılı) Milyar Dolar	Kişi Başına Enerji Tüketimi (TEP)	Enerji Yoğunluğu (TEP/ Bin Dolar)
Dünya	7249	13 699	72 908	1,89	0,19
OECD	1267	5 273	47 107	4,16	0,11
Orta Doğu	224	721	2 190	3,22	0,33
OECD Dışı Avrupa ve Avrasya	343	1 124	2 734	3,28	0,41
Çin	1372	3 066	8 488	2,24	0,36
Asya	2408	1 741	5 685	0,72	0,31
OECD Dışı Amerika	480	639	4 480	1,33	0,14
Afrika	1156	772	2 223	0,67	0,35
Türkiye	76,62	121,54	870,92	1,59	0,14

Kaynak: International Energy Agency, *Key World Energy Statistics*, OECD/IEA, Paris, 2016: 48 - 57.

Tablo 29'da farklı bölgelere ait nüfus, kişi başına enerji tüketimi, enerji yoğunluğu gibi bilgiler verilmiştir. Buna göre bir ülkenin gelişimin bir göstergesi

olan kişi başına enerji tüketimi en fazla 4,16 TEP ile OECD ülkelerine aittir. Aynı zamanda verilen bilgilerde OECD ülkelerinin enerji yoğunluğunun diğer bölgelere göre daha düşük olduğu görülmektedir. Bu da enerji verimliliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Türkiye'nin tabloda karşılaştırılması yapılırken dikkat edilmesi gereken bir husus vardır. Diğer bölgeler (Çin hariç) topluluk halinde verilmiştir ve birden fazla ülke değerinin toplamı gösterilmiştir. Bu çerçeveden bakıldığında Türkiye'nin enerji yoğunluğu (0,14) diğer ülkelere göre yüksektir. Bu da Türkiye'de enerji verimliliğinin düşük olduğunu göstermektedir.

Enerji verimliliği, 1970'lerde enerji güvenliği için kilit bir strateji olarak vurgulanmış olsa da, çevreye zararlı emisyonları azaltmak için en uygun maliyetli stratejilerden biri olarak yakın tarihte anlaşılmıştır. Enerji verimliliği kömür, petrol ya da doğalgaz arasında seçim yapmaktan ibaret bir kaynak seçeneğidir. Arz artırmasından ziyade talebi sınırlar ve böylece kaynak tabanını korur ve kirliliği azaltarak ek ekonomik değer sağlar (Zumerchik, 2001: 369).

Enerji verimliliğinin kapsadığı bir strateji de enerjinin tasarrufudur. Bakıldığında aynı olarak bilinen bu iki kavram teknik farklılıklar içerir. Enerji tasarrufu ilke olarak daha az enerji kullanımını içerirken enerji verimliliği enerjinin daha akılcı kullanımını içermektedir (Özil, Şişbot, Özpınar, Olgun, 2012: 4). Her ikisinde ortak yön ise konforu ve ekonomik büyümeyi olumsuz etkilememektir (Çotur, 1982: 28).

Enerji verimliliği için ülkeler birçok önlemler almakta, politikalar geliştirmekte ve nihai tüketiciyi tasarruf yönünde bilgilendirmektedir. Lakin karar vericilerin üretilen politikaları uygularken sıkı yollar izlemesi (Örneğin: vergi oranlarını artırma gibi) olumsuz etki oluşturabilmektedir. Bunun en güzel örneği ülkemizde yaşanmakta, tasarruf için vergi artırımı ya da bir nedenle enerji fiyatlarının ulaştığı yüksek fiyatlar tüketiciyi kaçak enerji kullanımına itmektedir (TMMOB, 2012_a: 19). Alınan bu önlemlerin temel amacı pazar etkin ekipmanın

geliştirilmesini ve devreye sokulmasını hızlandırmak için aşağıdakiler yoluyla gerekli koşulları yaratmaktır (World Energy Council, 2010: 6 - 7):

- Nihai tüketicilerin bilgilendirilmesi ve iletişimi: Enerji verimliliğinin bireysel ve ulusal faydaları hakkında nihai tüketicilerin farkındalığını artırmak, nihai tüketicilerin yapacağı teknik kararların olası seçeneklerini açmak ve tüm seçeneklerin genel maliyetlerini şeffaf hale getirmek.
- Teşvikler veya vergi indirimi ile ekonomik destek: Enerji verimli ekipman ve cihazların satın alınması için ekonomik destek çeşitli şekillerde olabilir: krediler, sübvansiyonlar, vergi kredileri vs.
- Özel finansman mekanizmalarının yerleştirilmesi: Bir tarafta yüksek yatırım / düşük işletme maliyetleri (enerji açısından verimli) ile uygun maliyetli çözümler arasında piyasa dengesizliğini azaltmayı amaçlayan özel finansman mekanizmalarının tanıtılması diğer tarafta düşük yatırım / yüksek işletme maliyetleri (daha az verimlilik).
- Cihazlar, ekipmanlar ve binalar için düzenleme: Alet, teçhizat ve binalarda enerji verimliliği performansının arttırılması, az verimli ekipmanının piyasadan kaldırılmasını içerir.
- Tüketiciler ve kamu hizmetleri için enerji tasarrufu şartları getiren düzenleme: Tüketicilere yönelik gereklilikleri getiren düzenlemeler dolaylı olarak enerji verimliliğini artırmayı amaçlamaktadır (örneğin, bakım, raporlama, denetim).
- Ar-Ge ve enerji verimliliği alanındaki uzmanlığın yaygınlaştırılması: Enerji tasarruflu teknolojilerin, ekipmanların ve cihazların penetrasyonlarını hızlandırmayı ve piyasadaki maliyetlerini düşürmeyi hedeflemektedir.

3.4. Türkiye'nin Sürdürülebilirlik Çalışmaları

Günümüzde insani gelişmede ekonomik büyümenin sağlanması çevresel değerlere de daha fazla önem veren bir kalkınma anlayışının oluşmasına neden olmakta bu amaçla da mevcut sistemlerin ve araçların etkinleştirilmesine ve yeni

araçların geliştirilmesine ihtiyaç doğmaktadır. Bu ihtiyaç özellikle son yıllarda yaşanan ekonomik krizler, yoksulluk ve iklim değişikliği gibi küresel sorunlar ile daha açık hale gelmiştir. Ülkemizde artan nüfus, kalkınma ve hızlı kentleşme gibi nedenler enerji talebinin de hızla artmasına neden olmakta ve bu talebin çok büyük bölümü ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Uzun yıllardır ülkemizin enerji konusundaki bu dışa bağımlılığı ödemeler dengesini bozmakta ve enerji yoğun sektörlerde rekabet gücünü olumsuz etkilemektedir. Bu gibi nedenlerden dolayı ülkemiz, enerji arzı hususunda yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını arttırılması, enerji verimliliğinin arttırılması, Ar-Ge çalışmalarının geliştirilerek temiz enerji teknolojilerine geçişin sağlanması için tüm fırsatlarını değerlendirmekte kararlıdır (Kalkınma Bakanlığı, 2012: 39 - 40). Bu başlık altında Türkiye'nin sürdürülebilirlik ile ilgili planları, yasaları ve enerji verimliliği politikalarından bahsedilecektir.

Türkiye'de çevre konusunun hükümet düzeyinde ele alınması, kurumsal bir yapılanma ve gerekli politikaların geliştirilmesi 1972 yılında gerçekleştirilen BM Stocholm İnsan Çevresi Konferansı sonrasında olmuştur. Bu konferanstan sonra 1973 yılında hazırlanan Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı, çevre konusunun ayrı bir başlık altında ele alındığı ilk plandır. Fakat bu planda çevre sorunlarının ileri sürülüp gelişim çabalarının yavaşlatılmasının mümkün olmadığından bahsedilmiştir (Mengi ve Algan, 2003: 227 - 228). Sürdürülebilirlik ile ilgili bir diğer önemli gelişme ise Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda bulunmaktadır. Bu planın çevre sorunları hakkındaki bölümünde "*İnsan sağlığı ve doğal dengeyi koruyarak, sürekli bir ekonomik kalkınmaya imkan verecek şekilde doğal kaynakların yönetimini sağlamak ve gelecek nesillere insana yakışır bir doğal, fiziki ve sosyal çevre bırakmak*" temel ilke olarak benimsenmiştir (DPT, 1989: 312).Ülkemizde kalkınmanın temel raporu olarak gösterebileceğimiz kalkınma planlarının enerji ile ilgili kısmına çalışmanın 2. Bölümünde değinilmiştir.

Bir diğer önemli plan ise Yedinci plan döneminde, Çevre Bakanlığı'nın teknik desteği ve Dünya Bankası'nın finansmanıyla hazırlanan ve 1998 yılında yayımlanan Ulusal Çevre Stratejisi Eylem Planı (UÇEP)'dır. Bu planda diğer

çalışmalardan farklı olarak kalkınmanın çevre konuları ile bütünleştirilmesine yönelik somut girişimler bulunmaktadır (Yoğurtçuoğlu, 1999: 3). 20 yıllık bir dönem için tüm kamu kuruluşlarının yanında, sivil toplum, özel sektör ve bilimsel kuruluşların da desteğiyle hazırlanan bu planın temel hedeflerini; yaşam kalitesinde iyileştirmeler, çevre bilinç ve duyarlılığını geliştirilme, çevre yönetiminde iyileştirmeler ve sürdürülebilir bir ekonomik, kültürel ve toplumsal gelişme oluşturmaktadır (Mengi ve Algan, 2003: 230 - 231).

Sürdürülebilir bir çevre anayasamızda ve kanunlarımızda da yer almaktadır. 1982 Anayasası'nda bulunan "*Sosyal ve Ekonomik Haklar ve Ödevler*" bölümünde bulunan "*Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek Devletin ve vatandaşların ödevidir."*(Madde 56)maddesiyle çevreye olan duyarlılık daha da arttırılmıştır (T.C. Anayasası, Resmi Gazete Sayı: 17863/09.11.1982).

1983 yılında kabul edilen 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun amacı, "*Bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamaktır*."(Madde 1) şeklinde belirtilmiştir. Bu kanunda sürdürülebilir çevre, "*Gelecek kuşakların ihtiyaç duyacağı kaynakların varlığını ve kalitesini tehlikeye atmadan, hem bugünün hem de gelecek kuşakların çevresini oluşturan tüm çevresel değerlerin her alanda (sosyal, ekonomik, fizikî vb.) ıslahı, korunması ve geliştirilmesi sürecidir*." (Madde 2) şeklinde tanımlanmıştır (Çevre Kanunu, Resmi Gazete, Sayı: 18132/ 11.08.1983).

1983 yılında kabul edilen 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu'nun kapsamında oluşturulan koruma amaçlı imar planlarının amacının; "*Bu Kanun uyarıncabelirlenen sit alanlarında, alanın etkileşim-geçiş sahasını da göz önünde bulundurarak, kültür ve tabiat varlıklarının sürdürülebilirlik ilkesi doğrultusunda korunması...*" (Madde 3) olduğu belirtilmiştir (Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu, Resmi Gazete, Sayı: 18113/23.07.1983).

Ülkemizin anayasası dahil olmak üzere kanunlarında, kalkınma planlarında ve bunların yanında bilgilendirme toplantılarında, çalıştayda, bölgesel toplantılarda, özel sektörle diyalog toplantılarında, uluslararası panel, forum ve konferanslarda, basın toplantılarında son dönemde sözü sıklıkla geçen sürdürülebilirlik kavramı önemini her geçen gün daha da arttırmaktadır. Özellikle enerji yoğun sektörlerin hızlı artış gösterdiği dünyada ülkemiz de enerjinin sürdürülebilirliği adına birçok projeye ev sahipliği yapmaktadır. Bu projelerden bazıları Tablo 30'da gösterilmiştir.

Tablo 30: Türkiye'nin Enerji Sürdürülebilirliği Çalışmaları

ÇALIŞMANIN ADI	PROJE SAHİBİ	COĞRAFİ KAPSAM	İÇERİĞİ
Atık Isıdan Enerji Geri Kazanım Tesisi	AKÇANSA	Çanakkale İli, Ege Bölgesi	Enerji, çimento üretiminde işletme maliyetleri ve üretim faaliyetinin çevresel etkisi üzerinde payı büyüktür. Akçansa, Çanakkale Çimento Fabrikasında kurduğu Atık Isıdan Enerji Geri Kazanım Tesisi ile bu etkileri en aza indirmeyi hedeflemektedir. Bu proje sayesinde tesiste yılda 105 milyon kWh elektrik enerjisi üretilecek ve Çanakkale fabrikasının elektrik tüketiminin yaklaşık yüzde 30'u karşılanabilecektir.
KAKTÜS Bulaşık Makinesi	Arçelik A.Ş.	Avrupa, Asya ve Ortadoğu	Gelecek nesillere daha iyi bir dünya bırakabilmek için en az su ve enerji tüketimiyle A yıkama performansını sağlayan, dünyanın doğal kaynak tüketimi açısından en ekonomik bulaşık makinesi tasarımının yapılması hedeflenmiştir. Bu projeyle dünyanın en az enerji ve su tüketimi sağlayan bulaşık makinesi üretimi gerçekleştirilmiştir.
Pamuklu Tekstil Ürünlerine Ekolojik Kriterlerin Uygulanabilirliğinin Değerlendirilmesi	Boğaziçi Üniversitesi Sustainable Development and Cleaner Production Center	İstanbul	Sürdürülebilir kalkınma prensipleri çerçevesinde alternatif bir tişört üretim sistemi (ECO T-shirt) geliştirilerek çevresel etkilerin en aza indirilmesi, çevresel etkilerin karşılaştırılması ve sayısal verilerle ortaya konması amaçlanmıştır. Bu uygulama, doğal kaynak tasarrufu (enerji ve su) sağlayarak ve kimyasal kullanımını azaltarak üretim maliyetlerini azaltmıştır.
Doğal Arıtma Tesisleri ile Temiz Çevre Projesi	Bursa İl Özel İdaresi	Bursa ilinin 580 köyü	Çevre ve insanlığın korunması ile dünya ekonomisinin gelişmesi ve özellikle Bursa'nın sulak alanlarının ve köylerimizin atıksu sistemlerinin gelişmesi hedeflenmiş ve atıksuya bağlı hastalık ve kirliliğin azaldığı saptanmıştır.

Mucit / İnovasyon Yarışması	Coca-Cola	Türkiye	Doğal kaynakların giderek azalması ve iklim değişikliğinin yıkıcı etkileri dünyamız için ciddi bir tehdit oluşturmakta ve bu nedenle sürdürülebilir bir iş modelini zorunlu kılmaktadır. Şirket bu iş modelini kurmak için sürekli çalışmakta ve teşviklerde bulunmaktadır. Çalışma, su ve enerji kullanımının azaltılması yoluyla karbon ve sudaki ayak izini asgari seviyeye indirme hedeflerine ulaşmada ve finansal tasarruf konularında önemli faydalar sağlamıştır.
Konya Kapalı Havzasında Su Kaynaklarının Akılcı Kullanımı ve İklim Değişikliğine Uyum	Doğal Hayatı Koruma Vakfı (WWF)	Konya Kapalı Havzası	WWF ve Eti-Burçak işbirliğinin amacı, havzadaki su kaynaklarının korunması ve su kaynaklarının tarımda akılcı kullanımının sağlanmasıdır. Bu çalışmayla, suyun kısıtlı bir kaynak olduğu, tarımda suyun aşırı ve yanlış kullanımı ve bunun gelecekte yaratacağı tehditler konusunda farkındalık yaratılmıştır.
EKOkredi (Enerjiyi ve Emeği Koruyan Kredi)	Şekerbank	Türkiye	Enerji tasarrufu ve verimliliği konusunda farkındalık oluşturmak, doğal kaynakları korumak ve enerji verimliliği yatırımlarını, tasarrufu destekleyerek bu alandaki ithalatın azaltılmasına destek olmak, işletme ve aile bütçelerine enerji tüketiminin azaltılması yoluyla fayda sağlayarak tasarruf bilincini geliştirmek gibi hedefleri olan çalışmaylabugüne kadar yaklaşık 79 bin kişiye 672 milyon TL'nin üzerinde finansman sağlanırken, 24,2 milyar kWh enerji tasarrufu elde edildi ve 5,2 milyon ton karbondioksit salımı engellendi.
Bitkisel Atık Yağ Toplama Sistemi	Lipesaa Mak. San. Tic. Ltd. Şti.	Uygulanabilecek her yer	Bitkisel atık yağların lavabolara dökülmesinin önüne geçmeyi hedeflemektedir ve ödüllendirme prensibiyle hanehalkını bu uygulamaya teşvik etmektedir. Bu makinenin kullanımı kesinlikle yeşil ekonomi ve istihdama katkı sağlayacaktır.

Kaynak: Kalkınma Bakanlığı (2012): *Türkiye Sürdürülebilir Kalkınma Raporu: Geleceği Sahiplenmek*, Ankara.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

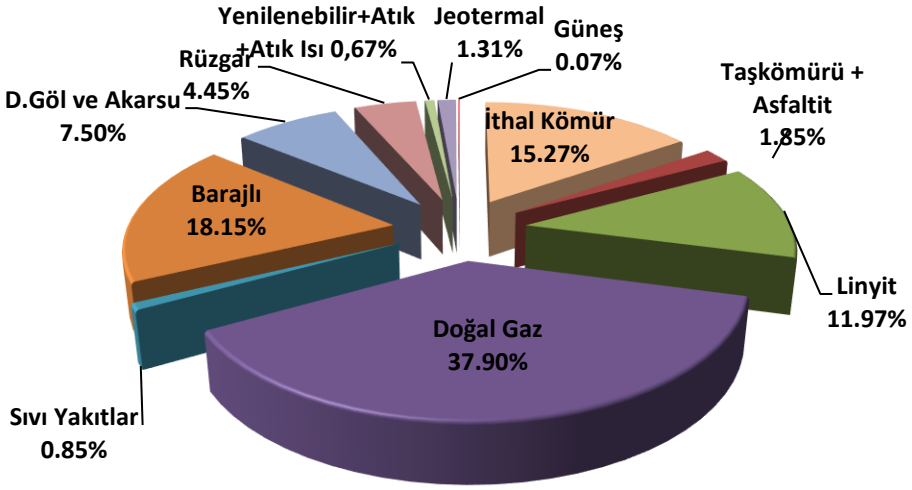
Bu bölümde, Türkiye'deki elektriğin genel durumundan ve özelleştirme öncesi dönem ile özelleştirme sonrası dönemi kapsayan iki fatura incelenip bir konut için elektrik enerjisi maliyet incelemesi yapılacaktır.

HANEHALKI İÇİN ELEKTRİK MALİYET İNCELEMESİ

4.1. Türkiye'de Elektriğin Genel Durumu

Türkiye'nin geçmiş dönem elektrik sektörüne bakıldığında 1990 yılına kadar küçük istisnalar dışında elektrik üretim, dağıtım ve iletim işlemlerinin bir kamu girişimi olan TEK tarafından yerine getirildiği görülmektedir. 1994 yılında TEK,, Türkiye Üretim ve İletim A.Ş. (TEAŞ) ve Türkiye Elektrik Dağıtım AŞ (TEDAŞ) olarak ikiye ayrılmış olsa da sektörde önemli bir değişiklik yaşanmamıştır. 20 Şubat 2001 tarihinde Meclis'te kabul gören 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ile ülkemizin elektrik sektöründe köklü değişiklikler yapılması hedeflenmiştir (Atiyas, 2006: 25). Bu kanunun amacı; "*elektriğin yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreyle uyumlu bir şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması için, rekabet ortamında özel hukuk hükümlerine göre faaliyet gösterebilecek, mali açıdan güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir elektrik enerjisi piyasasının oluşturulması ve bu piyasada bağımsız bir düzenleme ve denetimin sağlanması*" (Madde 1) şeklinde belirtilmiştir. Bu kanunla beraber elektrik sektöründe özelleştirmeler artmış, sektörde yapısal bir değişikliğe gidilmiştir. Bu kanun kapsamında Türkiye'nin elektrik sektörünü denetlemek ve düzenlemek adına Elektrik Piyasaları Düzenleme Kurumu (14/03/2013 tarihli ve 6446 sayılı Kanun ile adı Enerji Piyasaları Düzenleme Kurumu olmuştur) kurulmuştur. Bu başlık altında Türkiye'deki elektrik üretimi, kurulu gücü ve tüketiminden bahsedilecektir.

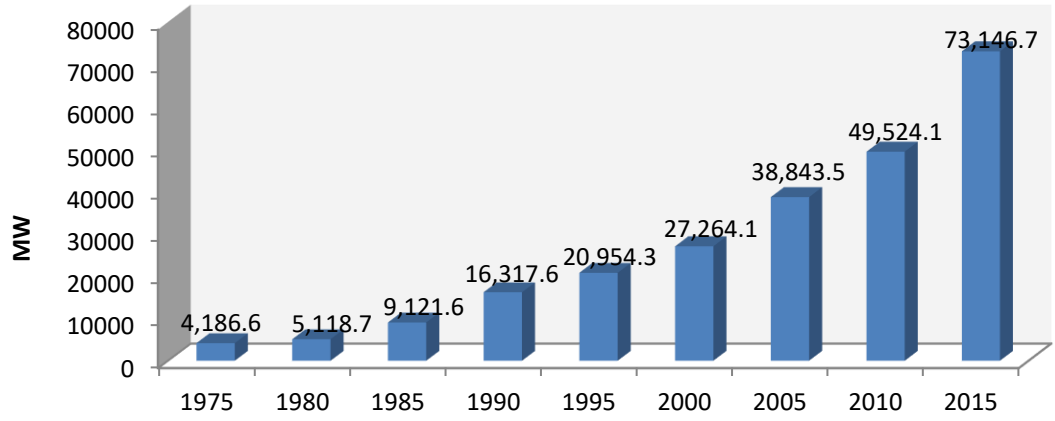
Ülkemizde elektrik üretimi kamu kurumlarıyla birlikte özel sektör kuruluşlarıyla da sağlanmaktadır. Üretim verileri Grafik 4'te gösterilmiştir.



Grafik 4: Türkiye'nin 2015 Yılı Elektrik Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı

Kaynak: http://www.teias.gov.tr, Erişim Tarihi: 23.02.2017

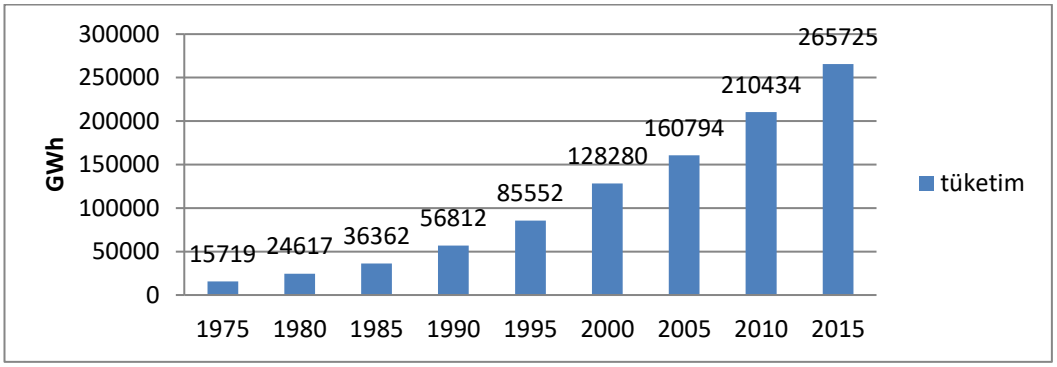
Elektrik enerjisinin büyük bir bölümü doğalgazdan sağlanmaktadır. Öyle ki 2015 yılında bu değer 99.218,7 GWh üretime denk gelmektedir ve elektrik enerjisine katkısı yüzde 37,90'dır. Devamında 47.514,1 GWh üretimle hidrolik enerji (barajlı) takip etmektedir ve bunun da genel toplama katkısı yüzde 18,15'tir. İthal kömürden 39.986,0 GWh (yüzde 15,27), linyitten 31.335,7 GWh (yüzde 11,97), doğal göl ve akarsulardan 19.631,8 GWh (yüzde 7,50), rüzgârdan 11.652,5 GWh (yüzde 4,45) elektrik enerjisi üretilmektedir. 2015 yılında ülkemizde üretilen elektrik enerjisi toplam 261.783,3 GWh'dır (www.teias.gov.tr).



Grafik 5: Türkiye'nin Yıllara Göre Kurulu Gücünün Gelişimi

Kaynak: http://www.teias.gov.tr, Erişim Tarihi: 23.02.2017

Grafik 5'te Türkiye'nin elektrik enerjisi kurulu gücünün yıllara göre gelişimi gösterilmiştir. Görüldüğü gibi ülke kurulu gücü her geçen yıl artmış ve 2015 yılında 73.146,7 MW olmuştur. Bu kurulu gücün yüzde 35,36'sı hidrolik enerjiden, yüzde 25,33'ü doğalgazdan, yüzde 21,22'si kömürden ve geriye kalan yüzde 18,09'luk kısmını da rüzgâr, güneş, biyokütle vb. enerji kaynakları oluşturmaktadır. Bu kurulu gücün yüzde 59'u serbest üretim şirketleri ve otoprodüktörlere, yüzde 27,28'i EÜAŞ ve bağlı ortaklıklarına ve geri kalan kısmı da yap işlet, işletme hakkı devir, yap işlet devret ve lisanssız santrallere aittir (www.teias.gov.tr). 2016 yılı Eylül ayı sonu itibariyle kurulu gücümüz toplam 78.072 MW seviyelerine ulaşmıştır (www.enerji.gov.tr).



Grafik 6: Türkiye'de Yıllara Göre Elektrik Tüketimi

Kaynak: http://www.teias.gov.tr, Erişim Tarihi: 23.02.2017

Grafik 6'da Türkiye'nin yıllara göre elektrik enerjisi tüketimi verilmiştir. Buna göre 2015 yılında elektrik tüketimi yüzde 3,3 artarak 265.725 GWh olmuştur. Bu tüketimin 261.783 GWh'ı Türkiye elektrik santrallerinin üretiminden, 7.136 GWh'ı yurtdışı alım ile karşılanmış ve 3.195 GWh elektrik yurtdışına satılmıştır (www.teias.gov.tr).

4.2. Hanehalkı İçin Elektrik Enerjisi Maliyet İncelemesi

Elektrik günlük yaşantımızın neredeyse her alanında ihtiyaç duyduğumuz bir enerjidir. Eski dönemlerde pişirme, kurulama, aydınlatma, ısınma vb. ateşle yapılan faaliyetlerin neredeyse tamamı günümüzde elektrikle de gerçekleştirilebilir duruma gelmiştir. Elektriğin kullanım alanlarının bu kadar çok artması üretimi için gerekli fosil kaynakların hızla tükenme noktasına gelmesine neden olmuştur. Geldiğimiz son dönemde enerji kaynaklarında yaşanan bu azalma, artan nüfus ve sanayileşme ile enerji ihtiyacının artış gösteren bir trend yakaladığı görülmektedir. Sanayileşmiş ülkelerde bireylerin refah seviyeleri yüksektir fakat bu duruma paralel olarak tüketim eğilimi de artış göstermektedir. Mevcut kaynaklardan ise talep edilen enerji karşılanamamakta ve teknolojik gelişmeler sayesinde bu eksiklik tamamlanmaya çalışılmaktadır. Artan bu enerji tüketimi içinde elektrik tüketiminin gelecek yıllarda daha da artacağı öngörülmektedir. Enerjinin gelecek nesillere

aktarılması adına bu artışın azaltılması, mevcut kaynakların verimli kullanılması ve tasarrufu zorunlu bir hale gelmiştir. Bu bilgiler ışığında çalışmanın bu bölümünde Edirne'de bir hanenin elektrik maliyetlemesi yapılacak bu maliyetleme ışığında tasarruf önerilerinde bulunulacaktır.

Edirne'de faaliyet gösteren TREDAŞ şirketi 1995 yılında kurulmuş, 2006'da TEDAŞ ile işletme hakkı devri sözleşmesi imzalamış ve diğer dağıtım şirketleri ile birlikte özelleştirme sürecine girmiştir.2011 yılında IC İÇTAŞ Enerji Yatırım tarafından özelleştirme kapsamında bünyesine alınan şirket 4628 sayılı Kanun kapsamında dağıtım ve perakende satış faaliyetlerini ayırmış, perakende satış faaliyetlerini 2013 yılı itibariyle TREPAŞ olarak sürdürmektedir. TREDAŞ, Edirne, Tekirdağ ve Kırklareli illerinde toplam 26 ilçe, 57 kasaba ve 678 köyde yaklaşık 1 milyon aboneye hizmet vermektedir ve 2035 yılına kadar da Trakya Bölgesi'nde dağıtım lisansına sahiptir.

Çalışmada bu şirketin Edirne ilinde bulunan bir konut için düzenlediği özelleştirme öncesi dönem ile özelleştirme sonrası dönemi kapsayan iki fatura incelenecektir. İncelemeye tabi olan faturalar bir çekirdek aileye ait olup Tablo-31'de gösterilmiştir.

Tablo 31: Hanehalkı Fatura Bilgileri

Fatura Bilgileri	**Özelleştirme Öncesi Dönem**	**Özelleştirme Sonrası Dönem**
Fatura Dönemi	2011/12	2012/1
Gündüz Tüketimi (bin/kWh)	120	163
Puant Tüketimi (bin/kWh)	106	89
Gece Tüketimi (bin/kWh)	151	170
Toplam Tüketim (bin/kWh)	377	422

Tüketim Tutarı (TL)	61,61	68,63
Fatura Bedeli (TL)	111,53	125,93
Birim Enerji Bedeli (krş/kWh)	0,16	0,17

2011/12 dönemi ile 2012/01 dönemini kapsayan iki adet elektrik faturası ele alınmıştır. TREDAŞ tarafından abonesi için hazırlanan bu faturada abone adı-soyadı, adresi, abone numarası gibi bilgilerin yanında ödeme tarihi, sayacın ilk ve son okunma tarihleri, ödeme yerleri gibi bazı bilgilerde yer almaktadır. Faturalarda elektrik tüketimi gündüz (06:00-17:00), puant (tüketimin en çok olduğu saat (17:00 ve 22:00) aralığı ve gece (22:00-06:00) olmak üzere üçe ayrılmıştır. İlk faturada tüketim toplam 377000 kWh ve ikinci fatura için 422000 kWh'dır. Birim enerji bedeli fatura bedelinin toplam tüketime bölünmesiyle bulunmuştur.

Görüldüğü üzere ilk fatura için 61,61 TL, ikinci fatura için 68,63 TL olan tüketim tutarı çeşitli kalemler eklenerek sırasıyla 111,53 TL ve 125,93 TL olarak tahakkuk etmiştir. Her iki dönem için eklenen bu kalemler Tablo 32'de gösterilmiştir.

Tablo 32: Tüketim Tutarına Eklenen Kalemler

Eklenen Kalemler	**2011/12**	**2012/01**
Perakende Satış Hizmet Bedeli (PSH)	1,37	1,57
PSH (Sayaç Okuma) Bedeli	0,35	0,42
İletim Sisteminin Kullanım Bedeli	2,73	3.22
Kayıp Kaçak Kullanım (K/K) Bedeli	11,03	11,65
Dağıtım Bedeli	12,35	14,81
Enerji Fonu	0,63	0,80

Belediye (Elektrik Tüketim) Vergisi	3,15	4,01
TRT Payı	1,26	1,61
KDV	17,05	19,21
TOPLAM	**49.92**	**57,3**

Perakende Satış hizmet Bedeli ve PSH (Sayaç Okuma) Bedeli, elektrik arzını gerçekleştiren şirketin sunduğu dağıtım dışında yaptığı hizmet karşılığı talep ettiği bedellerdir. Bu hizmetler, şirketçe yapılan pazarlama, tanıtım, tahsilât gibi işlemlerdir. PSH Bedeli EPDK tarafından belirlenen birim fiyat ile tüketilen elektriğin çarpılması sonucu bulunur. PSH (Sayaç Okuma) Bedeli ise EPDK tarafından yılın her çeyreğinde belirlenen sabit bir ücret olarak belirlenmektedir. Bu kalemler 2016 yılı itibariyle faturalardan kaldırılmıştır.

İletim Sistem Kullanım Bedeli, santrallerden tüketiciye elektriğin iletimi sırasında TEİAŞ tarafından işletilen iletim hatlarının kullanımına dair bedeldir. Bu bedel günümüzde dağıtım bedeli kapsamında bulunmaktadır.

Kayıp Kaçak (K/K) Bedeli, elektrik sisteminde meydana gelen kayıpların ve ülke genelinde kaçak kullanımı içermektedir. Bu bedel günümüzde dağıtım bedeli kapsamında bulunmaktadır.

Dağıtım Bedeli, elektriğin santralden tüketiciye kadar iletilmesinde dağıtım şirketi tarafından gerçekleştirilen yatırım, hizmet, bakım gibi giderleri kapsamaktadır.

Enerji Fonu, elektrik sektöründe gerçekleştirilecek araştırmalar için tüketim tutarı üzerinden hesaplanmaktadır.

Belediye Vergisi, Elektrik Tüketim Vergisi olarak da bilinen bu vergi, tüketicinin bağlı bulunduğu belediyeye ödediği vergidir. Bu vergi, mesken, ticarethane ve sanayi tarife gruplarında farklılık göstermektedir.

TRT Payı, Türkiye Radyo ve Televizyon Kurumu Gelirleri Kanunu kapsamında elektrik enerjisi satışı yapan şirketçe faturaya yansıtılan bedeldir.

KDV, devletçe ülkedeki birçok ürün ve hizmetten karşılanan bu bedel elektrikten de karşılanmaktadır. Elektrikten karşılanan KDV oranı yüzde 18 üzerinden hesaplanır.

Bahsi geçen bu kalemler enerji harici bedellerdir. Bu kalemlerin toplamı 2011/12 dönemi için 49,92 TL, 2012/01 dönemi için 57,3 TL'dir.

Kullanılan enerjinin tüketiciye yansıyan tutarı ilk dönemde fatura tutarından (111,53 TL) ilk dönem enerji harici bedellerin çıkarılmasından elde edilen 61.61 TL'dir. Bu tutarın toplam kullanılan elektriğe bölünmesiyle satış fiyatı elde edilmektedir. (61.61 TL / 377= 0,16 Krş/kWh) İkinci dönem için fatura tutarından (125,93 TL) ikinci dönem enerji harici bedellerinin çıkarılmasıyla elde edilen tutar 68,63 TL'dir. Bu tutarın toplam kullanılan elektriğe bölünmesiyle ilgili dönemin satış fiyatı elde edilmektedir (68,63 / 422=0,17 Krş/kWh).

Üretilen 1 kWh elektriğin fiyatının satış fiyatından daha az olduğunu tahmin etmek zor değildir. Tabi ki bunu rakamlarla anlatmak mümkündür fakat bu durum ayrı bir çalışma konusu gerektirir. Öyle ki, elektrik tek bir santralden ve tek bir santral tipinden sağlanmamaktadır. Ülkemizde başta hidrolik ve termik santraller olmak üzere farklı yöntemlerle elektrik üretilmektedir. Bu hesaplamaları yapmak için her bir santralin yatırım maliyetlerini incelemeli bunun yanında işçi sayıları, girdi giderleri gibi konuları kapsayan işletme maliyetini de incelemek gerekmektedir. EPDK tarafından her yıl yayınlanan toptan satış fiyatlarından (2011 için bu fiyat 14,07 Krş/kWh, 2012 için 12,39 Krş/kWh, 2016 için 14,87 Krş/kWh) ve birim satış

fiyatlarından anlaşılacağı gibi üretim fiyatından daha fazlası faturaya yansıtılmaktadır.

İncelenen dönemlerin arz ettiği önem özelleştirmeye tabi bir dönemi kapsamasındandır. Fakat görüldüğü üzere özelleştirme birim fiyatlarda büyük değişimlere yol açmamıştır. Burada önemli olan hem hanehalkının hem ticarethanelerin hem de sanayinin yani tüm elektrik kullanıcılarının yaşanan artışları sadece vergilere bağlamaması gerektiğidir. Elbette ki satış fiyatları artan bir trend göstermektedir ve vergilerde bu oranda artış göstermektedir. Ama unutulamamalıdır ki bu hesaplamalar tüketilen enerji üzerinden yapılmaktadır. 2015 yılı için ülkemizde toplam tüketilen elektrik 265.725 GWh olduğu düşünüldüğünde elde edilen kârın her geçen gün artacağı bilinmelidir. Çünkü gelişen dünya, artan teknoloji hızı gibi nedenler insanlığı daha fazla elektrik kullanımına itmektedir.

Aslında bakıldığında bu pahalılık üçayaklı bir sorumluluk tablosunu ortaya çıkarmaktadır. Hem tüketiciyi, hem özel kesimi hem de devleti kapsayan bu tablo bazı sorumlulukları içermektedir. Bu sorumluluklar ve tarafları Tablo 33'te gösterilmiştir.

Tablo 33: Elektrik Enerjisinin Kullanımında Sorumlular Ve Görevleri

SORUMLU OLAN TARAF	SORUMLULUK	AÇIKLAMA
TÜKETİCİ (Hanehalkı, sanayi, işletmeler vb.)	**Azaltma**	Her geçen gün artan nüfusla paralel olarak tüketimde artış göstermektedir. Özellikle gelişen teknoloji ile birlikte artan elektronik ürünlerin tüketimi hem tüketici kesimine hem de dünya geneline olumsuz etkileri bulunmaktadır. Özellikle televizyon, telefon gibi ürünlerde yaşanan hızlı gelişim dünyanın elektronik çöplüğü haline gelmesine neden olmakta ve elektrik kullanımını arttırmaktadır. Bu nedenle tüketici kesim özellikle elektronik aletlerin tüketiminde azaltmaya gitmeli, ihtiyaç dahilinde

		tüketimde bulunmalıdır.
	Önleme ve Tasarruf	Tüketiciler, elektrik enerjisini kullandığı alanlarda özellikle meskenlerde, tasarrufa yardımcı olmalıdır. Türkiye'de 2015 yılında meskenler toplam elektrik kullanımının yüzde 22'sini oluşturmaktadır. Özellikle ısıyı sızan pencereler veya hava kanalları, eski cihazlar veya verimsiz ısıtma ve soğutma sistemleri nedeniyle fazla miktarda enerji harcanmaktadır. Kaybedilen her enerji ülke ekonomisini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle tüketiciler pencere bulunan alanlarda ısı sızdırmayan camlar kullanmalı, ENERGY-STAR® onaylı ürünler kullanmalıdır. Özellikle yoğun elektrik kullanımına sebebiyet veren ürünlerin kullanımından kaçınmalı, sanayi ve iş yerlerinde gerekli bakımları periyodik olarak yaptırmalıdır. Aynı zamanda tipik ampullere göre 10 kat daha uzun ömürlü olan CFL ampullerin kullanımı, ısı alanında hava koordinatörlerinin kullanımı, yalıtım gibi faaliyetlerde önleme ve tasarrufta tüketiciye yardımcı olur.
	Geri Dönüşüm	Tüketiciler geri dönüşüm konusunda duyarlı olmalıdır. Evde üretilen atıkları karakterlerine göre ayırmalı, belediyelerce konumlandırılan geri dönüşüm kutularına/konteynerlerine atmalıdır. Geri dönüşüm için ayrılmayan her atık ayrıştırma sırasında maliyeti arttırmaktadır. Geri dönüşüme tabi olan atıklar tüketiciye yeni ürünler olarak geri dönerken, geri dönüştürülemeyen atıklar tüketiciye elektrik olarak geri dönmektedir.
	Bilgilendirme	Tüketiciler özellikle kayıp ve kaçak elektrik kullanımı konusunda ilgili birimleri bilgilendirmelidir. Bunun yanında denetime tabi olan işletmeler vb. yasal defter, kayıt ve belgelerini kurum denetimine sunmalıdır.
DEVLET	**Eğitim**	Devlet, ilgili organı yardımıyla (ülkemizde bu organ; ETKB) başta kamu kurum ve kuruluşlarına ve halka

(Kamuya hizmet veren devletin tüm organları ve ilgili organ)		gerekli eğitimler vermelidir. Bu eğitimler enerjinin nasıl yönetileceği, özellikle endüstriyel işletmelerde ve binalarda verimliliğin ve tasarrufun nasıl sağlanacağı, bölgesel işbirliğini gerçekleştirmedeki hedefleri, dünyadaki fosil ve yenilenebilir kaynakların durumu, etüt ve proje hazırlama yöntemleri, elektrik enerjisi kullanan ekipmanlarda karşılaşılabilecek olan kayıp ve verimsizliğin önlenmesi gibi konuları içermelidir.
	Teşvik	Özellikle gereksiz enerji kullanımının, atık enerjinin, enerji kayıp ve kaçaklarının önlenmesi veya en aza indirilmesi ile birlikte atık enerjinin geri kazanılması gibi konulardaki çözümleri ülke yönetmeliğine uygun olarak hazırlanan projelerin değerlendirilmesi gerekmekte ve bu kapsamda, projeler için karşılıksız veya geri ödemeli destekler verilmelidir. Ayrıca, enerji yoğunluğu konusunda taahhüt ettiği süre içerisinde azaltıma giden gönüllü işletmelere de teşvikte bulunulmalıdır.
	Denetim	Devletin ilgili organı (ülkemizde; EPDK ve ETKB) elektrik kullanımını denetlemelidir. Burada en önemli husus elektriğin kaybı, kaçak kullanılması ve fiyatlandırılmasıdır. Çıkarılan kanun, yönetmelik, tebliğ ve kurul kararları kapsamında, elektrik kullanıcıları ve elektrik piyasasında faaliyette bulunan tüzel kişilerle ilgili denetim, ön araştırma ve soruşturmalar yapılmalıdır. Soruşturma sonucu olumsuz sonuçlanan durumlarda idari para cezası ile cezalandırılmalı, ödenmemesi halinde ilgili organla (ülkemizde; Vergi Dairesi) tahsili sağlanmalıdır.
	Tanıtım	Toplumda enerji kültürünün oluşturulması, verimlilik ve çevre konularında farkındalığının artırılması, tüketim alışkanlıklarının pozitif yönde değiştirilmesi amacıyla çeşitli tanıtım ve bilinçlendirme çalışmaları yapılmalıdır. Bu kapsamda, konuyla ilgili broşür, afiş, kamu spotu oluşturulmalı, konu topluma örneklerle anlatılmalı ve proje yarışmaları gibi faaliyetler gerçekleştirilmelidir.

ÖZEL KESİM (Üretim firmaları, Dağıtım firmaları, Satıcı firmalar vb.)	**Verimli Dağıtım**	Dağıtım firmaları Yüksek Gerilim DC gibi iletim teknolojilerini kullanarak minimum kayıpla elektrik enerjisini üreticiden tüketiciye ulaştırmalıdır. Bu teknolojilerde gerilim ne kadar yüksekse kayıp o kadar az olmaktadır. Dağıtımda başlıca amaç kaybın az olmasıdır bunun için de dağıtım ağlarının, sabit şebekelerin ve kullanılan tüm sistemin periyodik olarak kontrolü yapılmalıdır.
	Sürdürülebilir Teknolojiler	Üretim firmalarının başlıca amacı çevreye zararı en aza indirmek olmalıdır. Elektrik birçok kaynaktan üretilebilen bir enerjidir ve bu üretim çevreye fazla miktarda özellikle CO2 olmak üzere birçok zararlı bileşenin salınımına neden olabilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, çevre analizlerinin düzenli olarak yapılması, yerleşim yerlerinden uzak üretim alanlarının oluşturulması, kullanım ömrü uzun, yakın ve uzak çevresine kalıcı zararlar vermeyen sistemlerin kullanılması gibi önlemler çevre ve canlı sağlığına önemli katkıda bulunmaktadır.
	Fiyatlandırma	Satıcı firmalar adil bir fiyatlandırma politikası izlemelidir. Özellikle ülkemizde elektrik enerjisi üzerinden alınan vergilerin fazlalığı, üretim ve dağıtım maliyetlerinin yanında satıcı firmaların da eklediği maliyetler tüketicinin daha büyük rakamlı faturalarla karşılaşmasına neden olmaktadır.

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Fosil yakıtların giderek azalması ve çevreye verdiği kalıcı tahribatın insanlarca farkına varılması ve çoğalan nüfusla birlikte elektrik enerjisi ihtiyacının her geçen gün artması, gelişen teknolojiyle ve artan ülke kalkınmalarıyla birlikte yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişimine zemin hazırlamıştır. Birçok kaynaktan elde edilebilen elektrik enerjisi her gün ürettiğimiz ve insanlık var olduğu sürece üretilecek olan katı atıklardan da elde edilmekte, günümüzde bu yönde teknolojik çalışmalar artış göstermektedir. Çalışmanın sonraki kısmında katı atıkların ne olduğu

ve nasıl yönetildiğinden ve katı atıkların nasıl sürdürülebilir olacağından bahsedilmektedir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Bu bölümde, katı atık kavramı, 2025 dünyada katı atık projeksiyonları, katı atık yönetimi ve katı atıkların sürdürülebilirliği ayrıntılı bir şekilde incelenecektir.

KATI ATIKLAR VE KATI ATIK YÖNETİMİ

Dünya nüfusu, 2015'te 7,2 milyara yaklaşan projeksiyonlarla artmaya devam etmektedir. Artan nüfus ve hızlı kentleşme 2025 yılına kadar kentlerde yaşayan dünya insanlarının yaklaşık üçte ikisini beraberinde getirmesi ön görülmektedir. Aslında, gelişmekte olan ülkelerdeki kentsel nüfus her geçen gün 150.000'den fazla kişi tarafından büyüme göstermektedir. Kentleşmenin kendisinin bir sorun olmasına rağmen, bu gelişigüzel ve plansız büyüme, kamusal alan, hava ve su kirliliği ve katı atık üretimi gibi pek çok çevresel problemle sonuçlanması kaçınılmazdır (Troschinetz ve Mihelcic, 2009: 915). Bu başlık altında dünyanın başı çeken problemlerinden olan katı atıklardan, katı atıkların nasıl yönetildiğinden ve katı atıkların sürdürülebilirliğinden bahsedilecektir.

5.1. Katı Atık Kavramı

Çevre problemlerinin başında gelen katı atıklar iki durumdan etkilenmektedir. İlki, birincil işlevini yitirdiğindemaddenin boşa çıkması ve ikincisi, mevcut teknolojik durum ve büyüyen neslin yaşam alanı seçimidir. Bu durum atıkların farklı tanımlara sahip olmasına neden olmaktadır (Pongrácz, 2009: 2). Öyle ki, Avrupa Birliği Atık Çerçeve Yönergesi (2008), atık kavramını, sahibinin attığı, atmaya niyetlendiği veya atması gereken her türlü nesne, madde ve materyal şeklinde tanımlamıştır. Bunun yanında, ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA), Kaynak Koruma

ve Kurtarma Yasası (RCRA) atık kavramını, endüstriyel, toplumsal, tarımsal ve madencilik gibi faaliyetlerin sonucunda atılmış maddeler olarak tanımlar. OECD (1994) tarafından ise, aksi belirtilmediği takdirde üretim kalıntılarını, şartsız ürünleri, uygun kullanım tarihleri dolan ürünleri, bir kaza sonucu bozulan, dökülen, katlanan, kirlenen ya da işlevini kaybeden ürünleri, planlanan bir faaliyet sonucu kirlenmiş veya bozulmuş malzemeleri (örneğin, temizlik işlemleri, ambalajlama ya da yükleme sırasında oluşan atıklar), kullanılamayan parçaları (örneğin, ömrü dolan piller ve katalizörler vb.), uzun süreli performans göstermeyen materyalleri (örneğin, bozulmuş çözücüler, asitler, tuzlar vb.), sınai işlem kalıntılarını, kirlilik azaltma işlemlerinden doğan kalıntıları (örneğin, yıkayıcı çamurları, filtre tozları, kullanılmış filtreler vb.), işleme / bitirme kalıntılarını, (örneğin, torna tezgahları, değirmen terazileri vb.), hammadde işlenmesindeki kalıntıları (örneğin, maden artıkları, yağ sahası birikintileri vb., yontulmuş malzemeleri, ihracatçı ülkelerde kanunları yasaklanmış herhangi bir malzeme, madde veya ürünleri, kirlenmiş araziye ilişkin düzeltici önlemlerden kaynaklanan malzeme, madde veya ürünleri, üretici veya ihracatçının atık olarak beyan ettiği ve daha önce bahsi geçmeyen herhangi bir malzeme, madde veya ürünleri kapsayan radyoaktif maddeler dışındaki materyaller olarak tanımlamıştır.T.C. Çevre Bakanlığı Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ise katı atık kavramını "*Üreticisi tarafından atılmak istenen ve toplumun huzuru ile özellikle çevrenin korunması bakımından, düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı maddeler ve arıtma çamuru*" şeklinde tanımlamaktadır.

Momoh ve Oladebeye (2010) ise katı atık üretimini, artık değerli olmadığı belirlenen ya da ziyan edilen materyaller ile bunların bertarafı için toplanması faaliyetini ifade eder.

Katı atıkların sınıflandırmasında belli bir kriter bulunmamaktadır. Fakat genel kabul gören bir sınıflandırma mevcuttur ve buna göre katı atıklar organik ve inorganik olarak iki kategoride değerlendirilmektedir. Bu sınıflandırmaya ilişkin bilgiler Tablo 34'te gösterilmiştir.

Tablo 34: Katı Atıkların Sınıflandırılması Ve Bileşenleri

Atık Bileşeni		Kaynaklar
Organik		Gıda artıkları, yapraklar, çim, kurumuş ot atıkları, odun, doğal süreç artıkları
İnorganik	Kağıt	Kağıt artıkları, karton, gazete, dergi, çanta, kutu, paketleme kağıdı, defter çöpleri, kıyılmış kağıt, kağıt içecek bardağı gibi. (Kağıt organiktir lakin başka kalıntılar bulaştığında inorganik olmaktadır. Örneğin gıda maddelerinin bulaşması gibi)
	Plastik	Şişeler, ambalajlar, konteynerler, çantalar, kapaklar, bardaklar vb.
	Cam	Şeffaf cam, şişe, ampul, renkli cam vb.
	Metal	Teneke, folyo, metal alaşımlı maddeler, tehlikesiz aerosol kutuları, beyaz eşyalar, korkuluklar, bisikletler vb.
	Diğer	Tekstil, deri, kauçuk, sunta, e-atık, cihazlar, kül, diğer atıl malzemeler

Kaynak: World Bank, *What A Waste: A Global Review of Solid Waste Management,* Urban Development Series Knowledge Paper, 2012: 16

Atıkların artış ya da azalış oranları, sosyoekonomik gelişme, sanayileşme derecesi ve iklim tarafından etkilenmektedir. Genellikle, ekonomik refah ve kent nüfusunun daha yüksek olduğu bölgelerde katı atık miktarı da o kadar fazla olur. Tablo 35'te Dünya Bankası tarafından hazırlanan atıkların kaynakları ve türleri gösterilmektedir.

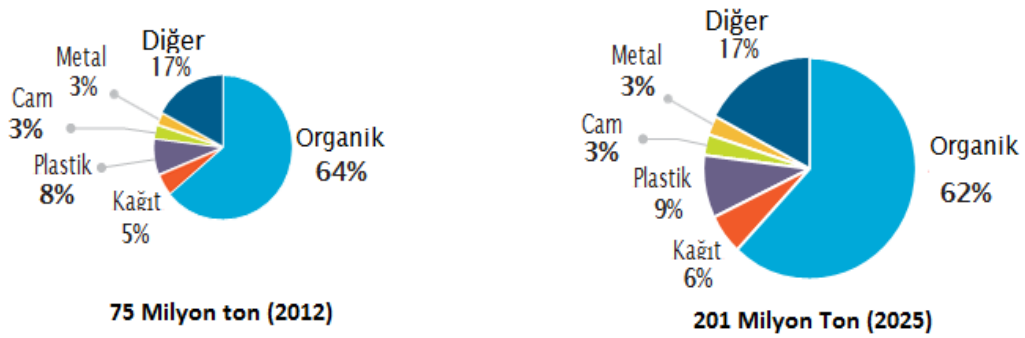
Tablo 35: Katı Atıkların Kaynakları Ve Türleri

KAYNAK	KATI ATIK ÜRETİCİLERİ	KATI ATIK TÜRLERİ
Toplumsal (Yerleşim)	Tek ve çok aileli konutlar	Gıda atıkları, kağıt, karton, plastik, tekstil, deri, bahçe atıkları, ahşap, cam, metaller, küller, özel atıklar (beyaz eşya, pil, yağ, lastik gibi) ve ev eşyaları gibi
Endüstriyel (Sanayi)	Hafif ve ağır imalat, fabrika, şantiye, enerji ve kimya tesisleri	Ambalajlama, gıda, tadilat atıkları, inşaat ve yıkım materyalleri, tehlikeli atıklar gibi
Ticari	Mağazalar, oteller, restoranlar, ofisler ve pazarlar gibi	Kağıt, karton, plastik, ağaç, gıda atıkları, cam, metaller, özel atıklar, tehlikeli atıklar
Kurumsal	Okullar, hastaneler, cezaevleri, devlet daireleri	Ticari türlerle aynı
İnşaat ve Yıkım	Yeni şantiyeler, yol tamiratı, yenileme alanları, binaların yıkımı	Ahşap, çelik, beton, kir vb.
Belediye hizmetleri	Sokak temizliği, peyzaj, parklar, plajlar, diğer rekreasyon alanları, su ve atık su arıtma tesisleri	Cadde süpürme işlemleri; Peyzaj ve ağaç süslemeleri; Parklardan, plajlardan ve rekreasyon alanlarından gelen genel atıklar; sulu çamur
Üretim Süreci	Ağır ve hafif imalat, rafineriler, kimya tesisleri, enerji santralleri, mineral özütleme ve işleme	Endüstriyel süreç atıkları, hurda malzemeleri, spesifikasyon dışı ürünler, cüruf, atıklar
Tarım	Mahsuller, bahçeler, bağlar, mandıralar, yem bitkileri, çiftlik	Bozulmuş gıda atıkları, tarımsal atıklar, tehlikeli atıklar (örneğin pestisitler)

Kaynak: WorldBank, *What A Waste: Solid Waste Management In Asia*, Urban and Local Government Working Paper Series, 1999: 5

5.2. 2025 Dünyada Katı Atık Projeksiyonları

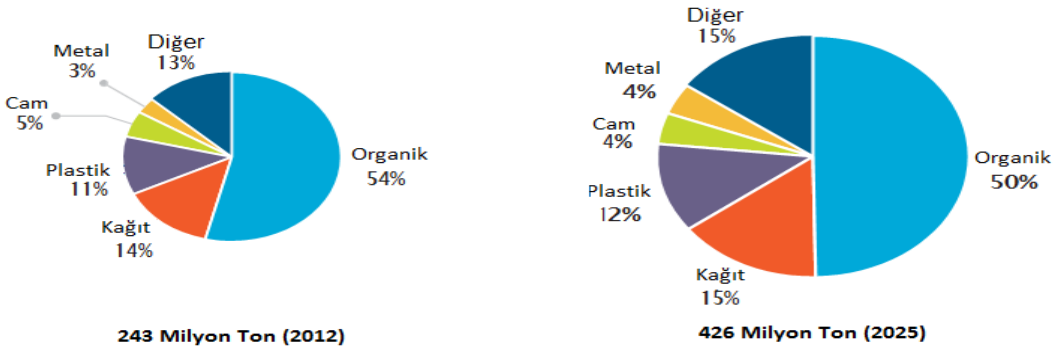
Hızla çoğalan nüfus gelecekte katı atıkların artmasında da büyük rol oynayacaktır. Ülkelerin ürettikleri atıkların bileşenleri gelişmişlik düzeylerine göre farklılıklar göstermektedir. Grafik 7, Grafik 8 ve Grafik 9'te 2025 yılında ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre katı atık projeksiyonları gösterilmektedir.



Grafik 7: Gelişmemiş Ülkelerin 2025 Katı Atık Projeksiyonu

Kaynak: Hoornweg, Daniel, Bhada-Tata, Perinaz, *What A Waste: A Global Review of Solid Waste Management*, The World Bank Urban Development Series Knowledge Paper, No.15, Washington, 2012: 21.

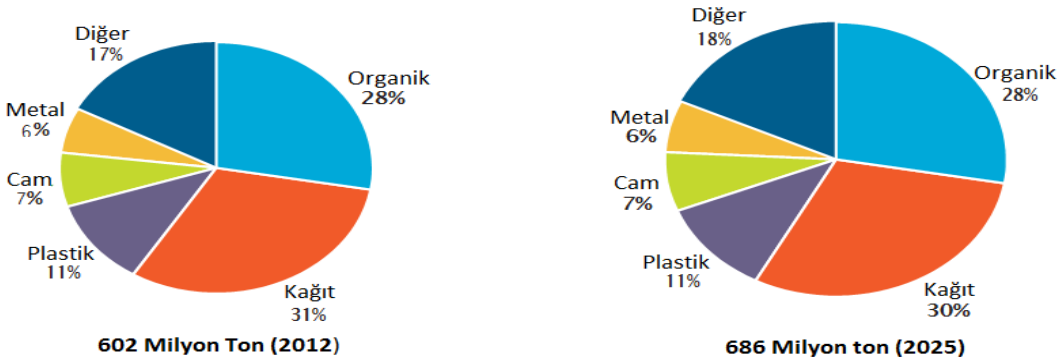
Gelişmemiş ülkelerde sanayinin ilerlememiş olması inorganik atıkların üretilmesini de engelleyen bir durumdur. Bu nedenle organik atıkların varlığı daha ön plandadır. Grafik 7'de de görüldüğü üzere gelişmemiş ülkelerde organik atıkların varlığı gelecek yıllarda da fazlalık gösterecektir.



Grafik 8: Gelişmekte Olan Ülkelerin 2025 Katı Atık Projeksiyonu

Kaynak: Hoornweg, Daniel, Bhada-Tata, Perinaz, *What A Waste: A Global Review of Solid Waste Management*, The World Bank Urban Development Series Knowledge Paper, No.15, Washington, 2012: 21.

Grafik 8'de görüldüğü üzere gelişmekte olan ülkelerde ise sanayi ve teknolojinin varlığı organik atıkların azalışına neden olmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler hızlı bir gelişim gösterdiğinden iki yıl arasında atık miktarında büyük bir değişim görülmektedir.



Grafik 9: Gelişmiş Ülkelerin 2025 Katı Atık Projeksiyonu

Kaynak: Hoornweg, Daniel, Bhada-Tata, Perinaz, *What A Waste: A Global Review of Solid Waste Management*, The World Bank Urban Development Series Knowledge Paper, No.15, Washington, 2012: 21.

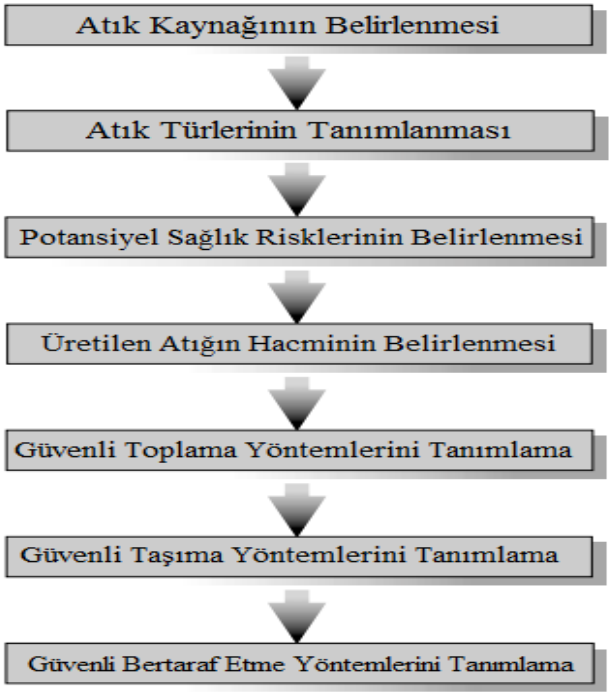
Gelişmiş ülkelerde durum farklıdır. Her geçen gün artan teknoloji yoğun sanayisi ve artan nüfusuyla paralel olarak inorganik katı atık üretimi de artış

göstermektedir. Grafik-9'da da görüldüğü gibi, 2012 yılında yüzde 31 olan kâğıt atığı üretiminin 2025 yılında yüzde 30'a gerilemesinin nedeni artan çevre bilincinden dolayı kâğıt tüketiminin azalması olabilir.

5.3. Katı Atık Yönetimi

Günümüzde hızla artan nüfus ve teknolojik gelişmelerin paralelinde tüketimde de artış yaşanmakta bu da atıklarda hızlı bir artışa neden olmaktadır. Bu hızlı artış beraberinde disiplinlerarası bir yönetim ihtiyacını doğurmuştur. Nitekim 1992 yılında gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'na (Gündem 21) göre, dünyadaki sürdürülebilir kalkınma stratejilerinin oluşturulması ve uygulanması yolunda çevreye zararlı atık yönetimi yalnızca atıkların güvenli şekilde elden çıkarılmasının ötesine geçmesi ve atıkları en aza indirgeyerek yeniden kullanımı ve geri dönüşümü maksimize edilmesi gerektiği üzerinde durulmuştur (Leao, Bishop ve Evans,2001: 292). Ardından 2008 yılında AB Atık Çerçeve Direktifi ile birlikte katı atıkların yönetimi kavramına, atıkların toplanması, taşınması, geri kazanılması ve bertaraf edilmesinin yanında bu tür operasyonların denetimi ve atık sahalarının bakımının yapılması ile birlikte bir bayi veya aracı olarak alınan önlemler de dâhil edilmiştir (European Union, 2008: 312/9).

Katı Atık Yönetimi faaliyetinden önce uygulanması gereken birkaç husus bulunmaktadır. Bunlar Şekil 18'de gösterilmiştir.

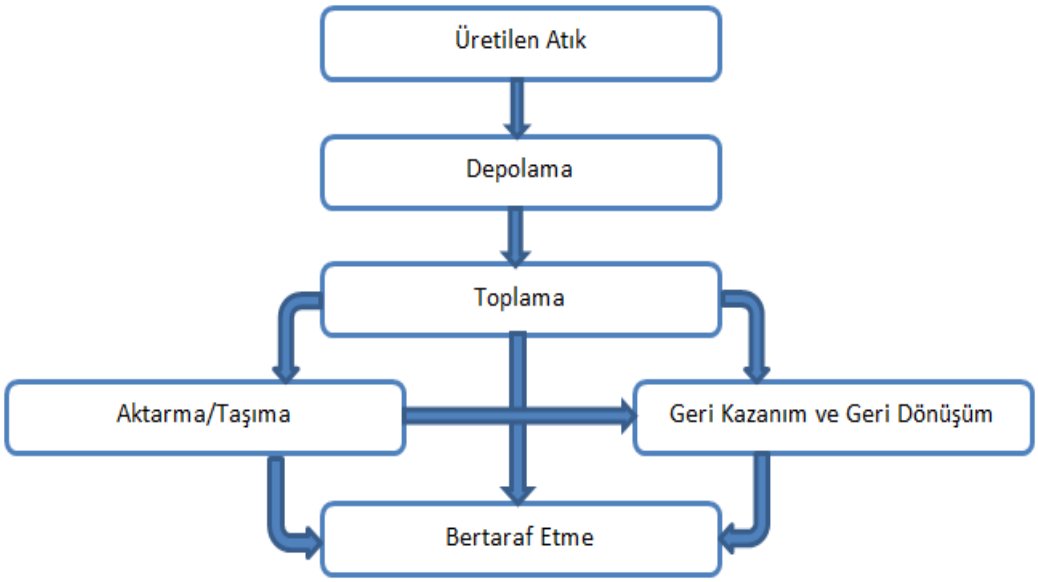


Şekil 18: Katı Atık Yönetiminin İlk Adımları

Kaynak: Harvey, Peter, Baghri, Sohrab, Reed, Bob, *Emergency Sanitation: Assessment And Programme Design, Water, Engineering and Development Centre*, Loughborough University, England, 2002: 109.

Belediye Katı Atık Yönetimi yerel yönetimlerin büyük bir sorumluluğudur. Bu, kamu ve özel sektördeki sayısız paydaşlar arasında yeterli örgütsel kapasite ve işbirliğini gerektiren ve uygun teknik çözümlere dayanan karmaşık bir görevdir. Belediye Katı Atık Yönetimi hizmetleri toplama, aktarma, arıtma, geri dönüşüm, kaynak geri kazanımı ve atıkların kentsel alanlardan atılmasını içerir. Gelişmekte olan ülkelerin çoğunda Belediye Katı Atık Yönetimi hizmetleri öncelikle atık toplama, aktarma ve elden çıkarma konularını içerir. Kırsal alanlarda, bu hizmetler nadirdir ve varsa, toplama ve elden çıkarma işlemlerine tabi tutulmaktadır. Bununla birlikte, bu hizmetler yetersizdir. Nüfusun önemli bir bölümünün atık toplama hizmetine erişimi yoktur ve yalnızca üretilen atıkların bir kısmı toplanmaktadır. Buna ek olarak, katı atıkların son bertarafı genelde açık çöp sahalarında gerçekleşir

(Zarate, Slotnick ve Ramos,2008: 2542). Etkin bir yönetim için gerekli süreç ve işleyişi Şekil 19'da gösterilmiştir.



Şekil 19: Katı Atık Yönetimi Aşamaları

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

5.3.1. Depolama

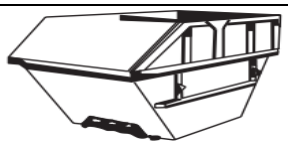
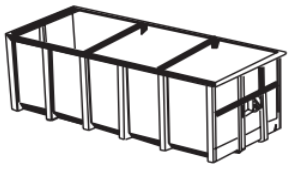
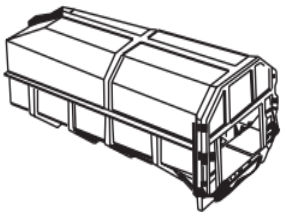
Depolama, atık yönetim sürecinin herhangi bir aşamasında gerekebilir ve kısa ömürlü radyonüklidlerin bozunmasına, ısının dağılmasına, verimli işlem yapılmasına yetecek miktarda atık toplamasına ya da atıkların sağlanmasına izin vermek gibi çeşitli amaçlara hizmet edebilir. Bertaraf edilmeye uygun bir yol izleninceye kadar muhafaza edilmelidir. Dolayısıyla depolama, tanım gereği geçici bir önlemdir.

Çalışanlara, topluma ve çevreye koruma sağlayan atıkların güvenli, geri alınabilir, izlenebilir ve güvenli bir şekilde depolanmasını sağlamak için iki temel bileşenden oluşan bir depolama sistemi (atık paketi ve depolama tesisinin kendisi) gereklidir (IAEA, 2014: 12).

Enerji ve işçilikten tasarruf etmek ve toplama hızını arttırmak ve çalışan sayısını azaltmak için uygun saklama kapları gereklidir. Kapların, kullanılan malzeme türüne ve toplama araçlarına göre işlevsel olması önemlidir. Konteynerler aynı zamanda dayanıklı, kullanımı kolay, ekonomik olmalı, korozyona, hava koşullarına ve zarar verecek keskin uçlu metal, cam vs. materyallere karşı dayanıklı olmalıdır. Genellikle bunlar kalın plastiklerden oluşmaktadır. Mekanik toplama sistemi kullanıldığında kaplar, istif aracına monte edilen yükleme mekanizmalarına uyacak şekilde özel olarak tasarlanmıştır. Tablo 36'da katı atık depolama kapları gösterilmiştir.

Tablo 36: Katı Atık Depolama Kapları

AÇIKLAMA	YAYGIN KULLANIM ALANLARI		TOPLAMA YÖNTEMLERİ
85 litre çöp poşeti	Evsel Küçük İşletmeler ve Sanayi Günlük Hayat		Yerinde ya da kaldırımda elle alınan poşetler doğrudan toplama aracına atılır.
85 litre kauçuk/galvanizli çelik bidonlar	Evsel Küçük İşletmeler ve Sanayi Günlük Hayat		Yerinde ya da kaldırımda elle alınan bidonlar doğrudan toplama aracına boşaltılır.
120/240 litrelik çöp kutuları	Evsel Küçük İşletmeler ve Sanayi Günlük Hayat		Özel kaldırma ekipmanlı arka uçlu yükleme kompaktörleri
1,0 ve 1,2 m^3 mobil çöp konteynırları	Küçük İşletmeler ve Sanayi		Özel kaldırma ekipmanlı arka uçlu yükleme kompaktörleri

4,5- 5,5- 6-9 ve 11,0 m^3 hacimli kaplar	Büyük işletme ve sanayi, bahçe çöpü, moloz, genel kamu atıkları, toplu atıklar ve toplama sistemleri		Özel kaldırma ekipmanlı arka uçlu yükleme kompaktörleri
15 ila 30 m^3 açık hacimli kaplar	Büyük işletme ve sanayi, bahçe çöpü, moloz, toplu atıklar ve toplama sistemleri		Roll-on roll-off araçları
11, 15 ve 35 m^3 kapalı kaplar	Büyük alışveriş merkezleri, transfer istasyonları ve seçilen endüstriler		Roll-on roll-off araçları

Kaynak: CSIR, *Guidelines for Human Settlement Planning and Design*, Capture Press, Volume 2, Pretoria, 2005: 5.

5.3.2. Toplama

Katı atıkların toplanması, atık yönetiminin en maliyetli kısmıdır ve uygun bir toplama sistemi tasarımı, maliyeti önemli ölçüde azaltabilir. Toplama sistemi kamu tarafından veya belediyeler ve şirketler tarafından işletilmektedir. Bu husus ilgili alanların yerel karar mercilerine bırakılmıştır (Hosetti, 2006: 11). Bu nedenle, belirli bir topluluk için uygun atık yönetimi yaklaşımını seçerken bazı faktörlerin dikkate alınması gerekir; bunların hepsi de atık toplama seçeneklerini etkileyecektir. Bu faktörler Tablo 37'de gösterilmektedir.

Tablo 37: Katı Atık Toplama Seçeneklerini Etkileyen Faktörler

FAKTÖRLER	AÇIKLAMA
Uygun Fiyat	• Sermaye ve işletme giderleri • Topluluk içindeki gelir seviyesi • Mevcut hibeler veya sübvansiyonlar
Erişilebilirlik	• Yol altyapısı ve koşulları
Eğitim Düzeyi	• Toplumun atık yönetimi ilkelerini anlaması için gerekli olan okuryazarlık ve bilinç
Yerinde Depolama Olanakları	• Kullanılabilirlik ve uygunluk • Atık kompozisyonu ve hacmi
Potansiyel Faydalar	• Temiz ve sağlıklı çevre • İş yaratma ve yükselme
Mevcut Olanaklar ve Altyapı	• Uygun araçlar • Mevcut uzmanlık
İmha Alanına Olan Uzaklık	• Tesis gereksinimlerini aktarma
Kirlilik Potansiyeli	• Tıkanmış kanalizasyon ve yağmursuyu kanalları • yasadışı çöp yığını veya çöplük

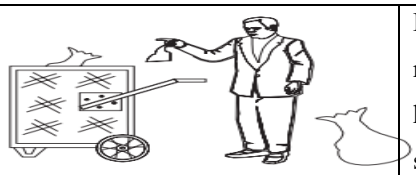
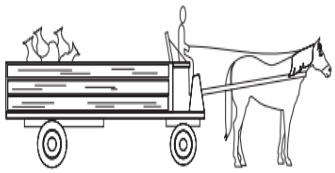
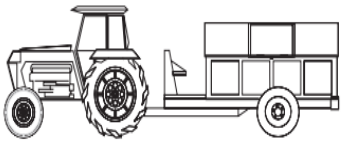
Kaynak: CSIR, *Guidelines for Human Settlement Planning and Design*, Capture Press, Volume 2, Pretoria, 2005: 6.

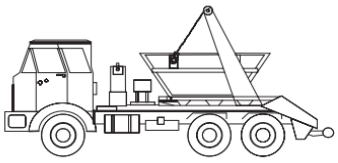
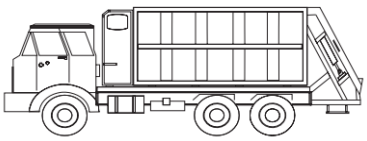
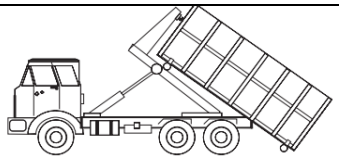
Toplama sıklığı esas olarak bu faaliyetin gerçekleştirildiği alanın demografik faktörlerine (gelir grupları ve topluluk türleri vb.) ve yöredeki atıkların türlerine göre değişiklik göstermektedir. Örneğin; evsel atıklar genellikle yiyecekleri ve diğer pestisitleri içermektedir. Bu atıkların sıkça toplanması sağlık ve estetik nedenlerle istenmektedir. Toplama sıklığı bunun yanında yerel iklim koşulları genellikle toplama sıklığının belirlenmesinde güçlü bir etkiye sahiptir. Özellikle sıcak ve nemli iklimlerde, biriken katı atıklar kötü kokulara neden olabilmekte ve sızıntı suyu hijyenik olmayan bir sahne yaratabilmektedir. Bu iklim şartlarında katı atıklar haftada en az iki kez toplanmalıdır. Toplama sıklığını etkileyen bir diğer unsur ise depolama kaplarının kalitesidir. Örneğin, açık kaplarda toplama sıklığı günlük olabiliyorken kapalı kaplarda bu sıklık üç güne ulaşabilmektedir. Atık üretiminin yoğunluğuna dayanarak, oluşturulacak olan optimum toplama sıklığı için

daha fazla saklama yerine gereksinim duyulabilirken sık sık yapılan toplama sağlık, güvenlik ve depolanan atık ile ilgili rahatsızlığı azaltmaktadır (Hosetti, 2006: 11).

Toplanan atıkların taşınması için temel el arabasından teknik olarak karmaşık, motorlu ön ve arka yükleme sıkıştırma araçlarına kadar çeşitli seçenekler mevcuttur. Tüm seçeneklerin, şu anda mühendisler ve yöneticiler tarafından karşılaşılan çeşitli ve karışık gelişme alanlarında etkin bir toplama hizmeti sağlamada bir yeri vardır. Seçeneklerden herhangi birini seçmeden önce, hizmet edilecek alanın yerel yol koşullarını, erişilebilirliğini ve topografyasını - şehir planlamacıları ile bağlantılı olarak - dikkatli bir şekilde düşünülmesi gerekmektedir. Tablo 38'de katı atıkların toplanmasında dünya genelinde kullanılan bazı araçlar gösterilmektedir.

Tablo 38: Atıkların Toplanmasında Kullanılan Bazı Araçlar

 El Arabası	Planlanmış veya tasarlanmış yol altyapısı olmayan küçük gayrı resmi topluluklarda, karmaşık araçlara sahip olmayan yerellerde kullanılır. El arabalarının kullanımı, operatörün nispeten küçük sorumluluk alanlarına sahip olması nedeniyle topluluk içinde daha fazla istihdam olanağı sağlamaktadır.
 Hayvanlar Tarafından Çekilen Araç	El arabasına benzer uygulamalar içermektedir. Tek önemli fark, nispeten daha büyük taşıma kapasitesi nedeniyle sorumluluk alanının arttırılabilmesidir. Dezavantajı, boşaltma alanlarına giderken otoyolları kullanmaması gerekir.
 Traktör ve Römork	Traktör ve römork, sıkıştırma ünitelerinin kullanıma sokulmasından önce atık toplama için mekanik nakil araçlarının muhtemelen en yaygın olanıdır ve hala gelişmiş ve gelişmemiş birçok alanda faydalanılmaktadır. yol şartlarının kamyonlar için uygun olmadığı durumlarda kullanılabilir ancak zorunlu olmadığı takdirde otoyolları kullanmamalıdır.

 Hidrolik Sistemli Çift Kollu Yükleyici	Bu yükleyici özel bir uygulama aracıdır ve konteyner uygulamaları ile sınırlıdır. En yaygın uygulama, sanayi ve büyük işletmelerden toplu konteynerlerin taşınması, toplama sistemleri ve inşaat alanlarından molozunun çıkarılmasıdır.
 Arka Girişli Yükleyici	Arka girişli yükleyiciler, 10 m^3 ile 21 m^3arasında değişen boyutlarda ve dörtte bire kadar sıkıştırma oranına olanak tanıyan nispeten gelişmiş bir sıkıştırma sistemine sahiptir. gelişmiş bölgelerde arkadan yükleyiciyi en popüler ve yaygın olarak kullanılan toplama aracı yapmıştır. Temel dezavantajları nispeten yüksek bakım masraflarıdır ve yalnızca iyi bir yol altyapısının bulunduğu yerlerde etkin bir şekilde kullanılabilir.
 Roll-on Roll-off	Roll-on roll-off makaralı araçlar çok özel uygulamalar için özel olarak tasarlanmış araçlardır. Genellikle 18 m^3 ila 30 m^3 arasında değişen büyük kapasiteli açık veya kapalı sıkıştırılmış kapların taşınması için kullanılırlar.

Kaynak: CSIR, *Guidelines for Human Settlement Planning and Design*, Capture Press, Volume 2, Pretoria, 2005: 6 - 10.

5.3.3. Aktarma ve Taşıma

Toplama araçlarının birçoğunun küçük olması, bu araçların atıkları şehir merkezlerine uzak olan bertaraf veya işleme alanına otoyolları kullanarak taşıyamaması, toplama araçlarının çalışanlarının bu yolculuk sırasında harcadığı vakit, teknik sınırlamalar gibi nedenlerle atıkların bu alanlara transferi için büyük bir araca yeniden yerleştirilmesi amacıyla uygun yerlerdeaktarma tesisleri kurulmaktadır. Atıkların işleme alanına transferi için 27 ila 46 m^3 veya daha büyük tek kişi treyler veya büyük kamyonlar kullanılmaktadır (Singh, Gupta ve Chaudhary,2014: 348; Hosetti, 2006: 13).

5.3.4. Geri Dönüşüm ve Geri Kazanım

Geri dönüşüm, katı atıklardan fiziksel ya da kimyasal yollarla ikincil ürünlerin elde edilmesidir. Kağıt torbalar, gazlı içecek kutuları ve süt kutuları gibi her gün kullandığımız şeylerin çoğu geri dönüştürülebilen malzemelerden üretilmektedir. Bunların depolanması bölgesel farklılıklar içermektedir. Nüfusa, faaliyet alanına (sanayi vb.), yerleşim yeri özelliklerine göre toplama geri dönüşüm kutularıyla, geri dönüşüm konteynerleriyle ya da geri dönüşüm merkezleri ile sağlanmaktadır ve belli periyotlarda toplama araçlarıyla toplanmaktadır (Abella, 2013: 9). Geri dönüşümü içine alangeri kazanım ise hem diğer işlevsel öğelerin verimliliğini arttırmak hem de kullanılabilir atıkların, dönüşüm ürünlerinin veya enerjinin katı atıklardan geri kazanılması için kullanılan tüm teknoloji, ekipman ve tesisleri kapsamaktadır. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ise geri kazanımı "*atıkların özelliklerinden yararlanılarak içindeki bileşenlerin fiziksel, kimyasal veya biyokimyasal yöntemlerle başka ürünlere veya enerjiye çevrilmesidir*" şeklinde tanımlamaktadır.

Geri kazanım için bazı hedeflerin bulunması gerekir. Gerçekçi olması gereken bu hedefler kaynak koruma, çevre koruma, enerji kazanımı ve yer tasarrufu şeklinde özetlenebilir. Örneğin; evsel atıkların büyük bir bölümünü oluşturan ambalaj atıklarının geri dönüştürülmesiyle/geri kazanımıyla ilgili AB Ambalaj Atıkları Direktifinde üye ülkeler için belirlenen bazı hedefler aşağıdaki gibidir (European Union, 2004: 28):

- Cam için ağırlığın yüzde 60'ı;
- Kağıt ve tahta için ağırlığın yüzde 60'ı;
- Metaller için ağırlığın yüzde 50'si;
- Plastikler için ağırlığına göre yüzde 22,5 (sadece plastik haline geri dönüştürülen maddeler sayılır);
- Odun için ağırlığın yüzde 15'i geri dönüştürülmelidir/geri kazanılmalıdır.

Geri dönüşüm/geri kazanım için en önemlisi ayrıştırma sürecidir. Bu süreçte geri dönüşüme/geri kazanıma tabi olacak olan atıklar bertaraf edilecek atıklardan ayrıştırılır. Ayrıştırmanın üç yöntemi bulunmaktadır. Birincisi, atıkların direkt kaynakta ayrıştırılmasıdır. Katı atıkların üretildiği ev, ofis, iş yeri, okul, hastane, sanayi vb. alanlarda çeşitli geri dönüşüm kutuları yardımıyla atıkları üretenlerce diğer atıklardan ayrıştırılmasıdır. Bu yöntem çevre bilincinin güçlü, eğitim seviyesinin yüksek, belediye ve vatandaşların iş birliği içinde olduğu bölgelerde daha çok görülmektedir. Burada bir belediyenin en önemli faaliyeti, gerekli olduğu düşünülen alanlara geri dönüşüm konteynerleri yerleştirmesi, apartmanlara ve iş yerlerine geri dönüşüm kutuları dağıtması ve bu atıkları düzenli bir şekilde toplaması ve vatandaşı motive etmesidir. İkincisi, katı atıkların toplanması sırasında gerçekleştirilecek ayrıştırmadır. Bu yöntemde toplama işiyle görevli olan çalışanlarca geri dönüştürülebilir atıklar toplama aracının özel bir bölümünde toplanır. Bu yöntemin en büyük dezavantajı toplama faaliyetinin süresini uzatmasıdır. Üçüncü yöntem ise katı atıkların getirildikleri merkezlerde ayrıştırılmasıdır. Bu yöntemde bertaraf edilecek atıklar ile geri kazanıma/geri dönüşüme tabi atıklar birlikte getirilir ve merkezlerde kontrollü bir şekilde ayrıştırılır. Bu yöntemin kontrollü olarak yapılması avantaj sağlarken, geri dönüştürülecek atıkların kirlenmesi ve ayrıştırma yapacak görevlilerin ayrı bir maliyet çıkarması dezavantajlarını oluşturmaktadır.

5.3.5. Bertaraf Etme

Günümüzde özellikle sanayileşmiş ülkeler hızlı ve güvenli atık imhası sorunuyla uğraşmaktadırlar. Biyolojik olarak parçalanmayan ve radyoaktif kalıntılar gibi zehirli atıklar, stratejik olarak imha edilmedikleri takdirde çevreye ve insan sağlığına telafi edilemeyecek zararlara neden olabilmektedir. Atıkların bertaraf edilmesi son yıllarda endişe konusu olsa da asıl sorun, “nüfus ve sanayileşme”, yani atık üretimine katkıda bulunan bu iki önemli faktörün büyümesiyle büyük oranda pay almaktadır. Atık bertaraf yöntemlerinde bir miktar ilerleme kaydedilmekle birlikte, yine de yeterli değildir. Zorluk daha yeni ve tehlikeli olmayan atık bertaraf yöntemlerini tespit etmek ve bu yöntemleri kullanmaktır. Bugün katı atıkların

bertarafında önleme, kompostlama, depolama ve termal yöntemler gibi birçok yol izlenmektedir.

5.3.5.1. Önleme

Atık önleme bir dizi politika seçeneklerini kapsar ve geniş bir yarar yelpazesine sahiptir. Kaynaklı atık üretimini hedefleyen bu, kompostlama, depolama ve termal bertaraf yöntemleri seçenekler haline gelmeden önce atık miktarını ve toksisitesini düşürmektedir. Atıkların önlenmesi, üretilen atıkların çevreye ve insan sağlığına olan olumsuz etkilerini azaltma önlemlerini de içermektedir. Atıkların önlenmesi, ürünlerin yaratılmasında kullanılan maddenin miktarını azaltarak ve ürünlerin bir kez yaratıldığı zaman verimliliğini artırarak elde edilebilmektedir. Gereksiz tüketimin sınırlandırılarak atığın önlenmesi ve daha az atık üreten ürünler tasarlanması ve tüketilmesi, katı atıklardan kaçınma biçimidir. Atıkların önlenmesi, bir ürün bir kez ömrüne ulaştığında üstlenilebilecek eylemleri de kapsar. Ürünü atmadan ziyade, yeniden kullanmayı, onarır veya yenileme seçeneğini seçenekler olarak düşünmelidir. Bir ürünün kullanım ömrünü uzatmak veya yeniden kullanım gibi seçenekleri göz önünde bulundurmak, atık akışlarının saptırılmasına rağmen önleme biçimleridir (European Commission Directorate, 2012: 7).

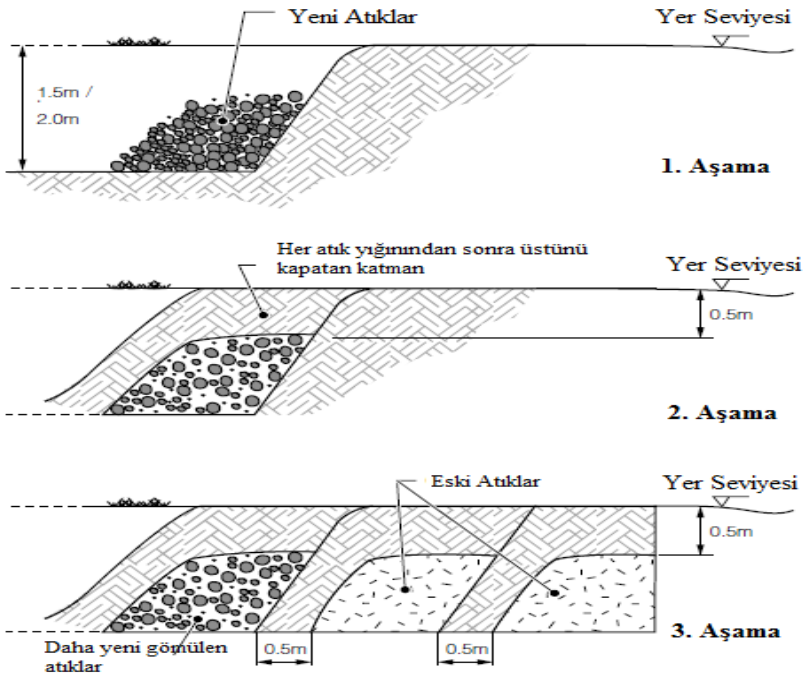
5.3.5.2. Kompostlama

Doğal ekosistemlerin, organik materyalleri yararlı bir nihai ürün haline getirmek için kanıtlanmış bir yöntemi vardır. Gıda zincirinde bulunan ayrıştırıcılar, doğanın organik atıklarını parçalayıp toprağın organik bileşeni olan humus haline getirir. Kompostlama, atıkların bozunmasını hızlandırmak için doğal parçalanma sürecinden yararlanmanın bir yoludur. Atıkları yönetmeyle ve çevreye duyarlı bir biçimde yiyecek üretme konusundaki son endişeler, küçük ölçekli, arka bahçecilikte kompostlama konusunda yenilenmiş bir yarar sağlamanın yanısıra büyük ölçekli, ticari ve belediye kompostlama sistemleri geliştirmeye de ilgi uyandırmıştır. Başarılı kompostlama sistemleri tasarlamak, havanın hareketi, karbon ve azot alımı, ısı

üretimi ve transferi gibi bazı biyolojik, kimyasal ve fiziksel süreçlerin anlaşılmasını gerektirir (compost.css.cornell.edu).

5.3.5.3. Düzenli/Düzensiz (Vahşi) Depolama

Düzenli depolama, atıkların bir depolama alanına boşaltılmasını içerir. Depolama alanı atıkların ve yeraltı sularının arasında bir bariyer görevi gören ve zehirli kimyasalların su bölgesine sızmasını önleyen koruyucu bir astarla hazırlanır. Atık katmanları sıkıştırmaya tabi tutulur ve daha sonra bir toprak tabakası ile kaplanır. Gözeneksiz olan toprak, kaza sonucu zehirli kimyasalların sızıntısının savunmasızlığını hafifletmek için tercih edilmektedir. Yeraltısuyu seviyesi düşük ve taşkın kaynaklarından uzak yerlerde depolama yapılmalıdır. Bununla birlikte, düzenli depolama alanlarını korumak için yeterli sayıda kalifiye insan gücü gereklidir(norcalcompactors.net).



Şekil 20: Basit Bir Depolama Alanı

Kaynak: Harvey, Peter, Baghri, Sohrab, Reed, Bob, *Emergency Sanitation: Assessment And Programme Design, Water, Engineering and Development Centre*, Loughborough University, England, 2002: 117.

Düzensiz (Vahşi) depolama da ise, atıklar planlanan bir depolama alanına boşaltılmaz. Genellikle gelişmemiş ülkelerde rastlanılan, yerleşim yerlerinden uzak olmasının temel alındığı, hiçbir plan ve programa tabi olmaksızın rasgele biriktirilen, atıkların rüzgar, yağmur suları ve doğal bozunmayla yok olduğu depolama şeklidir. Düzensiz depolama atıkların ürettiği toz, gaz ve kötü kokuların atmosfere yayılmasına, yağmur suları ile atık sularının karışarak yeraltı sularına karışmasına ve bölgedeki ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır.

5.3.5.4. Termal Bertaraf Yöntemleri

Günümüzde, teknolojideki ilerlemeler ile atıkların bertaraf edilmesi için yeni yöntemler geliştirilmiştir. Atıkların bertarafında termal yöntemler bunların en belirginlerinden biridir. Termal yöntemleri yakma, piroliz ve gazifikasyon, plazma oluşturmaktadır.

Yakma en yaygın ısıl işlem prosesidir. Bu, oksijen varlığında atıkların yanmasıdır. Yakıldıktan sonra atıklar karbondioksit, su buharı ve kül haline dönüştürülür. Bu yöntem ısıtma veya elektrik tedariki için kullanılacak enerjiyi geri kazanmanın bir aracı olarak kullanılabilir. Bu yöntemin avantajı önemli ölçüde miktar ve hacim açısından katı atığı azaltmaktadır. Tüm atıkların yakılabilir olmaması, zehirli kimyasalların atmosfere salınımı, külün atılması durumu (zehirli maddeler külün içinde yoğunlaşmıştır) dezavantajlarını oluşturur. Kısa vadeli bir çözüm olan yakma işlemi potansiyel olarak yararlı olmakla birlikte küllerin geri dönüşümü veya kompostlanması ile dezavantajları daha da azaltılabilir.

Piroliz ve gazifikasyon, organik atıkların yüksek sıcaklıklara ve düşük oksijen seviyelerine maruz bırakılarak ayrıştıkları benzer işlemlerdir. Piroliz oksijene izin vermezken gazifikasyon düşük oksijenli bir ortam kullanır. Bu teknikler, biyokütleyi başka formlara dönüştürmek için ısı ve oksijen dolu bir ortam kullanır. Bu prosesler ile yanıcı ve yanıcı olmayan gazların yanı sıra pirolizojen sıvı karışımı üretilir. Bu ürünlerin tamamı yüksek bir ısı değerine sahiptir ve kullanılabilir.

Gazifikasyon, diğer geri dönüşüm yöntemlerinin karakteristik olan hava kirliliği ve enerji geri kazanımlı atıkların yakılmasına izin verdiğinden avantajlıdır.

Plazma, toplu davranış sergileyen, yüklü ve nötr parçacıkların yarı-nötr bir gaz olarak tanımlanmaktadır (Fracis, 1984: 3). Plazma, iyonlaşma derecesine ve ağır parçacıklar ile elektronlar arasındaki sıcaklığın farkına göre ısısal olmayan ve termal plazma olarak sınıflandırılabilir (Tendero, Tixier, Tristant, Desmaison ve Leprince,2006: 3). Termal plazma, ağır partikül ve elektron sıcaklıkları arasındaki yaklaşık eşitlik ile karakterize edilebilir ve yüksek sıcaklık ve yüksek enerji yoğunluğu gibi birçok avantaja sahiptir. Elektrikle üretilen termal plazma yaklaşık 10.000 ^{0}C veya daha fazla sıcaklığa erişebilirken, fosil yakıtları yakmakla yalnızca 2.000 ^{0}C'lik bir üst sıcaklık sınırı elde edilebilir. Bu nedenle, termal plazma geleneksel olarak yüksek sıcaklık ve büyük entalpi proseslerinde kullanılmaktadır. Termal plazma teknolojisi, kesme, kaynak, püskürtme, metalurji, kütle spektroskopisi, nano boyutlu parçacık sentezi, toz küre biçimlendirme ve atık işleme gibi çeşitli endüstriyel faaliyetlerde uygulanmıştır (Byun, Cho, Hwang ve Chung, 2012: 183). Termal plazma ile camsı bir hale gelen katı atıklar hammadde olarak kullanılmaktadır.

5.4. Katı Atıklarda Sürdürülebilirlik

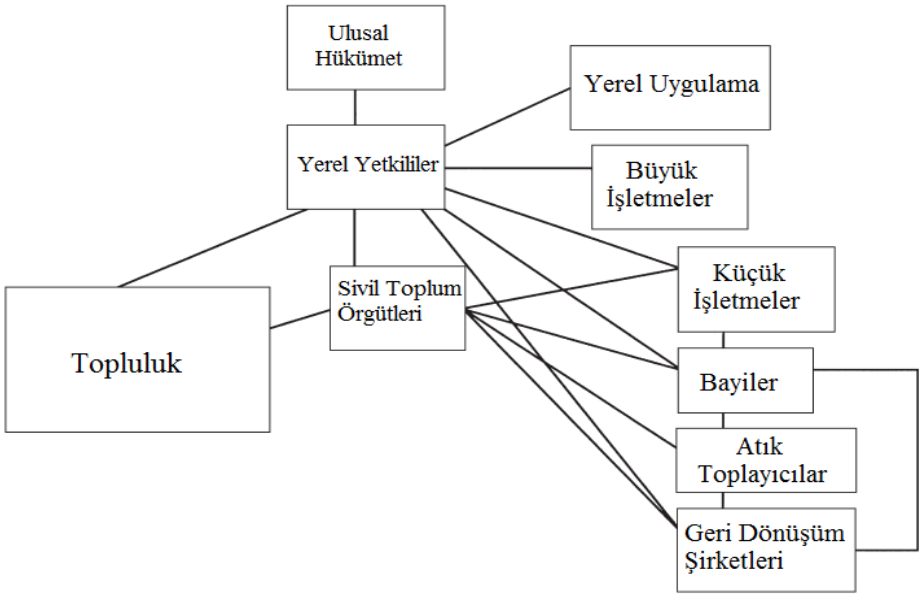
Katı atıklar, çevreyi, ekonomiyi, insan sağlığını ve kültürü etkileyen bir kavram olduğundan sürdürülebilirlik faaliyetlerinin uygulama alanlarından biri haline gelmiştir. Öyle ki, Ezeah ve Roberts (2012), sürdürülebilir Katı Atık Yönetimi için tarafların çevreyi sürekli iyileştirmeyi, doğrudan sağlık yararları sağlamayı, ekonomik üretkenliği desteklemeyi, onurlu ve güvenli istihdam sağlamayı amaçlaması gerektiğini yazmışlardır. Baud, Grafakos, Hordijk ve Post (2001), Sürdürülebilir Katı Atık Yönetiminde potansiyel tarafların dağılımını şu şekilde yapmaktadır ve aralarındaki etkileşimi Şekil 21'deki gibi göstermiştir.

- Merkezi bir tarafı oluşturan kamu sektörü (ulusal otoriteler, yerel yönetimler ve yerel kamu daireleri)

- Özel sektör (toplama, taşıma, elden çıkarma ve geri dönüşüm gerçekleştiren büyük ve küçük kayıtlı şirketler)

- Küçük ölçekli, tanınmayan özel sektör (atık toplayıcılar, seyyar alıcılar, atık madde tüccarları ve kayıtlı olmayan küçük ölçekli işletmeler);

- Yerel toplum ve temsilcileri (STK'lar vb.)



Şekil 21: Sürdürülebilir Katı Atık Yönetiminde Tarafların Etkileşimi

Kaynak: Baud, Isa, Grafakos, Stelios, Hordijk, Michaela, Post, Johan, "Quality of Life and Alliances in Solid Waste Management: Contributions to Urban Sustainable Development", *Cities*, Vol. 18, No. 1, 2001, p. 5.

Baud vd.(2001), gelecek kuşaklara sürdürülebilirliği teşvik etmek için şu hedeflerden bahsetmiştir:

- Atık üretimi asgariye indirilmeli
- Malzemenin yeniden kullanılması ve geri dönüşümü maksimize edilmeli
- Geri kalan kontrollü bir şekilde bertaraf edilmeli
- Sürdürülebilir atık yönetimi sektöründe daha iyi eşgüdüm sağlanmalı

- Hem tüketiciler hem de yerel yönetimler (ve ilgili yerlerde özel işletmeler) için maddi açıdan uygun bir sistem sağlanmalı
- Yaşamlarını idame edecek bir ücretle istihdam (ve minimum iş güvenliği) sağlanmalı
- Sağlık ve güvenlik yönlerine dikkat edilmeli
- Temiz ve sağlıklı kentsel çevre açısından daha etkinlik
- Taraflar ve tüketicilerin gözünde yasaya uygunluk.

5.4.1. Katı Atıkların İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Artan nakliye ve bertaraf maliyetleri ile atık çöplükleri için arazi olmaması, üretilen atık miktarını en aza indirgeme ve alternatif arıtma sistemleri geliştirme ihtiyacı olduğunu açıkça göstermiştir. Atıkların önlenmesi nihai hedeftir, ancak bu sadece birkaç alanda mümkündür. Ekonomik kısıtlamalar, siyasi irade eksikliği ve daha temiz üretim süreçlerine geçiş zaman gerektirdiğinden, çevresel korumanın önemi artık kabul edilmiş olsa da, mevzuatın uygulanması genellikle yavaştır.Birçok ekonomik açıdan az gelişmiş ülkelerde, özellikle hükümet kurumları ve sivil toplum örgütleri içinde çevre bilinci artmaktadır. Bununla birlikte, bu ülkelerde politikaları değiştirmek ve sanayileşmiş ülkelerden daha uygun önlem almak daha da zordur (Lardinois ve van de Klundert, 1993: 35).Bu zorlukların yanında nüfusun artması da büyük bir sorun teşkil etmektedir. Nüfusun artışı gıda ve diğer zorunluluklara olan talebi de arttırmakta böylece atıkta da artış görülmektedir. Bazı insanlar bu atıkları hastalıkların yayılmasına yardımcı olan sinek, böcek, sıçan vb. tarafından cazibe alan sokaklara, yollara ve diğer kamusal alanlara atarlar. Bunun yanında evsel atıkların genellikle parçalı ve ıslak olması kötü kokuya neden olmaktadır. Atıklardan sızan sular yeraltı sularına karışarak salgın hastalıkların oluşmasına neden olur (Avinash, Manoj ve Eonkar, 2008: 78).

5.4.2. Katı Atıkların Çevresel Etkileri

Atıkların toplanması veya uygun olmayan biçimde atılması çevre için zararlı bir etkiye neden olabilmektedir. Düşük ve orta gelirli ülkelerde, Katı Atık Yönetimi genellikle plansızca boş alanlarda ve mahalle aralarında toprağa verilmektedir. Ayrıca çevresel tehditler, yer altı sularının ve yüzey sularının sızıntı suyu ile kirlenmesini ve atık yakma kaynaklı hava kirliliğini içermektedir.

Herhangi bir ikincil ürün elde edilemeyecek olan katı atıkların toplam küresel sera gazı emisyonlarının neredeyse yüzde 5'i oluşturduğu tahmin edildiği için bu sera gazı emisyonları büyük bir endişe kaynağı haline gelmektedir. Katı atıklar ayrıca önemli ölçüde somutlaşmış sera gazı emisyonlarını da içermektedir. Örneğin, kağıtla ilişkili sera gazı emisyonlarının çoğu Katı Atık Yönetimi olmadan önce gerçekleşir. Bu nedenle, Katı Atık Yönetimi programları aracılığıyla atık minimizasyonunun teşvik edilmesi, büyük oranda sera gazı minimizasyonunda fayda sağlayabilir.

Depolama alanlarındaki metan, toplam küresel metan emisyonlarının yüzde 12'sini temsil etmektedir. Depolama alanları, 2010 yılında belediye atık sektörüne atfedilen metan emisyonlarının neredeyse yarısından sorumludur. Atık kompozisyonuna, iklim koşullarına (ortam sıcaklığı, yağış) ve atık bertaraf etme uygulamalarına bağlı olarak, dolumlardan kaynaklanan metan seviyesi ülkeye göre değişmektedir.

Organik biyokütle, anaerobik olarak bir düzenli depolama sahasında parçalanır. Anaerobik dekompozisyonun bir yan ürünü olan atık depolama gazı, metan (tipik olarak yüzde 50) ve karbon dioksit ve diğer gazlardan oluşur. Karbon dioksitten 21 kat daha fazla bir Küresel Isınma potansiyeline sahip olan metan, karbondioksitten sonra ikinci en yaygın sera gazıdır (Hoornweg vd., 2012: 30). Atık yönetiminden kaynaklanan sera gazı emisyonları kolayca azaltılabilir. Avrupa Birliği'nde atıktan kaynaklanan sera gazı emisyonu oranı 1990 yılından 2007 yılına

kadar yılda 69 milyon ton CO_2'den düşerek yılda 32 milyon ton CO_2'ye gerilemiştir (ISWA, 2009: 5).

5.4.3. Katı Atıkların Ekonomik Etkileri

Katı atık yönetim sistemlerinin mali sürdürülebilirliği, düşük ve orta gelirli ülkelerin karşılaştığı en büyük zorluklardan biridir. Katı Atık Yönetimi maliyetlerini karşılama ücretleri her zaman mevcut değildir ve yönetimin gerçekleştiği yerlerde sorumlu yetkililer tarafından etkin bir şekilde yükseltilemezler. Bu durum toplam Katı Atık Yönetimi miktarının (işletme masraflarının yanı sıra sermaye harcamaları) nadiren karşılandığı anlamına gelir.Ücretler, yalnızca masrafları karşılamak için değil aynı zamanda atık azaltma, geri dönüşüm ya da özel işlem ve imha seçenekleri için teşvikler sağlamak için de kullanılabilir. Atıkların azaltılması veya geri dönüştürülmesinin özendirilmesi için mevcut olan ürün ücretleri, atık-iade sistemleri, belirli ürünler için vergiler veya vergi indirimleri, gümrük vergileri, atıklardan enerji üretiminde muafiyet gibi diğer ekonomik araçlarda kullanılabilir. Katı Atık Yönetimi için bu geniş kapsamlı ekonomik enstrümanlar şimdiye kadar düşük ve orta gelirli ülkelerde nadiren kullanılmaktadır (BMZ, 2015: 3). Daha gelişmiş ülkelerde ise Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) ile birlikte katı atık miktarı istikrarlı bir şekilde büyüme göstermektedir. Örneğin, kişi başına düşen belediye atığı toplam miktarı, 1980'den 2005'e kadar Kuzey Amerika'da yüzde 29, OECD'de yüzde 35 ve 15 AB ülkesinde yüzde 54 artış göstermiştir. Bu nedenle ülkeler yeni politikalar geliştirmekte, atık üretiminin önüne geçmek için her geçen gün yeni yollar aramaktadır (Sjöström ve Östblom,2010: 1545). Öyle ki AB 2020 yılına kapsayan 7. Çevre Eylem Planında katı atıklar için şu hedefleri belirtmiştir; Oluşan atık miktarını azaltmak, geri dönüşüm ve tekrar kullanımını maksimize etmek, yakılmayı geri dönüştürülemez malzemelerle sınırlandırmak, geri dönüşümü mümkün olmayan ve geri kazanılmayan atıklarla dolumu aşamalı yapmak, atık politikasının tüm üye devletlerde tam olarak uygulanmasını sağlamak (ec.europa.eu/).

Mali açıdan sürdürülebilir bir Katı Atık Yönetimi için tüm masrafların değerlendirilmesi ve sürekli izlenmesi gerekir. Bu durum maliyet düşürme potansiyellerini görünür kılar ve verimli bir yönetim için gereklidir. Bunun yanında işletme maliyetleri toplam atık yönetimi maliyetlerinin yüzde 60-85'ini oluşturur. Dolayısıyla işletme giderlerini karşılayacak mekanizmalar katı atık yönetim hizmetlerinin sürdürülebilir olmasını sağlamak açısından son derece önemlidir. Düşürülen işletme maliyetleri verimliliği arttırıcı yeni teknolojilerin kullanımına zemin hazırlar. Yerel yetkililer, yasal destek, rehberlik / eğitim ve ulusal ve eyalet hükümetleri tarafından tamamlayıcı tedbirler alınmadan maliyet iyileştirmesi için ekonomik araçları başarıyla uygulayamazlar. Finansman konularında hükümet düzeyleri arasında yakın koordinasyon kilit önem taşımaktadır (BMZ, 2015: 4).

5.4.4. Katı Atıkların Kültürel Etkileri

Toprak ve su varlığı çok eski dönemlerden beri insanlık için yaşamın kaynağı olarak görülmüştür. Birçok topluluk toprağı ve suyu ekonomik ve manevi refah kaynağı ve fiziksel beslenmenin kaynağı olarak görmüş ve ellerinde bulunan bu varlığı en temiz şekilde kullanmaya çalışmışlardır. Arazinin bu denli sağlıklı kullanımı inanç sistemleriyle yakından bağlantılıdır. Fakat günümüzde artan nüfusla birlikte insanların yaşam kaynağı olarak gördükleri varlıklar değişmiş ve ürettikleri fazla miktarda atığı toprağa ve suya gelişigüzel bir şekilde bırakmaya başlamışlardır. Az gelişmiş ülkelerde düzensiz (vahşi) depolamanın yaygın olarak görülmesi, üretime tabi arazilerde tarımsal atıkların plansızca yakılması, hafriyat atıklarının boş arazilere gelişigüzel boşaltılması, denizlerin ve okyanusların yapılan her türlü düzenlemeye rağmen kirletilmesi bunun en çarpıcı örneklerindendir. Düzenli depolama yapılmaması ise bilgi eksikliği ve tutumlarla çok yakından ilişkilidir. Öyle ki, bilgi ve tutumun Katı Atık Yönetimiyle ilişkisini araştıran Kinyua, Pertet ve Ogwayo (2016), Katı Atık Yönetiminin sağlıklı bir şekilde yapılmamasının nedenini yaş, eğitim durumu, cinsiyet, aile büyüklüğü ile değil bilgi eksikliği ve tutumla ilişkili bulmuşlardır. Benzer bir şekilde kültür ve katı atık arasındaki ilişkiyi araştıran Crociata, Massimiliano ve Sacco (2015), bazı kültürel etkinliklere katılma eğilimi ile

atık geri dönüşüm yönergeleri ve emirlerine uyma eğilimi arasında güçlü bir pozitif korelasyon olduğu sonucuna varmıştır.

ALTINCI BÖLÜM

Bu bölümde, Edirne ile ilgili genel bilgiler, Edirne ilindeki katı atık durumu, Edirne ilinde mevcut katı atık tesisine ait maliyet kalemleri, katı atıktan elektrik enerjisinin üretilmesi ve katı atık tesisleri hakkında SWOT anilizi detaylı bir şekilde incelenecektir.

EDİRNE İLİNDE KATI ATIK TESİSİ

Katı Atık Yönetimi dünyada ve ülkemizde her geçen gün önemi daha da fark edilen bir süreçtir. Bu süreç özellikle yerel yönetimlerin baş görevlerinden biri haline gelmiştir. Çünkü artan nüfus ve buna bağlı olarak şehirleşme katı atıklarda artışa neden olmakta, bu durum çevrenin de daha çok korunması ihtiyacını doğurmakta, canlı sağlığını tehdit eden atıkların bir şekilde toplanması ve bertarafını gerektirmektedir. Yerel yönetimlerin asli görevlerinden birisi de kapsamı içinde bulunan halkın sağlığını ve huzurunu gözetmektir. Bu bağlamda birçok belediye gibi Edirne Belediyesi'de Katı Atık Yönetimi konusunda çalışmalarını arttırmıştır. Bu bölümün genelinde Edirne Katı Atık Yönetim Birliği (EDİKAB), TUİK, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan sağlanan bilgiler ışığında Edirne ili ile ilgili genel bilgilerden, katı atık durumundan, EDİKAB kapsamında kurulan bertaraf tesisinin maliyet kalemlerinden, biyogaz oluşumundan elektrik üretilmesinden, Edirne ilinde kurulacak bir elektrik tesisinin ne gibi faydalar yaratacağından ve katı atık tesisleri hakkında bir SWOT analizinden bahsedilecektir.

6.1. Edirne İli İle İlgili Genel Bilgiler

Edirne, yurdumuzun kuzeybatısında olup 41 40 kuzey paraleli, 26 34 doğu meridyenleri arasında ger almaktadır. Kuzeyinde Istranca Dağları, orta bölümünde Ergene Havzası, güneyinde dağ ve platolar ile Meriç Deltası bulunur. Edirne ilinin en büyük nehri ülkenin Yunanistan ile sınırını oluşturan ve sınır boyunca uzunluğu 187 km'yi bulan Meriç Nehri'dir. Bunu takiben 12 km'lik bölümü Bulgaristan ile sınır oluşturan toplam uzunluğu 56 km olan Tunca Nehri ile birlikte Ergene ve Arda nehirleri de il sınırları içinde yer almaktadır. Marmara Bölgesi'nin Trakya kısmında bulunan Edirne'nin güneyinde Ege Denizi, Kuzeyinde Bulgaristan, batısında Yunanistan, doğusunda Tekirdağ, Kırklareli ve Çanakkale illeri yer almaktadır. Edirne ili ilçeleri ve komşularıyla ilgili görsel Şekil 22'de gösterilmiştir.



Şekil 22: Edirne İli ve İlçe Sınırlarını Gösteren Kroki

Kaynak: Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü

Yüzölçümü 6.098 km^2 Edirne ilinin, deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 41 metredir. Edirne idari olarak bir merkez ilçe olmak üzere toplam 9 ilçe ve 248 köyden oluşmaktadır. İdari yapıya ait dağılım Tablo 39'da gösterilmiştir.

Tablo 39: Edirne İlinde İlçeler İtibariyle Belediye Ve Köy Sayıları

İLÇE ADI	BELEDİYE SAYISI	KÖY SAYISI
Merkez	1	37
Enez	1	19
Havsa	1	22
İpsala	7	16
Keşan	6	44
Lalapaşa	1	27
Meriç	3	21
Süloğlu	1	10
Uzunköprü	3	52
TOPLAM	**24**	**248**

Kaynak: EDİKAB

Edirne ilinde kırsal alanda oba, mezra olarak nitelenen köy altı yerleşim yerleri mevcut değildir. Yerleşim şekli genellikle toplu yerleşimdir. İl dahilinde merkez ilçe haricinde toplam 8 ilçe, 15 kasaba belediyesi olmak üzere toplam 24 belediye bulunmaktadır.

Edirne ili hem Akdeniz hem de Orta Avrupa'ya özgü kara ikliminin etkisi altında bulunan bir geçiş bölgesidir. Bölge iklimi aynı zamanda Karadeniz, Marmara ve Ege denizlerinin etkisiyle de zaman ve mekâna göre değişiklik gösterebilmektedir. Buna bağlı olarak mevsimsel değişikliklerde görülmekte, kış mevsiminin bir bölümü

Akdeniz iklimi nedeniyle ılık ve yağışlı geçerken, bir bölümü kara iklimi nedeniyle sert ve kar yağışlı geçmektedir. Yazları sıcak ve kurak, bahar dönemi yağışlı geçmektedir. Özellikle bitkisel üretimin yoğun olduğu Ergene Havzası sert bir kara iklimine sahiptir. Yörenin dağlarla çevrili olması ve bu dağların deniz ikliminin geçişini engellemesi bu iklim yapısını ortaya çıkarmaktadır.

Edirne ilinin yıllık ortalama sıcaklık değeri 13,8 °C, en yüksek sıcaklık değeri 44,1 °C Temmuz ayında, en düşük sıcaklık değeri -19,5 °C Ocak ayında gerçekleşmiştir. Bununla birlikte yıllık ortalama güneşlenme süresi 75,6 saat, ortalama yağışlı gün sayısı 107,7 gündür.

Edirne ilinin nüfusu 2015 sayımlarında toplam 402.537 (203.349 erkek, 199.188 kadın) kişiden oluşmakta, bunun 306.827'si şehirde, 95.710'u köylerde bulunmaktadır. Merkez ilçe 171.386, Enez ilçesi 10.580, Havsa ilçesi 19.380, İpsala ilçesi 28.249, Keşan ilçesi 81.054, Lalapaşa 6.979, Meriç 14.259, Süloğlu 7.457 ve Uzunköprü 63.193 nüfusa sahiptir. Edirne ilinde göç alma-verme oranları ise birbirine çok yakındır. TOBB (2015) hazırladığı ekonomik durum raporunda, Edirne ilinin 2015 yılında 18.779 kişi göç aldığını, 17.458 kişinin ilden göç ettiğini göstermekte, net göç oranının yüzde 3,3 olduğunu belirtmektedir.

Edirne ilinin ekonomik yapısına bakıldığında her geçen yıl bir büyüme görülmektedir. Öyle ki, TUİK verilerine göre 2012 yılında 7.383.429 bin TL olan GSYİH 2013 yılında 8.191.213 bin TL, 2014 yılında ise 9.324.917 bin TL olmuştur. Verilerin güncel hali yayınlanmamış olsa dahi Edirne ilinin GSYİH değerinin günümüze kadar artış gösterdiği tahmin edilebilir. Edirne ilinin başlıca gelir kaynağı tarımdır. TUİK verilerine göre ilde bulunan toplam tarımsal alan 2016 yılında 3.201.203 dekar, bunun 3.075.802 dekarı ekilen alan,6.454 dekarı nadas alanı, 57.538 dekarı sebze bahçeleri alanı, 58.909 dekarı meyve, içecek ve baharat bitkileri alanı ve 2.500 dekarı süs bitkileri alanından oluşmaktadır. Bunun yanında hayvancılık faaliyetleri de ilde artan hayvansal ürün ihtiyacına paralel olarak artış göstermektedir. Sanayinin yoğun olduğu Edirne ilinde çoğunluğunu inşaat, yük ve yolcu taşımacılığı ve gıda ürünleri imalatı ve ticaretini kapsayan işyeri sayısı Türkiye

Esnaf ve Sanatkârları Odası verilerine göre 2017 yılında toplam 15.956 adettir. Gıda ürünleri imalatı ve ticaretinin büyük bir bölümünü 53 işyeriyle çeltik, 22 iş yeriyle süt ve süt ürünleri, 21 işyeriyle un, 15 işyeriyle yağ oluşturmaktadır. Tarihi mirasın yoğun olduğu Edirne ilinde hizmet sektörü de gelişmeye her zaman açıktır. Nitekim, Edirne Ticaret ve Sanayi Odası'na kayıtlı otel, restoran, lokanta sektöründe 185 üye bulunmaktadır. Bunun yanında eğitim, sağlık, idari destek alanlarında da 267 üye faaliyet göstermektedir. Edirne ilinin dış ticaret değerleri de her geçen yıl olumlu yönde artış göstermektedir. TOBB verilerine göre 2013 ihracatı 31.347 milyon $ iken, bu değer 2014'te 42.326 milyon $ ve nihayetinde 2015'te 43.727 milyon $'a ulaşmıştır. İthalat değerleri ise azalış göstermektedir. Öyle ki, 2013 yılında 101.925 milyon $ olan ithalat değeri, 2014'te 89.163 milyon $ ve 2015'te 76.282 milyon $'a gerilemiştir.

6.2. Edirne İli Katı Atık Durumu

Edirne ilinde Katı Atık Yönetimi 3 bölgeye ayrılmıştır. Atıklar, Edirne Katı Atık Yönetim Birliği (EDİKAB), Orta Edirne Katı Atık Yönetim Birliği (OREKAB) ve Güney Edirne Katı Atık Yönetim Birliği (GÜNEKAB) tarafından yönetilmektedir. EDİKAB, Edirne Belediyesi, Havsa Belediyesi, Süloğlu Belediyesi ve Lalapaşa Belediyesi sınırları içinde kalan alanlar ve birliğe sonradan üye olacak mahalli idarelerin yetki alanlarının birlik faaliyet alanı içinde kalan kısmı kadarı birlik yetki alanı ile sınırlıdır. OREKAB, Uzunköprü İlçe, Meriç İlçe, Küplü, Subaşı, Kırcasalih belde belediyelerinden olmak üzere 5 Belediye ve Edirne İl Özel İdaresi'nin bir araya gelmesiyle kurulmuş bir birliktir. GÜNEKAB ise, Keşan, İpsala, Enez ilçe belediyeleri ile Beyendik, Çamlıca, Mecidiye, Paşayiğit, Yenimuhacır, Esetçe, Hacı, İbriktepe, Kocahıdır, Sultan, Yenikarpuzlu belde belediyelerini kapsayan bir birliktir.

Edirne ilinin genelinde vahşi (düzensiz) depolama yapılmakta olduğundan katı atıklara yönelik herhangi bir tartımın yapılması ve sağlıklı verilerin oluşturulması zordur. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 2015 yılında oluşturduğu

Çevre Durum Raporuna göre Edirne ilindeki toplam katı atık miktarları Tablo 40'ta verilmiştir.

Tablo 40: Edirne İli 2015 Yılı Toplanan Ortalama Katı Atık Miktarı

BİRLİK ADI	BİRLİĞE ÜYE OLAN BELEDİYELER	NÜFUS	Toplanan Ortalama Katı Atık Miktarı (ton/gün)		Kişi Başına Üretilen Ortalama Katı Atık Miktarı (Kg/gün)		GENEL BİLGİLER
			Yaz	Kış	Yaz	Kış	
EDİKAB	Edirne (Merkez)	158369	198,6	183,9	1,81	1,81	Edirne ilinde herhangi bir transfer istasyonu bulunmamaktadır. Atık yönetimi hizmetini belediyeler yürütmektedir. Edirne ilinde düzenli depolama, ön işlem (mekanik ayırma/Biyokurutma/ kompost/Biyometanizasyon) ve yakma tesisi bulunmamaktadır. İlin genelinde Düzensiz (vahşi) depolama hakimdir.
	Havsa	8642	28,8	26	1,81	1,81	
	Süloğlu	3799	7,5	6	1,81	1,81	
	Lalapaşa	1632	4	3	1,81	1,81	
OREKAB	Uzunköprü	40076	98	70	1,81	1,81	
	Meriç	2818	8	6	1,81	1,81	
GÜNEKAB	Keşan	61938	104	66	1,81	1,81	
	Enez	3911	48	14	1,81	1,81	
	İpsala	8247	19	12	1,81	1,81	

Kaynak: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Edirne İli 2015 Yılı Çevre Durum Raporu, 2015: 43

6.2.1. Edirne İlinde Ambalaj Atığının Durumu

Edirne ilinde 2015 yılında ambalaj atığının toplanması ve ayrılması konusunda 4 adet, geri dönüşümü konusunda 2 adet lisanslı firma bulunmaktadır. İlde kayıtlı 1 adet ambalaj üreticisi ve bu ambalajların piyasaya sürülmesi faaliyetini gösteren 152 işletme bulunmaktadır. İldeki ambalaj atıklarıyla ilgili bilgiler Tablo 41'de verilmiştir.

Tablo 41: Edirne İli Ambalaj Atığı

Ambalaj Cinsi	Piyasaya Sürülen Ambalaj Miktarı (kg)	Geri Kazanım Oranları (%)
Plastik	1.344.964	48
Metal	1.382.612	48
Kompozit	-	-
Kağıt Karton	711.570	48
Cam	-	48
Ahşap	28.252	5
Toplam	3.467.398	-

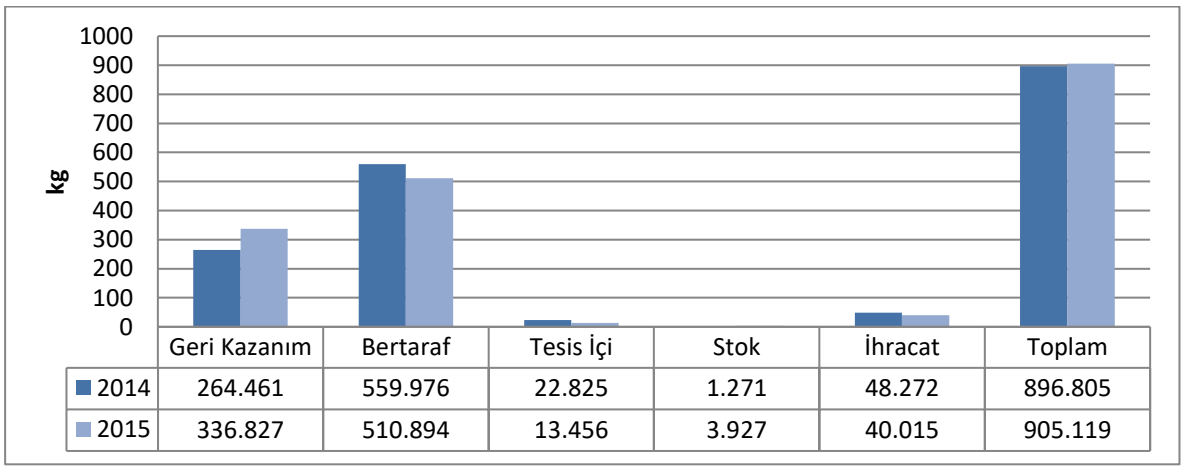
Kaynak: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Edirne İli 2015 Yılı Çevre Durum Raporu, 2015: 44.

Ambalaj atıkları, üretilen ürünün tüketici ve nihai kullanıcıya ulaşması sırasında steril kalmasını, korunmasını ve görsel sunumunu sağlayan, kullanıldıktan sonra geri dönüşümünün yapılması gereken, üretim artıkları haricindeki atıklardır. Edirne ilinde 2015 yılında toplam 3.467.398 kg ambalaj atığı piyasaya sürülmüştür. Bu atıkların büyük bölümü gündelik hayatta kullanılmakta ve belediyelerin ildeki muhtelif yerlere koyduğu geri dönüşüm konteynerleri ile toplanmaktadır. Bu

atıklarının konteynerlerde toplanmasının sağladığı en önemli fayda atıkların kirlenmesini önlemesi ve sterilizasyon maliyetini minimuma indirmesidir. Lakin Edirne ilinde 2015 yılında bu atıkların geri kazanımı yüzde 50 oranının altında kalmıştır.

6.2.2. Edirne İlinde Tehlikeli Atıkların Durumu

Tehlikeli atıklar, Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin yönetmelik kapsamında olan ve madde ile kontamine olmuş ambalajlar (boya kutuları, kimyasal kapları, yağ teneke ve varilleri vb. kısacası, üzerinde tehlikelilik işareti (yanıcı, parlayıcı, toksik çevreye zararlı gibi) bulunan ambalajlar), atık yağlar (motor, makine ve türbin yağları, sentetik ve mineral yağlar, emülsiyon ve solüsyonlar), metallerin mekanik olarak işlenmesi esnasında oluşan ve yağ bulaşmış atıklar (yağlı metal talaşları, metalik çamurlar vd.)yağlı araç parçaları, tehlikeli madde ile pislenmiş bez, eldiven, üstüpü gibi atıklar, boya ve vernik kalıntıları, eski piller ve aküler, organik solventler, floresan ve civalı ampuller, kartuş ve tonerler, pestisitler, asbest içeren maddeler vd. şeklinde çeşitlendirilebilen atıklardır. Edirne ilindeki tehlikeli atıklara yönelik bilgiler Grafik 10'da verilmiştir.



	Geri Kazanım	Bertaraf	Tesis İçi	Stok	İhracat	Toplam
2014	264.461	559.976	22.825	1.271	48.272	896.805
2015	336.827	510.894	13.456	3.927	40.015	905.119

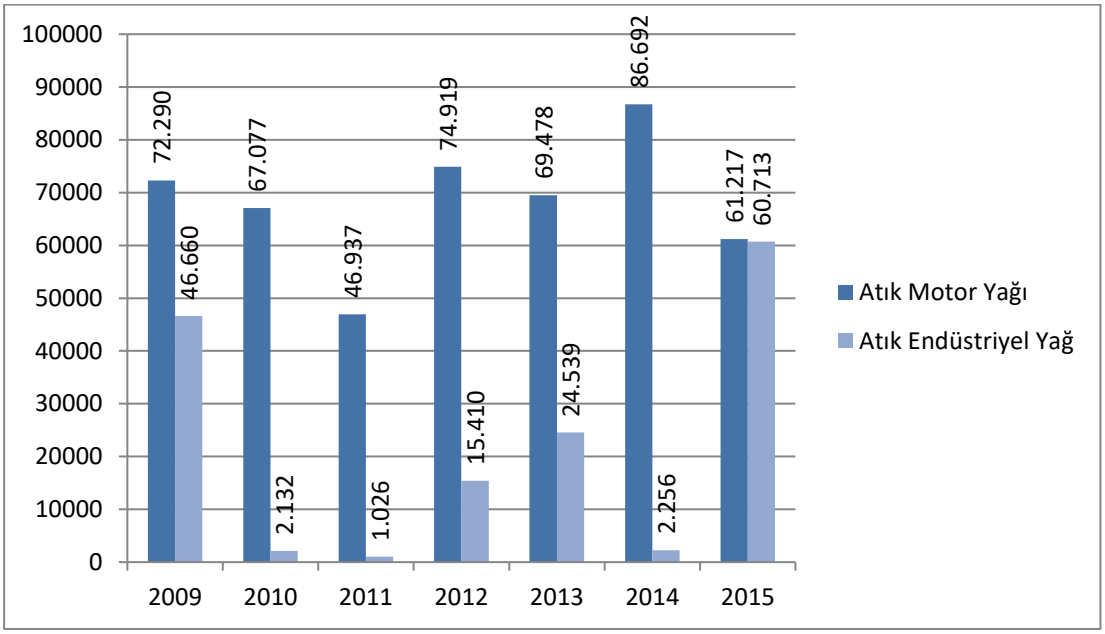
Grafik 10: Edirne İlinde Tehlike Atık Yönetimi

Kaynak: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Edirne İli 2015 Yılı Çevre Durum Raporu, 2015: 45.

Özellikle sanayi ve inşaat sektörünün gün geçtikçe önem kazandığı Edirne ilinde tehlikeli atıkların toplamı 905,119 kilogramı bulmuştur. Bu atıklar diğer atıklar gibi vahşi depolamaya ya da evsel depolama yöntemlerine tabi tutulamaz. Tehlikeli atıklar sadece tesis içinde geçici olarak depolanmalı ve geri kazanımı ya da bertarafı sağlanmalıdır.

6.2.3. Edirne İlinde Atık Yağların Durumu

Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nin eklerinde bulunan sınıflandırmada atık madeni yağlar ve bitkisel yağlar bulunmaktadır. Atık madeni yağlar, atık motor yağları ve atık endüstriyel yağlar olarak ayrılabilir. Edirne ilinin 2015 yılı atık madeni yağlarla ilgili bilgileri Grafik 11'deverilmiştir.



Grafik 11: Edirne İli Atık Madeni Yağların Miktarı

Kaynak: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Edirne İli 2015 Yılı Çevre Durum Raporu, 2015: 43.

Edirne ilinde 2015 yılında atık motor yağı miktarı 61.217 kg, atık endüstriyel yağ miktarı 60.713 kg seviyesine gelmiştir ve konuya tabi madeni

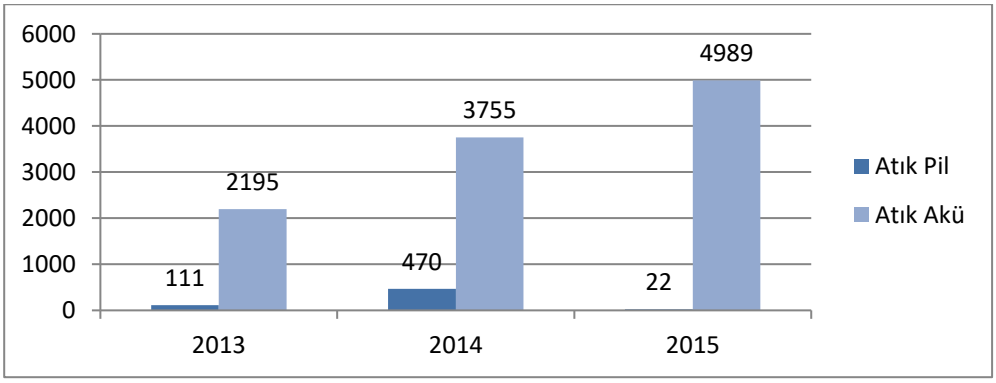
yağların 2015 yılındaki geri kazanım miktarı 95,331 ton, ihracat miktarı 40,015 ton ve stokta bulundurulan 760 tondur.

Ayrıca 2015 yılında Edirne ilinde toplanan kullanılmış kızartmalık bitkisel yağ miktarı 1,110 ton ve kullanım ömrü dolmuş bitkisel yağ miktarı 33,595 ton seviyesindedir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından geliştirilen Atık Yönetimi Uygulaması kapsamında hazırlanan bu verilerde yıllar ve miktarlar arasındaki farklılıkların en büyük nedeni atık yağların bildiriminin eksikliğidir. Atık yağlar doğaya salınımı sonucunda büyük tahribata neden olmaktadır. Bu nedenle geçici olarak depolanmalı ve geri kazanımı veya bertarafı sağlanmalıdır.

6.2.4. Edirne İlinde Atık Piller ve Akümülatörlerin Durumu

Atık piller ve akümülatörler, kullanım ömrünü tamamlamış ve evsel atıklardan ayrı bir şekilde depolanması ve toplanması gereken tehlikeli atıklardır. Edirne ilinde yıllar itibariyle toplanan atık pil ve akü miktarları Grafik 12'de gösterilmiştir.



Grafik 12: Edirne İli Atık Pil ve Atık Akü Miktarları

Kaynak: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Edirne İli 2015 Yılı Çevre Durum Raporu, 2015: 47.

Edirne ilinde 2015 yılında 4.989 kg atık akü ve 22 kg atık pil toplanmıştır. Pil gibi günlük hayatın birçok yerinde kullanılan ve ömrü tükenebilen bu ürünün bu denli az toplanmış olması hem belediyenin çalışmalarında gelişim hem de tüketicilerin çevre bilinci konusunda eğitimin gerekliliğini akla getirmektedir.

6.2.5. Edirne İlinde Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Durumu

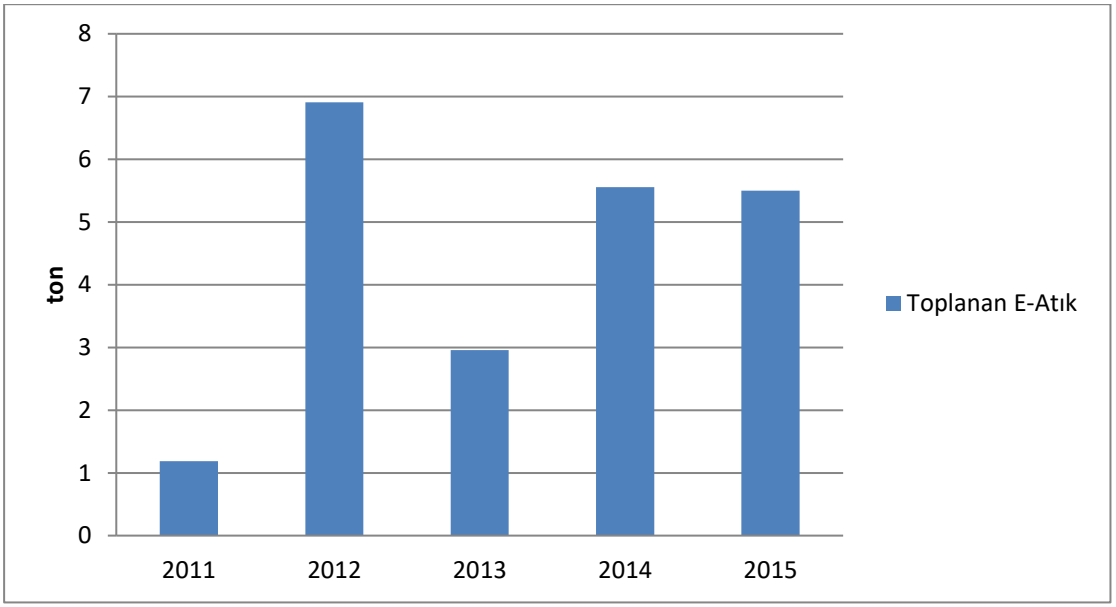
Lastik üreticileri lastiğin ömrünü uzatacak tedbirleri tasarım aşamasında alırlar. Tüketici tarafından kullanılan ve ömrü biten lastiklerin geri kazanımı esastır. Çünkü bu atıkların doğaya kontrolsüzce salınımı büyük bir tahribata ve ekolojik dengede bozulmalara neden olmaktadır. Doğada kaybolabilme yetisi çok az olan bu atıkların hangi nedenle olursa olsun dolgu malzemesi olarak kullanılması, katı atık tesislerine kabul edilmesi ya da depolanması ve yakılması yasaktır. Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği'ne göre, bu atıkları lastik tamirhaneleri, perakende satış yapanlar, kaplamacılar vd. sadece 60 gün süreyle biriktirebilmekte ve bu süre zarfında yetkili taşıyıcılara teslim etmek durumundadır.

Edirne ilinde ömrünü tamamlamış lastiklerin bertarafına ve geri kazanımına yönelik bir tesis bulunmamaktadır. Buna çözüm olarak çevre illerdeki lisanslı tesisler kullanılmakta ya da çimento fabrikalarına gönderilmektedir. Bu tesislerin lisanslı taşıma araçlarıyla toplanan lastikler geri kazanıma ya da bertarafa tabi tutulmaktadır. Edirne ilinde 2015 yılında 19,176 ton miktarında ömrünü tamamlamış lastik geri kazanıma tabi tutulmuştur.

6.2.6. Edirne İlinde Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Durumu

Atık elektrikli ve elektronik atıklar (kısaca e-atıklar), kullanım ömrünü tamamlamış, kullanımı bırakılmış, demode olmuş, hasarlı ya da parçalanmış,

içeriğinde bulunan ağır metaller nedeniyle doğaya bırakılmalarının sakıncalı olduğu atıklardır. Canlı sağlığını birinci dereceden tehdit eden, büyük hacimleri nedeniyle alan kaplayan, teknolojik gelişmeler çerçevesinde gün geçtikçe daha büyük bir sorun haline gelen e-atıklar, Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği'nde buzdolabı, soğutucular, iklimlendirme cihazları, büyük beyaz eşyalar, televizyon ve monitörler, bilişim ve telekomünikasyon ve tüketici ekipmanları, aydınlatma ekipmanları, küçük ev aletleri, elektrikli ve elektronik aletler, oyuncaklar, spor ve eğlence ekipmanları, izleme ve kontrol aletleri şeklinde çeşitlendirilmektedir. (22.05.2012 tarihinde yayımlanan 28300 sayılı Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği) Edirne ilinde e-atıkların yıllar itibariyle miktarları Grafik 13'te verilmiştir.



Grafik 13: Edirne İli E-Atık Miktarları

Kaynak: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Edirne İli 2015 Yılı Çevre Durum Raporu, 2015: 50.

6.2.7. Edirne İlinde Tıbbi Atıkların Durumu

Tıbbi atıklar, Tıbbi Atıkların kontrolü Yönetmeliği'nde "Enfeksiyon yapıcı atıklar, patolojik atıklar ve kesici-delici atıklar" olarak tanımlanmıştır. Tıbbi atıklar,

kan ve kan ürünler ve bunlarla kontamine olmuş nesneler, diyaliz atıkları (atık su ve ekipmanlar), enjektör iğneleri, iğne içeren diğer kesiciler, karantina atıkları, kullanılmış ameliyat giysileri, insani patolojik atıklar (vücut parçaları, organik parçalar, plasenta, kesik uzuvlar vb.), kullanılmış laboratuvar ekipmanları (lam, lameli, bistüri vb.), deneysel amaçlarla kullanılan kobay atıkları, hava filtreleri (bakteri ve virüs barındıran) şeklinde çeşitlendirilmektedir.

Edirne ilinde tıbbi atık toplama işlemleri belediye ile anlaşmalı lisanslı bir firma olan Şafak Temizlik İnş. San. Tic. A.Ş. tarafından gerçekleştirilmektedir. Edirne ilinin her ilçesinde Tıbbi Atık Yönetim Planı bulunmakla birlikte, bertaraf yöntemi olarak yetkili firma tarafından Edirne ilinde bulunan tesisinde sterilizayon yapılmaktadır. Edirne ilinin tıbbi atık miktarları Tablo 42'de verilmiştir.

Tablo 42: Edirne İli Tıbbi Atık Miktarı

	2012	**2013**	**2014**	**2015**
Tıbbi Atık Miktarı (ton)	483,465	603,142	600,520	655,260

Kaynak: Çevre, 2015: 50.

6.2.8. Edirne İlinde Tehlikesiz Atıkların Durumu

Tehlikesiz atıklar, Bazı Tehlikesiz Atıkların Geri Geri Kazanımı Tebliği'nde "*Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmeliğin EK-IV'ünde (*) ile işaretlenmemiş atıkları*" olarak tanımlanmaktadır. Tablo 43'te bu yönetmelik kapsamında Edirne ilinde 2015 yılına ait tehlikesiz atıklar kodları, miktarları ve geri kazanım yöntemleri ile birlikte gösterilmiştir.

Tablo 43: Edirne Sanayi Tesislerinde Oluşan Tehlikesiz Atık Miktarları

Atık Türleri ve Kodları	Atık Miktarı (ton/yıl)	Geri Kazanım Miktarı (ton/yıl)	Geri Kazanım Yüzdesi (%)	Geri Kazanım Yöntemi
İşletme sahası içerisindeki atık su arıtımından kaynaklanan çamurlar **(020204)**	0,500	0,500	100	R12
Yıkama, temizleme, soyma, santrifüj ve ayırma işlemlerinden kaynaklanan çamurlar **(020301)**	530,220	530,220	100	R9
Çözücü ekstraksiyonundan kaynaklanan atıklar **(020303)**	0,620	0,620	100	R12
Tüketime ya da işlenmeye uygun olmayan maddeler **(020304)**	217,780	217,780	100	R9-R12
İşletme sahası içerisindeki atık su arıtımından kaynaklanan çamurlar **(020502)**	5,050	2,350	47	R12
Atık kağıt ve kartonun hamur haline getirilmesi sırasında mekanik olarak ayrılan ıskartalar **(030307)**	3327,300	3327,300	100	R12
Geri dönüşüm amaçlı kağıt ve kartonun ayrıştırılmasından kaynaklanan atıklar **(030308)**	2863,810	10,940	1	R12
Mekanik ayırma sonucu oluşan elyaf ıskartaları, elyaf, dolgu ve yüzey kaplama maddesi çamuru **(030310)**	3733,450	1402,940	38	R12
İşlenmiş tekstil elyafı atıkları **(040222)**	576,206	576,206	100	R3-R12
dip külü, cüruf ve kazan tozu **(100101)**	70,620	-	-	-
Atık beton ve beton çamurları **(101314)**	30,000	-	-	-
Demir metal çapakları ve talaşları **(120101)**	25,680	25,680	100	R12
Demir metal toz ve parçacıklar **(120102)**	79,338	79,338	100	R12

Kağıt ve karton ambalaj **(150101)**	82,166	82,166	100	R5-R12
Plastik ambalaj **(150102)**	17,879	17,879	100	R5-R12
Metalik ambalaj **(150104)**	0,490	0,490	100	R12
Karışık ambalaj **(150106)**	28,220	28,220	100	R12
Cam ambalaj **(150107)**	0,045	0,045	100	R12
Ömrünü tamamlamış lastikler **(160103)**	19,176	19,176	100	R1-R12
Alüminyum **(170402)**	9,250	-	-	-
Demir ve çelik **(170405)**	111,795	12,900	12	R12
Karışık metaller **(170407)**	5,700	5,700	100	R12
Tehlikeli madde içermeyen kablolar **(170411)**	1,850	1,850	100	R12
Sitotoksik ve sitostatik olmayan ilaçlar **(180109)**	0,082	0,051	62	R13
Kentsel atık suyun arıtılmasından kaynaklanan çamurlar **(190805)**	14,440	14,440	100	R12
Atıkların mekanik arıtımından kaynaklanan kâğıt ve karton **(19120)**	5,250	5,250	100	R12
Demir metali **(191202)**	20,000	20,000	100	R12
Ayrı toplanmış kâğıt ve karton **(200101)**	79,780	79,780	100	R12
Cam **(200102)**	0,040	0,040	100	R5
Tekstil ürünleri **(200111)**	355,800	355,800	100	R12
Yenilebilir sıvı ve katı yağlar **(200125)**	1,110	1,110	100	R9
Metaller **(200140)**	69,790	69,790	100	R12

Geri Kazanım Yöntemi Kodları	**R1:** Enerji üretimi amacıyla başlıca yakıt olarak veya başka şekillerde kullanma. **R2:** Solvent ıslahı/yeniden üretimi. **R3:** Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı/geri dönüşümü. **R5:** Diğer anorganik malzemelerin ıslahı/geri dönüşümü. **R9:** Yağların yeniden rafine edilmesi veya diğer yeniden kullanımları. **R12:** Atıkların R1 ile R11 arasında herhangi birine tabi tutulmak üzere değişimi. **R13:** R1 ile R12 arasındaki işlemlerden herhangi birine tabi tutuluncaya kadar atıkların ara depolanması.

Kaynak: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Edirne İli 2015 Yılı Çevre Durum Raporu, 2015: 52-53

6.3. Edirne İlinde Mevcut Katı Atık Tesisine Ait Maliyet Kalemleri

Edirne ilinde EDİKAB, GÜNEKAB ve OREKAB kapsamı içinde yer alan toplam 3 adet düzenli depolama tesisi bulunmaktadır. Bu tesislerden EDİKAB ve GÜNEKAB kapsamında yer alan tesislerin yapımı tamamlanmış olup, EDİKAB henüz faaliyete geçmemişken GÜNEKAB kapsamındaki tesis 2016 yılının Mart ayında faaliyete geçmiştir. OREKAB kapsamındaki tesisin ise 2016 yılında ihalesi yapılmış 2017 yılının Haziran ayında ise temelleri atılmıştır.

Bakanlar Kurulu kararıyla 08.10.2017 yılında faaliyete geçen, idari merkezi Edirne il merkezinde bulunan EDİKAB, Edirne, Havsa, Süloğlu ve Lalapaşa belediyelerinin kurucu üyeliğiyle oluşmaktadır. Birliğin temel amacı, kapsamında bulunan alanlarda mahalli idareleri maddi ve/veya teknik imkânsızlıklar nedeniyle yerine getiremedikleri atıkların toplanması, taşınması, ayrıştırılması, geri kazanımı, bertarafı ve depolanması ile ilgilin hizmetleri ayrı ayrı ya da birlikte yapmak olarak belirtilmiştir. Birliğin amacı çerçevesinde, katı atık düzenli depolama ve bertaraf tesisleri ile sızıntı suyu arıtma tesisi 28.07.2015 tarihinde yapımına başlanmış ve 2017 Ekim ayında açılışı yapılacaktır.

Bu başlık altında maliyet kalemleri incelenecek olan katı atık tesisi için EDİKAB kapsamında yer alan tesis baz alınmıştır. Bu tesis Edirne Merkez, Hıdırağa Köyü, Yukarıova Mevkii üzerinde yer almaktadır. Yaklaşık 166 bin m^2 alana sahip olan tesis Edirne Belediye merkezine 8 km, Lalapaşa Belediyesi'ne 16 km, Süloğlu Belediyesi'ne 30 km, Havsa Belediyesi'ne 35 km mesafede olup, 3 köyün ortasında bulunmakta ve belediyelerle birlikte özel idareye bağlı 96 köye hizmet vereceği belirtilmektedir. Tesis için seçilen bu alan havayolu güvenliğini etkilememekle birlikte, tesis alanı ormanlık veya ağaçlandırma alanı, yaban hayatın ve bitki örtüsünün korunması amacıyla koruma altına alınan alanlarda bulunmamaktadır. Tesise ait maliyet kalemleri ve bu kalemlere ait açıklamalar Tablo 44 ve Tablo 45'te ve tesise ait yerleşimi gösteren kroki Şekil 23'te gösterilmiştir.

Tablo 44: Katı Atık Tesisinde İnşaat, Altyapı Ve Mobil Ekipmanlar İle İlgili Maliyet Kalemleri

MALİYET KALEMLERİ		AÇIKLAMA
İNŞAAT	**Tesis Giriş ve Kantar Ünitesi**	Sahanın girişinde yer alacak olan binadaki görevli, tesise girişteki kapıyı ve kantarda tartımı kontrol edecektir. İlk adım olarak atığın cinsi ve kaynağı ile ilgili bilgiler alınacak ve tartılacak, kabul edilmeyecek türde olan atıklar tesise alınmayacaktır. Bu alanda katığın cinsi, kaynağı, miktarı, sevkiyat tarihi, taşıyıcı bilgileri kayıt altına alınacaktır.
	Çevre Çiti	Tesisin bulunduğu tüm araziyi kapsayan, giriş ve çıkışları kontrol altında tutmaya yardımcı, belli aralıkta betonarme direklerle birleşen ve dikenli tellerle desteklenebilecek çitler kullanılmaktadır. Aynı zamanda zemin ile tel çit arasında 10-15 cm beton duvarın bulunması hem düzensiz çöp dökümlerinin önüne geçilmesine hem de kedi, köpek vb. hayvanların tesise girmesine engel olmasına yardımcı olacaktır.
	Tekerlek Yıkama ve Dezenfeksiyon Ünitesi	Atık boşaltım işlemini tamamlamış olan araçların tekerleklerinde oluşacak kirin dışarıya çıkmaması amacıyla yıkanması gerekir. Bu amaçla, yaklaşık 30 m uzunluğunda 4 m genişliğinde inşa edilecek olan tekerlek yıkama ünitesi ızgaralı bir yapı ve yıkama bölümünden oluşacaktır. Burada oluşan kirli su sızıntı suyu dengeleme havuzuna verilecektir. Son dönemde otomatik sensor ile çalışan, saatte 120 ton/h su basma ve kapasitesine göre tek modülle günlük 300 araç yıkama özelliğine sahip sistemlerde geliştirilmiştir.
	Tamir ve Bakım Ünitesi	Bu binada araçların periyodik bakımları ve onarımı yapılacak olup, içerisinde tamirhane, atölye, ofis, soyunma odası, tuvalet ve duş, çay ocağı ve kazan dairesi bulunduracaktır.
	İdari Bina	Bu binanın yer seçimi önemlidir. Tüm depo alanına hakim olacak bir yerde olup içerisinde yönetim odası, ofis, laboratuvar, tuvalet, mutfak ve yemekhane bulunacaktır. Bina içindeki laboratuvarda periyodik olarak yüzey, sızıntı ve yeraltı suları ve gaz gözlem kuyularından alınacak olan örnekler analiz edilecektir.
	Su Deposu	Bu depo bekçi binası, idari bina, tamir ve bakım ünitesi, yıkama ve dezenfeksiyon ünitesinin su ihtiyacını karşılamak ve yangın söndürme suyu

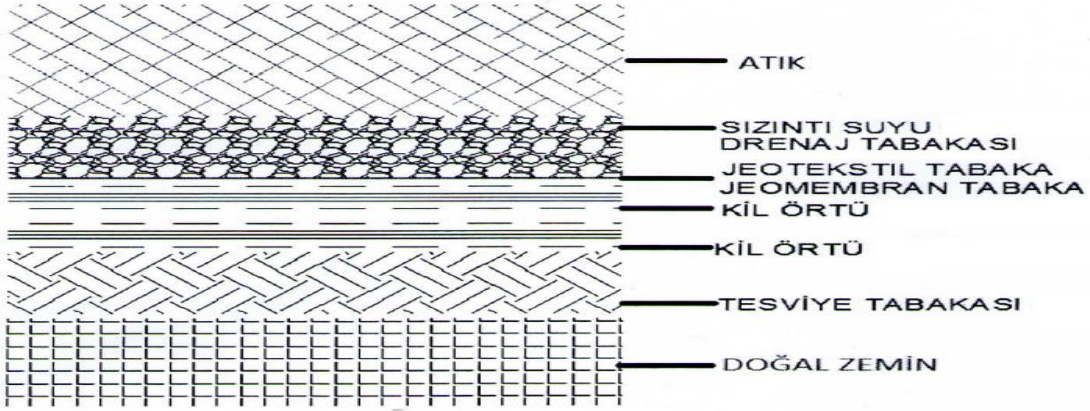
		olarak kullanılacaktır. En az 200 m^3 kapasiteye sahip olacak olan su deposu bünyesinde bulunduracağı hidrofor yardımıyla ilgili bölümlere su verilmesini sağlayacaktır.
	Jeneratör Binası	Tesisin her bölümünde ihtiyaç duyulan enerji için bir trafo kurulacak olup, herhangi bir elektrik kesintisinde yaşanacak aksaklıklara engel olmak amacıyla en azından acil durum sistemlerinin çalışmasına yardımcı olacak bir jeneratör bulunacaktır.
	Gaz ve Sızıntı Suyu Gözlem Kuyuları	Bu kuyular projenin sızıntı sularından, proje işletme aşamalarında yeraltı suyu kalitesini belirleyebilmek ve gaz kaçaklarına karşı önlem alabilmek için açılmaktadır. Tesisi işletmekle sorumlu kişi ve kuruluşlarca belirli periyodlarda ölçüm ve kontrollerin yapılması ve tesis sadece faaliyetteyken değil faaliyet ömrünü doldurduktan sonra 10 yıl süreyle kuyuların kontrolü yapılması gerekmektedir.
ALTYAPI		Tesis içi ulaşımı sağlayan, giriş ve çıkışlarda kolaylık sağlayan ve tesise ulaşımı sağlayan caddelere ihtiyaç vardır. Aynı zamanda bu caddelerin ve tesisin çevresinin ışıklandırılması, özellikle idari binada kullanılacak olan telefon, internet gibi iletişim altyapısına ihtiyaç duyulmaktadır. Tesis güvenliği için belli aralıklarda ve tesisin içini ve çevresini tamamen gösterebilecek güvenlik ekipmanları kullanılacaktır. Tesis alanı kanalizasyon inşaatına uygun olmayan bir alanda olduğundan oluşturulacak sızdırmaz fosseptik, tesisin işletmesi sırasında oluşacak evsel atık suya bir çözüm olacaktır. Bu su belediyeye ait vidanjörle çekilip belediyenin kanalizasyon sistemine verilecektir.
MOBİL EKİPMANLAR		Tesis içine boşaltılan atığın taşınması, yer değiştirmesi gerektiği durumlarda kepçe gibi yardımcı ekipmanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun yanı sıra tesis kapasitesine göre vinç gibi daha büyük alan kaplayan ve daha etkin çalışma sağlayan ekipmanlarda kullanılabilir. Ayrıca tesis içinde malzemelerin birimler arası taşınmasına yardımcı forkliftler de bulunmalıdır.

Kaynak: EDİKAB

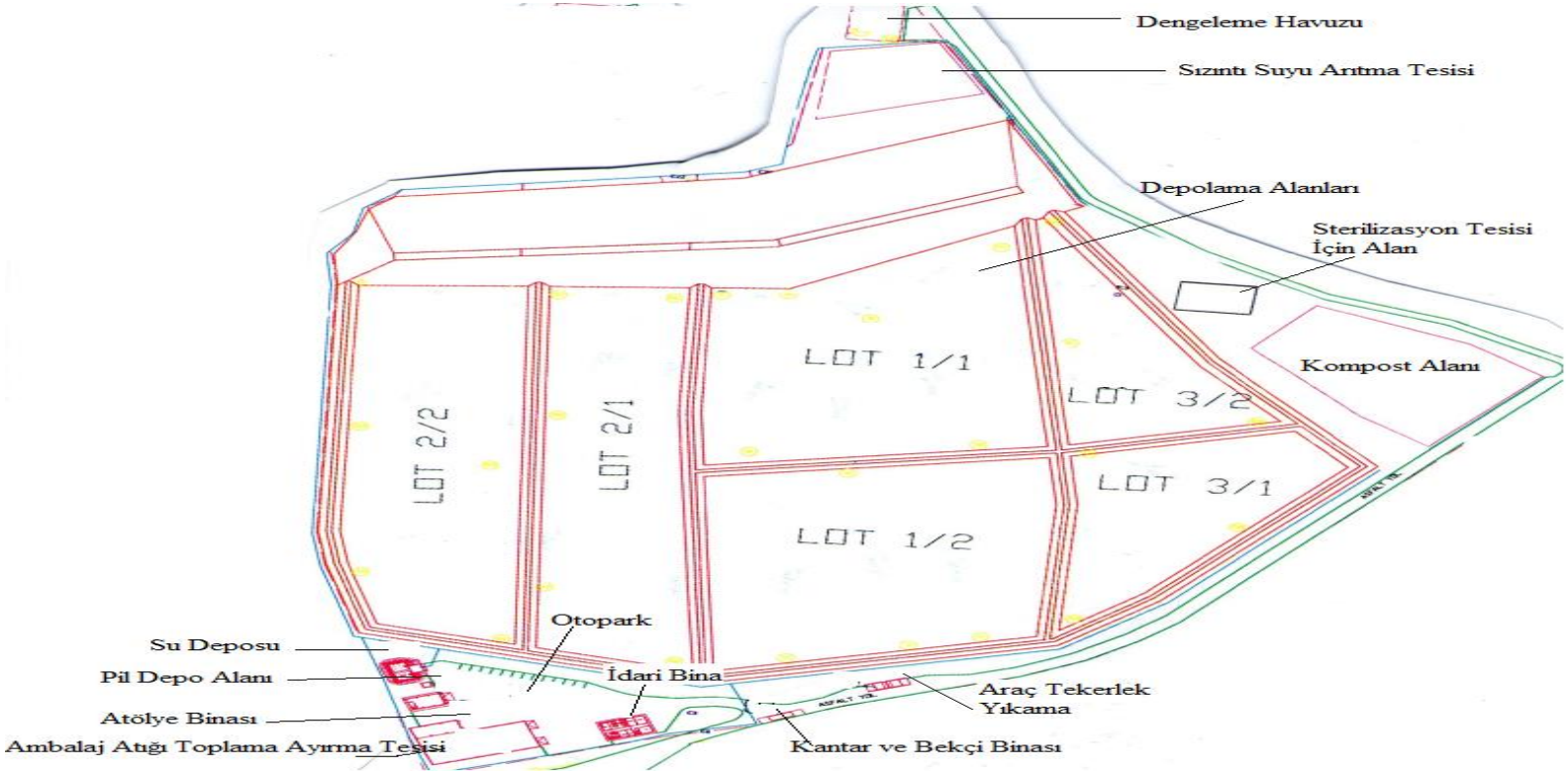
Tablo 45: Sistem İle İlgili Maliyet Kalemleri

MALİYET KALEMLERİ	AÇIKLAMA
Ön-İşlem ve Geri Dönüşüm Tesisi	Ön-işlem tesisinde, hacimli atıkların (kanepe, yatak, koltuk vb.) ayrıştırılacağı bir ön ayrıştırma, organik atıkların ayrıştırılacağı tromel (elek tambur) ve atıl malzemelerin içindeki değerli malzemelerin ayrıştırılabileceği ayrıştırma hattı bulunmaktadır. Ayrıca bu sistemde, organik atıklardan biyogaz sonrası açık alanda kompost üretilebilmesi için kompost karıştırma makinesi ve üretilen kompost içindeki saf olmayan maddelerin giderilmesi için bir temizleme hattı da bulunacaktır. Tesiste 1 hat bulunacak, bu hattın kapasitesi 20 ton/saat olacaktır. Ayrıca yıllık atık girişi yaklaşık 92 bin ton olarak belirlenmiş olup, günlük giriş miktarı ise 290 ton/gün olarak belirlenmiştir. Tesisin yıllık çalışma süresi 312 gün ve günlük olarak yaklaşık 15 saat olarak belirtilmiştir. Ölçüler: Uzunluk : ~ 10 m, Genişlik: ~ 1.500 mm, Eğim: 0^0, Kurulu Güç: 2,2 Kw
Biyogaz Sistemi (Anaerobik Çürütme)	Bu proses kuru fermantasyon yöntemi ile biyogaz üreten bir sistemdir. Belirli ebatlarda ki tünellere doldurulan organik ağırlıklı atıklar 21 gün süreyle bir prosesten geçirilir. Bu süre içerisinde belirli sıcaklıkta tüneldeki bakterilerin metan gazı üretimine elverişli bir ortam oluşturulur. 21 gün sonra atığın gaz potansiyeli tükenince boşaltılır. Tesis, kuru fermantasyon yönteminde ıslak bir ortam olmadığı için pH değeri, hidrolik bekleme süresi, organik yükleme hızı gibi detaylara ihtiyaç bulunmamaktadır. Ayrıca sistemde karıştırma söz konusu olmadığından bakım gereksinimi de çok düşüktür. Bu durum tesisin maliyet ve zaman faydasını oluşturmaktadır. Yıllık girişi 25.000 ton/yıl, günlük girişi 100 ton/gün olarak belirlenen sistemin tünel sayısı 1 ünite olup her bir ünite 8 tünelden oluşmaktadır. Tesisin yıllık biyogaz üretimi 2.250.000 Nm^3/yıl, CH4 üretimi ~90-95 N m^3/giren ton ve perklorat üretimi 3.000 m^3/yıl olarak belirtilmiştir. Ölçüler: boyutlar: ~ 6*25*4,1 m, Perklorat Tankı Kapasitesi: 900 m^3 (1 Ünite), Gaz Tankı Kapasitesi: 400 m^3 (1 Ünite), Gerekli Alan: ~ 1.500 m^2.
Üçgen Yığınlardan Oluşan Kompostlaştırma Tesisi	Özellikle organik atıkların çürümesiyle elde edilen kompost daha sonraki süreçte gübre olarak kullanılabilmektedir. Bu tesise yıllık çürümüş atık girişi 20.300 ton/yıl ve günlük 65 ton/gün olarak belirtilmiştir. Yıllık çalışma süresi 312 olan tesisin günlük çalışması ise 3 saattir. Yığın sayısının 8 olduğu tesiste, bu yığınlara ait uzunluk ~ 45 m, yığınları oluşturacak makinenin kapasitesi 4.000 m^3/saat ve tesis için gerekli alan ~ 12.000 m^2 olarak belirtilmiştir. Bu tesis kompost çevirme makinesi ve kompost temizleme makinesi olmak üzere 2 ayrı sistemi de içinde bulundurmaktadır.

Kompost Çevirme Makinesi	Üçgen halinde yığın haline getirilen kompostların arındırılıp organik bir hale gelmesini sağlamak amacıyla fermente edilmesi gerekir. Çevirme makinesi bulundurduğu davul tahrik sayesinde, yaklaşık 8 hafta içinde yığın kompostu fermente ederek organik hale getirmektedir. Ölçüler: Genişlik: ~ 6.500 mm, Yükseklik: ~ 4.800 mm, Rotor Ölçüleri: Çap: ~1.250 mm, Uzunluk: ~ 5.450 mm, Yığın Ölçüleri: Besleme Genişliği: 6,0 m'ye kadar, Yığın Kesit Alanı: en fazla ~ 9 m^2, Motor: Güç: 242 kW.
Kompost Temizleme Makinesi	Oluşturulan kompost yığınını temizlemek amacıyla kullanılan makinenin yıllık kompost girişi 15.000 ton/yıl ve günlük 48 ton/gün olarak belirtilmiştir. 1 mobil elek davuldan oluşan ve kapasitesi 16 ton/saat makinenin yıllık çalışma süresi 312 gün ve günlük çalışma süresi 3 saat olarak belirtilmiştir.
ATY (RDF) Tesisi	Atıktan Türetilmiş Yakıt/ Refuse Derived Fuel (ATY/RDF) Tesisi, doğal kaynak kullanımından azaltım sağlayan bir sistemdir. Tesis, evsel ve endüstriyel nitelikli sterilizasyonu mümkün olmayacak kadar kirlenmiş poşet, naylon, elyaf vb. atıkların yakıta dönüşmesini sağlamaktadır. ATY, ısıl bakımdan linyite benzemekle birlikte, teknolojik ve ekolojik olarak işlenebilen, CO2 ve CH4 emisyonuna yol açmayan, sera gazı etkisini azaltmaya yardımcı, kaynak kullanımını azaltan ve depolama alanlarının daha uzun süre kullanımına imkan veren bir yakıttır. ATY aynı zamanda çimento sanayiinde petro-kok gibi fosil yakıtlara da alternatif olarak kullanılmaktadır. Kurulmuş olan ATY Tesisinin işleme kapasitesi günlük 15 ton/saat olup, yüksek kalorifik değere sahip atıkları 2 aşamalı kırma işleminden geçirip, metal kısımlarından ayrılmaktadır. Atıkların boyutu azaltılarak kurutma süreleri hızlandırılmaktadır. Bu nedenle tesiste ek olarak atık kırma ünitesi de bulunmaktadır.
Düzenli Depolama Tesisi	Düzenli depolama alanı 3 lottan oluşmaktadır. Her bir lot için, En: 175 cm, Boy: 185 cm, Alan: 32.375 m^2, Toplam Ortalama Yükseklik: 20 m, Hacim: 647.500 m^3'tür. LOT1 için 12 yıl, LOT2 için 10 yıl ve LOT için 8 yıl işletme süresi belirlenmiştir. Atık hacmi, LOT1 için 640.050 m^3, LOT2 için 1.284.915 m^3 ve LOT3 için 1.881.839 m^3 olarak belirtilmiştir. Sahanın 97.125 m^2'lik kısmında atık depolaması yapılacaktır. **Taban İzolasyonu:** Depolama alanının seçimi sırasında, tabanın sağlam, kil oranı yüksek, zemin emniyet gerilmesi yüksek araziler tercih edilmelidir. Ancak tabanın geçirimsizlik oranı her ne kadar yüksek olursa olsun yapılacak ilave işlemlere ihtiyaç duyulur. Sızdırmazlık tabakasının özellikleri şu şekildedir; Geçirimlilik Katsayısı (m/s): <10-9, Süfüzyona Karşı Dayanıklılık: Gerekli, İnce Dane (<0,002 mm) Muhtevası: >20, Kil Muhtevası (%): >10, Maksimum Dane Büyüklüğü (mm): 20, Kalsiyum Karbonat Muhtevası (%): <15, Su Muhtevası (%): <5, Organik Madde Muhtevası: <5. Depolama tesisinin zemin geçirimsizlik sistemi aşağıdaki kesitte gösterilmiştir.

	 **Drenaj Tabakası:** Depolama sahasında oluşan sızıntı suyunu toplamak amacıyla, taban izolasyonunun en üst tabakasında sızıntı suyu drenaj tabakası bulunmaktadır. Drenaj zemini için uygunluk kriterleri şu şekildedir; Tabakanın Kalınlığı: 50 cm, Dane Büyüklüğü: 16/32 mm, Dane Şekli: Yuvarlak, Kalsiyum Karbonat Muhtevası (%): <20, Geçirgenlik: >1*10-3 m/s. **Son Örtü:** Depolama işleminin tamamlanmasıyla birlikte çöp dökümüne kapatılacak olan alanlar tekniğe uygun olarak kapatılacaktır. İlk yapılması gereken ise, çöp yığınının üst yüzeyine şekil verilerek ve geçirimsiz hale getirilerek yağmur sularının depo içine girilmesi engellenecektir. Son örtü tabakası alttan üste doğru, toprak dengeleme tabakası, geokompozit tabakası, geomembran tabakası, geotekstil tabakası, çakıl tabakası, örtü toprağı tabakası ve son olarak bitkisel toprak tabakasından meydana gelmektedir.
Sızıntı Suyu Toplama Havuzu ve Arıtma Tesisi	Sızıntı suyu tesisleri, yöreye yağan yağış miktarları göz önünde bulundurularak oluşabilecek sızıntı suyu tahminlerine göre yapılmaktadır. Tesisin yüzey alanı 156 m^2, havuzun derinliği, emniyet ve hava payı 3 m olarak tasarlanmıştır. Sızıntı suyu dengeleme havuzunun hacmi 468 m^3 olarak belirtilmiştir. Havuzun geçirimsizliği yapay tabakayla sağlanacaktır. Arıtma yöntemi olarak ters ozmos yöntemi seçilmiş olup, bu nedenle günde 150 m^3 sızıntı suyunu arıtan sistemin kurulması düşünülmüştür. Arıtılan su alıcı ortama dökülecektir.

Kaynak: EDİKAB



Şekil 23: Edirne İle Bertaraf Tesisinin Krokisi Ve Yerleşim Alanları

Kaynak: EDİKAB

6.4. Katı Atıktan Elektrik Enerjisinin Üretilmesi

Geçmiş yıllarda insanoğlu fosil yakıtları kullanarak elektrik üretirken, günümüzde artan elektrik ihtiyacı ve bu yönde ilerleyen teknoloji insanların farklı kaynaklardan da elektrik üretebilmesine yardımcı olmuştur. Öyle ki, dünyanın oluşumundan bugüne kadar varolan güneşi bile ürettikleri teknolojilerle kullanmaya başlamışlar ve ısınma, pişirme ve günümüzde elektrik ihtiyacını da güneşten karşılar duruma gelmişlerdir. Birçok tükenmeyen kaynağın varlığını farkeden ve bu yönde geliştirdikleri teknolojilerle insanoğlu, elektrik enerjisi ihtiyacına olumlu bir çözüm bulmuştur. Bu tükenmeyen kaynaklardan birisi de katı atıklardır. İnsanlık gelecek tarihler boyunca varoldukça katı atıklar da varlığını sürdürecektir. İnsanların evlerinde, sanayilerinde, işyerlerinde ürettikleri katı atıkları kullanması eskiye dayanmakla birlikte günümüzde daha modern teknolojilerle daha verimli sonuçlara ulaşılmaktadır. Öyle ki, özellikle hayvancılıkla uğraşan insan toplulukları barınma, ısınma ve tarımsal ihtiyaçlarının büyük bölümünü hayvansal dışkılardan sağlamaktaydı. Bugün gelinen teknoloji, örneğin kompostlama yöntemiyle daha verimli ve daha temiz gübre elde etmeye, aneorabik yöntem gibi proseslerle oluşan gaz sonucu ısınmaya ve hatta elektrik gibi önemli bir ihtiyaca cevap vermektedir.

Düzenli depolama alanlarında üretilen biyogazın kullanımı, Katı Atık Yönetiminin enerji potansiyelini keşfetmek için en basit yöntemdir. Aynı zamanda bu, sera gazı emisyonlarıyla ilgili sorunları yönetmek ve çözmek için uygulanabilir bir alternatiftir. Biyogazın enerji potansiyelinin elektriğe dönüştürülmesi, biyogaz yakalama ve enerji üretimi teçhizatı olan bir tesis ile yapılır. Biyogazdan elektrik üretimi, bu gaz halindeki yakıta ait kimyasal enerjiyi elektriğe dönüştüren cihazlar kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu dönüşüm çeşitli şekillerde gerçekleştirilebilir. Ancak en çok kullanılan teknoloji gaz türbinleri ve içten yanmalı motorlardır. Tablo 46'da bu teknikler arasında bir karşılaştırma gösterilmektedir.

Tablo 46: Biyogaz Dönüşüm Teknolojisi

EKİPMAN	GÜÇ	VERİMLİLİK (%)
İçten yanmalı motor	30 KW - 20 MW	30-40
Gaz türbinleri (orta boy)	500 KW - 150MW	20-30
Mikro türbinler (küçük boyutlu)	30KW - 350KW	24-28

Kaynak: Possoli, L., Coelho, V. L., Ando Junior, O. H., Neto, J. M., Spacek, A. D., Oliveira, M. O., Schaeffer,L., Bretas, A. S., "Electricity Generation by Use of Urban Solid Waste, International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'13) Bilbao (Spain), 20th to 22th March, 2013", *Renewable Energy and Power Quality Journal (RE&PQJ)*, Vol.1, No.11, 2013, 141.

Genellikle bu sistemlerden içten yanmalı motorlar kullanılmaktadır. Bu sistemin uygulanması, düşük yatırım maliyeti ve kullanım kolaylığı ve bakım kolaylığı nedeniyle iyi bir maliyet-etkinlik sunar. Gaz türbini en çok kullanılan ikinci teknolojidir. Bu türbinlerin düzenli depolama alanlarında kullanımı büyük miktarda gaz akışı gerektirmekte ve çoğunlukla 3-4 MW üretim kapasiteli projeler için belirtilmektedir. Mikro türbinler gaz türbinleri ile aynı çalışma prensibine sahiptir ve küçük çaplı elektrik üretimi sağlar. Kullanımının avantajları düşük atmosferik emisyonlar, düşük ses ve titreşim seviyeleri, yakıt esnekliği ve kurulumun basit olmasıdır. Bununla birlikte, düşük bir verimlilik için yüksek yatırım gerektirmektedir (Possoli vd., 2013: 141).

Atıktan elde edilen bir diğer yöntem ise yakma yöntemidir. Temel olarak bu yöntem atıkların kalorifik değerlerinin kullanılması anlamına gelir. Yakma yönteminin en önemli avantajı atıkların organik bileşenlerini yok eder ve dezenfeksiyonu sağlar.Bu yöntemin etkinliği tamamen atıkların kalorifik güçlerine ve ısıyı elektriğe dönüştürme kapasitesiyle ilgilidir. Günümüzde gelişen yeni teknolojiler atıkları oksijensiz ortamda yakma (piroliz) yöntemiyle daha yüksek

oranda elektrik üretimini sağlamaktadır. Bu yöntemde, atıklar yüksek sıcaklıkta termik olarak parçalanırlar ve proliz yağı halini alırlar. Bu yağ muhteviyatı hem elektrik üretimi ve ısı kaynağı olarak kullanılırken hem de çimento fabrikalarına alternatif bir enerji kaynağı olmaktadır. Bu yakma yönteminin en güzel örneği Viyana'da bulunan MVA Pfaffenau Tesisi'dir. Bu tesiste 32 bin ton atık minimum 850 ^{0}C sıcaklıkta yakılmaktadır. Yakma işleminden sonra oluşan 40 bar ve 400 ^{0}C sahip buhar, elektrik üretimi için buhar türbinlerine gider, geri kalan buhar ise ısıtma amacıyla kullanılır. Tesis 25.000 hanenin elektrik ve 50.000 hanenin ısınma ihtiyacını karşılamaktadır. Ülkemizde de piroliz yöntemiyle elektrik elde eden Erzincan'da toplam kurulu gücün 11,64 MW olduğu görülmektedir.

Ülkemizde başta İstanbul olmak üzere birçok şehirde elektrik enerjisi biyogazdan elde edilebilmektedir. İstanbul ilinde günlük 17 bin ton katı atık üretilmekle birlikte bu atıklardan elde edilen toplam elektrik kapasitesi 52 MW'tır. Bu kapasite 1 milyondan fazla hanenin elektrik ihtiyacına denktir. Bunun yanında Samsun ilinde toplam 37 MW, Ankara'da toplam43,27 MW, Bursa'da toplam 22,2 MW, Gaziantep'te toplam 7,32 MW, Mersin'de toplam 11,52 MW ve birçok ilimizde atıklardan meydana gelen biyogaz ile elektrik üretilmektedir.

Görüldüğü gibi artan nüfusla doğru orantılı bir şekilde artış gösteren katı atık miktarına çözüm olarak düzenli depolama kültürü de yaygın bir hal almıştır. Düzenli depolamanın sonucunda elde edilen gazı elektrik enerjisine dönüştürmekte olan teknolojiler birçok ailenin elektrik ihtiyacını karşılamaktadır. Çevre veŞehircilik Bakanlığı verilerine göre Edirne ilinde 2015 yılında ortalama kişi başı üretilen çöp miktarı 1,81 kg/gün olarak belirtilmektedir. Yaklaşık 400.000 nüfuslu Edirne ilinin günlük atık toplamı725 ton/gün (400.000*1,81) olacaktır. Bir enerji firmasıyla yapılan görüşme sonucunda, fermantasyon yöntemiyle işlem gören 725 ton atıktan elde edilebilecek elektriğin yaklaşık 4-5 MW/h olacağı öğrenilmiştir.

Tesisin 4 MW = **4000 KWh(saatlik)**enerji kurulu gücüne sahip olduğunu varsayarsak;

4.000 KWh * 22 (saat) = **88.000 KWh/gün**

88.000KWh * 30 (gün) = **2.640.000 KWh/ay**

2.640.000 KWh *12 (ay) = **31.680.000 KWh/yıl**

Bir hanenin yıllık elektrik ihtiyacı;

Enerji Bakanlığı verilerine göre 2016 yılında toplam elektrik tüketimi 278 TWh, TUİK verilerine göre 2016 yılında hane sayısı yaklaşık 22 milyon adet, Elektrik Mühendisleri Odası verilerine göre 2015 yılında elektrik tüketimi dağılımında meskenler yüzde 22'lik bir kısmı oluşturmakta ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi ÜretimiAmaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'a göre biyokütleye dayalı enerji tesislerinden (biyogaz dâhil) üretilecek elektriğe uygulanacak normal fiyat 13,3 Amerikan Doları cent/KWh olarak belirtilmiştir. Bu kapsamda hane halkının asgari yıllık elektrik ihtiyacı aşağıdaki gibidir.

278 TWh*0.22/22.000.000= **2.780 KWh/yıl** (hanehalkı yıllık elektrik ihtiyacı)

31.680.000KWh/yıl / 2780 KWh/yıl = **11.395 hane**

31.680.000 KWh/yıl * 0,13 $ = **4.118.400 $/yıl** (belediyenin bir yıllık kazancı)

Yapılan hesaplama Edirne ilinin tamamını kapsayan katı atıklardan yıllık elektrik üretimini 31.680 MW (31.680.000 KW) olarak göstermektedir. Bir hanenin yıllık elektrik ihtiyacının 2780 KWh olduğu hesaplanmış ve yapılan hesaplama sonucunda 11.395 hanenin elektrik ihtiyacı kurulabilecek katı atıklardan elektrik üreten bir tesis ile sağlanabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca belediyenin üretilen yıllık elektrikten kazancının 4.118.400 $ olduğu hesaplanmıştır.

6.5. Katı Atık Tesisleri Hakkında SWOT Analizi

SWOT analizi, bir kurumun dahili güçlü ve zayıf yönlerini, büyüme ve gelişme fırsatlarını ve dış ortamın hayatta kalma tehdidini incelemektedir. Güçlü yönler; olağanüstü kurumsal performansa neden olan güncel faktörleri, zayıf yönler; maliyeti arttıran ve kaliteyi düşüren faktörleri, fırsatlar; yeni girişimleri ve tehditler; örgütsel performansı olumsuz etkileyebilecek faktörleri içermektedir (Harrison, 2010: 92-94). Tablo 47'de katı atık tesisleri üzerine bir SWOT Analizi gösterilmektedir.

Tablo 47: Katı Atık Tesisleri Hakkında Swot Analizi

GÜÇLÜ YÖNLER	ZAYIF YÖNLER
- Enerji üretimine olanak sağlar. Büyük kitlelerin elektrik ihtiyacını ve ısınma ihtiyacını karşılayabilir. - Kurumlara gelir sağlar. - Katı atık tesisleri kuruldukları yörede istihdam yaratır. - Katı atık tesisleri yüksek geri kazanım oranı sağlamaktadır. Yararlı ve değerli bir çıktıya sahiptir. - Özellikle tehlikeli ve tıbbi atıkların doğaya salınımı önler. Sera gazı emisyonunun azalmasına katkıda bulunur. -Kendi elektrik ve ısınma ihtiyacını üreterek ve mali ihtiyacını satış ile karşılayabilmektedir. -Periyodik bakımları yapıldığı ve yeni teknolojiler kullanıldığı takdirde tesis ömrü uzar. - Bulunduğu yöredeki atık cinsi ve miktarı hakkında verilere sahip olur, analiz yapar, olumsuz durumlarda erken önlem alınmasını sağlar. (sızıntı suyundan kaynaklı oluşan bir hastalık vb.) - Atıkların düzenli toplanması ve depolanması nedeniyle yaşam alanlarında oluşabilecek kötü koku, bakterilerin üremesi, fare vb. haşerelerin artması gibi durumlar azalma gösterir. - Fosil kaynak kullanımını azaltır. Çevresel sürdürülebilirlik sağlar.	-Katı atık tesisleri yatırım ve işletme maliyeti gerektirmektedir. -Kurulum için büyük ölçüde arazi gerektirmektedir. - Kurulumundan önce ÇED Belgesi, vaziyet planı, uygun görüşü, mahalli çevre kurulu kararı gibi gerekliliklerin yerine getirilmesi gerekir. Kurulumundan sonra ise belli yönetmelikler ve kurallar çerçevesinde hareket edilmektedir. - Sterilizasyon teknolojisi olmayan tesisler tıbbi atıklar gibi büyük ölçeklere sahip atıkları bünyelerinde barındıramaz ve işlem yapamazlar. -Tesislerde oluşan depo gazı enerjiye dönüşmediği takdirde atmosfere salınmaktadır. -Depolama alanları görsel açıdan rahatsızlık verebilir. Hem bu rahatsızlığın giderilmesi hem de daha sonraki süreçte arazinin tekrar kullanılabilmesi için yeşillendirme yapılmalıdır. - Yerleşim yerlerine ve tarım alanlarına yakın olan tesisler yörede yaşayan insanlarca kabul edilmeyebilir.Toplumsal tepkilere neden olabilir. - Birçok konuda kontrol gerektirir. Laboratuvarlarda periyodik olarak sızıntı suyu ve depo gazı kontrolü, girişlerde katı atığın cinsi, ağırlığı gibi kontroller, çıkışlarda araç tekerleklerinin kirlilik durumunun kontrolü, tesis ekipmanlarının kontrolü, tesisi çevreleyen çitlerin kontrolü gibi. - Tesis alanında arazi kaybına bağlı olarak alanda yer alan flora ve fauna türleri üzerine olumsuz bir etki olacaktır. - Özellikle tesiste çalışanlara periyodik olarak eğitimler verilmelidir.

FIRSATLAR	TEHDİTLER
- Katı atık tesisleri için yer seçimi önemlidir. Özellikle yaşam alanlarından uzak olması insanlarca tesisi ve Katı Atık Yönetimini daha kolay benimsemesine ve desteklemesine fayda sağlar. - Farklı atık cinslerinin bir arada bulunmasına ve işlem görmesine fırsat tanır. - Bulunduğu yörede iş imkânları yaratmaktadır. - Yeni teknolojilerin kullanılması daha fazla enerji üretimi sunar. - Atıkların doğaya salınımına bağlı olumsuz etkileri azalttığı gibi gelir elde edilmesine fırsat verir. - Belediyelerin çevresel ve siyasi profili olumlu yönde etkilenecektir.	- Yerleşim yerlerine ve tarım alanlarına yakın olan tesisler hem canlı yaşamını tehdit eder hem de insanlarca tesisin ve Katı Atık Yönetiminin kabulünü zorlaştırır. Toplumsal tepkiler büyük çapta sorunlara dönüşebilir. - Tesisler toz, koku, kâğıt ve gürültü gibi çevreyi olumsuz yönde etkileyecek tesirler oluşturabilmektedir. - Depo gazının atmosfere salınması hava kirliliğine neden olabilir, küresel ısınmayı olumsuz yönde etkileyebilir. - Depo alanlarına giren hayvanların zehirlenme ihtimalleri vardır. Ayrıca tesislerde haşere ve sinek üreme oranı yüksektir. Bu durumların minimuma inmesi için önlemler alınmalıdır.

Tarafımdan hazırlanmıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyanın oluşumundan önce de var olduğu bilenen, dünya üzerinde ve dünya dışında gördüğümüz tüm evren enerjinin ürünüdür. Dünya büyük patlama (big bang) olarak adlandırılan bir enerji patlamasıyla oluşmuş ve bugüne kadar değişerek gelmiştir. Dünya gibi enerji de değişime uğramış, insanlığın tarih sahnesine çıkmasıyla insani ihtiyaçlarına cevap olmuştur. İnsanoğlu gün geçtikçe enerjinin farkına varmış ve bunu günlük yaşamlarında kullanmaya başlamışlardır. Günümüzde de görüldüğü gibi barınma alanlarımızı ısıtmak, aydınlatmak, yemeğimizi pişirmek, hergün kullandığımız toplu taşıma araçları, yürüyen merdivenler, sokak aydınlatmaları, şahsi araçlar ve birçoğu enerji kaynakları olmadan hiçbir anlam ifade etmemektedir. İlkçağlarda sadece ısınma, pişirme gibi basit faaliyetlerde kullanılan enerji günümüzde kapsamını genişletmiş ve insanlığın bağımlı olduğu, yaşam kalitesini arttıran, ülke ekonomilerinin sürdürülebilirliğini sağlayan ve kalkınmalarında büyük önem arz eden bir olgu haline gelmiştir.

Enerjinin birden çok amaca hizmet eden birbirinden farklı türleri vardır. Kaynaklarına göre, fiziksel ve ekonomik yönlerine göre, bir değişim veya dönüşüm gerçekleştirme durumuna göre, yoğunluğuna göre, ticari olup olmaması göre gibi birçok şekilde sınıflandırılabilen enerjinin en yaygın sınıflandırılması ise tükenebilme durumuna göre olanıdır. Tükenen (fosil, yenilenemeyen) enerji kaynaklarına kömür, petrol, doğalgaz ve bor örnek verilebilirken, tükenmeyen (yeni, yenilenebilir) enerji kaynaklarına güneş, rüzgâr, jeotermal, biyokütle gibi örnekler verilebilir. Yapılan araştırmalar yenilenemeyen enerji rezervlerinin (petrol için 50,7 yıl, doğalgaz için 52,8 yıl, kömür için 114 yıl) kısa süre sonra tükeneceğini göstermektedir. Bu düşüşün yanında yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi ise her geçen gün artış göstermektedir. Bu durumun temel nedeni olarak insanların fosil kaynakların azalacağının farkına varması, fosil kaynakların doğaya verdiği tahribat, küresel ısınma ve bu olumsuzluklar sonucunda çevre bilincinin artması gösterilebilir. Sonuç olarak yenilenebilir enerji teknolojileri gün geçtikçe daha verimli sonuçlar elde edilmesini sağlamakta ve hatta evlerin balkonlarına, küçük işyerlerinin çatılarına

kurulabilecek güneş panelleri ve rüzgar gülleri ile, çalışma alanlarına entegre edilebilen küçük çaplı biyokütle teknolojileri insanların günlük yaşamlarında yerini almaktadır.

Dünyanın her yerinde olduğu gibi ülkemizde de enerji konusu önem arz etmektedir. Özellikle cumhuriyetin ilk yıllarında enerji ile ilgili kurulan ve olumlu etkilerini günümüzde de gördüğümüz kurum ve kuruluşlar enerji konusunu ülkemizde önem kazanmasına yol açmıştır. Ülkemizde her beş yılda bir yayınlanan kalkınma planları, ülkemizin enerji politikalarını, enerji tüketimini, üretimini, ithalini ve ihracatını, enerji kaynaklarının ne amaçla kullanıldığını, kurum ve kuruluşların etkilerini, gelişen enerji teknolojilerini, gün geçtikçe artan nüfusun enerji ihtiyacının nasıl karşılandığını, enerji sektöründe yaşanan gelişmeleri ve özelleştirmeleri gösteren tarihsel bir belgesel niteliğindedir. Ülkemiz uzun yıllardır başta petrol ve doğalgaz olmak üzere birçok enerji türüyle alakalı anlaşmalara imza atmıştır. Bunun yanında ülkemiz de fosil kaynakların tükeneceğinin ve kullanımının doğal tahribat yarattığının farkındadır. Bu nedenle yenilenebilir enerji teknolojileri üzerine Türkiye'de de çalışmalar yoğunluk kazanmıştır. Öyle ki, cumhuriyetin 100. yılına denk gelen 2023 yılında ülkemizin her konuda olduğu gibi enerji konusunda da hedefleri bulunmakta ve en büyük hedeflerinden birisi yenilenebilir enerjinin elektrik enerjisi talebini en az yüzde 30'unu karşılaması iken bir diğer hedefi ise ulaşım sektöründe duyulan enerji ihtiyacının en az yüzde 10'unun yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmasıdır. Ayrıca dünyanın en hızlı büyüyen enerji piyasalarından biri olan Türkiye, iklim değişikliğinin ciddi çevresel ve sosyo-ekonomik sonuçlara yol açan bir kavram olduğunun da farkındadır ve çalışmalarını bu yönde geliştirmeye devam etmekte ve özellikle Kyoto Protokolü olmak üzere birçok uluslararası işbirliklerine önem vermektedir. Artan yenilenebilir enerji teknolojileri ve bu teknolojilere duyulan merak, iklim değişikliğinin ülkemizi olumsuz etkilemesi, fosil kaynak kullanımında yaşanan sıkıntılar ülkemiz öğrencilerinin ders kitaplarına girerek çevre bilincinin oluşmasına zemin hazırlamakta ve bu durum mevcut kaynakların gelecek kuşaklara aktarılmasında yardımcı rol oynamaktadır.

Enerjinin gelecek kuşaklara aktarılması enerjinin sürdürülebilirliği konusunu akla getirmektedir. Çünkü sürdürülebilirlik aynı zamanda bir sonraki nesle aktarım demektir. Enerji konusu ülke ekonomilerinin kalkınmalarında her ne kadar başrolü oynasa da fosil kaynak tüketiminin iklim değişikliği ve atmosferik kirlenmeye neden olduğu aşikârdır. Gelişmişlik düzeyinine göre farklı politiklar içeren bu olumsuz iki durum için gelişmiş ülkelerde enerjinin verimli kullanılması ve daha az kirletici ve daha az tüketen enerji kaynaklarının kullanılması gibi çözümler bulunurken az gelişmiş ya da gelişmemiş ülkelerde durum tam tersi haldedir. Önemli olan sadece enerji kaynaklarının değil bizden sonra gelecek olan nesle yaşanabilir bir dünya bırakmaktır. Bu eksende, daha az finanasman kullanarak, daha az sosyal ve çevresel maliyet ve devamlı şekilde enerji temini gibi politikalar hız kazanmalı ve enerjinin verimli kullanımı ve tasarrufu sağlanmalı, enerji kullanımından dolayı oluşan olumsuz çevresel sorunlar en aza indirgenmeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelinmelidir. Ülkemizde sürüdürlebilir çevre ve enerji konularına önem verdiğini kalkınma planlarında, kanunlarda, yönetmeliklerde ve hatta anayasada görebilmekteyiz. Sürdürülebilirlik hususunda kurum ve kuruluşların desteğiyle birçok sürüdürülebilir teknoloji ve proje üretilmekte ve gelecekte bu dünya üzerinde yaşayacak olan kitlelere daha temiz ve yaşanabilir bir ülke bırakmak için çalışılmaktadır.

Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de elektriğe bağımlılık artış göstermektedir. Çünkü yaşamsal faaliyetlerimizin neredeyse tamamı elektrik enerjisine bağlıdır. Ülkemizde elektrik enerjisinin büyük bir bölümü doğalgazdan (2015 yılı için elektrik enerjisine katkısı yüzde 37,90) sağlanmaktadır. 2015 yılında ülkemizde 261.783,3 GWh değerinde elektrik üretilmiş ve 265.725 GWh değerinde tüketim olmuştur. Bu enerjinin 7.136 GWh'ı yurtdışı alım ile karşılanmıştır. Nüfusun artış yönünde seyretmesi elektrik ihtiyacınında artacağını göstermekte ve elektriğin elde edildiği fosil kaynakların tükenme noktasına gelmesi yeni kaynak arayışlarına, tasarrufa ve verimliliğe önem verilmesine yol açmaktadır. Çalışmada elektrik ile ilgili incelenen bir diğer husus elektrik faturalarıdır. Elektrik faturalarının her geçen gün yükselmesi insanlarda özelleştirmelerin etkisi olduğunu akla getirdiğinden özellikle Edirne ilinde özelleştirme öncesi ve sonrası dönemi kapsayan, bir çekirdek

aileye ait 2 fatura ele alınmıştır. İnceleme sonucu özelleştirmenin birim elektrik fiyatlarında büyük değişimlere yol açmadığı görülmüştür. Bittabi, satış fiyatları artış göstermekte ve vergiler fatura fiyatlarını arttırmaktadır. Ama tüketiciler yapılan hesaplamaların tüketilen enerji üzerinden yapıldığını unutmamalıdır. Faturaların bu denli artış göstermesi beraberinde üçayaklı bir sorumluluk tablosu çizilmesine neden olmaktadır. Sorumluların başını çeken tüketicilerin en büyük sorumluluğu azaltmadır. Hem kullandığı elektronik ürünlerin azaltılması hem de elektrik enerjisinin azaltılması bu pahalılığın önüne geçecektir. Bunun yanında tüketiciler önleme ve tasarrufa, geri dönüşüme ve kayıp kaçak gibi durumları bilgilendirmeye önem vermelidir. Bir diğer sorumlu ise devlettir. Devletin en büyük sorumluluğu eğitimdir. Enerjinin nasıl kullanılacağını, özellikle endüstriyel işletmelerde ve binalarda verimliliğin ve tasarrufun nasıl olacağını, mevcut enerji durumunu, kayıp ve verimsizliklerin ne gibi sonuçlar doğuracağını ilgili organları vasıtasıyla insanlara sunmalıdır. Bunun yanında teşviklerde bulunmalı, denetim ve tanıtıma ağırlık vermelidir. Bir diğer sorumlu ise dağıtıcı ve satıcı firmaları kapsayan özel kesimdir. Özel kesim, verimli dağıtım ağlarına sahip olmalı, sürdürülebilir teknolojiler kullanarak hem enerji kaybını önlemeli hem de gelecek kuşaklara elektrik enerjisinin aktarılmasına yardımcı olmalıdır. Bunun yanında özellikle satıcı firmalar adil fiyatlandırma politikaları izlemelidir.

Sürdürülebilir bir çevrenin başyardımcısı yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Çalışmanın neredeyse her bölümünde bahsi geçen yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi de biyokütle enerjidir. Biyokütle enerji doğanın özellikle ormanların, hayvanların ürettikleri atıklardan sağlanabildiği gibi insanların ürettiği atıklardan da sağlanabilmektedir. İnsan nüfusu arttıkça artış seyri gösteren atıklar çevresel bir sorun haline gelmiş ve böylelikle bir yönetim anlayışına ihtiyaç duyulmuştur. Katı Atık Yönetimi ulusların özellikle son yıllarda üzerinde sıklıkla durduğu bir konudur ve bu hususta teknolojiler ve araştırmalar her geçen gün artış göstermektedir. Bu yönetim sürecinde insanlar karakteristik atıklar üretir ve bunlar konteyner gibi araçlarda depolanır. Belediyeler tarafından çeşitli araç gruplarıyla toplanan bu atıklar tesislerde işlenir, bertaraf edilir, geri dönüşüme ya da geri kazanıma tabi olur. Katı atıklar ekonomik ve sosyolojik oluşumlardır. Bir katı atığı

ekonomik yapan geri kazanıma veya geri dönüşüme uğrayıp tekrardan değerlenebilmesidir. Ayrıca GSYİH oranı yükselen ülkelerde katı atık miktarının arttığı görülmektedir. Sosyolojik olmasında ise en önemli faktör depolanma araçlarında bulundukları alan hakkında bilgi vermesidir. Öyle ki, ambalaj atıklarının cinsine, kalitesine göre, marka değeri yüksek ürünlerin oluşturduğu atıkların, insanlarca pahalı kabul edilen ürün atıklarının bulunduğu alanlardaki yoğunluğuna bakılarak gelir seviyesi yüksek denilebilmektedir. Tam tersi durumda herkesçe ucuz olduğu kabul edilen markaların, marketlerin vb. ambalaj atıklarının yoğunluğuna bakılarak da gelir seviyesinin düşük olduğu sonucuna ulaşılabilmektedir. Aynı zamanda bebek bezinin fazla olduğu alanlarda doğum oranlarının fazla olduğu, gazlı içecek ambalajlarının az meyve sebze atıklarının fazla olduğu alanlarda sağlıklı beslenmenin önemli olduğu, büyük ölçülü içecek ambalajlarının yoğun olduğu alanlarda kalabalık ailelerin fazla olduğu gibi sosyolojik sonuçlara varılabilmektedir. Ekonomiyi, insan sağlığını, çevreyi ve hatta kültürü dahi etkileyen katı atıklar bu özelliğiyle sürdürülebilirlik çalışmalarının uygulama alanlarından biri haline gelmiştir. Sürdürülebilir bir Katı Atık Yönetimi için taraflar (tüketiciler, devlet, özel kesim vb.) çevreyi sürekli iyileştirmeli, insan sağlığını göz önünde bulundurmalı, gelişen teknolojileri ve kurulan tesisleri desteklemeli ve katı atıklardan güvenli bir istihdam sağlamalıdır.

Bu kadar önemli olan katı atık konusu her ulus tarafından önem kazandığı gibi ülkemizce de önemli kılınmıştır. Ülkemizde çok sayıda şehirde birden fazla atık bertaraf ve depolama tesisleri bulunmakta ve bu sayı her geçen gün artış göstermektedir. Çalışmanın son bölümünde Edirne iline yapılan bir atık tesisinin maliyet kalemleri incelenmiştir. İnceleme sonucunda, bu tesislerin maliyetinin güneş ve rüzgâr enerjisi sistemlerine nazaran daha fazla olduğu ve daha geniş alana ihtiyaç duyduğu kanısına varılmış, içerisinde birbirinden farklı karmaşık sistemler barındırdığı görülmüştür. Lakin bu sistemler uzun dönemli kullanıma açık, periyodik bakımları yapıldığında ömrü daha da uzayan, şehirde biriken atıklardan ve oluşan sızıntı sularından incelemeler sonucu şehir hakkında bilgi edinememizi sağlayan yapılardır. Aynı zamanda bu tesislerin varlığı şehrin çöp sorununa bir numaralı çözüm olarak görülmelidir. Özellikle katı atıkların toplama alanlarında oluşturduğu

kötü kokuya, sinek, fare vb. haşerelere, insan sağlığını kötü yönde etkileyen ve hastalıklara sebebiyet veren bakterilere, virüslere karşı alınan bir önlem niteliğindedir.

Katı atık tesislerinin en önemli üretimi biyogazdır. Biyogaz ise yaşamımızı devam ettirmede en önemli yere sahip elektrik enerjisinin hammaddesi olarak kullanılmaktadır. Fermantasyon, depolama, yakma gibi yöntemlerle elde edilen gaz farklı teknolojiler kullanılarak elektriğe dönüştürülmekte ve ulusal elektrik ağına verilmektedir. Edirne ilinde yapımı tamamlanan, sadece 4 belediyenin atığını kapsayan, yakın tarihte açılışı yapılan ve maliyet incelemesine konu olan tesis elektrik üretmemektedir. Çalışmada Edirne ilinin tüm belediye, belde ve köylerinden elde edilebilecek atık miktarı hesaplanmış ve bu atığın tamamından üretilebilecek elektrik üzerinde tahmini bir hesapta bulunulmuştur. 4 MWh elektrik kurulu gücüne sahip olacağı varsayılan bir tesisin yıllık elektrik üretimi 31.680 MW olacağı görülmüş, bu rakamın bir hanenin yıllık elektrik ihtiyacına (2.780 KW) bölünmesiyle yıllık 11.395 hanenin elektrik ihtiyacının karşılanabileceği sonucuna varılmıştır. Aynı zamanda gazdan elde edilen elektriğin normal satış fiyatının 13,3 $ cent/KWh olduğu bilinmekte olup yıllık üretimle çarpıldığında belediyenin yıllık kazancının 4.118.400 $/yıl olduğu sonucuna varılmıştır.

Katı Atık Yönetiminde ülkemizde oturmuş bir düzen olmaması, sektörün 25 yıllık kısa bir geçmişe sahip olması, mevcutta olan yönetmeliklerin yetersiz olması, tesislerin yetersiz olması ve en önemlisi kaynaktan toplamanın az olması ya da hiç olmaması nedeniyle sorunlar yaşanmaktadır. Ayrıca belediyelerin ve lisanslı/yetkilendirilmiş toplama, taşıma, ayırma tesislerinin yeterli bir toplama ağına sahip olmaması diğer bir sorundur. Lakin en önemli sorunlardan birisini ülkenin her kentinde dört bir yanı dolaşan atık toplayıcıları (geri dönüşüm işçileri) oluşturmaktadır. Türkiye'de sayıları 500 bin kişiye ulaşan geri dönüşüm işçileri belediyeler ve toplama, taşıma, ayırma tesisleriyle problemler yaşamaktadır. Bunun en temel nedeni, bu kişilerin çok düşük fiyatlarla çalıştırılmak istenmesidir. Bu sorunun tek çözümü kurum ve kuruluşların bu çalışanları bünyelerine almaları ve daha sağlıklı çalışma şartları (maske, eldiven, toplama aracı vb.) oluşturmasıdır.

Sonuç olarak, Özellikle belediyeler için önemi her geçen gün artan ve yüksek miktarda gelir getirisi olan katı atıklarla ilgili sorunların çözümü sürdürülebilir bir Katı Atık Yönetimi içinde büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Abella, Tatiana Antonelli, "Follow the Rs: Reduce, Replace, Reuse, Recycle, Recover, Refuse and Reject, Rethink", *Envirocities eMagazine*, Sayı: 4, 2013, s. 8-10.

Acaroğlu, Mustafa, *Alternatif Enerji Kaynakları*, Nobel Yayıncılık, Genişletilmiş 3. Basım, Ankara, 2013.

Ackermann, Thomas, *Wind Power in Power Systems*, John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, England, 2005.

Adams, William, M., *Green Development: Environment and Sustainability in the Third World*, Taylor and Francis, Second Edition, London, 2001.

Advancing the World of Petroleum Geosciences, "What Is Petroleum?", *http://www.aapg.org/about/petroleum-geology/petroleum-through-time/what-is-petroleum*, (09.11.2016).

Akçakaya, Alper, Eskioğlu, Osman, Atay, Hakkı, Demir, Ömer, *Yeni Senaryolarla Türkiye İçin İklim Değişikliği Projeksiyonları*, MGM, Ankara, 2013.

Akçalı, İlkay, *Güneş Enerjisi Sistemleri*, İTO, İstanbul, 2001.

Akkuş, İbrahim, Alan, Hüseyin, *Türkiyenin Jeotermal Kaynakları, Projeksiyonlar, Sorunlar ve Öneriler Raporu*, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara, 2016.

Akpınar, Erdal, "Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC) Ham Petrol Boru Hattı ve Türkiye Jeopolitiğine Etkileri", *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 25, Sayı 2, 2005, s. 229-248.

Aktaş, Mustafa, "Türkiye'de Kömür Madenciliği ve Enerjideki Rolü", TKİ Yazılı Bildiri Metni, 2013.

Alberta Energy, "What is Natural Gas?",*http://www.energy.alberta.ca/naturalgas/723.asp*, (11.11.2016).

Al-Hamamre, Zayed, Saidan, Motasem, Hararah, Muhanned, Rawajfeh, Khaled, Alkhasawneh, Hussam, E., Al-Shannag, Mohammad, "Wastes and biomass materials as sustainable-renewable energy resources for Jordan", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı: 67, 2017, s. 295–314.

Altın, Vural, "Yeni Ufuklara: Enerji", *Bilim ve Teknik Dergisi*, Ocak 2002 Sayısı Ücretsiz Eki, 2002.

Ang, Beng, W., "Monitoring changes in economy-wide energy efficiency: from energy–GDP ratio to composite efficiency index", *Energy Policy*, Sayı: 34, 2006, s. 574–582.

Arrhenius, Gustaf, Caldwell, Karin, Wold, Svante, "A Tribute to the Memory of Svante Arrhenius (1859 –1927) A Scientist Ahead of His Time", *Royal Swedish Academy of Engineering Sciences (IVA)* , Sweden, 2008.

Arrhenius, Svante, "On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground", *Philosophical Magazine and Journal of Science Series*, Cit: 5, Sayı: 41, April 1896, s. 237-276.

Atılgan, İbrahim, "Türkiye'nin Enerji Potansiyeline Genel Bir Bakış" *Gazi Ünviversitesi Mühendislik Mimarlık Kak. Dergisi*, Cilt: 15, No: 1, 2000, s. 31-47.

Atiyas, İzak, *Elektrik Sektöründe Serbestleşme ve Düzenleyici Reform*, TESEV Yayınları, İstanbul, 2006.

Avinash Puri, Manoj Kumar, Eonkar Johal, "Solid-waste management in Jalandhar city and its impact on community health", *Indian Journal of Occupational & Environmental Medicine*, Cilt: 12, Sayı: 2, 2008, s.76-81.

Başçetinçelik, Ali, Karaca, Cengiz, Öztürk, Hüseyin, H., Kaçıra, Murat, Ekinci, Kamil, Regional Distribution of Agricultural Biomass Potential in Turkey, *Proceedings of the 9th International Congress on Mechanization and Energy in*

Agriculture & 27th International Conference of CIGR Section IV: The Efficient Use of Electricity and Renewable Energy Sources in Agriculture, 2005, Eylül 27-29, İzmir.

Baud, Isa, Grafakos, Stelios, Hordijk, Michaela, Post, Johan, "Quality of Life and Alliances in Solid Waste Management: Contributions to Urban Sustainable Development", *Cities*, Sayı: 18, No: 1, 2001, s. 3–12.

BİYODER, "Tarımsal Atıklar", *http://biyoder.org.tr/?page_num=4589*, (27.12.2016).

Blodgett, Leslie, *Geothermal 101: Basic of Geothermal Energy*, Geothermal Energy Association, 2014.

BMZ (Federal Ministry for Economic Cooperation and Development), *Economic Instruments in Solid Waste Management Applying Economic Instruments For Sustainable Solid Waste Management in Lowand Middle-income Countries*, GIZ, Germany, 2015.

BOTAŞ, 2008 Yılı Sektör Raporu, Ankara, 2009.

BOTAŞ, 2015 Sektör Raporu, Ankara, 2016.

Bozkurt, Anıl, U., "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Enerji Verimliliği Açısından Değerlendirilmesi", Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, İzmir 2008.

Böhringer, Christoph, "The Kyoto Protocol: A Review And Perspectives", *Oxford Review Of Economic Policy*, Sayı: 19, No: 3, 2003, s. 451-466.

Breidenich, Clare, Magraw, Daniel, Rowley, Anne, Rubin, James, W., "The Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change", *The American Journal of International Law*, Sayı: 92, No: 2, 1998, s. 315-331.

British Petroleum (BP), *BP Statistical Review of World Energy*, London, 2016.

Burton, Chris, "Advantages and Disadvantages of Renewable Energy", *http://renewableenergysociety.org/resources/Publications/2012_September/Advantages%20and%20Disadvantages%20of%20Renewable%20Energy.pdf*, (16.11.2016).

Byun, Youngchul, Cho, Moohyun, Hwang, Soon-Mo, Chung, Jaewoo, Thermal Plasma Gasification of Municipal Solid Waste (MSW), Gasification for Practical Applications kitabı içinde, Editors: Yongseung Yun, Publisher: INTECH, 2012, s. 183-210.

Cabezas, Heriberto, Diwekar, Urmila, *Sustainability: Multi-Disciplinary Perspectives*, Bentham Science Publishers, U.A.E, 2012.

Canik, Baki, Çelik, Mehmet, Arıgün, Zafer, *Jeotermal Enerji*, A.Ü.F.F. Döner Sermayesi Yayınları, Ankara, 2000.

Castaldi, Duane, Chantain, Eric, Windram, Morgan, Ziayk, Lauren, "A Study of Hydroelectric Power: From a Global Perspective to a Local Application", College of Earth and Mineral Sciences, The Pennsylvania State University, 2003.

Chambers, W. Bradnee, *Inter-Linkages, The Kyoto Protocol and the International Trade and Investment Regimes*, United Nations University Press, USA, 2001.

Chandler, William, Schaeffer, Roberto, Dadi, Zhou, Shukla, Priyadarshi, R., Tudela, Fernando, Davidson, Ogunlade, Atamer A., Sema, *Climate change mitigation in developing countries Brazil, China, India, Mexico, South Africa, and Turkey*, Pew Center on Global Climate Change, Arlington, 2002.

Chen, C., Julian, *Physics of Solar Energy*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2011.

Clarke, Matthew, *Post-Kyoto: Designing the Next International Climate Change Protocol*, Nova Science Publishers Inc., New York, 2008.

ClimateWorks Australia, *Australia's Energy Productivity Potential*, ClimateWorks Australia, Victoria, 2015.

Cornell Waste Management Institute,Composting as a Waste Management Technique, http://compost.css.cornell.edu/technique.html (30.08.2017)

Crociata, Alessandro, Massimiliano, Agovino, Sacco,Pier Luigi, "Recycling waste: Does culture matter?", *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, Sayı: 55, 2015, s. 40-47.

CSIR, *Guidelines for Human Settlement Planning and Design*, Capture Press, Sayı: 2, 2005, Pretoria.

Çağlar, İlyas, Taymaz, Tuncay, Yolsal, Seda, Avşar, Ümit, Aktif Tektoniğin İkramı Sıfır Zararlı Jeotermal Enerji, *Bilim ve Teknik Dergisi*, Sayı: 464, 2006.

Çevre Kanunu, Resmi Gazete, Sayı: 18132, (11.08.1983).

Çevre ve Orman Bakanlığı, Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi 2010-2020, Ankara, 2010.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, *Republic of Turkey Climate Change Strategy 2010-2020,* Ankara, 2010.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Türkiye İklim Değişikliği 5.Bildirimi, Ankara, 2013.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Edirne İli 2015 Yılı Çevre Durum Raporu, 2015.

Çotur, Saim, *Enerji Tasarrufu Paneli*, İstanbul Ticaret Odası Yayını, 14Ocak, Seminerler Dizisi No: 11, 1982.

Dağıstan, Hayrullah, "Türkiye Kömür Aramaları", *MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni*, Sayı: 16, 2013, s. 35-45.

Dale, Ann, Hill, Stuart, B., *At the Edge: Sustainable Development in the 21st Century*, UBC Press, Toronto, 2001.

Delgado, Lynn, *Education for Sustainability in Local Government: Handbook*, Australian Government Department of the Environment, Water, Heritage

and the Arts, and Australian Research Institute in Education for Sustainability (ARİES), Australia, 2007.

Demir İnan, *Güneşimizi Tanıyalım*, Temiz Enerji Vakfı Yayınları, Ankara, 2001.

Demir, Ahmet, "Türkiye'de Cumhuriyet Döneminde Enerji Politikaları", *Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, Sayı: 35, No: 1, 1980, s. 107 – 127.

Demirbaş, Ayhan, "Global Renewable Energy Projections, Energy Sources", *Part B: Economics, Planning, and Policy*, Cilt: 4, Sayı: 2, 2009, s. 212-224.

Demirel, Yaşar, *Energy Production, Conversion, Storage, Conservation, and Coupling*,Springer, Second Edition, Switzerland, 2016.

Demirtaş, Ayten, "Borun İnsan Beslenmesi ve Sağlığı Açısından Önemi", *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* Sayı: 41, No: 1, 2010, s. 75-80.

Development of e-Courses for B.Sc (Agriculture), "Classification of Energy Sources", http://eagri.tnau.ac.in/eagri50/AENG352/lec01.pdf, (09.11.2016).

Dickson, Mary, H., Fanelli, Mario, *Geothermal Energy, Utilization and Technology*, UNESCO Publishing, France, 2003.

Doğal Gaz Piyasası Tarifeler Yönetmeliği, Resmi Gazete, Sayı: 29856/13 Ekim 2016.

DPT, "Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı", Ankara 1963.

DPT, "İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı", Ankara 1968.

DPT, "Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı", Ankara 1973.

DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara 2000.

DPT, *İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara 2000.

DPT, *Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu Petrol-Doğalgaz Çalışma Grubu,* Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara 2001.

DPT, *Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu Enerji Hammaddeler Alt Komisyonu Kömür Çalışma Grubu,* Ankara 2001.

DPT, Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara 1979.

DPT, Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara 1984.

DPT, Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara 1989.

DPT, Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara 1995.

DPT, Dokuzuncu Kalkınma Planı, Ankara 2006.

DPT, Onuncu Kalkınma Planı, Ankara 2013.

DSİ, "Toprak ve Su Kaynakları", *http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari,* (02.01.2017).

Dursun, Bahtiyar, Gökçöl, Cihan, The role of hydroelectric power and contribution of small hydropower plants for sustainable development in Turkey, Renewable Energy 36, 2011, s. 1227-1235.

EİE, "Türkiye'de Güneş Enerjisi", *http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/gunes/tgunes.html,* (25.12.2016).

Elektrik Piyasası Kanunu, Resmi Gazete, 24335, (03.03.2001).

El-Wakil, Mohamed, M., *Power Plant Technology,* McGraw Hill International Editions, Singapore, 1988.

EMO Enerji Komisyonu, "Türkiye'de Elektrik Enerjisi Sektörünün Yapısı ve Tarihsel Gelişimi", *Elektrik Mühendisliği*, 26(278), 1981, s. 81 – 91.

Enerji Enstitüsü, "Türkiye Kurulu Elektrik Enerji gücü, (biyokütle)", *http://enerjienstitusu.com/turkiye-kurulu-elektrik-enerji-gucu-mw/*, (28.12.2016).

Enerji Piyasası Destekleme Kurumu (EPDK), *2010 Doğalgaz Piyasası Sektör Raporu*, Ankara 2010.

Enerji Piyasası Destekleme Kurumu (EPDK), *2015 Petrol Piyasası Sektör Raporu*, Ankara 2016.

Enerji Piyasası Destekleme Kurumu (EPDK), *2015 Doğalgaz Piyasası Sektör Raporu*, Ankara 2016.

Erdoğdu, Erkan, "On The Wind Energy In Turkey", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı: 13, 2009, s. 1361–1371.

Erdoğdu, Erkan, "An analysis of Turkish hydropower policy", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Satı: 15, 2011, s. 689–696.

Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü (Eti Maden), *Bor Sektör Raporu*, Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı, 2015.

ETKB, Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı, Ankara 2014.

ETKB, *Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü*, Strateji Geliştirme Başkanlığı, Ankara 2016.

ETKB, *Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı İle Bağlı, İlgili Ve İlişkili Kuruluşlarının Amaç Ve Faaliyetleri*, Bağlı ve İlgili Kuruluşlar Dairesi Başkanlığı, Ankara 2016.

ETKB, "Bağlı, İlgili ve İlişkili Kuruluşlar", *http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Bagli-Ilgili-ve-Iliskili-Kuruluslar*, (05.12.2016).

ETKB, "Güneş",*http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes*, (26.12.2016).

ETKB, Elektrik, http://www.enerji.gov.tr/tr TR/Sayfalar/Elektrik, 23.02.2017

European Commission Directorate, “Preparing a Waste Prevention Programme Guidance document”, Paris, 2012.

European Commission, Waste, http://ec.europa.eu/environment/waste/index.htm, (31.08.2017).

European Union, Directive 2004/12/Ec Of The European Parliament And Of The Councilof 11 February 2004 amending Directive 94/62/EC On Packaging And Packaging Waste, 2004.

European Union, Directive 2008/98/Ec of the European Parliament And of the Council, 2008.

Ezeah, Chukwunonye, Roberts, Clive, L., “Analysis of barriers and success factors affecting the adoption of sustainable management of municipal solid waste in Nigeria”, *Journal of Environmental Management*, Sayı: 103, 2012, s. 9-14.

Fay, James A., Golomb, Dan S., *Energy and The Enviroment*, Oxford University Press, New York, 2004.

Four Pillars of Sustainability, http://www.sustainablekingston.ca/our-community/sk-plan/four-pillars-of-sustainability/, (07.02.2017)

Fracis, F., Chen, *Introduction to plasma physics and controlled fusion*, Plenum Press, Volume 1: Plasma physics, 2 edition, New York, 1984.

Franco, Alessandro, Giannini, Nicola, “Perspectives for the use of biomass as fuel in combined cycle power plants,” *International Journal of Thermal Sciences*, Sayı: 44, 2005, s. 163-177.

Frankfurt School, United Nations Environment Programme (FS, UNEP), *Global Trends In Renewable Energy Investment*, Germany, 2016.

Freris, Leon, Infield, David, *Renewable Energy in Power Systems*, John Wiley & Sons Inc, Chichester, United Kingdom, 2008.

Gemici, Ünsal, Tarcan, Gültekin, Helvacı, Cahit, Somay, Melis, A., "High arsenic and boron concentrations in groundwaters related to mining activity in the Bigadic borate deposits (Western Turkey)", *Applied Geochmistry*, Sayı: 23, 2008, s. 2462-2476.

Goel, Malti, *Energy Sources And Global Warming*, Allied Publishers, New Delhi, 2005.

Gökdemir, Murat, Kömürcü, Murat, İ., Evcimen, Taylan, U., "Türkiye'de Hidroelektrik Enerji ve HES Uygulamalarına Genel Bakış", *Türkiye Mühendislik Haberleri*, Sayı: 471, 2012, s. 18-26.

Gözenç, Selami, Gümüş, Ergin, Ertin, Gaye, *Türkiye Coğrafyası*, Anadolu Üniversitesi Yayınları, No:1069, Eskişehir, 1998.

Grace, Robert, *Oil – An Overview of the Petroleum Industry*, Sixth Edition, Gulf Publishing, Houston, Texas, 2007.

Grubb, Michael, "The Economics of the Kyoto Protocol", *World Economıcs*, Sayı: 4, No: 3, Haziran-Eylül 2003, s. 143-189.

Gupta, Harsh, Roy, Sukanta, *Geothermal Energy An Alternative Resource for The 21st Century*, Elsevier, İndia, 2007.

Gururaja, Jayrarao, "Energy for sustainable development: Review of national and international energy policies", *Natural Resources forum*, 27, 2003, s. 53-67.

Gültekin, Ali, H., Örgün, Yüksel, Doğalgaz ve Çevre, Çevre Dergisi, Sayı: 9, 1993, s. 37-41.

Gümüş, Bilal, Tüzün, Mehmet, N., "Kentlerde Enerji Verimliliği, Van İlinin Enerji Üretim Potansiyeli ve Elektrik Enerjisi Problemleri", *Van Kent Sempozyumu TMMOB Bildiriler Kitabı*, 1-3 Ekim, Van 2009.

Gündoğan, Arif, C., Baş, Dursun, Sayman, Rıfat, Ü., *A'dan Z'ye İklim Değişikliği Başucu Rehberi*, Bölgesel Çevre Merkezi REC Türkiye, Ankara 2015.

Güven, Tamer, *Zonguldak Kozlu'da Kömür Madenciliği: İşletmecilik ve Çalışma Hayatı (1848-1921)*, Bülent Ecevit Üniversitesi Yayınları No:5, 2015.

Halıcıoğlu, Ferda, "An econometric study of CO_2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey", *Energy Policy*, 37, 2009, s. 1156–1164.

Harper, Douglas, Sustain, Online Etymology Dictionary, http://www.etymonline.com/?term=sustain, (07.02.2017)

Harris, Jonathan, M., "Sustainability and Sustainable Development", *International Society for Ecological Economics Internet Encyclopedia of Ecological Economics*, http://isecoeco.org/pdf/susdev.pdf, 2003

Harrison, Jeffrey P., Essentials of Strategic Planning in Healthcare, Health Administration Press, Chicago, 2010.

Harvey, Peter, Baghri, Sohrab, Reed, Bob, *Emergency Sanitation: Assessment And Programme Design, Water, Engineering and Development Centre*, Loughborough University, England, 2002.

Hawken, Paul, *The ecology of commerce: A declaration of sustainability*, HarperBusiness, New York, 1993.

Hemami, Ahmad, *Wind Turbine Technology*, Cengage Learning, U.S. 2012.

Hepbaşlı, Arif, Özgener, Leyla, "Development of geothermal energy utilization in Turkey: a review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 8, 2004, s. 433–460.

Hepbaşlı, Arif, Özgener, Önder, "A Review On The Development of Wind Energy In Turkey", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 8, 2004, s. 257–276.

HM Government, *Climate Change The UK Programme*, The Stationery Office, Norwich 2006.

Holmberg, Johan, *Making Development Sustainable: Redefining Institutions Policy And Economics*, Island Press, Washington D.C, 1992.

Hoornweg, Daniel, Bhada-Tata, Perinaz, *What A Waste: A Global Review of Solid Waste Management*, The World Bank Urban Development Series Knowledge Paper, No:15, 2012, Washington.

Hosetti, Basaling, B., *Prospects And Perspectives Of Solid Waste Management*, New Age International Publishers, New Delhi, 2006.

http://www.tdk.gov.tr/, (02.12.2016).

IAEA, "Radioactive Waste: Meeting the Challenge", *IAEA Bulletin*, Sayı: 55, 2014, s. 2-27.

International Energy Agency, *Key World Energy Statistics*, OECD/IEA, Paris 2016.

International Energy Agency (İEA), *Energy Policies of İEA Countries Turkey*, İEA, France 2016.

International Finance Corporation, "Hydroelectric Power A Guide for Developers and Investor", *http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/06b2df8047420bb4a4f7ec57143498e5/Hydropower_Report.pdf?MOD=AJPERES*, (21.11.2016).

ISWA, *Waste and Climate Change: White Paper*, International Solid Waste Association, Vienna, Austria, 2009.

Jabareen, Yosef, "A new conceptual framework for sustainable development", *Environ Dev Sustain*, 10, 2008, s. 179–192.

Jäger, Klaus, Isabella, Olindo, Smets, Arno, H., M., Swaaij, Rene, Zeman, Miro, *Solar Energy Fundamentals, Technology, and Systems*, Delft University of Technology, Nederland, 2014.

Johnson, Gary, L.,*Wind Energy Systems*, Electronic Edition, Manhattan, 2006.

Kadıoğlu, Mikdat, *Bildiğiniz Havaların Sonu Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye*, Güncel Yayıncılık, İstanbul, 2001.

Kalkınma Bakanlığı, *Türkiye Sürdürülebilir Kalkınma Raporu: Geleceği Sahiplenmek*, Ankara 2012.

Kapluhan, Erol, "Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Biyokütle Enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye'deki Kullanım Durumu", *Marmara Coğrafya Dergisi*, 30, 2014, s. 97-125.

Karabulut, Yalçın, *Türkiye Enerji Kaynakları*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 2000.

Karaosmanoğlu, Filiz, "Biyoyakıt Teknolojisi ve İTÜ araştırmaları", *ENKÜS 2006- İTÜ Enerji Çalıştayı ve Sergisi*, 22-23 Haziran, 2006, İstanbul.

Kates, Robert, W., Parris, Thomas, M., Leiserowitz, Anthony, A., "What is sustainable development? Goals, indicators, values and practice", *Environment*, 47, 2005, s. 8–21.

Kenisarin, Murat, Karslı, Vedat, M., Çağlar, Mehmet, "Wind Power Engineering In The World And Perspectives Of Its Development In Turkey", *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 10, 2006, s. 341–369.

Khan, Alamgir, A., "Potential to use biomass for bio-energy in Ontario", *Guelph Engineering Journal*, 2, 2009, s. 39 - 44.

Kılıç, Fatma Ç., Kılıç, Mehmet, K., "Jeotermal Enerji ve Türkiye," *Mühendis ve Makina*, Cilt: 54, Sayı: 639, 2013, s. 45-56.

Kinyua, Lawrence, Pertet, Anne Muthoni, Ogwayo, Isaac Onyango, "Social- Cultural Factors Associated with Household Solid WasteManagement in a Kenyan Informal Settlement", *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, Cilt: 10, Sayı: 10, No: 2, 2016, s. 63-68.

Kogel, Jessica, E., Trivedi, Nikhil, C., Barker, James, M., Krukowski, Stanley, T., *Industrial Minerals and Rocks, Commodities, Markets and Uses*, Society for Mining, Metallurgy and Exploration Inc., 7th Edition, Colorado, U.S.A, 2006.

Kothari, Richa, Tyagi, V.V., Pathak, Ashish, Waste-to-energy: A way from renewable energy sources to sustainable development, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 2010, s. 3164–3170.

Kourdi, Jeremy, *The Answers: Sustainability*, Marshall Cavendish International (Asia) Ptd Ltd, Singapore, 2012.

Kömürcü, Murat, İ., Akpınar, Adem, "Importance of geothermal energy and its environmental effects in Turkey", *Renewable Energy*, 34, 2009, s. 1611–1615.

Köse, Ramazan, "Geothermal energy potential for power generation in Turkey: A case study in Simav, Kutahya", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11, 2007, s. 497–511.

Krugman, Paul, Defining and Measuring Productivity, 1994, *http://www.oecd.org/std/productivity-stats/40526851.pdf*, (24.11.2016).

Kuhlman, Tom, Farrington, John, "What is Sustainability?", *Sustainability Journal*, 2010, s. 3436-3448.

Kural, Orhan, *Kömür*, Kurtiş Matbaacılık, İstanbul, 1991.

Kural, Orhan, *Kömür Özellikleri, Teknolojisi ve Çevre İlişkileri*, Özgün Ofset Matbaacılık, İstanbul, 1998.

Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu, Resmi Gazete, Sayı: 18113/23.07.1983

Ladanai, Stevlana, Vinterback, Johan, "Biomass for Energy versus Food and Feed, Land Use Analyses and Water Supply", *SLU Report, Institutionen för energi och teknik*, Uppsala, Swedish, 2010.

Lardinois, Inge, van de Klundert, Arnold, O*rganic Waste Options for small-scale resource recovery,* Technology Transfer for Development – Amsterdam Waste Consultants, Urban solid waste series 1, Gouda, 1993.

Leao, Simone, Bishop, Ian, Evans, David, "Assessing the demand of solid waste disposal in urban region by urban dynamics modelling in a GIS environment", *Resources, Conservation and Recycling*, Cilt: 33, 2001, s. 289–313.

Lemaire, Xavie, "Glossary of Terms in Sustainable Energy Regulation", *Renewable Energy & Energy Efficiency Partnership*, U.K, 2004.

Mathew, Sathyajith, *Wind Energy Fundamentals, Resource Analysis and Economics*, Springer, India, 2006.

Meisen, Peter, Krumpel, Sebastian, "Renewable Energy Potential of Latin America.", Global Energy Network Institute, California, 2009.

Mengi, Ayşegül; Algan, Nesrin, *Küreselleşme ve Yerelleşme Çağında Bölgesel Sürdürülebilir Gelişme: AB ve Türkiye Örneği*, Siyasal, Ankara 2003.

Mertoğlu, Orhan, Bakır, Nilgün, Kaya, Tevfik, "Geothermal applications in Turkey", *Geothermics*, Cilt: 32, 2003, s. 419–428.

Mertoğlu, Orhan, Şimşek, Şakir, Başarır, Nilgün, Geothermal Country Update Report of Turkey (2010-2015), *Proceedings World Geothermal Congress 2015*, Melbourne, Australia, 19-25 April, 2015.

MGM, Resmi İstatistikler (Yağışlar), 2015, https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/turkiye-yagis-2.pdf, s.5.

MMO, *Türkiye'de Termik Santraller*, Oda Raporu Yayın No: 526, Ankara 2010.

MMO, *Türkiye'nin Enerji Görünümü*, Oda Raporu, Yayın No:588, Genişletilmiş İkinci Baskı, Ankara, 2012.

Momoh, John, J. and Oladebeye, D.H., "Assessment of Awareness of Attitude and Willingness of People to Participate in Household Solid Waste Recycling Programme in Ado-Eketi, Nigeria", *Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation*, Sayı: 5, No: 1, 2010, s. 93-105.

Morvaj, Zoran, Bukarica, Vesna, Immediate challenge of combating climate change: effective implementation of energy efficiency policies, *paper accepted for 21st World Energy Congress*, 12-16 September, Montreal 2010.

MTA, "Jeotermal Enerji Araştırmaları", *http://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari*, (30.12.2016).

MÜSİAD, "2000'li Yıllarda Türkiye'nin Enerji Politikası", *MÜSİAD Araştırma Raporları*, 14, Kocaeli 1996.

National Energy Education Development Project (NEED), *Intermediate Energy İnfobook*, The NEED Project, Virginia 2016.

National Energy Education Development Project (NEED), *Secondary Energy İnfobook*, The NEED Project, Virginia 2016.

Oberthür, Sebastian, Ott, Hermann, E., *The Kyoto Protocol International Climate Policy for the 21st Century*, Springer, Newyork, 1999.

OECD, Decision Of The Council On The Reduction Of Transfrontier Movements Of Wastes. 27 May 1988 C(88)90/Final Amendment on 28th–29th July 1994–C(94)152/FINAL, 1994.

Oğulata, Tuğrul, R., "Energy Sector and Wind Energy Potential in Turkey", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 7, 2003, s. 469–484.

Oğulata, Tuğrul, R., Oğulata, Noyan, S., "Solar Energy Potential in Turkey", *Energy Sources*, 24, 2002, s. 1055–1064.

Oliveira, Pedro, *The Elements Periodic Table Referance*, PediaPress, Mainz, Germany, 2011.

Orman ve Su İşleri Bakanlığı, *Türkiye Orman Varlığı Raporu*, 2015.

Øvergaard, Sara, *Issue Paper: Definition of Primary and Secondary Energy*, Statistics Norway, Oslo, 2008.

Önal, Eylem, Yarbay, Rahmiye, Z., "Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Geleceği", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Yıl: 9, Sayı: 18, 2010 Güz, s. 77-96.

Önder, İzzettin, "Yeni Dünya Düzeni ve Enerji Politikaları", *Türkiye Üçüncü Enerji Sempozyumu*, TMMOB, Ankara, 2001, s. 57,62.

Özcan, Mustafa, Öztürk, Semra, Oğuz, Yüksel, Potential evaluation of biomass-based energy sources for Turkey, *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 18, 2015, s.178-184.

Özdemir, Adil, "Jeotermal Enerji ve Elektrik Üretimi, Jeofizik Bülteni" , *http://www.jeotermal.com/dokumanlar/dosyalar/3792175-60.pdf*, s.7, (19.11.2016).

Özil, Erdal, Şişbot, Sedat, Özpınar, Alper, Olgun, Burak, *Elektrik Enerjisi Teknolojileri ve Enerji Verimliliği*, TESAB, Cilt: 1, 2012, İstanbul.

Palm, Jenny, *Energy Efficiency*, Sciyo,Rijeka, Croatia, 2010.

Pamir, Necdet, "Enerji Politikaları ve Küresel Gelişmeler, Küreselleşmenin Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Enerji Politikaları", *5. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Elektrik Mühendisleri Odası, Ankara, 2005.

Plieninger, Tobias, Bens, Oliver, Hüttl, Reinhard, F., "Perspectives of Bioenergy for Agriculture and Rural Areas", *Outlook on Agriculture*, 35(2), 2006, s. 123-127.

Pongrácz, Eva, "Through Waste Prevention Towards Corporate Sustainability: Analysis of the Concept of Waste and a Review of Attitudes Towards Waste Prevention", *Sustainable Development*, Sayı: 17, 2009, s. 92–101.

Possoli, L., Coelho, V. L., Ando Junior, O. H., Neto, J. M., Spacek, A. D., Oliveira, M. O., Schaeffer,L., Bretas, A. S., "Electricity Generation by Use of Urban Solid Waste, International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'13) Bilbao (Spain), 20th to 22th March, 2013", *Renewable Energy and Power Quality Journal (RE&PQJ)*, Sayı:1, No:11, 2013, s. 140-145.

Quaschning, Volker, *Understanding Renewable Energy Systems*, Earthscan, London, 2005.

Quattrone, Paolo, Busco, Cristiano, Riccaboni, Angelo, Frigo, Mark, L., *Integrated reporting: concepts and cases that redefine corporate accountability*, Springer, Switzerland, 2013.

Rajamani, Lavanya, "The Principle of Common but DifferentiatedResponsibility and the Balance ofCommitments under the Climate Regime", *RECIEL*, 9 (2), 2000, s. 120-131.

RCRA (Resource Conservation and Recovery Act), Solid Waste Disposal Act, Sec. 1004, 2002.

Ruckelshaus, William, D., *Toward a Sustainable World, in the Energy-Environment Connection* (ed.) Hollander, Jack, M., Island Press, Washington, 1992.

Samota, Amarjit, *Sustainability: How the Cosmetics Industry is Greening Up*, John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex, United Kingdom, 2014.

Sarıkaya, Mehmet, A., "Türkiye'nin Güncel Buzulları, Fiziki Coğrafya Araştırmaları: Sistematik ve Bölgesel", *Türk Coğrafya Kurumu Yayınları*, Sayı:6, 2011, s. 527-544, İstanbul.

Schutte, Ignatius, C., "A Strategic Management Plan For The Sustainable Development Of Geotourism In South Africa", North-West University, Philosophy Department, *Doctoral Degree Thesis*, South Africa, 2009.

Schweizer-Ries, Petra, "Energy sustainable communities: Environmental psychological investigations", *Energy Policy*, Sayı: 36, 2008, s. 4126–4135.

Sevim, Cenk, *Küresel Enerji Stratejileri ve Jeopolitik*, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2012.

Short, Rebacca, *Kömürün Gerçek Maliyeti*, Greenpeace, 2009.

Singh, Gaurav K., Gupta, Kunal, Chaudhary, Shashank, "Solid Waste Management: Its Sources, Collection, Transportation and Recycling", *International Journal of Environmental Science and Development*, Sayı: 5, No. 4, 2014, s. 347-351.

Sjöström, Magnus, Östblom, Göran, "Decoupling waste generation from economic growth — A CGE analysis of the Swedish case", *Ecological Economics*, Sayı: 69, 2010, s. 1545–1552.

Stigson, Björn, "Sustainable development for industry and society", *Building Research & Information*, 27:6, 1999, s. 424-430.

Şahin, Ümit, *Türkiye'nin İklim Politikalarında Aktör Haritası*, İstanbul Politikalar Merkezi, İstanbul, 2014.

Şen, Ömer, L., "A Holistic View Of Climate Change And Its Impacts In Turkey", *İstanbul Policy Center*, İstanbul, 2013.

Şenel, Mahmut C., Koç, Erdem, "Dünyada ve Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi Durumu-Genel Değerlendirme," *Mühendis ve Makina*, Cilt: 56, Sayı: 663, 2015, s. 46-56.

T.C. Anayasası, Resmi Gazete Sayı: 17863/09.11.1982

T.C. Çevre Bakanlığı Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete Sayı:20814/ 14.3.1991.

T.C. Dış İşleri Bakanlığı, Birleşmiş Milletler;İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMIDÇS) ve Kyoto Protokolü,http://www.mfa.gov.tr/birlesmis-milletler_iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-_bmidcs_-ve-kyoto-protokolu-_.tr.mfa, (24.01.2017)

T.C. Enerji Bakanlığı, Uluslararası Boru Hatları ve Boru Hatları Projeleri, ,http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Uluslararasi-Boru-Hatlari-ve-Boru-Hatti-Projeleri, (18.01.2017).

Taşman, Cevdet, E., "Petrolün Türkiye'de Tarihçesi", *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, Sayı: 39, 1949, s. 9-13.

Tayanç, Mete, İm, Ulaş, Doğruel, Murat, Climate change in Turkey for the last half century, *Climatic Change*, Sayı: 94, 2009, s. 483–502.

TEİAŞ, http://www.teias.gov.tr, (23.02.2017).

Tekeli, İlhan, *Türkiye Açısından Dünyada İklim Değişikliği*, Türkiye Bilimler Akademisi, Ankara, 2010.

Tekinel, Osman, Enerji Tasarrufu Paneli, *İstanbul Ticaret Odası Yayını*, 14Ocak, Seminerler Dizisi No:11, 1982.

Tekno Tasarım, "Hidroelektrik Enerji ve Türbinler", *http://download.teknotasarim.com/urun_katalog/HIDROELEKTRIK_ENERJI_TURBINLER.pdf*, (21.11.2016).

Tendero, Claire, Tixier, Christelle, Tristant, Pascal, Desmaison, Jean, Leprince, Philippe, Atmospheric pressure plasmas: A review, Spectrochim. *Acta*, Part B, Sayı: 61, 2006, s. 2-30.

Terzi, Arzu, Bağdat – Musul'da Abdülhamid'in Mirası Petrol ve Arazi (1. Baskı). İstanbul: Timaş Yayınları, İstanbul, 2009.

Tester, Jefferson, W., Drake, Elisabeth M.,Golay, Michael W., Driscoll, Michael, J., *Sustainable Energy: Choosing Among Options*, MIT Press, Second Edition, Cambridge, 2012.

Tester, Jefferson, W., Drake, Elisabeth, M., Driscoll,Michael, J., Golay, Michael, W., Peters, William, A., *Sustainable Energy Choosing Among Options*, The MIT Pres, ,Second Edition, USA, 2012.

The European Parliament And Of The Council, Directive 2008/98/EC, Official Journal of the European Union, 2008.

Theis, Tom, Tomkin, Jonathan, *Sustainability: A Comprehensive Foundation*, www.earth.illinois.edu, Rice University, Texas, 2012.

Thomas, Larry, *Coal Geology*, Wiley –Blackwell, West Sussex, U.K., 2013.

TMMOB, "Bor Gerçeği", *Jeoloji Mühendisleri Odası Haber Bülteni*, Sayı: 2001/1-2, 2001.

TMMOB, *Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Verimliliği*, Genişletilmiş 3. Baskı, Yayın No: 589, Ankara, 2012.

TMMOB, *Enerji Verimliliği Raporu*, Emo Yayınları, Ankara, 2012.

TOBB, 72. Genel Kurul Ekonomik Rapor, TOBB Yayınları, Yayın No: 2016/270, 2015.

Toksoy, Macit, *Jeotermal Enerji Doğrudan Isıtma Sistemleri: Temelleri ve Tasarımı Seminer Kitabı*, Makina Mühendisleri Odası, İzmir, 2003.

Troschinetz, Alexis M., Mihelcic, James R., "Sustainable Recycling of Municipal Solid Waste in Developing Countries",*Waste Management,* Sayı: 29, 2009, s. 915–923.

TUİK, "Basın Odası Haberleri", *http://www.tuik.gov.tr/basinOdasi/haberler/2016_26_20160303.pdf*, (21.12.2016).

TÜBİTAK, "Enerji Teknolojileri Politikası Çalışma Grubu Raporu – Yönetici Özeti – Alt Grup Önerileri Toplamı", *TÜBİTAK Vakfı Yay*., Mayıs, Ankara, 1998.

TÜBİTAK, TTGV, *Enerji Teknolojileri Politikası Çalışma Grubu Raporu*, 1998.

TÜİK, Seragazı Emisyon Envanteri, 2014, http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21582, (09.11.2016).

Türkeş, Murat, "Influence Of Geopotential Heights, Cyclone Frequencyand Southern Oscillation On Rainfall Variations In Turkey",*International Journal Of Climatology*, 18, 1998, s. 649–680.

Türkeş, Murat, Sümer, Utku, M., Demir, İsmail, "Re-Evaluation Of Trends And Changes In Mean, Maximum And minimum Temperatures Of Turkey For The Period 1929–1999", *International Journal Of Climatology*, 22, 2002, s. 947–977.

Türkiye Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğü (TTK), *Taşkömürü Sektör Raporu Mayıs 2015*, Ankara, 2015.

Türkiye Ulusal Ajansı, Lifelong Learning Programme, *Güneş Enerjisi El Kitabı*, e@solar Proje Ekibi, 2013.

Türkyılmaz, Oğuz, "Türkiye'nin Yerli ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları", *Mühendis ve Makina*, Cilt: 49 Sayı: 576, 2008, s. 52-64.

Twidell, John, Weir, Tony, *Renewable Energy Resources*, Taylor & Francis, , Second Edition, New York, 2006.

U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation, "Hydroelectric Power", s.3, *https://www.usbr.gov/power/edu/pamphlet.pdf*, 2005, (05.12.2016).

Uluslararası Boru Hatları ve Boru Hatları Projeleri, ,http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Uluslararasi-Boru-Hatlari-ve-Boru-Hatti-Projeleri, (17.01.2017).

UN, Our common future: The World Commission on Environment and Development, 1987.

UN, The Rio Declaration on Environment and Development, 13 June, Rio deJaneiro, 1992.

UN, United Nations Framework Convention On Climate Change, NewYork, 1992.

UN, *Kyoto Protocol To The United Nations Framework Convention On Climate Change*, Kopenhag, 1998.

UN, Development Programme, *Human Development Report 2015: Work for Human Development*, Newyork, 2015.

University of Alberta, Office of Sustsinability, *What is sustainability?*, https://www.mcgill.ca/sustainability/files/sustainability/what-is-sustainability.pdf, (07.02.2017).

Uzunoğlu, Mehmet, Yüksel, Ramazan, Ok, Mert, "Güneş Enerjisi ve Kullanım Alanları",*Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı*, Ed. Şükrü Su, Kayseri, MMO Yayınları, 12-13 Ekim, 2001.

Üçgül, İbrahim, Elibüyük, "Ufuk, Rüzgâr Türbinleri, Çeşitleri Ve Rüzgâr Enerjisi Depolama Yöntemleri", *Journal of Yekarum*, Cilt: 2, Sayı: 1, 2014, s. 1-14.

Ültanır, Özcan, M., *21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi*, Tusiad Yayınları, İstanbul, 1998.

Ünalan, Güner, *Kömür Jeolojisi*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, 2010.

Vardar, Ali, Taşkın, Onur, "Renewable Energy Sources and Turkey", *International Journal of Energy and Power Engineering*, 3(5), 2014, s. 245-249.

Varınca, Kamil B., Gönüllü, M., Talha, "Türkiye'de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine

Bir Araştırma*", I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi, 21-23 Haziran*, 2006.

Viederman, Stephan, "The economics of sustainability: Challenges. Paper presented at the workshop", *The Economics of Sustainability*, Fundacao Joaquim Nabuco, Recife, Brazil 1994.

Wang, Xiuli, Economides, Michael, *Advanced Natural Gas Engineering*, Gulf Publishing Company, Houston, Texas, 2009.

WMO, Proceedings of the World Climate Conference, WMO-No. 537, February 1979, Geneva.

World Energy Council, *Energy Efficiency: A Recipe for Success*, United Kingdom, 2010.

World Energy Council (WEC), *Renewable Energy Projects Handbook*, United Kingdom, 2004.

World Population Forecast, http://www.worldometers.info/world-population/#table-forecast, (08.02.2017)

WorldBank, *What A Waste: Solid Waste Management In Asia*, Urban and Local Government Working Paper Series, 1999.

World Bank, *What A Waste A Global Review of Solid Waste Management*, Urban Development Series Knowledge Papers, 2012.

Yencken, David, Wilkinson, Debra, *Resetting the Compass: Australia's Journey Towards Sustainability*, CSIRO Publishing, Updated Edition, Australia 2001.

Yerebakan, Metin, *Rüzgâr Enerjisi*, İTO Yayınları, İstanbul, 2001.

Yıldız, Emel, "Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Uygulama: Güneş Enerji Santrali Ve Rüzgâr Enerji Santrali Kuruluş Maliyetleri",

Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne 2017.

Yıldız, Taner, 20. Türkiye Uluslararası Enerji ve Çevre Fuarı ve Konferansı Konuşması, 24 Nisan, İstanbul, 2014.

Yoğurtçuoğlu, Tülin N., *Ulusal Çevre Stratejisi ve Eylem Planı, 2. Ulusal Kentsel Altyapı Sempozyumu*, Alaz Ofset, Ankara, 1999.

Yorulmaz, Şerife, "Türkiye'de Kömürün Keşfi Ve Kömür İşletme İmtiyazları (1829-1937)",*Türkiye 11. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı*, 10-12 Haziran, Bartın-Amasra, Türkiye, 1998, s. 283-298.

Zarate, M.A., Slotnick, J., Ramos, M., "Capacity building in rural Guatemala by implementing a solid waste management program", *Waste Management*, Sayı: 28, 2008, s. 2542–2551.

Zilan, Ruken, Ecevit, Ahmet, "Energy Policy Of Turkey", *Sharjah Solar Energy Conference Incorporating the 7th Arab Conference on Solar Energy & Regional World Renewable Energy Congress*, 19-22 February, 2001 Sharjah, UAE.

Zumerchik, John, Macmillan, *Encyclopedia of Energy*, Gale Group, Newyork, 2001.

"5 Important Facts About Bioenergy", *http://convertnews.com/1785-bioenergy-5-facts-you-must-read-about*, (19.11.2016).

"Bor İle Temiz Bir Geleceğe", *http://www.boren.gov.tr/tr/bor/bor-tarihcesi*, (22.11.2016).

"Bor", *http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Bor*, (22.12.2016).

"Boron", *http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/scenes-e/elem/e00500.html*, (22.11.2016).

"Doğalgaz Perakende Satış Fiyat Arşivi", *http://www.gazdas.com/web/Navigationt?p=81d35173e889d7443ffe1c1a4218b459RFCNew&page=*, (05.12.2016).

"Following The Energy Trail With Biomass History", http://www.biomass.net/Biomass-History.html, (18.11.2016).

"Güneş Enerjisi ile Elektrik Üretimi", *http://www.enerjiatlasi.com/elektrik-uretimi/gunes,* (27.12.2016).

"Hidroelektrik Santralleri", *http://www.enerjiatlasi.com/hidroelektrik/,* (02.01.2017).

"History of Biomass", http://biomass-energy-project.weebly.com/history.html, (18.11.2016).

"How is Coal Formed?", https://www.uky.edu/KGS/coal/coalform.htm, (14.11.2016).

"Maden Fiyatları (Bor)", *http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/e35398b5c12c6cf_ek.pdf?tipi=37&turu=X&sube=0,* 22.12.2016).

"Maden Fiyatları (Linyit)", *http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/e35398b5c12c6cf_ek.pdf?tipi=37&turu=X&sube=0,* (22.12.2016).

"Renewable Energy And Other Alternatıve Energy Sources",*https://www.dmme.virginia.gov/DE/LinkDocuments/HandbookAlternativeEnergy.pdf,* (15.11.2016)

"Türkiye Petrol Rafinerileri", *http://www.etarih.net/tr/cografya/petrolrafinerilerimiz.html,* (05.12.2016).

"Türkiye'nin Enerji Profili Ve Stratejisi",*http://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa,* (21.12.2016).

"Türkiye'de Bor Üretiminin Tarihçesi", *http://www.etimaden.gov.tr/tr/page/bor-turkiye-tarihcesi*, (22.12.2016).

"Wind Energy Basics", http://windeis.anl.gov/guide/basics/, (18.11.2016).

"YEKDEM Rüzgar Santralleri Üretimi", *http://www.enerjiatlasi.com/epias/yekdem-res-uretimi*, (27.12.2016).

6 Waste Disposal Methods, http://www.norcalcompactors.net/6-waste-disposal-methods/ (30.08.2017)

Global Energy Guide, *http://news.bbc.co.uk/2/shared/spl/hi/sci_nat/06/global_energy/html/hydrowind.stm*, (21.11.2016).

Güncel Fiyatlar (Edirne), http://tppd.com.tr/Sayfalar/index.html, (05.12.2016).

Maden Fiyatları (Kömür), *http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/e35398b5c12c6cf_ek.pdf?tipi=37&turu=X&sube=0,* (22.12.2016).

"Dünyadaki İlk Petrol",*http://www.dunyaninilkleri.com/ilkler/dunyadaki-ilk-petrol.html*, (10.11.2016).

"The devil's excrement", *http://www.economist.com/node/1795921*, (10.11.2016).