

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ULUSLARARASI İLİŞKİLER ANABİLİM DALI
ULUSLARARASI İLİŞKİLER BİLİM DALI

**AVRUPA BİRLİĞİ ENERJİ İHTİYACININ
KARŞILANMASINDA BİYOYAKITLARIN ROLÜ**
(Yüksek Lisans Tezi)

Tezi Hazırlayan:

Ergün ÖZÜTEMİZ

İstanbul, 2017

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ULUSLARARASI İLİŞKİLER ANABİLİM DALI
ULUSLARARASI İLİŞKİLER BİLİM DALI

**AVRUPA BİRLİĞİ ENERJİ İHTİYACININ
KARŞILANMASINDA BİYOYAKITLARIN ROLÜ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Tezi Hazırlayan:
Ergün ÖZÜTEMİZ

Öğrenci No:
130771013

Danışman:
Yrd. Doç. Dr. Pınar BAL

İstanbul, 2017

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Avrupa Birliği Enerji İhtiyacının Karşılanmasında Biyoyakıtların Rolü**” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım. 11/05/2017

Ergün ÖZÜTEMİZ

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
TEZLİ YÜKSEK LİSANS SINAV TUTANAĞI

11 / 05 / 2017

Enstitümüz *Uluslararası İlişkiler* Anabilim Dalı *Uluslararası İlişkiler* Programı yüksek lisans öğrencilerinden 130771013 numaralı **Ergün ÖZÜTEMİZ'in** "*Beykent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim – Öğretim Yönetmeliği*"nin ilgili maddesine göre hazırlayarak, Enstitümüze teslim ettiği "*Avrupa Birliği Enerji İhtiyacının Karşılanmasında Bio Yakıtların Rolü*" konulu tezini, Yönetim Kurulumuzun 11.04.2017 tarih ve 2017/14 sayılı toplantısında seçilen ve Taksim Yerleşkesinde toplanan biz jüri üyeleri huzurunda, ilgili yönetmeliğin (c) bendi gereğince (80) dakika süre ile aday tarafından savunulmuş ve sonuçta adayın tezi hakkında ~~oyçokluğu/oybirliği~~ ile ~~Kabul/Red veya Düşeltme~~ kararı verilmiştir.

İşbu tutanak, 4 nüsha olarak hazırlanmış ve Enstitü Müdürlüğü'ne sunulmak üzere tarafımızdan düzenlenmiştir.

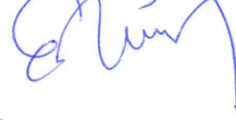
DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Pınar BAL
(Beykent Üniversitesi)



ÜYE

Yrd. Doç. Dr. Ülke Evrim UYSAL
(Beykent Üniversitesi)



ÜYE

Doç. Dr. Selcen ÖNER
(Bahçeşehir Üniversitesi)



Adı ve Soyadı : Ergün ÖZÜTEMİZ
Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Pınar BAL
Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans/Tez, 2017
Alanı : Uluslararası İlişkiler
Anahtar Kelimeler : AB, Enerji Arzı, Enerji Güvenliği, Alternatif Enerji, AB Enerji Politikası, Biyoyakıtlar

ÖZ

AVRUPA BİRLİĞİ ENERJİ İHTİYACININ KARŞILANMASINDA BİYOYAKITLARIN ROLÜ

Bu tez çalışmasında biyokütle temelli alternatif enerji kaynaklarından olan biyoyakıtların Avrupa Birliği enerji ihtiyacının karşılanmasındaki rolü incelenmiştir. 1973 Petrol Krizi ve katlanarak artan petrol fiyatları tüm dünyayı olduğu kadar Avrupa Birliği’ni de bir enerji arz ve güvenliği sorunuyla karşı karşıya bırakmıştır. 1970’lerle birlikte alternatif enerji kaynaklarına olan ilginin artması neredeyse insanlığın varoluşundan beri kullanılagelen biyoyakıtların geliştirilerek daha yoğun kullanılması sonucunu doğurmuştur. Çalışma boyunca biyoyakıtların Avrupa Birliği enerji ihtiyacının karşılanmasındaki rolü ve etkisi incelenmiştir. Bu amaçla özellikle üye ülkelerin, Eurostat’ın, OECD’nin ve Uluslararası Enerji Ajansı’nın verileri ve raporlarından yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda Avrupa Birliği’nde biyoyakıt kullanımının; elektrik, ısıtma-soğutma ve ulaşım başta olmak üzere, enerji ihtiyacının karşılanmasında ve enerji bağımlılığının azaltılmasında ciddi katkılar sağladığı görülmüştür.

Name and Surname : Ergün ÖZÜTEMİZ
Supervisor : Asst. Prof. Dr. Pınar BAL
Degree and Date : Master, 2017
Major : International Relations
Key Words : EU, Energy Supply, Energy Security, Alternative Energy,
Biofuels

ABSTRACT

THE ROLE OF BIOFUELS IN MEETING THE EUROPEAN UNION'S ENERGY NEEDS

In this research, the role of biofuels, as one of the biomass-based renewable energy sources, in meeting the European Union's energy needs is examined. The 1973 Oil Crisis and the rising oil prices have confronted the European Union as well as the whole world with an energy supply and security problem. With the 1970s, an increase in demand for renewable energy sources has led to the improvement and heavy use of biofuels which were already being used since the beginning of human existence. Throughout this research, the role and effect of biofuels in meeting the European Union energy needs have been analysed. For this purpose, the data and the reports of member countries, Eurostat, OECD and International Energy Agency have been particularly used. The research results show that the use of biofuels in the European Union has contributed to the fulfilment of energy needs and reducing energy dependence, notably in electricity, heating/cooling and transportation.

İÇİNDEKİLER

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
KISALTMALAR	viii
GİRİŞ	1
1. AVRUPA BİRLİĞİ ENERJİ POLİTİKALARI	5
1.1. Tarihçe.....	5
1.2. Öncelikler.....	7
1.2.1. Arz Güvenliği/Enerji Bağımlılığıyla Mücadele	7
1.2.2. Enerjinin Liberalizasyonu	7
1.2.3. Çevre Boyutu.....	8
1.2.3.1. Ozon Tabakası ve Montreal Protokolü	9
1.2.3.2. Hava Kirliliği	11
1.2.3.3. İklim Değişikliği ve Küresel Isınma	12
1.2.4. İstihdam	26
1.2.5. Düşük Karbon Ekonomisi Hedefleri	26
2. AB’NİN ENERJİ KAYNAKLARI	29
2.1. Yenilenemez Enerji Kaynakları	29
2.1.1. Kömür.....	29
2.1.2. Petrol.....	31
2.1.3. Doğalgaz.....	33
2.1.4. Nükleer Enerji	34
2.1.5. Kaya Gazı (Shale Gas)	36
2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları (YEK)	37
2.2.1. Güneş Enerjisi	38
2.2.2. Hidroelektrik Enerji.....	39
2.2.3. Rüzgâr Enerjisi	40

2.2.4. Jeotermal Enerji.....	41
2.2.5 Yenilenebilir Kentsel Katı Atık Enerjisi	41
2.2.6. Gel-Git Enerjisi	42
2.2.7. Dalga Enerjisi	42
2.2.8. Biyoyakıtlar	46
3. BİR ENERJİ KAYNAĞI OLARAK BİYOYAKITLAR.....	48
3.1. Biyoyakıt Çeşitleri	50
3.1.1. Fiziksel Hallerine Göre.....	51
3.1.1.1. Sıvı Biyoyakıtlar	51
3.1.1.2. Katı Biyoyakıtlar.....	62
3.1.1.3. Gaz biyoyakıt: Biyogaz	64
3.1.2. Elde Edilme Kaynaklarına Göre.....	65
3.1.2.1. Birinci Nesil Biyoyakıtlar	65
3.1.2.2. İkinci ve Üçüncü Nesil Biyoyakıtlar	67
3.2. Biyoyakıtların Tarihçesi.....	68
3.3. Biyoyakıtların Günümüzdeki Kullanım Alanları.....	69
3.3.1. Ulaşım.....	69
3.3.2. Isıtma-Soğutma.....	70
3.3.3. Elektrik	70
3.4. Biyoyakıtların Diğer Enerji Kaynakları İle Karşılaştırılması	70
3.5. Biyoyakıtların Avantaj ve Dezavantajları	71
3.5.1. Avantajları	71
3.5.2. Dezavantajları.....	72
4. AB’DE BİYOYAKITLARIN KULLANIMI.....	74
4.1. AB’de Biyoyakıtların Tarihçesi	74
4.2. Hukuki Çerçeve: Direktifler (Yönergeler)	74
4.2.1. İç Elektrik Piyasasında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretiminin Teşvik Edilmesi Üzerine Yönerge	74
4.2.2. Ulaşımında Biyoyakıt ya da Diğer Yenilenebilir Yakıtların Kullanımının Teşvik Edilmesi Üzerine Yönerge.....	75

4.2.3. Yenilenebilir Kaynaklardan Elde Edilen Enerjinin Kullanımının Teşvik Edilmesi, 2001 ve 2003 Yönergelerinin Değiştirilmesi, Ardından Yürürlükten Kaldırılması Üzerine Yönerge.....	76
4.3. Biyoyakıtların AB Enerji Miksi İçerisindeki Yeri	79
4.4. Biyoyakıtların AB'ye Kazandırdıkları	83
4.4.1. Enerji Arz ve Güvenliği Açısından	83
4.4.2. Enerji İhtiyacının Karşılanması Açısından.....	84
4.4.3. İstihdam Açısından	84
4.4.4. Küresel Isınmayla Mücadele Açısından	86
4.5. Biyoyakıt Kullanımına Eleştiriler	88
4.5.1. Biyoyakıt Kullanımının Gıda Fiyatlarına Etkisi.....	88
4.5.2. Biyoyakıt Kullanımının Ormansızlaşmaya ve Biyoçeşitliliğe Etkisi	89
4.5.3. Biyoyakıt Kullanımının Toprak, Su ve Havaya Etkisi	91
SONUÇ	94
KAYNAKÇA	100

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa No.
Tablo 1. AB'nin Katı Yakıt İthalatı	31
Tablo 2. AB'nin Ham Petrol İthalatı.....	32
Tablo 3. AB'nin Doğalgaz İthalatı.....	34
Tablo 4. AB'de Rüzgar Enerjisi Üretimi, 2000-2015 (GW).....	41
Tablo 5: Brüt Son Tüketimde YEK Oranı, %.....	43
Tablo 6: Brüt Isıtma-Soğutmada YEK oranı	45
Tablo 7: Brüt Elektrik Tüketiminde YEK oranı (%)	46
Tablo 8. Geleneksel Biyoyakıt ve Gelişmiş Biyoyakıtların Temel Özellikleri	53
Tablo 9. Ulaşımındaki YEK oranı.....	54
Tablo 10. Belirli Ülkelerdeki Etanol Üretimi ve Tüketimi	58
Tablo 11. 2011-2013 Arası Etanol Ticareti.....	58
Tablo12. Belirli Ülkelerdeki Biyodizel Üretimi ve Tüketimi.....	60
Tablo 13. 2011-2013 Arası Biyodizel Ticareti	61
Tablo 14. Biyoyakıt Üretimi Yarar-Zarar Hesaplaması.....	73

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No.
Şekil 1. Sera Gazlarının Etkisi.....	13
Şekil 2. İnsan Kaynaklı Küresel CO ₂ Salımı (Milyar Ton CO ₂).....	14
Şekil 3. En yüksek CO ₂ Salımı Yapan 10 Ülke, (Milyar Ton CO ₂).....	15
Şekil 4. Kişi Başına CO ₂ Salımı Yapan 10 Ülke, (ton CO ₂ /yıl).....	15
Şekil 5. Toplam Son Tüketimde Enerji Kaynakları Oranı, 1973-2013.....	38



KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
AAET	: Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu
AKÇT	: Avrupa Kömür Çelik Topluluğu
BM	: Birleşmiş Milletler
BMİÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
CFC	: Kloroflorokarbonlar
CHP	: Combine Heat and Power
CO₂	: Karbondioksit
COP	: Conference of the Parties
EBTP	: European Biofuels Technology Platform
EC	: European Commission
EEA	: European Environment Agency
ETS	: Emisyon Ticaret Sistemi
EWEA	: European Wind Energy Association
GAIN	: Global Agricultural Information Network
HES	: Hidroelektrik Santral
IEA	: International Energy Agency
IISD	: International Institute for Sustainable Development
ILUC	: Indirect Land Use Change
INDC	: Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanı
IPCC	: Intergovernmental Panel On Climate Change
JRC	: Joint Research Center
KTPE	: Kilo Ton Petrol Eşdeğer
MESS	: Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası
MMO	: Makina Mühendisleri Odası
MW	: Megawatt
MTPE	: Milyon Ton Petrol Eşdeğer
NREAP	: National Renewable Energy Action Plan
PDHES	: Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Santral
OPEC	: Organization of Petroleum Exporting Countries
UNFCCC	: United Nations Framework Convention on Climate Change
UNEP	: United Nations Environment Programme
USDA	: United States Department of Agriculture
WWF	: World Wide Fund for Nature
YDA	: Yaşam Döngüsü Analizi
YEK	: Yenilenebilir Enerji Kaynakları

GİRİŞ

1970’li yıllar dünyada alternatif enerji kaynaklarına yönelmede büyük hareketliliğin yaşandığı yıllar olmuştur. 1973 Arap-İsrail Savaşı sırasında OPEC ülkelerinin petrole ambargo koyması, petrolün fiyatının dört katına -Ocak 1973’ten Ocak 1974’ten- fırlamasına, böylece petrol ithal eden ülkelerin ciddi bir kriz yaşamalarına neden olmuştur.

Dünya enerji ihtiyacının kömür, petrol, doğalgaz gibi fosil, dolayısıyla yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarına bağımlı olduğu böyle bir dönemde petrol fiyatlarındaki bu yüksek artış bir maliyet sorunu yaratmasının da ötesinde ciddi bir enerji ve arz güvenliği sorunu yaratmıştır. Bu sorun petrol ihraç eden ülkeleri bir kez daha gelişmiş kapitalist devletlerin ilgi odağı haline getirmenin yanı sıra, özellikle enerjiye bağımlı olan erken sanayileşmiş ülkelere alternatif enerji kaynaklarına ilişkin derinlemesine inceleme ve araştırma yapılmasını da sağlamıştır. Gelişmiş ya da az gelişmiş olsun enerji sorunu yaşayan ya da yaşama ihtimalini yüksek gören tüm ülkeler alternatif enerji kaynaklarını kullanmaya, zaten kullananlar da daha yoğun bir şekilde kullanmaya başlamıştır. Bu amaçla güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik enerji, jeotermal enerji, biyokütle enerjisi, dalga enerjisi, gel-git enerjisi alternatif, aynı zamanda yenilenebilir enerji kaynağı olarak daha fazla ilgi görmeye başlamıştır.

Bu tez çalışmasında insanlığın gündemine yeni girmeyen, çok uzun zamandır bilinen biyoyakıtların Avrupa Birliği’nin (AB) enerji ihtiyacının karşılanmasındaki rolü inceleme konusudur. Bunun yanında, genel bir perspektif vermek amacıyla, hem fosil yakıtların hem nükleer enerjinin hem yıldızı yeni parlayan kaya gazının hem de biyoyakıt dışındaki alternatif kaynakların enerji ihtiyacının karşılanmasındaki rolüne kısaca değinilmiştir. Bu tezin bir başka amacı da böylesine enerji kaynağı çeşitliliğine karşın biyoyakıt kullanımının AB’de neden yükseldiğine ilişkin bir analiz sunmaktır. Konuyu bütünlük içerisinde incelemek amacıyla fosil kaynaklı enerji ya da alternatif enerji olsun, söz konusu enerji kaynaklarının durumu yalnızca AB sınırları dâhilinde değil dünya ve Türkiye açısından da kısaca incelenmiştir.

Dahası, önemli veriler ve ilerlemeler içermesi açısından Norveç ve İzlanda gibi AB üyesi olmayan Avrupa ülkeleri de çalışmanın kapsamı içindedir.

1970’li yıllarla birlikte enerji politikası bağlamında AB’nin çeşitli sorunları bulunuyordu: Enerji arz güvenliğinin sağlanması, artan petrol fiyatları, tek bir iç enerji piyasasını *liberalleşme* adı altında tamamen piyasa mekanizmaları uyarınca yeniden biçimlendirme ihtiyacı, artan enerji bağımlılığı konusunda tedarikçi ülkelerin hem sayısının hem de bu tedarikçilerle ilişkilerin artırılması ihtiyacı, artan çevre sorununu enerji sorunu bağlamında yeniden değerlendirme ihtiyacı, enerji bağımlılığını azaltma ve çevre sorununun çözümüne katkıda bulunmak amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla eğilme, enerji verimliliğini artırma vs. bunlar arasında temel sorunları oluşturuyordu.

Enerji sorunuyla baş etmede büyük umutlar vaat eden güneş, rüzgâr, hidroelektrik, biyoyakıt, jeotermal gibi alternatif kaynaklar arasında” ulaşımda yaşanan artan enerji ihtiyacı ve çevre kirliliği gibi sorunlara biyokütleden elde edilen *biyoyakıtların* ciddi ve etkili bir çözüm sunabileceği düşüncesi 2000’li yıllardan beri AB’nin gündeminde bulunmaktadır. Biyoyakıtların bu denli ilgi çekici olmasının başlıca nedenleri enerji bağımlılığını azaltma, ulaşımda salınan sera gazı salımlarında ciddi bir düşüş sağlama, küresel ısınmanın azaltılmasına katkı, biyoyakıtın ya da hammaddesinin üretildiği bölgelerde kırsal kalkınmaya ve istihdama katkı gibi konularda barındırdığı büyük potansiyelidir.

İşte bu tez çalışması AB’nin yaşadığı söz konusu enerji sorunları bağlamında biyoyakıtların barındırdığı potansiyeli ne derece gerçekleştirip gerçekleştirmediği sorunsalına odaklanmıştır. Biyoyakıtların söz konusu gereksinimleri karşılamadaki rolü geçmiş-bugün-gelecek bağlamında ele alınmış, süreç içerisinde biyoyakıtların lehine ve aleyhine olan gelişmeler güncel verilerle dile getirilmiştir. Çalışma kapsamında AB’nin gündemine görece yeni girmekte olan ulaşımda elektrikli araç kullanımı gibi yeni çözüm önerileri de biyoyakıtlarla ilişkisi çerçevesinde incelenmiştir.

Birinci bölümde kısaca AB’nin enerji politikaları *Tarihçe* ve *Öncelikler* alt başlıklarıyla incelenmiştir. *Tarihçe*’de 1952’de Avrupa Kömür Çelik Topluluğu’nun

(AKÇT) kurulmasından bugüne kadar gelişmeler üzerinde durulmuştur. Daha kapsamlı olan *Öncelikler* bölümünde enerji arzının güvenliği, çevre boyutu ve istihdam boyutları güncel rakamlarla incelenmiştir. Çevre boyutu son 40 yıldır hem dünyanın hem de AB'nin gündeminde merkezi konumlardan birinde bulunduğu Küresel Isınma, Montreal Protokolü, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Kyoto Protokolü Taraflar Toplantısı'nın yirmi birincisi olan COP 21 (21st Conference of the Parties), Paris Antlaşması ve nihayet Kasım 2016'da Marakeş'te yapılan, böylece Paris Antlaşması'nın somut maddelere ve uygulamalara dönüşmesini sağlayan COP 22 ele alınmıştır. Bu bölümde son olarak 2000'li yılların ortalarında kesin biçimine kavuşmaya başlayan “Düşük Karbon Ekonomisi Hedefleri” incelenmiştir.

İkinci bölümde AB'nin enerji kaynakları yenilenemez ve yenilenebilir enerji kaynakları şeklinde iki bölümde ele alınmıştır. Tam olarak kuşatıcı bir kavram olmasa da *fosil yakıtlar* olarak anılan yenilenemeyen enerji kaynaklarından kömür, petrol, doğalgaz ve nükleer enerjinin yanı sıra dünyanın gündemine özellikle ABD üzerinden giren kaya gazı (shale gas) da tezin bu bölümünde incelenmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının çok eski bir tarihi olsa da son yüz yılda özellikle ise 1970'lerden sonra dünyanın gündemine girdiğini söylemek yanlış olmayacaktır. Biyoyakıtların tezin ana konusu olması itibarıyla ikinci bölüm sonunda işlenmek yerine Üçüncü Bölümde ayrı olarak incelenmesi daha uygun görülmüştür. Biyoyakıtlar elde edilme kaynaklarına göre birincil, ikincil ve üçüncül nesil olarak; fiziksel durumlarına göre ise sıvı, katı ve gaz biyoyakıtlar olarak incelenmiştir. Ayrıca, özellikle birinci nesil biyoyakıtların gıda fiyatlarının artması yönünde olumsuz etkide bulunduğu iddiaları nedeniyle biyoyakıtların tarımla ilgisi de bu bölümde ele alınmıştır. Bu bölümde biyoyakıtların tarihçesi, diğer enerji kaynakları ile karşılaştırılması, avantajları-dezavantajları gibi konular da incelenmiştir.

Dördüncü bölümde biyoyakıtlar tezin temel konusu olarak AB bağlamında ele alınmıştır. Biyoyakıtların AB'deki tarihçesi, biyoyakıtların AB mevzuatındaki yerine ilişkin üç temel belge ve özellikle 2009 Yönergesi'nin ayrıntılı ele alınışı, AB'nin diğer enerji kaynaklarıyla biyoyakıtların karşılaştırılması, son olarak olumlu ve olumsuz yönleriyle AB'de biyoyakıtların rolü bu bölümde incelenmiştir.

Tezin sonlandırıldığı beşinci bölümde tüm çalışmanın bir özeti sunulmuştur. Bu bağlamda, araştırma sırasında karşılaşılan çeşitli bulgular biyoyakıtların çalışmanın bu bölümünde değinilen potansiyeli ne derece gerçekleştirebildiği, küresel ısınmaya etkisi, geleceğe ilişkin ne gibi çeşitli projeksiyonlar sunduğu açıklanmıştır.



1. AVRUPA BİRLİĞİ ENERJİ POLİTİKALARI

Avrupa Birliği enerji politikaları enerjinin ucuz, kaynak çeşitliliği bol, arz güvenliğini ön plana alan bir yaklaşımla elde etmesine dayanır. Bunların yanı sıra piyasa mekanizmalarını engelleyici öge içermeme ve çevre güvenliğini en üst seviyede tutma enerji politikalarının diğer önemli bileşenleridir. Bu bölümde enerji politikaları tarihçe ve önceliklerin neler olduğuna değinilerek incelenmiştir.

1.1. Tarihçe

AB’de enerji sorunu esas olarak 1970’lerde baş göstermiş olsa da, enerji politikalarını birliğin kuruluşuna doğru atılan ilk adımlardan başlatmak mümkündür. İkinci Dünya Savaşı’nın ardından neredeyse tamamıyla yıkılan Avrupa’da temel sorunlardan biri sanayinin tekrar toparlanması, enerji ihtiyacının karşılanması ve enerji güvenliğinin sağlanması olmuştur. Özellikle Almanya ile Fransa arasında yeni bir olumsuz rekabetin doğması kaygısının bulunması da 1952’de Avrupa Kömür Çelik Topluluğu’nun (AKÇT) kurulmasına etkide bulunmuştur (Dedeoğlu, 2003, s. 48). AKÇT’de petrolün henüz yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmasından önce kömürün bir enerji kaynağı olarak ön plana çıkarıldığı görülmüştür (Akçay ve Göçmen, 2014, s. 541). AKÇT, AB’nin kurulmasına giden yolda atılan ilk ve en önemli adımlardan biri olmanın yanı sıra, kömür üretiminin denetlenmesini sağlaması açısından önemlidir. Temel enerji kaynağının kömür olduğu bu dönemde bu adımın kritik bir önemi vardır. Söz konusu denetleme kömür ve çelik üretiminin Avrupa’nın enerji ihtiyaçlarına cevap verecek biçimde düzenlenmesine olanak sağlamıştır.

Atılan bir başka önemli adım da 1957’de Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu’nun (AAET) kurulması olmuştur. Bu topluluğun kurulması, daha kısa bir süre önce dünyada büyük yıkımlar yaratabileceği görülmüş olsa da, Avrupa’da nükleer enerjinin önemli bir enerji kaynağı olarak görülmeye başlandığını göstermiştir (Akçay ve Göçmen, 2014, s. 540). AB’nin enerji politikasının sonraki döneminin belirlenmesinde petrolün bir enerji kaynağı olarak kullanıldığı 1950’li ve 1960’lı yıllar belirgindir. Bunu izleyen ve enerji fiyatlarını dört katına çıkaran

(Gilpin, 2013, s. 382) 1973 Petrol Krizi bütün dünyayı olduğu gibi AB'yi de derin bir krizin içine sokmuştur. Zira Avrupa ülkeleri de dünyanın birçoğu gibi enerjiye bağımlıdır. Enerji ithalatına konabilecek her türlü engel büyük bir risk oluşturacaktır.

Böyle bir darboğaza dünyanın içine girdiği ekonomik ve çevresel krizler gibi sorunlar da eklenince enerji problemine ilişkin yeni çözüm önerileri üzerinde düşünülmüş, alternatif enerji kaynağı arayışları artmaya başlamıştır. Bu arayışın nedenleri arasında enerji bağımlılığı, kaynak güvenliği, insanların neden olduğu iklim değişikliğiyle mücadele ve küresel teknoloji pazarının bulunduğunu (Altuntaşoğlu, 2005, s. 250-251) vurgulamak önemlidir.

AB'de yenilenebilir enerjiyle ilgili atılan adımlardan belki de ilki 1997'de Topluluk Stratejisi ve Eylem Planı için *Beyaz Belge'nin (Bildiri)* yayınlanması olmuştur (Türkeş ve Kılıç, 2004, s. 9; Altuntaşoğlu, 2005, s. 251). Beyaz Belge'de hedef o dönem yenilenebilir enerjinin brüt enerji tüketiminde % 6 olan oranını % 12'ye çıkarmaktır. Bu hedefe varmak amacıyla bir yandan her bir yenilenebilir enerji kaynağı için hedefler konmuşken 1997-2003 arasında geçerli olan kamu ve özel sektör işbirliğini de içeren Eylem Planı oluşturulmuştur. Yenilenebilir enerjiye sermaye yatırımlarının teşvik edilmesi de hedefe ulaşma yolunda bir çözüm olarak düşünülmüştür (Türkeş ve Kılıç, 2004, s. 9). Bundan üç yıl sonra, 2000 yılında, Enerji Arz Güvenliği İçin Avrupa Stratejisine Doğru *Yeşil Belge (Bildiri)* kabul edilmiştir. Bildiride AB enerjisinin yarısının ithalata bağımlı olduğu, bu bağımlılığının 20-30 yıl içinde % 70'e yükselme riskinin bulunduğu belirtilmiştir. 2002 yılındaki Yeşil Belge sonuç raporunda sorunların çözümünde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının (YEK) büyük bir önem taşıdığı, ancak bunların kullanımının artırılması için büyük ölçekli politik ve ekonomik çabalar gerektiği belirtilmiştir (Altuntaşoğlu, 2005, s. 251).

Yenilenebilir enerjiye ilişkin sonraki süreçte birçok karar alınmış ve birçok yönerge belirlenmiştir. Yönergelerin en önemlileri şunlardır: 2001 tarihli İç Elektrik Piyasasında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretimini Teşvik Eden Yönerge (EC, 2001), 2002 tarihli Binaların Enerji Performansı Yönergesi, (EC, 2002) 2003 tarihli Ulaşımında Biyoyakıtların ve Diğer Yenilenebilir Yakıtların Kullanımını Teşvik Eden Yönerge (EC, 2003) ve son olarak 2009 tarihli

Yenilenebilir Kaynaklardan Elde Edilen Enerjinin Kullanımının Teşvik Edilmesi, 2001/77/EC ve 2003/30/EC Yönergelerinin Değiştirilmesi, Ardından Yürürlükten Kaldırılması Üzerine Yönerge'dir (EC, 2009). Bunların son üçü sonraki sayfalarda ayrıntılı olarak incelenecektir.

1.2. Öncelikler

AB ülkeleri enerji sorununun çözümünde birçok çıkarı ve mekanizmayı birlikte düşünmüştür. Bunların arasında en önemlileri şunlardır: Serbest piyasa sisteminin en acil ihtiyaçlarından enerji iç pazarının serbestçe işlemesi, enerji arz güvenliğinin sağlanması, enerji verimliliğinin ve tasarrufunun artırılması, alternatif ya da yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi, çevreye verilecek zararın en aza indirilmesi, enerji ağları arasındaki bağlantıların desteklenmesi ve yeni istihdam olanaklarının artırılması sayılabilir (Akçay ve Göçmen, 2014).

1.2.1. Arz Güvenliği/Enerji Bağımlılığıyla Mücadele

Enerji arz güvenliği, talebi karşılayacak enerjinin arzu edildiği her durumda yeterince, uygun fiyatlarla ve çevreyle en az zararla elde edilmesi şeklinde tanımlanabilir. Daha özlü bir ifadeyle, yeterli arzın makul görülebilecek fiyattan temin edilmesidir (Yıldız, 2012, s. 170). 1973 Petrol Krizi'nin katlanan enerji fiyatlarına neden olmasıyla birçok ülkede olduğu gibi AB ülkelerinde de yarattığı temel sorun enerji arz ve güvenliği sorunu olmuştur. AB gibi tükettiği enerjinin yarısından fazlasını ithal etmek zorunda olan (Yıldız, 2012, s. 160) bir birlik için bu sorun büyük bir enerji arz güvenliği sorununu gündeme getirmiştir. Bu olumsuz etki AB ülkelerini enerji sorununun çözümünde daha fazla işbirliğine ve ortak politika üretmeye yönelttiği gibi, petrole bağımlılık da alternatif ya da yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla eğilmeye itmiştir (Değirmenci, 2009).

1.2.2. Enerjinin Liberalizasyonu

Birlik içinde enerji politikasının en temel bileşenleri tek bir pazarın ve rekabet politikasının oluşturulmasıdır. Bu amaca ilişkin önceleri birçok girişim olsa da

Lizbon Antlaşması'na kadar kayda değer bir gelişme sağlandığını söylemek güçtür. AB'de enerji piyasasının liberalleşmesinde, daha açık bir deyişle enerjinin kapitalist meta ekonomisinin çıkarlarına göre düzenlenmesinde en önemli savunucu rolünü Avrupa Komisyonu üstlenmiştir (Akçay ve Göçmen, 2014, s. 541). Komisyon özellikle doğalgaz ve elektrik piyasalarının liberalleştirilmesinde politika önerilerinde bulunmuştur. Bunların bir bölümü kabul edilirken, bir bölümü de değişen sektöre göre *özelleştirme* ya da *kamulaştırma* olarak yorumlanarak ciddi bir muhalefetle karşılaşmıştır.

Enerji piyasasının liberalleşmesinde en önemli işlevi kuşkusuz *liberalleşme paketleri* adı verilen düzenlemeler oluşturur. Bu paketlerin temel amacı gaz ve elektrik şebekelerinde bulunan tekellerin egemenliğini kaldırarak sermayedarların bu şebekelere kısıtlama olmadan, serbestçe erişmesini sağlamaktır. İlk liberalleşme paketi 1996-98 yılları arasında yapılmış, böylece sanayi forumları oluşturulmuştur. 1998'de oluşturulan Floransa Forumu ve 1999'da oluşturulan Madrid Forumu içinde gaz sanayi sektörü de olmak üzere çeşitli sanayilerde üretici, tüketici, satıcı, nakilciler, hükümet temsilcileri ve Avrupa Komisyonu'nu bir araya getirerek bir tartışma ortamı yaratmıştır. Uygulama zorunluluğu ya da yaptırım gücü olmaması nedeniyle forumların işbirliği yapma ötesinden bir işlevi olmamıştır. İkinci liberalleşme paketi 2005'te başlamıştır. Burada her üye ülkenin bir enerji düzenleyicisi olması şart koşulmuştur. Ulusal düzenleyicilerin birlik düzeyinde karar vermesi olanağı sağlanmamıştır. Bu nedenle yeterince işlevli olamamış olmakla birlikte bu süreç, Avrupa Elektrik ve Gaz Regülatörleri Grubu'nun kurulmasını sağlamıştır. Nihayet 2007'de başlayan Üçüncü Liberalleşme Paketi ulusal düzenleyicilerin birlik düzeyinde karar alma mekanizmalarını güçlendirmeyi hedeflemiştir (Akçay ve Göçmen, 2014, s. 543-44).

1.2.3. Çevre Boyutu

1970'li yıllar ve sonrası petrol krizi kadar çevre kirliliği, temiz su, sürdürülebilir kalkınma, küresel ısınma, ozon tabakası gibi kavram ya da olguların da dünyanın gündemine girmesini sağlamıştır. Çevrenin karşılaştığı bu tehlikeli durum üzerine yapılan tartışmalar insanın çevreyle ilişkisinin sorgulanması sonucunu

doğurmuştur. Ayrıca bu süreç bir yanda *çevre hakkı, güvenlik ve çevre, çevresel güvenlik* gibi yeni kavram ya da konuların ortaya çıkmasına yol açmış, bir yandan da *çevre felsefesi* gibi yeni araştırma alanlarının doğmasını sağlamıştır. *Çevre hakkı kavramı*, çevrenin ve çevresel değerlerin korunmasında hukuksal araçların neler olduğu konusuna odaklanır (Kaboğlu, 1995). *Güvenlik ve çevre* kavramı, çevrenin doğal oluşumuna yönelik tehditlerin ulusal ve uluslararası güvenliğin ayrılmaz bir parçası olmasına işaret eder (Sönmezoğlu, 1998, s. 415). *Çevresel güvenlik*; yerel, ulusal, bölgesel ve küresel anlamda çevrenin bozulmasının toplumların refahının azalmasına ve çevrenin bozulmasının neden olduğu, olabileceği çeşitli çatışmaların doğmasına ilişkin bir yaklaşımdır (Sönmezoğlu, 1998, s. 416). *Çevre felsefesi* ise 1970'lerle birlikte kullanılmaya başlayan bir kavram ve araştırma alanı olup doğaya, insanın doğa üzerindeki yerine ve insanın doğayla ilişkisine yoğunlaşır (Ünder, 1996).

Oluşmaya başlayan tartışmaların başka boyutları da söz konusu olmuştur. Sözgelimi sermaye çevreleri çevre sorununa duyarlılığı bir rekabet üstünlüğü ögesi olarak görüp soruna yalnızca daha fazla kâr etmenin yolu olarak bakmıştır (MESS, 2008). Buna karşın farklı görüşler de ortaya atılmıştır. Bunların en çok göze çarpanlarından biri daha fazla ekonomik büyümenin bir zorunluluk olmadığı, ekonominin küçültülmesi yolunun da çevre sorunuyla mücadelede önemli olduğu düşüncesidir¹ (Zhang vd., 2015).

Çevre sorununu çözmede AB açısından bakıldığında ise çevre politikasının en önemli ögesi *kirleten öder* ilkesidir. Bu ilke AB çevre politikalarının en temel ilkesidir. Çevreyi kirletenin bunun bedelini ödemekle yükümlü olması anlamına gelen bu ilke aynı zamanda çevreyi daha az kirleten teknoloji ve ürünlerin kullanılmasını da teşvik etmeye amaçlar (Akçay ve Göçmen, 2014, s. 525).

1.2.3.1. Ozon Tabakası ve Montreal Protokolü

İnsan türünün çevreyle ilişkisini sorgulamasının bir başka vesilesi de güneşten dünyaya gelen ve yoğun enerji yüklü ultraviyole ışınlarının çok büyük bir

¹ Konuyu popüler hale getirenlerden biri de *Küçük Güzeldir* kitabıyla Schumacher olmuştur (Barlas, 2013, s. 241)

bölümünü soğurarak yer yüzeyine ulaşmasını engelleyen *ozon tabakasının* incelmesidir. Ozon tabakasının incilmesi, ultraviyole ışınlarının canlıların derilerine değmesi sonucunda tüm canlılar için ölümcül olabilecek tehlikeler yaratır. Kloroflorokarbonların (CFC) ve benzer maddelerin ozon tabakasını inceltebileceği görüşü teorik olarak ilk defa 1970'lerde ortaya atılmıştır. 1985 Mayıs'ında Antartika üzerinde ozon tabakasında keşfedilen delik söz konusu incelemeye bir delil olarak gösterilmiştir (Çevik, 2012). Ozon tabakasının incilmesi tehlikesine karşı ilk girişim konunun 1976'da Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından gündeme getirilmesi olmuştur. Ardından Mart 1985'te ozon tabakasının korunması için *Viyana Sözleşmesi* kabul edilir. Bu, yasal bağlayıcılığı olmayan bir çerçeve sözleşmedir. Sözleşme, ozon tabakasının düzenli bir şekilde gözlemlenmesi, CFC üretiminin izlenmesi, bilgi paylaşımı, hükümetler arasında işbirliği yapılması ve gerektiğinde çeşitli önlemler alınması konusunda tarafları teşvik etmiştir. Eylül 1985'te ise *Montreal Protokolü* imzalanır; bu ise çevre konusunda oluşturulmuş en başarılı çok taraflı antlaşmadır.

Bu protokolde, taraflar için ilk defa *ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ilkesi* benimsenmiştir. Bu ilkenin temeli gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için her ülkenin kendi olanaklarına göre farklı hedefler ya da tarihler belirlenmesidir (Çevik, 2012). CFC'lerin azaltımı için tarih gelişmiş ülkeler için 1995 sonu olarak belirlenmişken, gelişmekte olan ülkeler için 2010 olarak belirlenmiştir. 1990'da bu protokolün uygulanması için *Çok Taraflı Fon* kurulur. Bu, çevre korunması amacıyla fon oluşturulması anlamında bir ilktir (Çevik, 2012). Montreal Protokolü daha sonra birçok güncellemeden geçirilmiştir. Çok taraflı fonun kurulması Protokol'ün en büyük başarısı olarak görülmekle birlikte, imza atılmasının yirmi beşinci yılında bir değerlendirmede Protokol'ün başarıları şöyle özetlenmiştir: Küresel çevre sorununa karşı mücadelede ilk zorlayıcı antlaşma, bilimsel temelde politika üretme anlamında ihtiyatlılık ilkesinin benimsenmesi, bağımsız uzmanların herhangi bir sansür altında kalmadan bilimsel temelde araştırma yapabilmesi, ulusal farklılıkları dikkate alan çok taraflı fon mekanizması oluşturma (Bansal, 2013).

1.2.3.2. Hava Kirliliği

Yirminci yüzyılda insanlığın yaşadığı ve bu nedenle üstüne yoğunlaştığı önemli sorunlardan biri de hava kirliliğidir. Özellikle aşırı kömür kullanımıyla ilişkilendirilen hava kirliliğinin antropojenik (insan kaynaklı) ve doğal olmak üzere iki temel kaynağı vardır. Bunların önde gelenleri elektrik üretimi, ulaşım ve evlerde fosil yakıt kullanımı; sanayi süreçlerinin atıkları, tarım, atık arıtma, volkanik patlamalar, rüzgârla taşınan çeşitli tanecikler, bitkilerin uçucu organik bileşiklerinin doğaya salınması vs. sayılabilir (EEA, 2017).

Hava kirliliğiyle hastalık ya da ölümler arasında tek yönlü ya da tek nedenli bir neden-sonuç ilişkisi kurulması mümkün değildir. Kışlalıoğlu ve Berkes'in (2001, s.151) belirttiği gibi:

“İnsanlar hava kirliliğinden ölmezler. En azından hiçbir resmi kayıta ölüm nedeni hava kirliliği olarak gösterilmez. İnsanlar akciğer kanseri, mide kanseri, kalp hastalıkları, kronik bronşit, astım, amfizem ve diğer solunum yolu hastalıklarıyla, bunların komplikasyonlarından ölürlər. Teşhis edilen hastalık hemen hemen hiçbir durumda basit bir sebep-sonuç ilişkisiyle hava kirliliğine bağlanamaz”.

Neden sonuç ilişkisini kurmanın zor olmasının yanısıra rüzgârın çok yönlü etkisi de hesaplama yapmayı ve çözüm üretmeyi zorlaştıran bir etkidir. Örneğin, bir ülke hava kirliliğini azaltıp hava kalitesini artırmak için ne kadar önlem alırsa alsın, bazı kirleticilerin bir ülkeden başka bir ülkeye ya da bir kıtadan başka bir kıtaya taşınacak denli uzunca bir süre atmosferde kalması sonucu söz konusu ülkenin aldığı önlemlerin yeterince başarılı sonuç veremediği görülmüştür. Bu nedenle hava kirliliğiyle mücadelenin tek bir ülkeyle sınırlı olamayacağı; ülkeler, bölgeler hatta kıtalar arası bir işbirliğini gerektirdiği anlaşılmıştır (EEA, 2016).

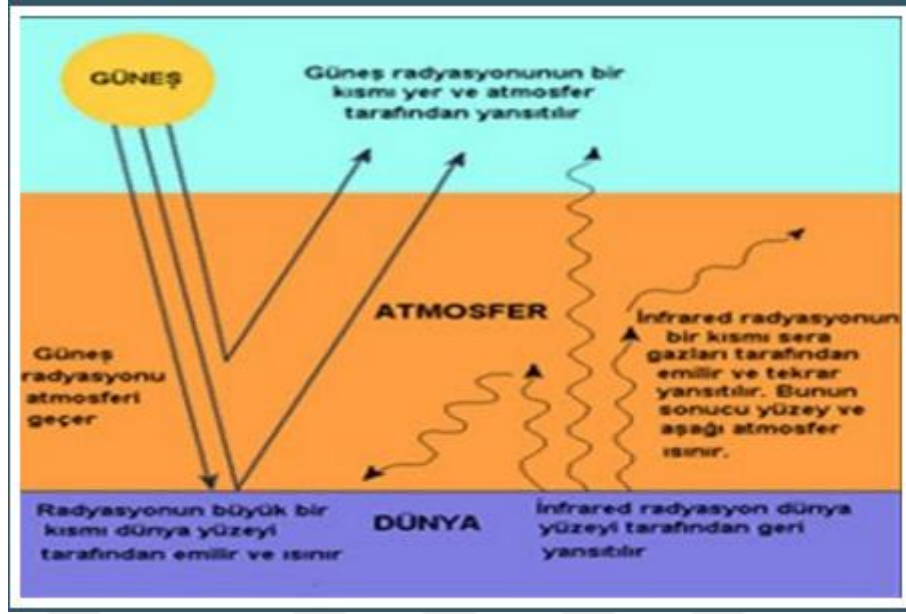
Hava kirliliğiyle ilişkilendirilen ölümlere bakıldığında en çok bilinen örneğin İngiltere'deki 1952 “Büyük Sis” olduğu görülür. Londra'yı birkaç gün boyunca kaplayan ve hareket etmeyen sis tabakası sonucu solunum rahatsızlıkları nedeniyle hastanelere hasta akını olmuştur. Bu ağır sis tabakası, özellikle içerdiği sülfür oksit nedeniyle şehirdeki ortalama ölüm oranına göre kimi kaynaklara göre 3.500-4.000 (Kışlalıoğlu ve Berkes, 2001, s. 151), kimilerie göreyse 4.000 ile 8.000 arasında *fazladan* can kaybına neden olmuştur (EEA, 2016; Gore, 2010). Hava kirliliğiyle

ilgili olduğu düşünölen ölümlerde 1956'da Londra'da 900, New York'ta 1965'te 400, İran'da 2007'de en az 3600 can kaybının yaşandığı kaydedilmiştir (Kışlalıoğlu ve Berkes, 2001, s.151; Demirer, 2012, s. 103).

Hava kirliliğine karşı mücadele ve hava kalitesini artırma ihtiyacı 1950'lerden beri Avrupa'nın gündemindedir. 60 yıldan uzun süre boyunca alınan önlemler sayesinde Avrupa hava kalitesinde kayda değer ilerlemeler sağlanmıştır. Örneğin 2001-2010 arasındaki ölçümlere bakıldığında sülfür oksit salımı % 54, nitrojen oksit salımı % 26, amonyak salımı % 10 azalmıştır. Söz konusu önlemlerin alınmasındaki uzun vadeli büyük hedef hem insan sağlığı hem çevre üzerinde kabul edilebilir bir seviyede hava kalitesine ulaşmaktır. Başka bir deyişle, hava kirliliğinin tam olarak ortadan kaldırılamayacak olması nedeniyle insan ve çevre için *katlanılabilir* bir hava kalitesi seviyesi yakalamaktır. Bu amaçla alınan en son önlemlerden biri de Avrupa Komisyonu'nun 2013'te Temiz Hava Kalitesi Paketi'ni benimsemesi olmuştur (EEA, 2017). Paketin uygulanmasında her AB üyesi ülkede aynı istek ve çaba gösterilmediği için görel ve yavaş bir ilerleme kaydedildiği sıkça vurgulanmıştır. Zira, AB mevzuatı belirli maddelere ilişkin hedeflere ve sınırlara odaklanır. Ancak üye ülkelerin bu hedeflere nasıl ulaşacağına kendilerinin karar vermesi istenir (EEA, 2016). Her halükârda günümüz AB'sinde yukarıda değinilen salım oranları dikkate alındığında 1950'ler Avrupa'sına oranla daha temiz, daha yüksek bir hava kalitesine ulaşıldığı vurgulanmalıdır.

1.2.3.3. İklim Değişikliği ve Küresel Isınma

İnsanlığın enerji ihtiyacını karşılama biçimi on sekizinci yüzyılın sonuna kadar odundu. Dünyada 476 yılında % 95 olan orman alanı 17. yüzyılın başlarındaki bilimsel devrime gelindiğinde % 20'ye gerilemiştir (Gore, 2010, s. 52). Daha sonradan sanayi devriminin yarattığı itkiyle ana enerji kaynağı önce kömür sonra da petrol olmuştur. Özellikle sanayi devriminin başta İngiltere olmak üzere hızla yayılması, insanoğlunun çevreyi tahribatında, önceki yüzyıllara göre korkutucu bir ilerleme kaydetmiştir. Dünyanın enerjiye her geçen gün daha fazla bağımlı hale gelmesi, yapılan istatistiklerde sürekli daha fazla enerji tüketildiğinin saptanması, insanoğlunun çevreyle ilişkisini radikal bir şekilde sorgulatacak duruma gelmiştir.



Şekil 1. Sera Gazlarının Etkisi

Kaynak: Saraçoğlu, N. (2010). *Küresel İklim Değişimi, Biyoenerji ve Enerji Ormanlığı*. Ankara: Efil Yayınevi.

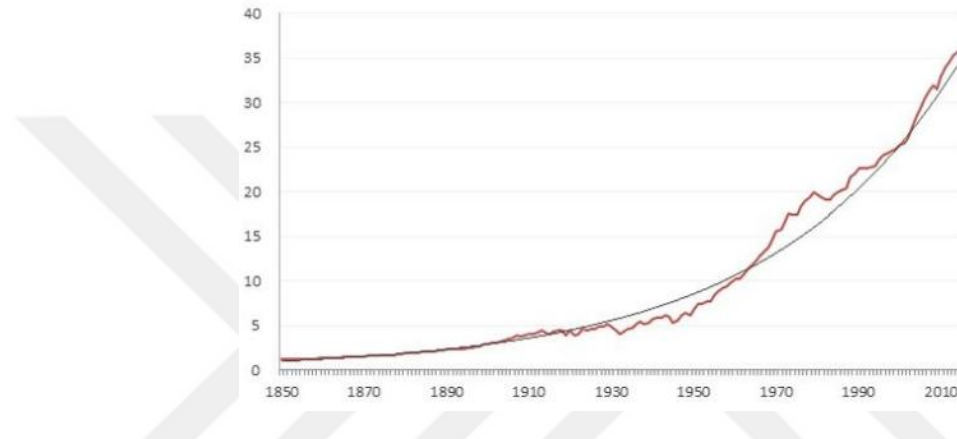
Bunun ilk işaretlerinden birini 1896 yılında Nobel ödüllü İsveçli bilimci Svante Arrhenius vermiştir. Arrhenius fosil² yakıtlara bağlı olarak atmosferde karbondioksit (CO₂) birikiminin *küresel ısınmaya* yol açabileceğini ve bunun da iklim değişikliğine neden olabileceğini belirtmiştir. Bu erken uyarı çevreye verilen zararın o dönemlerde bir sorun olarak görülmemesi nedeniyle maalesef 1970’li yıllara kadar yeterli dikkate ve ilgiye mazhar olamamıştır. Bu yıllardan sonra insanlığın çevreyle ilişkisinin sorgulanmaya başlanması dikkatleri diğer birçok sorunun yanı sıra küresel ısınmaya da çekmiştir.

Şekil 1’den de anlaşılacağı üzere, güneşten gelen kızıl ötesi ışınların bir bölümü yeryüzü ve atmosfer tarafından uzaya geri yansıtılır, büyük bir bölümü yeryüzüne emilir. *Sera etkisi* adı verilen süreç yeryüzünün güneş ışınlarını uzaya geri yansıttığı anda gerçekleşir. Atmosferde sera gazı adı verilen gazlar olmadığı durumda bu ışınlar uzaya gönderilecekken, sera gazlarının bulunması durumunda bu ışınlar tutulup yeryüzüne geri gönderilir, böylece zaten ısınmış olan yeryüzü fazladan ısınmış, sıcaklık olağan boyutlara göre daha fazla artmış olur (Bahçeci, 2013).

² Fosil yakıt “jeolojik devirlerde bitkisel ve hayvansal materyallerden meydana gelmiş sıvı, gaz ve katı” olarak tanımlanır (Çepel, 1995). Kömür, petrol, doğalgaz, linyit, turba vs fosil yakıttır.

Dünya, atmosferdeki sera gazı konsantrasyonuna bağlı olarak ısınır ya da soğur. Bu yoğunluk artarsa dünya ısınır, azalırsa soğur.

Sera etkisiyle ilgili mutlaka değinilmesi gereken bir başka nokta da, sera etkisinin bir bütün olarak zararlı bir süreç olmayıp canlıların varlığı için zorunlu olmasıdır. Zira atmosferin bu ısıtma ve yalıtma etkisi olmasaydı, yeryüzünün ortalama sıcaklığı 15°C yerine -18°C olacaktı (Güneş, 2010, s. 43). Başka bir deyişle sera gazları olmasaydı dünya buzla kaplanmış olacaktı.

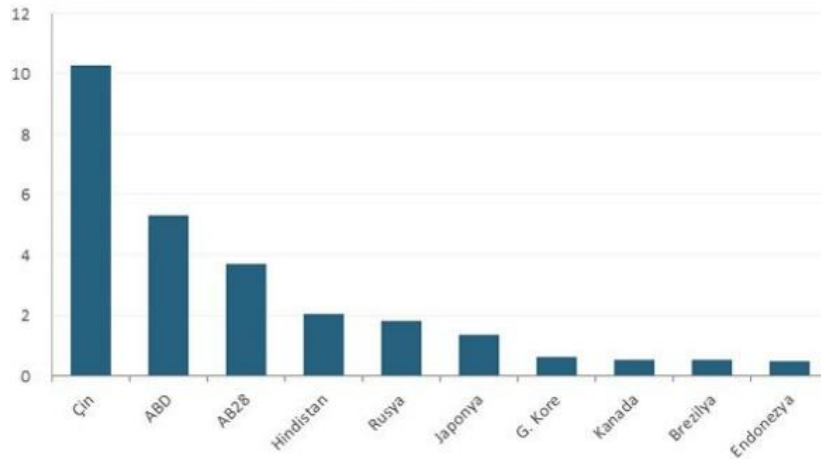


Şekil 2. İnsan Kaynaklı Küresel CO₂ Salımı (Milyar Ton CO₂)

Kaynak: Kazokoğlu, C. (2015, 11 30). *10 Grafikte BM İklim Değişikliği Konferansı ve Türkiye*. 08 06, 2016 tarihinde BBC: http://www.bbc.com/turkce/ekonomi/2015/11/151130_cop21_turkiye_cuneyt_kazokoglu adresinden alındı.

Küresel ısınmanın varlığını matematiksel olarak ölçmeye ilişkin en çok kullanılan verilerden biri çeşitli dönemler arası CO₂ salım (emisyon) ölçümlerinin karşılaştırılmasıdır. Şekil 2’de gösterilen 1850-2010 arası CO₂ salımı değerleri karşılaştırıldığında 19. yüzyılın ikinci yarısından itibaren artan CO₂ salımının özellikle 1970’li yıllarda daha yüksek bir hızla arttığı görülür.³

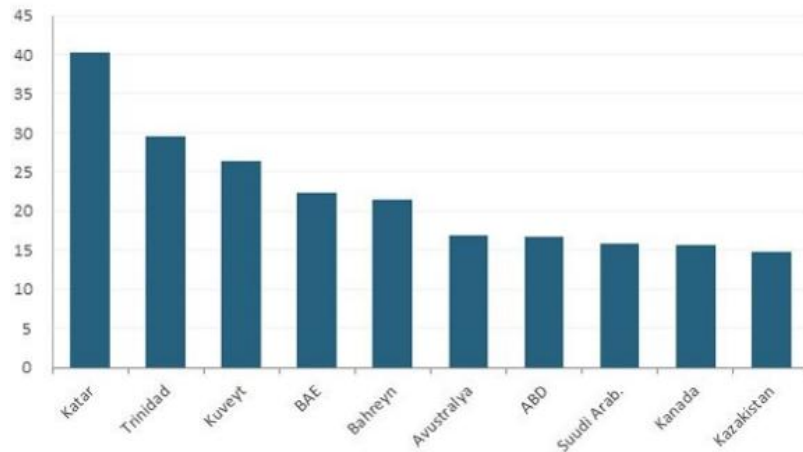
³ Küresel ısınmanın gerçekte var olup olmadığı, olduğu kabul edildiği takdirde insan faaliyetlerinin bunda etkisinin olup olmadığına ilişkin günümüze yaklaştıkça azalan oranlarda tartışmalar olmuştur ve olmaya devam etmektedir (Farley, 2008; Gore, 1993; Spence, 2007; Barlas, 2013).



Şekil 3. En yüksek CO₂ Salımı Yapan 10 Ülke, (Milyar Ton CO₂)

Kaynak: Kazokoğlu, C. (2015, 11 30). *10 Grafikte BM İklim Değişikliği Konferansı ve Türkiye*. 08 06, 2016 tarihinde BBC: http://www.bbc.com/turkce/ekonomi/2015/11/151130_cop21_turkiye_cuneyt_kazokoglu adresinden alındı.

Şekil 3'te ise toplam en yüksek CO₂ salımı açısından ülkelerin karşılaştırılması görülmektedir. Buna göre 2015 verilerine göre Çin 10 milyar tonu aşan CO₂ salımıyla ilk sıradadır. Onu 6 milyar tona yakın CO₂ salımıyla ABD izlemektedir. AB ise 4 milyar tona yakın CO₂ salımıyla, dünyanın en çok salım yapan üçüncü bölgesidir.



Şekil 4. Kişi Başına CO₂ Salımı Yapan 10 Ülke, (ton CO₂/yıl)

Kaynak: Kazokoğlu, C. (2015, 11 30). *10 Grafikte BM İklim Değişikliği Konferansı ve Türkiye*. 08 06, 2016 tarihinde BBC: http://www.bbc.com/turkce/ekonomi/2015/11/151130_cop21_turkiye_cuneyt_kazokoglu adresinden alındı.

CO₂ salımına ilişkin analizlerde bir başka ölçüt de kişi başına yapılan salımın ölçülmesidir. Şekil 4'te kişi başına CO₂ salımı açısından ilk on ülke sıralanmıştır. Toplam CO₂ salımı açısından ilk 10'da bile bulunmayan Katar'ın, söz konusu şekilde ilk sırada bulunduğu hemen göze çarpmaktadır. Katar'da, 2015 verilerine göre, kişi başına CO₂ salımı 40 tondan fazladır. Bunu Triniad adası, Kuveyt, Birleşik Arap Emirlikleri (BAE) ve Bahreyn izlemektedir. Burada dikkati çeken bir başka konu da, kişi başına en çok CO₂ salımı yapan ülke ya da bölgelere bakıldığında Ortadoğu ülkelerinin ilk sıralarda görülmesidir. Hem Ortadoğu ülkeleri hem de bütün dünya için küresel ısınmaya karşı bireysel olarak ne yapılabileceği konusunda ev eşyalarının kullanımından, binaların yapımına dek nelere öncelik verilebileceği ya da dikkat edilebileceğine ilişkin geniş bir öneriler çerçevesi vardır (Bahçeci, 2013; Spence, 2007; Gore, 2010; Lynas, 2009; Barlas, 2013).

Yukarıda da değinildiği üzere, CO₂ salımlarıyla ilgili ilk uyarıyı Svante Arrhenius 1896'da yapmış, CO₂ salımlarının küresel bir ısınmaya neden olabileceğini dile getirmiştir. İklim değişikliğine karşı uluslararası ilk tepki 1988 yılında International Panel on Climate Change'in (IPCC) kurulması olmuştur. IPCC yaptığı araştırmalar ve değerlendirmeler sonucu çeşitli yıllarda raporlar yayınlamıştır. İlk raporunu 1990 yılında yayınlar. Sonraki rapor tarihleri ise 1995, 2001 ve 2007'dir (Güneş, 2010, s. 46). IPCC beşinci değerlendirme raporunu 2014'te yayınlamıştır. Birinci ve İkinci değerlendirme raporunu karakterize eden ana öge iklim değişikliklerinde insanın etkisinin henüz kesin bir şekilde ortaya konmadığı, bunun bir varsayım olarak görüldüğüdür (IPCC, 1990; IPCC, 1995). Her iki raporda çeşitli senaryolardan söz edilmiş, şimdiden alınabilecek önlemler sıralanmıştır. IPCC'nin üçüncü değerlendirme raporunda (IPCC, 2001) iklim değişikliğinde insanın etkili olduğuna ilişkin kanıtlara ilk defa değinilmiştir. Böylece özellikle CO₂ salımlarının azaltılmasının önemine vurgulama yapılmıştır. Dördüncü değerlendirme raporunda (IPCC, 2007) iklim değişikliğinin nedenleri, sonuçları, gelecekte beklenen değişiklikler, alınacak önlemler gibi bir dizi konu kıtasal ölçekte çeşitli tablolarla

açıklanmıştır. Raporda bulunan en ilgi çekici verilerden biri 1970-2004 arasında sera gazı salımının sanayi öncesi oranlara göre % 70 artmış olmasıdır. 2014 tarihli beşinci ve son değerlendirme raporunda ise (IPCC, 2014; WWF, 2013), gözlemlenen değişiklikler, olası senaryolar dile getirilmekle birlikte vurgulanan belki de en önemli nokta, küresel ısınmanın sanayi öncesi döneme oranla 2° C düşürülmesinin *mümkün* olduğu, ancak bu hedefe ulaşmanın çok ciddi, net ve kesin bir kararlılığı gerektirdiğidir.

1.2.3.3.1. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)

Sera gazı salımlarıyla iklim değişimi arasında bağıntı olduğuna ilişkin 1980’li yıllarda birçok bilimsel argüman ve olgu ortaya konmuştur. Bu durumun yarattığı endişe sorunun çözümüne ilişkin küresel çapta bir şeyler yapılması gerektiği fikrini güçlendirmiştir. Çeşitli görüşmeler sonucu Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 1992’de Rio’daki Dünya Zirvesi’nde (Pallemarts, 1993) imzaya açıldı. Sözleşme 1994’te yürürlüğe girdi. Sözleşmenin en yetkili organı olan Taraflar Konferansı (Conference of the Parties - COP) ilk oturumunu 1995’te Berlin’de yaptı (BM, 1992). Sözleşmeye bakıldığında 1972’deki Stockholm Bildirisi’ne, 1985’teki Viyana Sözleşmesi’ne, 1987’deki Montreal Protokolü’ne gönderme yapıldığı ve burada alınan kararların dikkate alındığı görülür.

Sözleşmede, metin içinde çok sık kullanılan, “iklim değişikliği”, “iklim sistemi”, “emisyonlar”, “sera gazları”, “bölgesel ekonomik entegrasyon kuruluşu”, “hazne”, “yutak”, “kaynak” terimlerinin tanımları daha ilk satırlarda yapılmıştır. Sözleşmenin ilkelerini içeren 3. maddesinde, atmosferdeki sera gazı birikiminin risksiz bir düzeye indirilmesinde tarafların ortak fakat farklılaştırılmış sorumlulukları olduğu bildirilmekte, gelişmekte olan ülkelerin özel koşullarının dikkate alınması gerektiğine dikkat çekilerek öncülük görevi gelişmiş ya da daha açık bir deyişle daha erken sanayileşmiş ülkelere verilmiştir. Bu öncülük gelişmekte olan ya da geç sanayileşen ülkelere söz konusu amaca ulaşmak amacıyla her türlü yardımı içermektedir.

Yine aynı maddenin 4. paragrafında, günün gereksinimlerini, gelecek kuşakların da gereksinme olanaklarını yok etmeden karşılamak olarak tanımlanan (Keleş ve Hamamcı, 2002) *sürdürülebilir kalkınma*⁴ kavramı kullanılmış ve sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesi önerilmiştir. Son olarak aynı maddenin 5. ve son paragrafında sera gazı indirimlerine ilişkin alınacak önlemlerin keyfî, ayrımcı ve uluslararası ticareti kısıtlayıcı olmayan bir şekilde belirlenmesi gerektiği vurgulanmıştır (BM,1992). Böylece çevresel sorunların çözümünün, piyasa ekonomisi olan kapitalizmin ticari işleyişini engellemeyecek bir bağlam içerisine oturtulduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

Sözleşme'nin *yükümlülüklerini* açıklayan 4. maddesi ülkeleri Ek-I ve Ek-II ülkeler olmak üzere ikiye ayırır. Ek-I ülkeleri, genel olarak, kapitalistleşme sürecine daha erken giren ülkeler (Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) – Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü üye ülkeleri) ve “pazar ekonomisine geçiş sürecinde olan ülkeler”i kapsarken; Ek-II, genel olarak, yalnızca kapitalistleşme sürecine daha erken giren ülkeleri (OECD ülkelerini) kapsar⁵. Ek-I'deki tarafların temel yükümlülüğü, CO₂ ve Montreal Protokolü ile kontrol edilmeyen diğer sera gazlarının insan kaynaklı salım oranlarını 2000 yılına kadar 1990 seviyelerine indirmektir. Ek-II'deki tarafların temel yükümlülüğü ise gelişmekte olan ülkelerin kendi yükümlülüklerini yerine getirirken yaşadığı teknoloji transferi ve finansman sorunlarının çözümü için kaynak sağlamaktır. Erken sanayileşmiş ülkelere geç sanayileşmiş ülkelere teknoloji transferi sürekli tartışma konusu olmuştur. Ek-I'de yer alan ve “pazar ekonomisine geçiş sürecinde bulunan ülkeler”e yükümlülüklerinin uygulanmasında belirli bir dereceye kadar esneklik tanınmıştır (BM,1992). Sözleşme bağlayıcı olmamakla birlikte, bir ilk adım olma bağlamında önemlidir.

⁴ Sürdürülebilir kalkınma kavramının tarihine ilişkin (Burkett, 2008, s. 143;).

⁵ Ek-I ülkeleri: Almanya, ABD, Avrupa Topluluğu, Avustralya, Avusturya, Belçika, Beyaz Rusya, Bulgaristan, Büyük Britanya ve Kuzey İrlanda Birleşik Krallığı, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Hırvatistan, Hollanda, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Kanada, Macaristan, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya Federasyonu, Slovakya, Slovenya, Türkiye, Ukrayna, Yeni Zelanda, Yunanistan.

Bunlardan Çek Cumhuriyeti, Hırvatistan, Slovakya ve Slovenya COP 3'te listeye eklenmiştir.

Ek-II ülkeleri: Almanya, ABD, Avrupa Topluluğu, Avustralya, Avusturya, Belçika, Büyük Britanya ve Kuzey İrlanda Birleşik Krallığı, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Lüksemburg, Kanada, Norveç, Portekiz, Yeni Zelanda, Yunanistan.

Sözleşmeyle ilgili son olarak şu eklenebilir: En yüksek organı Taraflar Konferansı'dır (COP). Taraflar Konferansı her yıl yapılmakta olup, kimi konferanslar tarihsel olarak büyük öneme sahiptir (BM, 1997; Zengin, 2015)⁶. Kyoto Protokolü'nün kabul edildiği 3. Taraflar Konferansı (COP 3) ilk akla gelenlerdendir.

1.2.3.3.2. Kyoto Protokolü

Çevre konusunda en çok bilinen ve üzerinde en çok konuşulan çok taraflı protokol *Kyoto Protokolü*'dür. Söz konusu protokolün kabulüne giden yolun Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı'nın 16 Haziran 1972'de Stockholm'de kabul edilen bildiriye kadar götürülebilecek eski ve uzun bir tarihi vardır (Kıvılcım, 2013, s. 35). Protokolün imzalanmasına gidilen süreçte en önemli adım, taslağı, 9 Mayıs 1992'de New York'taki Birleşmiş Milletler Merkezi'nde kabul edilen ve aynı yıl Rio de Janeiro'daki Dünya Zirvesi'nde imzaya açılan *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi*'dir (BMİDÇS) (BM, 1992). Sözleşme 145 ülkenin imzasıyla 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe girmiş, 2002 Haziran itibarıyla 185 ülke tarafından imza atılmıştır. Sözleşmenin en yetkili organı olan *Taraflar Konferansı* (COP), her yıl yapılan oturumlarının ilkinin 1995 başında Berlin'de gerçekleştirmiştir. Üçüncü oturumun yapıldığı 1997'de, Kyoto Protokolü kabul edilmiştir.

Kyoto Protokolü, *gelişmiş ülkelerin* 2008-2012 dönemi sonunda sera gazı salımlarını, 1990 yılı seviyelerine göre % 5 oranında azaltmasını öngörmüştür. Sera gazı salımlarının büyük bir çoğunluğunun gelişmiş ülkelere ait olması nedeniyle onlara daha fazla sorumluluk verilmesi tartışma konusu olmuştur. Kyoto Protokolü 1997'de kabul edilmesine karşın, yürürlüğe girmesi 2005'i bulmuştur.

2020'ye kadar geçerli olacak Protokol'ün bazı önemli maddelerine odaklanmak yerinde olacaktır. Öncelikle değinilmesi gereken konu Protokol'de sıklıkla nelerin vurgulandığıdır. Gerçekten de sözleşmenin birçok maddesinde sürekli olarak değinilen, tekrarlanan birkaç konu vardır. Bunlar arasında sera gazı salımlarının azaltılması, çevreye saygının sürdürülebilir kalkınmayla eşgüdümü olarak dile getirilmesi, alınan kararların uygulamasında ve denetlenmesinde şeffaflık,

⁶ Ayrıca, Zengin, yayınlanmamış yüksek lisans tezinde önemli bazı konferanslara ilişkin bilgiler verir (Zengin, 2015).

etkinlik ve hesap verilebilirliğin egemen olması ve ormansızlaştırmaya karşı mücadele sayılabilir.

Kısa bir önsöz, 28 madde ve 2 ekten oluşan Protokol'de bulunan önemli birkaç maddeye kısaca şöyle değinilebilir: 2. maddenin 1. paragrafının v. bendinde:

“sera gazı salımlarına yol açan tüm sektörlerde, Sözleşme'nin⁷ amacına ve piyasa araçlarının uygulanmasına aykırı olan piyasa mekanizmalarının, mali teşviklerin, vergiler ile gümrük istisnalarının ve sübvansiyonların, kademeli olarak azaltılmaları ya da kaldırılmaları” (BM, 1997) istenmiştir.

BMİDÇS'ye egemen olan piyasa temelli kapitalist bakış açısının Protokol'de de bulunduğunu söylemek mümkündür. Protokül'ün 3. maddesinde, Ek-I'de yer alan, çoğunluğu erken sanayileşmiş ülkelere bir yüklenici rol verilmiştir. Buna göre bu ülkeler 2008-2012 arasındaki yüklenme (taahhüd) döneminde sera gazları salımını 1990 seviyesinin en az % 5⁸ oranında azaltacaktır. Sıralanan 6 sera gazı [karbondioksit CO₂, metan (CH₄), azotoksik (N₂O), hidroflorokarbonlar (HFC'ler), perflorokarbonlar (PFC'ler) ve kükürt hekzaflorid (SF₆)] *Montreal Protokolü kapsamına girmeyen* sera gazlarıdır. Aynı maddenin 6. paragrafında piyasa ekonomisine geçiş sürecindeki ülkelere taahhütlerinin yerine getirmede belirli bir ölçüde esneklik tanınacağı belirtilmiştir (BM, 1997),

Ortak Yürütme Mekanizması'na vurgu yapmasıyla tanınan (Bayraç, 2010) 6. maddede gelişmiş ülkelere salım azaltım uygulamalarını kredilendirme olanağı sağlayan mekanizmalar önerilmiştir. Buna göre, bu durumdaki bir ülke, salım azaltmaya yönelik projelere destek vererek, kendi salım azaltımlarının bir bölümünü buna sayabilecektir. Protokol'ün 12. maddesinde ise Temiz Kalkınma Mekanizması tanımlanmıştır. Bu mekanizmaya göre işbirliği temelinde, emisyon hedefi belirlemiş bir ülke, söz konusu hedefi belirlememiş az gelişmiş bir ülkede, bu ülkenin salım azaltımını sağlayacak projeler yapması durumunda emisyon azaltma kredisi elde ederek, bunu kendi hedefinden düşecektir (Bayraç, 2010). Salım ticaretini açıklayan 17. maddeye göre ise hedefinden daha az salım yapan bir Ek-I ülkesi, kullanmadığı salım hakkını diğer taraflara satabilecektir. Başka bir deyişle, yüklendiğinden daha

⁷ BMİDÇS, Kyoto Protokolü'nde kısaca 'Sözleşme' olarak anılır.

⁸ Salım indirim hedefi BM internet sayfasında (<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>) % 5 olarak belirtilirken birçok kaynakta bu rakam % 5,2 olarak geçer.

az salım yapan ülke, yapmadığı salımın ticaretini yapabilecektir (BM, 1997). Burada önemle belirtilmesi gereken şey, azaltım ya da indirim oranlarının altı sera gazının her biri için değil, bu gazların toplam oranı için söz konusu olmasıdır (Güneş, 2010, s. 64).

Protokol'ün yürürlüğe girme koşulunu belirleyen 25. maddeye göre, 1990 yılının toplam CO₂ salımlarının en az % 55'ine denk gelen miktarın yakalanması ve en az 55 taraf ülkenin onay vermesinden sonra Protokol yürürlüğe girecektir. Dünyada en fazla CO₂ salımı yapan Amerika Birleşik Devletler (ABD), Çin ve Hindistan'ın imza atmaması nedeniyle Protokol uzun bir süre uygulanamamıştır. Rusya'nın 16 Şubat 2005'te imza atmasıyla 25. maddenin gereği karşılanmış ve Protokol yürürlüğe girmiştir. Protokol'ü, 19 Eylül 2005 itibariyle 156, Nisan 2009 itibariyle ise 192 ülke onaylamıştır⁹ (Bayraç, 2010)

Kimi kaynaklarda bu üç mekanizmanın (Ortak Yürütme Mekanizması, Temiz Kalkınma Mekanizması ve Salım Ticareti Mekanizması) Kyoto Protokolü'nün üç farklı esneklik (piyasa) mekanizmasını oluşturduğu belirtilmektedir (Bayraç, 2010; Birpınar, 2016).

Protokol sonrası süreç kısaca şöyle özetlenebilir: 1998 yılında Buenos Aires'te gerçekleşen 4. Taraflar Konferansı'nda (COP 4) 2000 yılındaki COP 6'ya kadar Protokol'de eksik olan hükümlere ilişkin ayrıntılı bir hazırlık yapılması istenmiştir. Bunların başında geç sanayileşen ülkelerin durumu, esneklik mekanizmaları, raporların hazırlanması, denetimler vs. gelmektedir. Kasım 2000'deki Taraflar Konferansı'nda ABD, Rusya, Japonya ve Kanada uzlaşmaya yanaşmamışlardır. Mart 2001'de dönemin ABD Başkanı George W. Bush, Kyoto Protokolü'nün telafi edilemeyecek sorunlar içerdiğini iddia ederek ABD'nin Protokol'e taraf olmayacağını bildirmiştir. Bu durum iklim değişikliğiyle mücadele konusunda uluslararası alanda imzalanan ve yükümlülükler içeren ilk çok taraflı anlaşma olması nedeniyle dünyada büyük yankı ve heyecan uyandıran Kyoto Protokolü'ne ilişkin hayal kırıklığı duyulmasına neden olmuştur. İlerleyen yıllarda sorunların çözülmesi için çeşitli toplantılar olmuş, nihayetinde Kyoto Protokolü,

⁹ Türkiye, Protokol'ü 26 Ağustos 2009 tarihinde onaylamıştır.

Rusya'nın 2004'te kendi parlamentosunda onaylanmasıyla birlikte 2005'te yürürlüğe girmiştir. Bir kez daha altını çizmek gerekirse Protokol'ün yürürlüğe girmesinde hem cesur sera gazı azaltımı oranı üstlenmesi (% 8) üzerinden teşvik edici rolü hem de uzlaşmazlıklar söz konusu olduğunda sorun çözücü, yeni öneriler getirici tavrı nedeniyle AB'nin rolü büyük olmuştur. 2012'de sona ermesi gereken Protokol, 2012'deki Doha Konferansı'nda 2020'ye kadar uzatılmıştır. Doha'da 2015'teki Paris Konferansı'nda, Kyoto Protokolü'nün yerini alacak yeni bir antlaşmanın hazırlanması kararı alınmıştır (BBC, 2012).

İnsanlık için ciddi bir risk yaratan küresel iklim değişikliğine engel olmada en çok ses getiren çözüm önerisi 1997'de imzalanan ve 2005'te yürürlüğe giren Kyoto Protokolü olmuştur. En çok fosil yakıt tüketimi yapan, başta ABD olmak üzere, Hindistan, Çin gibi ya Protokol'e imza atmayan ya da imza atsa bile bağlayıcı bir yükümlülüğü bulunmayan ülkelerin isteksizliği, Protokol'ün başarısı konusunda tartışmalar yaratmıştır. Bu süreç özellikle AB'nin işine yaramıştır. İklim değişikliğiyle mücadele konusunda üye ülkelere ciddi yaptırımlar getiren birçok direktif yayınlamasıyla AB, küresel ısınmayla mücadele konusunda uzun yıllardır bir öncü konumundadır. Kyoto Protokolü'nde belirtilen % 8'lik sera gazı indirimi taahhüdüyle AB, "Kyoto Lideri" olarak anılmıştır (Kıvılcım, 2013, s. 58). AB, 2020 yılına kadar sera gazı salımını 1990'daki seviyeye göre en az %20 oranında azaltmayı hedefleyerek çitayı yükseltmiştir (Akçay ve Göçmen, 2014, s. 551).

Kyoto Protokolü'nün önemli bir ayağı olan Emisyon Ticareti Sistemi birçok açıdan övgü ve eleştiriyle karşılanmıştır. Daha çok *Karbon Ticareti* olarak bilinen bu ticari sistem, daha az CO₂ salımı yapan ülkenin, daha fazla CO₂ salımı yapan ülkeye kirlenme kredisi satmasına dayanır. Böylece hem ticari bir alışveriş söz konusu olacak hem de çevreye daha az sera gazı salımı gerçekleşecektir. Bu ticaret sisteminin, daha az CO₂ salımının yapılması dolayısıyla, küresel ısınmanın azaltılmasına katkı yapacağı düşünülmüştür. Bu da karbon ticaretinin övgüyle karşılanmasına neden olmuştur. Buna karşın çevre kirliliğinin bir yatırım ve kâr alanı olarak görülmesi ciddi eleştirilere neden olmuş, çevreden ve insanlığın geleceğinden ziyade sermaye çevrelerinin çıkarlarının korunduğu ileri sürülmüştür

Konuya daha radikal bir yerden bakış ise, bir insan ihtiyacı olan enerjinin bir meta olarak üretilmesine karşı çıkılmasıdır. *Destek programları* adıyla sermayeye kaynak aktarılması, vergiler, teşvikler, düzenlemeler, bu bakış açısıyla eleştiriye tutulmaktadır. Buna göre bir insan hakkı olan enerji kullanımı; eğitim, sağlık, ulaşım gibi bir haktır, meta olarak görülüp satılmamalıdır. Meta olarak üretildikten sonra enerjinin tükenebilir ya da yenilenebilir olmasının ne kadar önemli olacağı, bu görüşü savunanlar için fark etmez. Bu anlamda tek amaçları kâr elde etmek olan şirketlerin *yeşil ekonomi* taraftarı olması, üzerinde düşünülmesi gereken bir konudur. Halkı bilinçlendirme etkinliği yapan sermaye çevrelerinin, bu etkinlikler karşısında devletten kredi alabiliyor olması, niyetleri sorgulama ihtiyacına neden olmuştur. Bu krediler sermaye sınıfı için görülmedik imkânlar sunabilmektedir. Yine bu görüşe göre, enerjiye ilişkin bu yeni yaklaşımlar, kâr oranlarını azalması nedeniyle yeni yatırım alanları arayan sermaye çevrelerinin baskısıyla 1970’li yıllarla başlayan suyun, eğitimin, sağlığın metalaşması sürecinin devamıdır. (Demirer, 2012, s. 343; Yıkılmaz, 2003, s.306; White ve Dasgupta, 2010; Burkett, 2008, s. 324)

1.2.3.3.3. COP 21: Paris Antlaşması

Kyoto Protokolü, yalnızca erken sanayileşmiş ülkelere sorumluluk vermesi, hedeflerin yukarıdan aşağıya (demokratik olmayan bir tarzda) belirlenmesi, etkin bir yaptırım gücünün bulunmaması, birçok ülkenin taahhütlerini yerine getirmemesi, piyasa amaçlarını çevrenin önüne çıkarması gibi sebeplerle eleştirilmiş, yetersiz ya da başarısız olarak görülmüştür (Oğuz, 2015; Demirer , 2012; Sönmezoğlu vd., 2013; Foster, 2006; Foster, 2012). 2009’da Kopenhag’da gerçekleştirilen 15. Taraflar Konferansı (COP15), Kyoto sonrası dönem için çok önemli olarak görülmekle birlikte, yoğun tartışmalar sonucu, bir karar alınamamış olması nedeniyle, çoğunlukla başarısız bir konferans olarak görülmüştür (Birpınar, 2016; Sayman, 2015). Bu olumsuz değerlendirmelere karşın, Sayman, bardağın dolu tarafına vurgu yaparak, ülkelerin ilk defa Kopenhag’da bir müzakere sürecine girdiğini belirtir. Böylece Paris Antlaşması’na giden yolda önemli bir adım atıldığına değinir (Sayman, 2015). Paris Antlaşması’na giden süreçte en önemli adımlardan bir başkası da, 2013’teki Varşova Konferansı’nda (COP 19), taraf ülkelerin INDC’lerini (Intended Nationally Determined Contributions - Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanı)

hazırlamaya ve sunmaya teşvik edilmesidir (Sayman, 2015). Böylece Paris Konferansı'na katılan taraf ülkeler öncesinden kendi inisiyatifleriyle katkı beyanında bulunma imkânı elde edebildiler. 196 ülkenin kabul ettiği (Bianet, 2016) antlaşmanın 22 Nisan 2016'daki ilk imza gününde 175 ülke imza atmıştır (BBC, 2016).

Tüm eleştirilere karşın, iklim değişikliğiyle mücadele ve bunun kapitalist piyasa mekanizmalarıyla uyumlu bir biçimde gerçekleştirilmesinde uluslararası en büyük uzlaşma Kyoto Protokolü'nde ifade bulmuştur. Aradan geçen yaklaşık 20 yılda Protokol'ün yerini alabilecek daha etkili bir programın 30 Kasım - 11 Aralık 2015 tarihleri arasında Paris'te yapılan 21. Taraflar Konferansı'nda (COP 21) oluştuğu ileri sürülebilir (Erdil, 2015). 13 Kasım'daki terör saldırılarının gölgesinde geçen bu konferansa, özellikle olağanüstü güvenlik önlemleri nedeniyle protesto hakkını özgürce kullanamayan çevreci örgütlerin tepkisi olsa da (Şahin vd., 2015) tüm tarafların oy birliğiyle kabul ettiği bir antlaşmaya varılması damga vurmuştur.

Varılan antlaşmanın içeriğini tek başına vermektense Kyoto Protokolü'yle karşılaştırmalı bir değerlendirme daha bütünlüklü bir bakış açısı sağlayacaktır. Belirtilmesi gereken en büyük farklılık belki de Paris Antlaşması'nın Kyoto Protokolü'nde yapıldığı gibi yukarıdan dayatılmış bir azaltım hedefi değil, ülkelerin kendi belirledikleri ulusal katkı beyanlarıyla mücadeleye katılıyor olmalarıdır (Şahin vd., 2015). Bir başka önemli ayrım da Protokol'ün daha çok gelişmiş ülkelere yükümlülük verirken 21. Taraflar Konferansı'nın (COP 21) tüm ülkelere sorumluluk vermesidir.¹⁰ Konferans'ın en önemli kararı ise 2100 yılına kadar bugünkü dünya sıcaklığı ile sanayi öncesi dönemin sıcaklık farkının 2° C den daha fazla olmamasını sağlamak, mümkünse bunu 1,5° C'ye kadar düşürebilmektir (Elmas, 2015). Kyoto Protokolü'nde bir sıcaklık farkı hedefi konmaması nedeniyle bu karar büyük bir önem taşımaktadır. Ancak bunun ne kadar başarılabilirliği de tartışma konusudur. Zira dünyanın 1880'den 2014'e kadar 0,85° C sıcaklığının arttığı, böyle giderse bu sıcaklık farkının yüzyılın sonunda 2,7°C ile 3°C arasında olacağını düşünüldüğü (Elmas, 2015) göz önüne alındığında, kararlaştırılan hedefin ihtiyacı ne kadar

¹⁰ Atmosfere salınan sera gazlarında % 24 ile Çin başı çekerken, onu ABD, AB, Hindistan, Brezilya ve Çin izler (BBC, 2016). Kirlilikten en fazla sorumlu olan ülkelerin de antlaşmaya imza atması, antlaşmanın zafer olarak görülmesinin önemli nedenlerinden biridir

karşılayabileceği şüphe götürebilmektedir¹¹. Bu nedenle ülkelerin taahhütlerinin beş yılda bir geliştirilmesi istenmiştir (Oğuz, 2015). Paris’te alınan kararlardan biri de 2009’daki Kopenhag Konferansı’nda gündeme gelen, 2020 sonrası iklim finansmanı için gelişmekte olan ülkelere yıllık 100 milyar dolar destek verilmesi kararıdır. Bunun için Yeşil İklim Fonu, Uyum Fonu, En Az Gelişmiş Ülkeler Fonu gibi fonlar kurulmuştur (Şahin vd., 2015). Ancak fon mekanizmasının nasıl işleyeceğine ilişkin belirsizlik sürmektedir.

Paris’in bir diğer farkı da Kyoto’da bulunmayan “karbon bütçesi” yaklaşımı oldu. IPCC hesaplamalarına göre küresel ısınmayı 2°C’nin altında tutabilmek için atmosfere salınabilecek CO₂ miktarı 3.650 milyar ton ya da gigatondur. İnsanlık sanayi devriminden bu yana yaklaşık 2.000 milyar ton CO₂ saldığına göre salımlarda üst sınır 1.650 milyar ton düzeyinde olmalıdır. Bu düzey “karbon bütçesi” olarak adlandırılmıştır (Kazokoğlu, 2015). Bu miktar kimi kaynaklara göre 1.000 milyar tondur (Şahin vd., 2015). Böyle bir bütçe, ülkelerin azaltım hedeflerinin ne ölçüde işe yarayacağını belirlenmesi açısından önem taşımaktadır.

Burada son olarak değinilmesi gereken konu Kasım 2016’da Marakeş’te (Fas) düzenlenen 22. Taraflar Konferansı’dır (COP 22). Kuşkusuz konferansın en önemli özelliğı, bir yıl önce imzalanan Paris Antlaşması’nın onaylanmasıdır. COP 22, bir yıl önce alınan kararların uygulanmasında bir yol haritası işlevi gördüğünden “uygulama COP’u” olarak da adlandırılmıştır. Konferans’ın bir başka önemli özelliğıyse ülkeleri düşük karbon ekonomisine geçiş konusunda cesaretlendirmesidir. Son olarak bu bağlamda kayıp ve zararların nasıl üstesinden gelineceğıne ilişkin alınan iki karar önemlidir: Birincisi Kayıp ve Zarara İlişkin Varşova Uluslararası Mekanizması’nın düzenli bir şekilde beş yıllık çalışma planı hazırlaması kararıdır. İkincisi ise 2019’da başlamak üzere bu mekanizmanın her beş yılda bir değerlendirilmesidir (GazeteSu, 2016).

¹¹ Dünya birincil enerji arzının % 33’ünü petrol, % 25’ini kömür, % 23’ünü doğalgaz, % 1,5’ünü da yenilebilir kaynaklar sağlıyor (Kazokoğlu, 2015). Söz konusu arzın % 81’ini en fazla salım yapan fosil yakıtlar oluşturduğu düşünüldüğünde, ne kadar zorlu bir azaltım hedefiyle karşı karşıya kalındığı anlaşılabaktır.

1.2.4. İstihdam

AB enerji politikalarının önemli bileşenlerinden biri de yeni istihdam alanları açılması olanağıdır. Yalnızca biyoyakıtlar değil, tüm yenilenebilir enerji kaynakları çeşitli işlem süreçleri vasıtasıyla istihdam olanağı sağlamaktadır. Hatunoğlu (2010, s. 95) biyoyakıtlar özelinde bu süreçleri şöyle özetler: Hammadde üretimi, hammaddelerin taşınması, hammaddelerin işlenerek biyoyakıta dönüştürülmesi, biyoyakıtların üretildiği yerden satılacağı yere taşınması, son varış yerinde satışa sunulması gibi işlemler nedeniyle istihdam sağlayabilmektedir.

1.2.5. Düşük Karbon Ekonomisi Hedefleri

Avrupa Birliği enerji ihtiyacının yarısından fazlasını ithal etmektedir, bu da yılda yaklaşık 350 milyar euroya mal olmaktadır (EC, 2016d). Enerji bağımlılık oranı ham petrolde % 90'ı, doğalgazda ise % 66'yı aşmaktadır. Enerji ihtiyacını karşılamada hem ithalat bağımlılığını azaltma hem enerji tüketiminden kaynaklı çevre sorununu en aza indirme hem de enerjiyi en verimli şekilde kullanma gibi konularda ısrarlı ve kararlı tutumu AB'yi, bu konularda çeşitli paketler hazırlamaya, stratejiler ve hedefler belirlemeye itmiştir. Bu girişimlerin az önce sayılanlar dışında özellikle gaz ve elektrik piyasasını serbest piyasa ortamına tam anlamıyla adapte etme, tedarikçi ülke sayısını artırarak arz güvenliğinde ilerleme kaydetme, tüketicileri enerjiyi verimli kullanma konusunda teşvik etme gibi çeşitli yan amaçları da bulunmaktadır (EC, 2016e). *Düşük Karbon Ekonomisi* olarak da anılan AB'nin 2020, 2030 ve 2050 stratejilerini bu temel ve yan hedefler belirlemiştir. Şimdi bu üç farklı stratejiye biraz daha yakından bakılabilir.

2007'de düzenlenip 2009'da kabul edilen iklim ve enerji paketiyle, daha sonra "2020 Stratejisi" ya da "20-20-20 Stratejisi" olarak anılan hedefler belirlenmiştir. Bu hedefler 2020 yılına kadar ulaşılması hedeflenen ve AB üyesi ülkeler için yasal olarak bağlayıcı olan hedeflerdir. Buna göre AB çapında sera gazı salımları 1990 seviyesine göre % 20 oranında azaltılacak, tüketilen enerjinin % 20'si yenilenebilir enerjiden kaynaklanmış olacak ve son olarak da enerji verimliliğinde % 20 gelişme sağlanacaktır (EC, 2016a). Ulaşımda biyoyakıt kullanımında % 10 olarak

belirlenen hedef, bu stratejinin bir parçası olup, biyoyakıt kullanımının AB için neden stratejik bir öneme sahip olduğunu göstermesi açısından dikkat çekicidir.

Üye ülkelerin hem ekonomik zenginliklerinin farklı olmaları sebebiyle her ülkeye eşit oranda sorumluk verilmemiştir. Sözgelimi sera gazı salımlarını azaltmada bir mekanizma olan ETS'ye göre en yoksul AB ülkelerinin % 20'ye kadar varan salım *arttırma* hakları bulunuyorken, en zengin AB ülkelerinin % 20 civarında salım *azaltımı* yapmaları gerekir. Yine yenilenebilir enerji tüketimi hedefine ulaşmada da ülkeler için farklı hedefler söz konusudur. Örneğin Malta için yenilenebilir enerji üretim artım oranı % 10 iken, bu oran İsveç için % 49'dur. 20-20-20 hedeflerini ulaşmak AB için enerji güvenliğini artırmak, enerji bağımlılığını azaltmak, istihdam yaratmak, yeşil ekonominin büyümesini geliştirmek ve AB'nin rekabet edebilme gücünü arttırmak gibi önemli sonuçlar doğuracaktır (EC, 2016a).

AB'nin 2020-2030 arasında gerçekleştirmeyi hedeflediği *2030 Enerji Stratejisi* de rekabet edebilir, sürdürülebilir ve güvenli bir enerji sistemine ulaşmaya yardımcı olmayı hedefler. Ulaşılması düşünülen seviyeler ise sera gazı salımlarını 1990 seviyesine göre % 40 oranında azaltmak, enerji tüketiminin % 27'sini yenilenebilir enerjiden karşılamak ve son olarak % 27 oranında enerji tasarrufu yapmaktır. Bu hedeflere ulaşmada temel araçlardan biri düşük karbon teknolojilerinde, boru hatlarında ve elektrik şebekelerinde yatırım yapmaları konusunda sermaye sahiplerinin teşvik etmektir (EC, 2016b).

Son olarak uzun dönemli hedefleri içeren 2050 Enerji Stratejisi'nde temel amaç sera gazı salımlarını 1990 seviyesine göre % 80-95 oranında azaltmaktır. Neredeyse tamamıyla salım azaltımı anlamına gelen bu iddialı hedef, 2050'de de düşük karbon ekonomisine geçişte AB'yi dünyada öncü konuma taşımaya adaydır (EC, 2016c).

Düşük karbon ekonomisine geçişte yıldızı görece yeni parlayan bir diğer konu da yenilenebilir elektrik enerjisinin kullanıldığı *elektrikli araçların* ulaşım sektöründe kullanılmasıdır. Hem kara yolu hem de demiryolu ulaşımında kullanılması düşünülen yenilenebilir elektrik enerjisi özellikle elektrikli kara ulaşım

araçlarında ya da başka bir deyişle elektrikli otomobillerde, otobüslerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Ulaşımda yenilenebilir enerji kullanan elektrikli araçlara ilişkin göndermeler ve promosyonlar çeşitli resmi belgelerde vardır. Sözgelimi Yenilenebilir Enerjiye İlişkin 2009 Direktifi'nin (EC, 2009) 4. maddesinde, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektrik enerjisinin elektrikli kara yolu taşıtlarında (otomobil, otobüs vs.) kullanılması durumunda, bunun yenilenebilirlerden elektrik eldesinin muhasebesinde diğer kullanım biçimlerine göre 2,5 kat olarak dikkate alınacağı hükmü konulmuştur. Yani yenilenebilir enerjiyi kullanan elektrikli kara yolu taşıtlarının 1 birimlik tüketimi 2,5 birimlik tüketim olarak hesaplanacaktır. 2015 yılındaki revize yönergede (EC, 2015c) bir adım daha atılmış, söz konusu tüketimin elektrikli raylı ulaşım araçlarında kullanımının 2,5 kat, kara yolu taşımacılığında kullanımının ise 5 kat olarak dikkate alınması hükmü konmuştur. Görüldüğü üzere her iki direktifte de düşük karbon ekonomisinin şu ana kadar ki en iddialı yöntemi olan elektrikli ulaşım araçlarının kullanımı özendirilmektedir.

AB'de elektrikli ulaşım aracı kullanımı miktarlarına bakıldığında ilk söylenmesi gereken, üretimin, özellikle maliyet yüksekliği nedeniyle, emekleme sürecinde olduğudur. Saf ya da hibrit elektrikli araç kullanımı henüz düşüktür. Satışlar 2010'da binden, 2011'de 12 bine, 2012'de 24 bine, 2013'te 66 bine, 2014'te 79 bine çıkmıştır. Bu, AB binek otomobil satışları içinde % 0,5' gibi çok mütevazı bir orana karşılık gelir (EC, 2014a, s. 174; Deane, 2016). Yine de elektrikli araç kullanımındaki artış 2008'deki İklim ve Enerji Paketi'nden beri en büyük değişiklik olarak yorumlanmıştır (Renssen, 2016).

2. AB’NİN ENERJİ KAYNAKLARI

Enerji kaynakları bu bölümde yenilenemez ve yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere iki başlık altında incelenmiştir. 1970’li yıllarla birlikte çevrenin ve insan sağlığının aşırı fosil yakıt kullanımı nedeniyle tehdit altında olduğuna ilişkin görüşler ağırlık kazanmaya ve yaygınlaşmaya başlamış, bunun sonucu olarak çevreye daha duyarlı olduğu düşünülen alternatif enerji kaynaklarına ilgi giderek artmıştır.

2.1. Yenilenemez Enerji Kaynakları

Yenilenemez enerji en yalın biçimde “*insan müdahalesi olmadıkça salınmayan, bağlı bulunan statik depolarından elde edilen enerji*” olarak tanımlanabilir (Acaroğlu, 2013, s. 2). Bu nedenle fosil yakıtlar (kömür, petrol ve doğalgaz) ve kaya gazı yenilenemez enerji kaynakları arasında sayılır. Avcıoğlu’na göre dünya enerji ihtiyacının % 90’ını fosil yakıtlar karşılamaktadır. Petrol eşdeğeri olarak karşılaştırılınca fosil yakıtların rezerv dağılımları % 68 kömür, % 18 petrol, % 14 doğalgaz şeklindedir (Avcıoğlu, 2011, s. 1).

AB’nin 1970’lerde enerji bağımlılığı % 60 seviyesindeyken, 1999 yılında % 45,1’e düşmüştür. 2000’den itibaren ise söz konusu bağımlılık artmış, 2009’da % 53,9’a ulaşmıştır. Bağımlılığın 2030’da % 70’lere çıkacağı tahmin edilmektedir. Enerji ihtiyacının karşılanma biçimine bakıldığında, tüketimin % 35’inin petrolle, % 26’sının doğalgazla, % 18’inin katı yakıtlarla, % 14’ünün nükleer enerjiyle (bu oran Fransa’da % 70’leri bulmaktadır) % 7’sinin de yenilenebilir enerjiden kaynaklandığı görülür (Akçay ve Göçmen, 2014, s. 545). AB, 2013 verilerine göre enerji kaynakları açısından üçte bir oranda Rusya’ya bağımlıdır. AB’nin genel olarak enerji bağımlılığıysa % 55’tir. Öyle ki, AB, petrolün % 84’ünü, doğalgazının % 64’ünü ithal etmektedir (Yıldız, 2013, s. 8)

2.1.1. Kömür

Gömülmüş güneş ışığı olarak da adlandırılabilir (Lynas, 2009, s. 19) fosil yakıtlardan en eskisi kömürdür. Günümüzde özellikle elektrik üretiminde hala yoğun olarak kullanılan kömürün başta ısınma olmak üzere başka amaçlarla da olsa

kullanımının tarihi 12. yüzyıla kadar götürülebilir. Kömürün bir sanayi hammaddesi olarak kullanımının yaygınlaşması ise on sekizinci yüzyılın ikinci yarısında, sanayi devrimiyle birlikte gerçekleşmiştir (Acaroğlu, 2013, s. 26). Acaroğlu, mevcut teknolojiyle dünyada üretilebilecek kömür potansiyelinin 1 trilyon ton civarında olduğunu belirtmektedir (Acaroğlu, 2013, s. 28). Bununla birlikte kömür rezervlerinin önümüzdeki 250 yıl içinde tükenebileceği öne sürülmektedir (Porritt, 1988, s. 169).

1973-2013 arasındaki ortalama veriler incelendiğinde, dünyada toplam birincil enerji arzının, 6.100 Mtpe (milyon ton petrol eşdeğeri)'den 13.541 Mtpe'ye çıktığı görülür. Bu, enerji arzında % 221 oranında bir artış demektir. 1970'lerde bu arzın yarıya yakını petrol sağlarken, günümüze yaklaştıkça, petrolün oranı azalmış, kömür ve doğalgazın oranı artmıştır. Aynı zaman aralığı için toplam son tüketime bakıldığında 1973'te 4.667 Mtpe ve 2013'te 9.301 Mtpe enerji tüketiminin olduğu görülür. Kömür tüketiminin bunun içindeki payı 1973'te % 13,6 iken 2013'te % 11,5'tir (IEA, 2015).

AB'nin katı yakıt ithalatına ilişkin bilgiler içeren Tablo 1'e bakıldığında 2000'li yılların başında en büyük payın % 25,2 ile Güney Afrika'da olduğu görülür. Bunu sırasıyla, % 18 ile Rusya, % 14,5 ile Avustralya, % 12 ile Kolombiya, % 7,2 ile ABD izler. Bu dönemde, düşük oranda da olsa, AB'nin kömür ithalatı yaptığı ülkeler arasında Endonezya, Kanada, Ukrayna ve Norveç de bulunmaktadır. 2010 yılı kömür ithalatı yüzdelerine bakıldığında Güney Afrika ve Avustralya'nın oranlarında azalmalar olduğunu görülmektedir. Güney Afrika'dan kömür ithalatı 2004'teki oranın neredeyse üçte birine düşerek % 9,6'yı bulmuştur. Avustralya'nın oranı ise 2004 oranının neredeyse yarısına inmiştir. İhracat oranı artan ülkelere bakıldığında AB'ye kömür ithalatını 2004-2009 arasında neredeyse iki katına çıkarak % 30'a ulaştıran Rusya'nın en büyük ihracat pazarını elinde tuttuğu görülür. 2004'de dördüncü sırada bulunan Kolombiya'nın 2014'te oranını yaklaşık ikiye katlayarak ithalat pazarında ikinciliği yakalamıştır. 2004'de beşinci yüksek ithalat payını elinde tutan ABD ise bu payı yaklaşık üçe katlayarak 2014'te % 20,5'e yükseltmiş, böylece AB kömür ithalat pazarında üçüncü sıraya yükselmiştir. Avrupa Çevre Ajansı (EEA)

1990-2012 arasında, AB'nin kömür tüketiminin % 35'lik bir oranla fosil yakıtlar arasında en yüksek oranda azalmayı kaydettiğini bildirmiştir (EEA, 2015).

Tablo 1. AB'nin Katı Yakıt İthalatı

	Solid fuels										
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Russia	18,0	23,7	24,9	24,7	26,1	30,0	26,9	26,2	25,7	29,0	29,0
Colombia	12,0	11,7	11,3	12,7	12,3	17,4	19,9	23,5	24,2	22,0	21,2
United States	7,2	7,6	7,8	9,1	14,0	13,5	16,8	17,8	22,9	21,8	20,5
South Africa	25,2	25,0	23,1	20,1	16,5	15,8	9,6	7,7	6,3	6,7	9,9
Australia	14,5	13,1	12,0	13,0	11,7	7,5	10,5	8,7	7,2	7,4	6,2
Indonesia	6,6	7,2	9,3	7,8	7,3	7,0	5,5	5,0	4,5	3,1	3,4
Canada	2,4	3,2	2,8	3,0	2,6	1,4	2,0	2,2	1,6	1,8	2,5
Ukraine	2,3	2,2	1,6	1,8	2,3	1,7	1,9	2,3	1,6	1,5	1,5
Norway	0,6	0,5	0,3	0,5	0,6	0,8	0,8	0,6	0,3	0,6	0,7
Others	11,3	5,9	7,0	7,3	6,7	5,0	6,1	6,1	5,8	6,1	5,1

Kaynak: EUROSTAT. (2016b). *Energy Production and Imports*. 01 23, 2017 tarihinde EUROSTAT: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_production_and_imports adresinden alındı

2.1.2. Petrol

Petrolün kullanımının Sümerlere, Antik Yunan'a kadar tarihini sürmek mümkündür. Öyle ki bir Sümer yöneticisinin müzede saklanan heykelinde asfalta rastlanmıştır (Acaroğlu, 2013, s. 18). 19. yüzyılın sonuna doğru Pennsylvania'da petrolün keşfi, dünyada birçok dengenin değişmesine yol açan sürecin ilk adımlarını atmıştır. Petrolün kömürle yer değiştirebileceğinin görülmesi önemli bir sıçrama noktası olmuştur. 2005'te BP'nin yayınladığı bir istatistiğe göre 1.188,6 milyar varil olan dünya petrol rezervinin % 61,74'üne denk gelen 733,9 milyar varillik rezerv Ortadoğu'da bulunmaktadır. Bu durum, Ortadoğu'nun yirminci yüzyıl boyunca ve günümüzde erken sanayileşmiş ülkelerin ilgi odağında bulunuşunun en önemli nedenlerinden biridir (Acaroğlu, 2013, s. 21). İnsanlığın 2003'te günde 80 milyon varil petrol tükettiği düşünülmektedir. (Lynas, 2009, s. 22) 2013'te dünya enerji ihtiyacının yaklaşık % 38'ini karşılayan petrol tüketiminin 2020 yılına kadar günde

120 milyon varile ulaşması beklenmektedir (Acaroğlu, 2013, s. 23). Benzer sonuçları bildiren, 1973-2013 arasındaki enerji tüketimini karşılaştıran IEA raporuna göre petrol, enerji tüketiminin 1973'te % 48,3'ünü karşılarken, 2013'te bu oran % 39,9'a düşmüştür (IEA, 2015). Buradan çıkan sonuç, petrolün söz konusu kırk yıl içinde üretim *miktarı* artsa bile, enerji ihtiyacını karşılamadaki *oranının* düşmüş olmasıdır.

Tablo 2. AB'nin Ham Petrol İthalatı

	Crude oil											
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Russia	32,5	32,9	33,8	33,7	31,8	33,6	34,7	34,8	33,7	33,7	30,4	
Norway	18,7	16,8	15,4	15,0	15,0	15,1	13,7	12,5	11,2	11,8	13,1	
Nigeria	2,6	3,2	3,6	2,7	4,0	4,5	4,1	6,1	8,2	8,1	9,1	
Saudi Arabia	11,3	10,5	9,0	7,2	6,8	5,7	5,9	8,0	8,8	8,7	8,9	
Kazakhstan	3,3	4,4	4,6	4,6	4,8	5,3	5,5	5,7	5,1	5,7	6,4	
Iraq	2,2	2,1	2,9	3,4	3,3	3,8	3,2	3,6	4,1	3,6	4,6	
Azerbaijan	0,9	1,3	2,2	3,0	3,2	4,0	4,4	4,9	3,9	4,8	4,4	
Algeria	3,3	3,5	2,5	1,9	2,5	1,6	1,2	2,6	2,9	3,9	4,2	
Angola	0,6	1,2	0,7	2,0	2,6	2,7	1,6	2,1	2,0	2,9	3,3	
Others	24,5	24,0	25,2	26,6	26,0	23,8	25,6	19,8	20,1	16,7	15,5	

Kaynak: EUROSTAT. (2016b). *Energy Production and Imports*. 01 23, 2017 tarihinde EUROSTAT: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_production_and_imports adresinden alındı.

AB'nin ham petrol ithalatına ilişkin bilgileri içeren Tablo 2'ye bakıldığında 2004 yılında ithalatın % 32,5'lik bir oranla, neredeyse üçte birinin Rusya'dan yapıldığı görülür. Rusya'yı % 18,7 ile Norveç, % 11,3 ile Suudi Arabistan izlemektedir. 2004'de AB'nin ham petrol ithal ettiği ülkeler arasında, Kazakistan, Nijerya, Azerbaycan ve Irak da bulunmaktadır. Ham petrol ithaline ilişkin 2014 verilerine bakıldığında Rusya'nın oranı % 30,4'e düşmüş olsa da pazarda birinciliğini koruduğu, Norveç ve Suudi Arabistan'ın oranlarında düşüş olduğu görülür. Avrupa Çevre Ajansı AB'nin petrol tüketiminin 1990-2012 arasında % 10 oranında azaldığını bildirmiştir (EEA, 2015).

2.1.3. Doğalgaz

Bir petrol türevi olan doğalgaz, yakıt amacıyla kullanılmada ham petrolden sonra ikinci sıradadır. Önceleri petrol üretiminin yararsız bir yan ürünü olarak görülüp yakılan doğalgaz, sonraları başlı başına önemli bir yakıt kaynağı haline¹² gelmiştir (Acaroğlu, 2013, s. 29). Genellikle boru hatlarıyla ya da sıkıştırılıp sıvı halinde gemilerle taşınan doğalgazın yatakları dünyada en çok Ortadoğu ve Rusya'dadır (Lynas, 2009, s. 22). Dünya doğalgaz üretimi 1973'te 1.224 milyar m³ iken, 2013'te 2.617,1 milyar m³'e, 2014'te ise 2.691,6 milyar m³'e yükselmiştir (IEA, 2015). AB ülkelerinin bu üretimdeki payı 215,2 milyar m³ ile yaklaşık % 8 civarındadır (Acaroğlu, 2013, s. 29).

Doğalgaz kullanım oranının 2030'da % 30'a çıkması beklenmektedir. Aynı şekilde Avrupa Komisyonu'nda, 2030 yılına kadar AB gaz talebinin % 80'inin ithal edileceği öngörülmektedir. Birlik 2012'de 396 milyar m³ gaz ithal etmiş olup, bu miktarın 2030'da 520 milyar m³ seviyesine çıkabileceği tahmin edilmektedir (Yıldız, 2013, s. 9). EEA 2015 raporu 1990-2012 arasında kömür ve petrol tüketimindeki azalmanın aksine AB'de doğalgaz kullanımında % 32 artış olduğu bilgisini vermektedir (EEA, 2015).

Tablo 3, AB doğalgaz ithalatına ilişkin veriler içermektedir. Buna göre 2004'te AB'nin doğalgaz ithalatının neredeyse yarısı (% 43,6'sı) Rusya tarafından karşılanmıştır. Rusya'yı bu dönemde % 24,3 ile Norveç, % 17,9 ile Cezayir izlemektedir. 2014 verilerine bakıldığında ise ithalat pazarında birinciliğini hala korumasına karşın Rusya'nın oranının % 37,5'e düştüğü, aynı şekilde Cezayir'den ithal edilen doğalgaz miktarında % 30 oranında azalma olduğu söylenebilir. Bu dönemde kayda değer bir başka gelişme ise 2004'te neredeyse sıfıra yakın (% 1'den az) doğalgaz ithalatı yapılan Katar, Libya, Peru ve Türkiye gibi ülkelerden artan oranda ithalat gerçekleşiyor olmasıdır. Bu durum enerji arz güvenliğini artırma amacıyla tedarikçi ülkelerin sayısını, dolayısıyla kaynak çeşitliliğini artırmanın önemini göstermektedir.

¹² Büyük bir çoğunluğu metandan oluşan (Acaroğlu, 2013, s. 29) doğalgaz normalde kokusuz bir gazdır. Doğalgaz kaçaqlarının farkedilmesi amacıyla, bu olumsuz durum, gaza çeşitli koku etkenlerinin eklenmesiyle çözülür (Lynas, 2009, s. 22).

Tablo 3. AB'nin Doğalgaz İthalatı

	Natural gas										
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Russia	43,6	40,7	39,3	38,7	37,6	33,1	32,1	34,9	34,9	41,2	37,5
Norway	24,3	23,8	25,9	28,1	28,4	29,4	27,5	27,3	31,2	30,0	31,6
Algeria	17,9	17,6	16,3	15,3	14,7	14,3	14,0	13,2	13,6	12,8	12,3
Qatar	1,4	1,5	1,8	2,2	2,3	5,5	9,7	11,8	8,5	6,6	6,9
Libya	0,4	1,6	2,5	3,0	2,9	2,9	2,7	0,7	1,9	1,7	2,1
Nigeria	3,6	3,4	4,3	4,6	4,0	2,4	4,1	4,4	3,6	1,8	1,5
Trinidad and Tobago	0,0	0,2	1,2	0,8	1,7	2,3	1,5	1,1	0,9	0,7	0,9
Peru	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,5	0,4
Turkey	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Others	8,7	11,0	8,8	7,3	8,2	9,9	8,2	6,3	4,5	4,5	6,5

Kaynak: EUROSTAT. (2016b). *Energy Production and Imports*. 01 23, 2017 tarihinde EUROSTAT: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_production_and_imports adresinden alındı

2.1.4. Nükleer Enerji

6 ve 9 Ağustos 1945, bu günler nükleer enerjinin nasıl bir gücü içinde barındırdığı konusunda bütün dünyaya çok tehlikeli mesajlar veren iki gündür. İkinci Dünya Savaşı'nda ABD tarafından Japonya'nın Hiroşima ve Nagazaki kentlerine atılan bu iki bomba yüz binlerce kişinin hayatını kaybetmesine, yüz binlerce kişide kalıcı hastalık yaratmasına karşın, birçok devletin nükleer gücü bir enerji kaynağı olarak görme hevesine son verememiştir. Öyle ki, İkinci Dünya Savaşı'na son vermede büyük rolü olan bu iki kente yapılan nükleer saldırının insanın hayal gücünü zorlayan yıkıcı etkisine karşın savaşı izleyen yıllarda bazı ülkelerde nükleer denemeler yapılmıştır. Soğuk Savaş'ın egemen olduğu bu dönemde, özellikle 1945-1952 yılları arasında ABD 16, SSCB 13 nükleer deneme yapmıştır (Kışlalıoğlu ve Berkes, 2001, s. 153). Durumun vahameti bundan ibaret değildir. Kimi kaynaklara göre 26 Nisan 1986 tarihli Çernobil faciasından önce 400 nükleer kaza olmuş ve çoğu gizlenmiştir. (Demirer vd., 1999, s. 92). Nükleer enerji kullanımına yapılan bir başka eleştiri de, hem kurulum hem de söküm işlemlerinin maliyetleri göz önüne alındığında, en pahalı enerji kaynağı olduğu düşüncesidir (Lynas, 2009, s. 48).

Bütün bu felaketlere ya da felaket olasılıklarına karşın nükleer enerjinin sürekli gündemde olmasının üstelik enerji krizinin tartışıldığı dönemlerde bir seçenek olarak daha fazla sunulmasının belki de önemli nedeni açığa çıkan enerjinin diğer enerji kaynaklarına göre çok büyük bir miktar olmasıdır. 1 pound¹³ uranyumun içerdiği enerji 3 milyon pound kömürün içerdiği enerjiye eşittir (Gore, 2010, s. 152). İşte bu muazzam büyük enerji potansiyeli hem ülkelerin hem de nükleer enerjiye bir yatırım alanı olarak bakan sermaye sahiplerinin iştahını kabartmaktadır. Nükleer enerjinin cazibeli görünmesinin bir başka nedeni ise, fosil yakıtların aksine, nükleer parçalanmanın doğaya CO₂ salmamasıdır. Bu nedenle nükleer enerjinin “temiz enerji” olduğu da ileri sürülmektedir (Lynas, 2009, s. 48). Buna karşın Tanuro, yakıt üretimi, santral kapanması ve atık yönetimi üzerinden sürece bir bütün olarak bakıldığında, nükleer enerjinin çevreye daha fazla CO₂ saldığı eleştirisinde bulunur (Tanuro, 2011, s. 143).

Gore’un (2010, s. 159) aktardığı üzere dünyada toplam kapasitesi 372 GW olan, faaliyet halinde 436 nükleer reaktör vardır. En fazla reaktör bulunduran ülkeler arasında 104 reaktör ile ABD, 59 reaktör ile Fransa, 53 reaktör ile Japonya, 31 reaktör ile Rusya sayılabilir. Nükleer enerjinin, dünya enerji ihtiyacını karşılamadaki yerine baktığımızda 1973’te toplamı 6.100 Mtpe olan birincil enerji arzında nükleerlerin oranı % 0,9 iken, 2013’te 13.541 Mtpe olan birincil enerji arzında nükleerlerin oranı % 4,8’dir (IEA, 2015, s. 6). Bu yaklaşık 533 kat artış olduğunu göstermektedir. Dünyanın enerji arzı 40 yılda 2 katından fazla artmış iken, nükleer enerjinin bunun içindeki yeri 500 kattan daha fazla artmıştır.

AB açısından duruma bakıldığında ise, nükleer enerjiye en büyük ilginin, yukarıdaki verilerden de anlaşılacağı üzere Fransa’da olduğu görülmektedir. Fransa özellikle enerji sektöründe nükleer enerjiye yönelmişken, bunun teknolojik ve güvenlik ayaklarını da geliştirdiği söylenebilir. Enerji krizlerinin gündeme geldiği dönemlerde, diğer üye ülkeler de nükleer enerjiye daha sıcak bakmıştır (Akçay ve Göçmen, 2014, s. 545).

¹³ 1 pound yaklaşık olarak 453,59237 gramdır.

Daha önce de değinildiği gibi AB, 2011’de enerjisinin % 12’sini nükleerden elde etmiştir (Yıldız, 2013, s. 9). 2013 tarihli bir Avrupa Komisyonu incelemesinde nükleer enerjinin AB enerji tüketimi içindeki payı % 14 olarak belirtilmiştir. Elektrik üretiminde ise nükleerlerin oranı % 28’dir. (EC, 2013b, s. 18) Üye ülkelerden 15’i nükleer enerjiyi kullanmaktadır. Enerji miksi içindeki nükleer oranına bakıldığında Fransa’da bu oran % 42, İsveç’te % 33, Litvanya’da % 30 seviyesindedir. Japonya’da bulunan Fukuşima reaktöründe 2011’deki nükleer kazadan sonra Almanya, 2022 yılıyla birlikte tüm nükleer santralleri kapatma kararı almıştır (EC, 2013b, s. 19).

2.1.5. Kaya Gazı (Shale Gas)

Kaya gazı, kayaçların hücrelerinde bulunan küçük miktardaki doğal gaza verilen addır. Kaya gazı 150-200 yıldır bilinen bir enerji kaynağı olmasına karşın, çıkarma tekniklerindeki zorluklar ve maliyetler nedeniyle, 2000’li yılların başında *fracking* adı verilen bir teknik ABD’de geliştirilinceye kadar, dünyanın gündemine pek girmemiştir. Hidrolik kırılma adı da verilen tekniğe göre, kayaçların arasındaki gaz, çeşitli kimyasal maddeler içeren basınçlı suyla kayaç içinde kırılmalar yaratılarak açığa çıkan gazın çekilmesiyle elde edilir (Üstün, 2013, s. 1; Barlas, 2013, s. 145).

Kaya gazı üreten ABD, Kanada, Avustralya, Çin gibi ülkeler arasında ABD lider konumundadır. Öyle ki, dünyada kaya gazı bulmak için açılan yaklaşık 16 bin kuyunun çok büyük bir kısmı ABD’ye aittir. ABD’nin kaya gazı konusundaki bu gelişmesi birçok dengeyi değiştirebilecek boyutlardadır. ABD’de 2009-2013 arasında üretilen kaya gazı miktarı 200 milyar metreküpü geçmiştir. Dünyanın en büyük gaz ihracatçısı olan Rusya’nın 2012’deki gaz ihracatının 180 milyar metreküp olarak hesaplandığı düşünüldüğünde (Üstün, 2013, s. 2-3) ABD üretimindeki bu artışın yol açacağı stratejik değişiklikler konusunda dünyayı yeni gelişmelerin beklediği açıktır.¹⁴ ABD’nin 2035 yılında kaya gazı üretiminin, doğal gaz üretiminin % 46’sına ulaşabileceği tahmin ediliyor olsa da (Başoğlu, 2014, s. 66) fracking

¹⁴ ABD’deki devasa gelişme yalnızca kaya gazıyla sınırlı değildir. Başkan Obama’nın petrol ihracatındaki yasağı kaldırmasıyla, 40 yıl sonra ilk kez Avrupa’ya ham petrol ihracatı gerçekleşmiştir (Sönmez, 2016).

işlemine zararlı birçok kimyasalın toprağa karışması, su tüketiminin fazla olması, çok fazla sera gazı salabileceği riskleri üzerinden eleştiri yapılmaktadır (Üstün, 2013, s. 5-6; Başoğlu, 2014, s. 66).

Enerji bağımlılığı yüksek olan AB açısından konuya bakıldığında ise Fransa, İngiltere ve Polonya’da önemli kaya gazı rezervleri bulunduğu söylenebilir. Ancak hala yüksek bir maliyete sahip olan kaya gazı üretimi henüz yeterince önemli bir konuma gelmemiştir. Dahası İngiltere’de kaya gazı çıkarılma işlemleri sırasında küçük depremler yaşanması konuya ilişkin kuşkunun büyümesine neden olmuştur. Olası çevresel sorunlar nedeniyle Fransa kaya gazı çalışmalarına yasak getirmiştir (Üstün, 2013, s. 4). AB enerji ihtiyacının daha ucuza karşılanması amacıyla Rusya’dan doğalgaz ithal etmek yerine ABD’den kaya gazı ithal edilmesi tartışılan diğer konular arasındadır (Yıldız, 2013, s. 7).

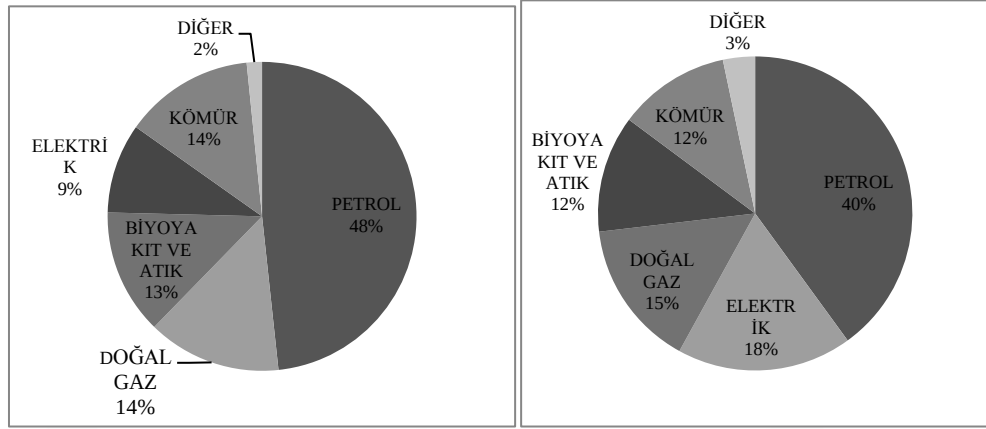
2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları (YEK)

Yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarının arz güvenliğinde yaşanan sıkıntılar, fiyat istikrarsızlığı ve özellikle de gündemde daha fazla yer alan çevresel sorunlar, bu kaynakların sürdürülebilirliğinin sorgulanmasına yol açmıştır. Buna özellikle 70’li yıllardaki iki petrol krizi vesile olmuştur. Sonuçta ya var olan ve hâlihazırda kullanımdaki alternatif enerji kaynakları geliştirilmiştir ya da yeni alternatif enerji kaynakları arayışı hızlanmıştır. Her alternatif ya da yenilenebilir enerji kaynağı yeşil ya da temiz değildir¹⁵. Yenilebilir enerji kaynakları arasında hiçbir karbon salımı yapmayan kaynaklar (güneş, rüzgâr) olduğu gibi, fosil yakıtlardan çok daha az karbon salımı yaptığı için (örneğin biyokütle enerjisi) bu adı alan yenilenebilir enerji kaynakları da vardır.

Alternatif enerjinin AB’deki durumunu etraflı ve kuşatıcı bir şekilde görmek ve bunun dünyanın genelindeki durumuyla kıyaslamasını yapmak için, öncelikle dünya genelindeki durumu incelemek faydalı olacaktır. Aynı zaman aralığı için

¹⁵ Çoğunlukla yenilenebilir enerjiyle eşanlamli olarak kullanılan alternatif enerjiyi, Acaroğlu (2013) en kısa şekilde, insan müdahalesi olmadan “*doğal çevreden sürekli veya tekrarlamalı olarak akan enerji*” olarak tanımlar.

toplam son tüketime bakıldığında 1973'te 4.667 Mtpe ve 2013'te 9.301 Mtpe enerji tüketiminin olduğunu görülmektedir.



Şekil 5. Toplam Son Tüketimde Enerji Kaynakları Oranı, 1973-2013

Kaynak: IEA. (2015). *2015 Key World Energy Statistics*. 07 26, 2016 tarihinde IEA:

https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld_Statistics_2015.pdf adresinden alındı.

Şekil 5'te görüldüğü üzere biyoyakıtların ve atıkların toplam son tüketimdeki oranı yaklaşık % 1 azalmış olsa da, miktar açısından hesaplandığında iki katına yaklaştığı söylenebilir (IEA, 2015, s. 28). Ayrıca *diğer* kategorisinde incelenen diğer alternatif enerji kaynaklarının (jeotermal, güneş, rüzgâr, ısı vs.) oranı iki katından fazla artmıştır. Şimdi her bir alternatif kaynak üzerinden ayrıntılı inceleme yapılabilir.

2.2.1. Güneş Enerjisi

Güneş, fosil ya da yenilenebilir tüm enerjinin ana kaynağıdır (Acaroğlu, 2013, s. 39). Yenilenebilir bir kaynak olarak, güneş enerjisi, ya ısı kullanılarak (fotovoltaik güneş panelleriyle) doğrudan elektrik enerjisine ya da suyu ısıtması ve oluşan buharın elektrik enerjisi üretilmesinde kullanılmasıyla (konsantre solar sistem) dolaylı olarak kullanılır. Güneş yeryüzüne her saat 100 milyon GWh'lik bir enerji yaymaktadır (Acaroğlu, 2013, s. 231). AB'de özellikle 2005'ten sonra fotovoltaik ya da konsantre güneş enerjisi kullanımında büyük bir artış söz konusu

olmuştur. Güneş enerjisinin AB’de toplam yenilenebilir enerji kaynağı içindeki oranı 2014’te % 11’e kadar çıkmıştır.

2.2.2. Hidroelektrik Enerji

Su gücünü bir enerji kaynağı olarak kullanmanın tarihi çok eskidir. Hidrolik enerji diğer enerji kaynakları gibi güneş enerjisinin bir türevidir. Dünyaya ulaşan güneş enerjisi suları buharlaştırır, buharlaşan su yağmur halinde akarsulara ve denizlere karışır. Hidrolik enerji üretimi günümüzde akarsulardaki potansiyel ve kinetik enerjinin kullanılarak elektrik üretilmesine dayanır. Baraj tipi Hidroelektrik Santrallarda (HES) potansiyel enerjiye sahip olan su, ihtiyaç halinde salıverilir ve hareket enerjisi kazanılır, hareket enerjisi ise aşağıda bulunan türbinin pervanelerini döndürerek mekanik enerjiye dönüşür. En sonunda mekanik enerji jeneratör yardımıyla elektrik enerjisine dönüştürülerek işlem tamamlanır (Avcıoğlu, 2011, s. 19). Üretilen elektrik enerjisi şebeke üzerinden ihtiyaç duyulan yere ulaştırılır.

HES’ten enerji üretmenin bir başka ve yeni bir yolu daha vardır: Bu, pompaj depolamalı HES ya daha kısa adıyla PDHES olarak bilinen sistemdir. Bu sistemde elektriğin daha az kullanıldığı zamanlarda şebekede bulunan elektriğin bir bölümü barajın daha yukarısındaki bir su haznesine söz konusu barajdan pompa yoluyla su taşınması için kullanılır, böylece suya bir potansiyel enerji kazandırılır. Enerji ihtiyacının fazla olduğu zamanlarda ise yukarıdaki havuzda toplanan su aşağıya salıverilir, türbinlerin dönmesiyle elektrik enerjisi üretilir (Ünver vd., 2015). HES’lerin kurulum aşaması çevreye birçok yönden zarar verici sonuç yarattığından, her zaman tartışma konusu olmuştur (Barlas, 2013, s. 151). HES’lerin kurulmasına karşı, rüzgâr ya da güneş gibi diğer alternatif enerjinin kullanılması amacıyla birçok ülkede eylem yapılmıştır. HES’ten enerji elde etmek dünyanın birçok ülkesinde ana elektrik üretim mekanizmasıdır. Dünyada 1973’te birincil enerji arzının % 1,8’i HES’lerden sağlanmışken, bu oran 2013’te artarak % 2,4’e ulaşmıştır (IEA, 2015, s. 6). Bu oran 1973 ve 2014 yılları için, OECD ülkelerinde sırasıyla % 2,1 ve % 2,3’tür (IEA, 2015, s. 7).

AB’de de HES’ler, yenilenebilirlerden üretilen elektrik enerjisi içinde birinci sıradadır. HES’lerin oranı 1990-2014 arasında % 29 artmıştır. Ancak diğer alternatif enerjilerin yaygınlık kazanmaya başlaması nedeniyle, HES’lerin toplam yenilenebilir kaynaklı elektrik enerjisi üretimindeki oranı aynı yıllar arasında % 94’ten % 42’e düşmüştür. 1990’larda Avrupa’da yenilenebilir elektrik üretiminin neredeyse tamamı HES’lerden sağlanmıştır (EUROSTAT, 2016a).

2.2.3. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr yüksek basınç alanlarından alçak basınç alanlarına doğru hareket eden havadır. Rüzgâr enerjisi güneş enerjisinin bir türevidir. Güneşten gelen enerjinin % 1-2’si rüzgâr enerjisine dönüşür (Acaroğlu, 2013, s. 231). Rüzgâr enerjisi, binlerce yıldır yaygın olarak kullanılan bir enerjidir. Dünyada 300 binden fazla yel değirmeni vardır. Rüzgâr enerjisinin insanlık tarihinde çoğunlukla mekanik amaçlı kullanıldığı söylenebilir. Mekanik amaçlı kullanımda hayvanların su ihtiyaçlarını giderme, arazi kurutma, ürün öğütme gibi amaçlar güdülmüştür (Avcıoğlu, 2011, s. 17). Günümüzde rüzgâr enerjisi daha çok elektrik üretimi için kullanılmaktadır. İlk rüzgâr elektriğini, Danimarkalı Profesör Paul La Cour, 1891’de üretmiştir (Acaroğlu, 2013, s. 237). Fakat petrol kökenli dizel yakıtların ucuzluğu nedeniyle rüzgâr enerjisinin kullanımın önemi zamanla azalmıştır. 1970’lerde petrol krizinin çıkmasıyla rüzgâr enerjisi yeniden hatırlanır, bu alana ilgi ve yatırım artar. Dünyada rüzgâr enerjisi kurulu gücü 2006 sonunda 67 bin MW’ye ulaşmıştır. 2020 yılına kadar bu rakamın 1 milyon MW’ı geçmesi beklenmektedir (Acaroğlu, 2013, s. 254). Rüzgâr enerjisi üretiminde üretimin denizde ya da karada yapılmasına göre iki farklı kurulum tipi vardır. Üretim karada yapılıyorsa *kara üstü* (on shore), denizde yapılırsa *deniz üstü* (off shore) adını alır.

AB yenilenebilir enerji üretiminde rüzgâr 2000’den beri çok önemli bir enerji kaynağı olarak ikinci sırayı, 1990’dan beri ikinci sırada olan odun ve diğer katı biyokütleden (toplam oranları % 10’dur) devralmıştır (EUROSTAT, 2016a).

Tablo 4. AB’de Rüzgar Enerjisi Üretimi, 2000-2015 (GW)

2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
12,9	17,3	23,1	28,5	34,4	40,8	48	56,7	65,1	75,3	85,1	94,5	106,5	117,4	129	141,6

Kaynak: EWEA. (2015). *Wind In Power 2015 European Statistics*. 08 12, 2016 tarihinde windeurope: <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/statistics/EWEA-Annual-Statistics-2015.pdf> adresinden alındı.

Tablo 4’te görüldüğü üzere, AB’de rüzgârdan enerji üretimi 16 yılda yaklaşık 12 katına çıkmıştır. Rüzgâr enerjisi güneş enerjisiyle birlikte AB’de yıldızı en çok parlayan iki yenilenebilir enerji kaynağıdır. Özellikle elektrik üretimi alanında bu iki kaynağın gittikçe artan katkıda bulunması, söz konusu sektörlere ilişkin ilgiyi artırmıştır.

2.2.4. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, dünyanın iç katmanlarında bulunan ve çeşitli yollarla yeryüzüne ulaşan ısı enerjisidir. Bu enerjiyi insanoğlu farklı biçimlerde çok uzun zamandır kullanmıştır. Günümüzde elektrik üretimi, doğrudan ısı üretimi ve kaplıcalarda sağlık için kullanımı olmak üzere üç farklı kullanımı vardır. 2012 verilerine göre AB’de kombine jeotermal enerji kapasitesi 2000’de 593 MW ile toplam kurulu güç kapasitesinin % 0,1’ine karşılık gelirken, bu oran 2015’te 819 MW ile yine % 0,1 seviyesinde kalmıştır (EWEA, 2015).

2.2.5 Yenilenebilir Kentsel Katı Atık Enerjisi

Kentsel katı atıkların çok farklı değerlendirilmesi söz konusudur. Bunların başlıcaları; geri dönüşüme uğratma, yakma, toprağa gömme, gübreye çevirmedir. Kentsel katı atık yönetimi, hem atığın insanlardan uzaklaştırılması hem enerji kaynağı olarak yararlanılması hem de karbon salımlarını azaltma açısından çok büyük bir önem arz etmektedir.

AB’de yenilenebilir kentsel katı atık dönüşümünde ana yol çöp yakma yöntemiyle enerji elde etmektir. 2009’da yenilenebilir kentsel katı atık yakılmasıyla, 2008’e göre % 3,3 yükselişe, 7,7 Mtp’e’lik birincil enerji üretilmiştir. Bunun yarısına

yakınıni biyokütle gibi fermente edilebilir atıklar sağlamıştır. Üretilen enerji miktarı 2011’de 8,2 Mtpe’ye, 2013’te 8,7 Mtpe’ye yükselmiştir (Euroserver, 2014). Atıkların, AB içindeki tüm enerji karışımındaki oranı 2000’de 2.199 MW ile % 0,4 iken bu oran, 2015’te 4.596 MW ile % 0,5’e yükselmiştir (EWEA, 2015).

2.2.6. Gel-Git Enerjisi

Dünyayı güneşin (% 32) ve ayın (% 68) çekim kuvvetiyle çekmesi sonucu oluşan gelgit, bir diğer yenilebilir enerji kaynağıdır. Bu enerjinin kullanılmasının tarihi 12. yüzyıla kadar götürülebilir. Bu dönemde Fransa ve İngiltere’de kıyılara kurulan gel-git değirmenleri sayesinde mısırların öğütülmesi sağlanmıştır. Günümüzde ise bu enerji elektrik enerjisi üretimi için kullanılmaktadır. Bunun iki yolu vardır. Ya gelgit sırasında oluşan ve 5 metreyi bulabilen yükseklik farkından yararlanarak enerji elde etmek ya da gelgit sırasında oluşan akıntıların olduğu bölgeye türbinler yerleştirilerek elektrik enerjisi üretmektir (Avcıoğlu, 2011, s. 22).

2.2.7. Dalga Enerjisi

Dalga, rüzgârın deniz ya da okyanus yüzeyine sürtünmesi sonucu su seviyesinde meydana gelen kabartıdır. Dalgadan enerji elde etme fikri çok eski olmamakla birlikte, elektrik enerjisi üretiminde yoğunlaşmıştır. Sabit ve yüzen olmak üzere iki farklı sistem üzerinden su hücreleri aracılığıyla üretim yapılır. Su hücresinin içine alınan dalga içeride bulunan havayı sıkıştırarak mekanik enerji yaratır, türbinler aracılığıyla da bu enerji elektrik enerjisine dönüştürülür (Avcıoğlu, 2011, s. 24).

AB kaynaklarında gelgit ve dalga enerjisi *Okyanus Enerjisi* adıyla birlikte anılır. 2050’ye kadar varılması hedeflenen elektrik üretimi kurulu kapasitesi 100 GW’dır. Ancak bunun çok zorlu, büyük yatırımlar isteyen ve yavaş büyüyen enerji üretim alanı için çok iddialı bir hedef olduğu ileri sürülebilir. Zira okyanus enerjisinin bütün enerji çeşitleri arasındaki oranı 2000’de 240 MW ile % 0.04 iken, 2015’te 253 MW ile % 0.03’tür. (EWEA, 2015)

Yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin yukarıda anılan AB’de kullanım alanları verilerinden sonra bütünlüklü bir tablo sunmak için hem brüt son tüketimdeki YEK oranını hem de onların kullanıldığı temel üç alan olan ısıtma-soğutma, elektrik ve ulaşımdaki kullanımlarına bakılabilir. Bu konuda en güncel istatistiklere EUROSTAT’ın yayınladığı tablolardan ulaşabilir. AB’nin 2020 yılında YEK’lerden edilecek enerji hedefinin % 20 olduğu (EC, 2009) düşünülerek Tablo 4’e bakıldığında 2004’te % 8,5 olan AB YEK kullanım oranının 2014’te yaklaşık iki katına çıkarak % 16’ya çıktığı görülür. 2009 Yönergesi’ne¹⁶ uyum içinde ilerleyen YEK kullanımının 2020 hedefi olan % 20’ye ulaşmasının zor olmayacağı rahatlıkla söylenebilir.

Tablo 5: Brüt Son Tüketimde YEK Oranı, %

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
EU-28 EU-28	8.5	9.0	9.5	10.4	11.0	12.4	12.8	13.1	14.3	15.0	16.0
BE Belgium	1.9	2.3	2.7	3.4	3.8	5.1	5.5	6.2	7.2	7.5	8.0
BG Bulgaria	9.4	9.4	9.6	9.2	10.5	12.1	14.1	14.3	16.0	19.0	16.0
CZ Czech Republic	5.9	6.0	6.4	7.4	7.6	8.5	9.5	9.5	11.4	12.4	13.4
DK Denmark	14.9	16.0	16.4	17.8	18.6	20.0	22.1	23.5	25.6	27.3	29.2
DE Germany	5.8	6.7	7.7	9.1	8.6	9.9	10.5	11.4	12.1	12.4	13.8
EE Estonia	18.4	17.5	16.1	17.1	18.9	23.0	24.6	25.5	25.8	25.6	26.5
IE Ireland	2.4	2.9	3.1	3.6	4.1	5.1	5.6	6.6	7.1	7.7	8.6
EL Greece	6.9	7.0	7.2	8.2	8.0	8.5	9.8	10.9	13.4	15.0	15.3
ES Spain	8.3	8.4	9.2	9.7	10.8	13.0	13.8	13.2	14.3	15.3	16.2
FR France	9.4	9.6	9.3	10.2	11.1	12.1	12.6	11.1	13.4	14.0	14.3
HR Croatia	23.5	23.8	22.7	22.2	22.0	23.6	25.1	25.4	26.8	28.1	27.9
IT Italy	6.3	7.5	8.4	9.8	11.5	12.8	13.0	12.9	15.4	16.7	17.1
CY Cyprus	3.1	3.1	3.3	4.0	5.1	5.6	6.0	6.0	6.8	8.1	9.0
LV Latvia	32.6	32.3	31.1	29.6	29.8	34.3	30.4	33.5	35.7	37.1	36.7
LT Lithuania	17.2	17.0	17.0	16.7	18.0	20.0	19.8	20.2	21.7	23.0	23.9
LU Luxembourg	0.9	1.4	1.5	2.7	2.8	2.9	2.9	2.9	3.1	3.6	4.5
HU Hungary	4.4	4.5	5.1	5.9	6.5	8.0	8.6	9.1	9.6	9.5	9.5
MT Malta	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.1	1.9	2.9	3.7	4.7
NL Netherlands	2.1	2.5	2.8	3.3	3.6	4.3	3.9	4.5	4.7	4.8	5.5
AT Austria	23.3	23.6	25.3	27.3	28.2	30.2	30.6	30.8	31.6	32.3	33.1
PL Poland	6.9	6.9	6.9	6.9	7.7	8.7	9.2	10.3	10.9	11.3	11.4
PT Portugal	19.2	19.5	20.8	21.9	23.0	24.4	24.2	24.7	25.0	25.7	27.0
RO Romania	17.0	17.6	17.1	18.3	20.5	22.7	23.4	21.4	22.8	23.9	24.9
SI Slovenia	16.1	16.0	15.6	15.6	15.0	20.0	20.5	20.2	20.9	22.5	21.9
SK Slovak Republic	6.4	6.4	6.6	7.8	7.7	9.4	9.1	10.3	10.4	10.1	11.6
FI Finland	29.2	28.8	30.0	29.6	31.4	31.4	32.4	32.8	34.4	36.7	36.7
SE Sweden	38.7	40.6	42.7	44.2	45.3	48.2	47.2	49.0	51.1	52.0	52.6
UK United Kingdom	1.2	1.4	1.6	1.8	2.7	3.3	3.7	4.2	4.6	5.6	7.0
IS Iceland	58.9	60.1	60.8	71.5	67.5	69.7	70.4	71.6	73.2	72.2	77.1
NO Norway	58.1	59.8	60.3	60.2	61.8	64.9	61.2	64.8	65.9	66.7	69.2

Kaynak: EUROSTAT. (2016a). *Energy From Renewable Sources*. 08 07, 2016 tarihinde EUROSTAT: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_from_renewable_sources adresinden alındı.

¹⁶ Yenilenebilir enerjiye ilişkin 2009 Yönergesi (EC, 2009) dördüncü bölümde ayrıntılı bir biçimde incelenmiştir.

Tablo 5’te göze çarpan ilk şeylerden biri Hırvatistan, Letonya, Avusturya, Finlandiya, İsveç’in YEK kullanım oranının daha 2004 yılında bile AB 2020 hedefinin üzerinde olduğudur. 2014 yılı itibariyle bakıldığında bunlara Danimarka, Estonya, Litvanya, Portekiz, Romanya, Slovenya’nın eklendiğini söylemek mümkündür. Bir ada ülkesi olan Malta’da YEK oranının hem 2004’te hem de 2014’te birlik içerisinde en düşük değerlerde olması dikkat çekicidir. Düşükten yükseğe doğru bakıldığında, 2014 yılı itibariyle en düşük oranlar, Lüksemburg, Malta, Hollanda, Birleşik Krallık ve Belçika’dadır. Birer AB ülkesi olmamalarına karşın İzlanda ve Norveç’te YEK oranı hem 2004 hem de 2014’te AB üyesi ülkelerden daha fazladır. 2020 hedefine ulaşmak için YEK kullanım oranı düşük olan ülkelerin ek çabalar sarf etmek zorunda kalacağı Avrupa Komisyonu’nun hem 2013 hem de 2015 Yenilenebilir Enerji İlerleme Raporları’nda belirtilmiştir (EC, 2013a; EC, 2015a;).

Nordik ülkeler başta olmak üzere (AB üyesi olan ve olmayan) Kuzey Avrupa ülkelerinin brüt son tüketimde YEK oranlarının bu kadar yüksek olmalarının, dahası bir bölümünün 2020 hedefine çoktan ulaşmış olmalarının birçok nedeni vardır. Bunlar şöyle sıralanabilir: Hükümetlerinin yenilenebilir enerji yatırımlarında diğer ülkelere göre daha fazla teşvik programları ve daha fazla vergi indirimi uygulamaları, idari prodesürlerin cesaret verici ve kısa zamanda uygulanabilir olmaları, üretilen enerjiye satış garantisi verilmesi, teknolojik ilerleme yapılan ciddi yatırımların maliyeti düşürücü etkisi, pazar koşullarının daha fazla yatırım yapmaya elverişli olması, Norveç-İsveç örneğinde olduğu gibi ortak proje çalışmalarının olumlu etkisi ve son olarak şebekelerin iyileştirilmesi başta olmak üzere ekonomi-dışı engellerin üstüne diğer ülkeler göre daha fazla gidilmesidir (EC, 2013a; EC, 2015a; EC, 2014a; EEA, 2015).

YEK’in ısıtma-soğutma sektöründeki durumu Tablo 6’dan izlenebilir. AB’nin ısıtma ve soğutmada kullandığı YEK oranı 2004’teki % 10,2 den % 70’e yakın bir artışla 2014’te % 17,7’ye ulaşmıştır. 2004 itibariyle en yüksek oranlar İsveç, Letonya, Finlandiya, Estonya ve Portekiz’de iken, 2014’te bu sıralama İsveç, Letonya, Finlandiya, Estonya ve Danimarka şeklinde değişmiştir. Bir AB ülkesi

olmamasına karşın İzlanda 2004’te % 52,4 ve 2014’te % 76,7 ile Avrupa içindeki en yüksek orana sahiptir.

Tablo 6: Brüt Isıtma-Soğutmada YEK oranı

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
EU-28 EU-28	10.2	10.8	11.4	12.8	13.1	14.7	14.8	15.4	16.2	16.6	17.7
BE Belgium	2.9	3.4	3.7	4.5	5.0	5.9	5.8	6.7	7.3	7.5	7.8
BG Bulgaria	14.1	14.3	14.8	13.9	17.3	21.7	24.4	24.9	27.5	29.2	28.3
CZ Czech Republic	8.4	9.1	9.7	11.4	11.2	11.8	12.6	13.2	14.1	15.4	16.7
DK Denmark	20.7	22.8	23.8	26.9	28.1	29.5	30.9	32.3	33.6	34.9	37.8
DE Germany	6.3	6.8	7.0	8.4	7.4	9.2	9.8	10.5	10.4	10.6	12.2
EE Estonia	33.2	32.2	30.7	32.7	35.5	41.8	43.3	44.1	43.1	43.2	45.2
IE Ireland	2.9	3.5	3.6	3.9	3.6	4.3	4.5	4.9	5.1	5.4	6.6
EL Greece	12.8	12.8	12.5	14.4	14.3	16.4	17.8	19.4	23.3	26.5	26.9
ES Spain	9.5	9.4	11.4	11.3	11.7	13.3	12.6	13.6	14.1	14.1	15.8
FR France	12.3	12.3	11.6	12.6	13.1	14.9	15.9	15.9	16.9	17.8	17.8
HR Croatia	29.4	30.0	29.1	29.2	28.7	31.2	32.8	33.7	36.5	37.2	36.2
IT Italy	5.7	8.2	10.1	13.3	15.3	16.4	15.6	13.8	17.0	18.1	18.9
CY Cyprus	9.3	10.0	10.4	13.1	14.5	16.3	18.2	19.2	20.8	21.7	21.8
LV Latvia	42.5	42.7	42.6	42.4	42.9	47.9	40.7	44.7	47.3	49.7	52.2
LT Lithuania	30.4	30.1	29.7	29.8	32.8	34.4	33.2	33.7	35.5	37.7	41.6
LU Luxembourg	1.8	3.6	3.6	4.4	4.6	4.7	4.8	4.8	5.0	5.8	7.4
HU Hungary	6.5	6.0	7.5	8.9	8.3	10.5	11.0	12.3	13.5	12.6	12.4
MT Malta	1.1	2.2	2.6	3.2	3.6	1.8	7.4	10.7	13.1	14.6	14.6
NL Netherlands	2.2	2.4	2.8	3.0	3.1	3.4	3.1	3.7	3.9	4.1	5.2
AT Austria	21.4	22.1	22.9	25.7	26.1	28.1	29.8	30.2	31.2	32.7	32.6
PL Poland	10.3	10.2	10.2	10.4	10.9	11.6	11.7	13.1	13.4	14.1	13.9
PT Portugal	32.5	32.1	34.2	35.0	37.5	38.0	33.9	35.2	34.0	34.5	34.0
RO Romania	17.6	18.0	17.6	19.4	23.2	26.4	27.2	24.3	25.8	26.2	26.8
SI Slovenia	18.4	18.9	18.6	20.4	19.2	27.3	28.3	30.2	31.7	33.7	33.3
SK Slovak Republic	5.1	5.0	4.5	6.2	6.1	8.2	7.9	9.3	8.8	7.9	8.7
FI Finland	39.5	39.1	41.4	41.5	43.4	43.4	44.3	46.0	48.5	50.8	51.9
SE Sweden	48.7	51.9	56.4	58.7	61.1	63.6	60.9	62.5	65.8	67.1	68.1
UK United Kingdom	0.8	0.8	0.9	1.1	2.0	2.5	2.8	3.1	3.3	3.8	4.5
IS Iceland	52.3	53.4	56.9	58.6	62.0	62.1	63.9	65.2	67.2	62.1	76.7
NO Norway	25.6	28.9	28.6	29.6	31.2	32.3	32.9	34.6	34.2	33.4	32.5

Kaynak: EUROSTAT. (2016a). *Energy From Renewable Sources*. 08 07, 2016 tarihinde EUROSTAT: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_from_renewable_sources adresinden alındı.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının bir başka kullanım alanı da elektriktir. AB’nin brüt elektrik tüketimindeki YEK oranına bakıldığında (Tablo 7) 2004’te % 14,4’ten % 27,5’e yaklaşık iki katına çıktığı görülmektedir. 2004’te en yüksek oranlar Avusturya, İsveç, Letonya, Hırvatistan ve Slovenya’dadır. 2014’e gelindiğindeyse en yüksek oranlar Avusturya, İsveç, Portekiz, Danimarka ve Hırvatistan’dadır. Tablodaki en ilginç veri, belki de AB üyesi olmayan İsviçre ve İzlanda’ya ait verilerdir. Bu iki ülke 2004’te % 97,3 ve % 93,1 lik oranla hem tüm AB ortalamasından hem de AB ülkelerinin her birinden daha yüksek YEK oranına sahipken, 2014’te Norveç’te bu oran % 109,6’ya ulaşarak rekor bir seviyeye ulaşmıştır.

Tablo 7: Brüt Elektrik Tüketiminde YEK oranı (%)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
EU-28 EU-28	14.4	14.9	15.4	16.1	17.0	19.0	19.7	21.7	23.5	25.4	27.5
BE Belgium	1.7	2.4	3.1	3.6	4.6	6.2	7.1	9.1	11.3	12.4	13.4
BG Bulgaria	9.1	9.3	9.3	9.4	10.0	11.3	12.7	12.9	16.1	18.9	18.9
CZ Czech Republic	3.6	3.7	4.0	4.6	5.2	6.4	7.5	10.6	11.6	12.8	13.9
DK Denmark	23.8	24.6	24.0	25.0	25.9	28.3	32.7	35.9	38.7	43.1	48.5
DE Germany	9.4	10.5	11.8	13.6	15.1	17.4	18.1	20.9	23.6	25.3	28.2
EE Estonia	0.6	1.1	1.5	1.5	2.1	6.1	10.4	12.3	15.8	13.0	14.6
IE Ireland	6.0	7.2	8.7	10.4	11.2	13.4	14.5	17.2	19.5	20.8	22.7
EL Greece	7.8	8.2	8.9	9.3	9.6	11.0	12.3	13.8	16.4	21.2	21.9
ES Spain	19.0	19.1	20.0	21.7	23.7	27.8	29.8	31.6	33.5	36.7	37.8
FR France	13.8	13.7	14.1	14.3	14.4	15.1	14.8	16.3	16.4	16.8	18.3
HR Croatia	35.5	35.8	35.2	34.0	33.8	35.9	37.6	37.6	38.8	42.2	45.3
IT Italy	16.1	16.3	15.9	16.0	16.6	18.8	20.1	23.5	27.4	31.3	33.4
CY Cyprus	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.6	1.4	3.4	4.9	6.6	7.4
LV Latvia	46.0	43.0	40.4	38.6	38.7	41.9	42.1	44.7	44.9	48.8	51.1
LT Lithuania	3.6	3.8	4.0	4.7	4.9	5.9	7.4	9.0	10.9	13.1	13.7
LU Luxembourg	2.8	3.2	3.2	3.3	3.6	4.1	3.8	4.1	4.6	5.3	5.9
HU Hungary	2.2	4.4	3.5	4.2	5.3	7.0	7.1	6.4	6.1	6.6	7.3
MT Malta	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	1.6	3.3
NL Netherlands	4.4	6.3	6.5	6.0	7.5	9.1	9.6	9.8	10.4	10.0	10.0
AT Austria	61.8	62.4	62.4	64.6	65.2	67.8	65.7	66.0	66.5	68.0	70.0
PL Poland	2.1	2.7	3.0	3.5	4.4	5.8	6.6	8.2	10.7	10.7	12.4
PT Portugal	27.5	27.7	29.3	32.3	34.1	37.6	40.7	45.9	47.6	49.1	52.1
RO Romania	28.4	28.8	28.1	28.1	28.1	30.9	30.4	31.1	33.6	37.5	41.7
SI Slovenia	29.3	28.7	28.2	27.7	30.0	33.8	32.2	31.0	31.6	33.1	33.9
SK Slovak Republic	15.4	15.7	16.6	16.5	17.0	17.8	17.8	19.3	20.1	20.8	23.0
FI Finland	26.7	26.9	26.4	25.5	27.3	27.3	27.7	29.4	29.5	30.9	31.4
SE Sweden	51.2	50.9	51.8	53.2	53.6	58.3	56.0	59.9	60.0	61.8	63.3
UK United Kingdom	3.5	4.1	4.5	4.8	5.5	6.7	7.4	8.8	10.7	13.8	17.8
IS Iceland	93.1	94.9	93.5	113.7	90.8	92.9	92.4	93.9	95.4	96.7	97.1
NO Norway	97.3	96.8	100.2	98.5	99.8	104.7	97.9	105.5	104.4	106.9	109.6

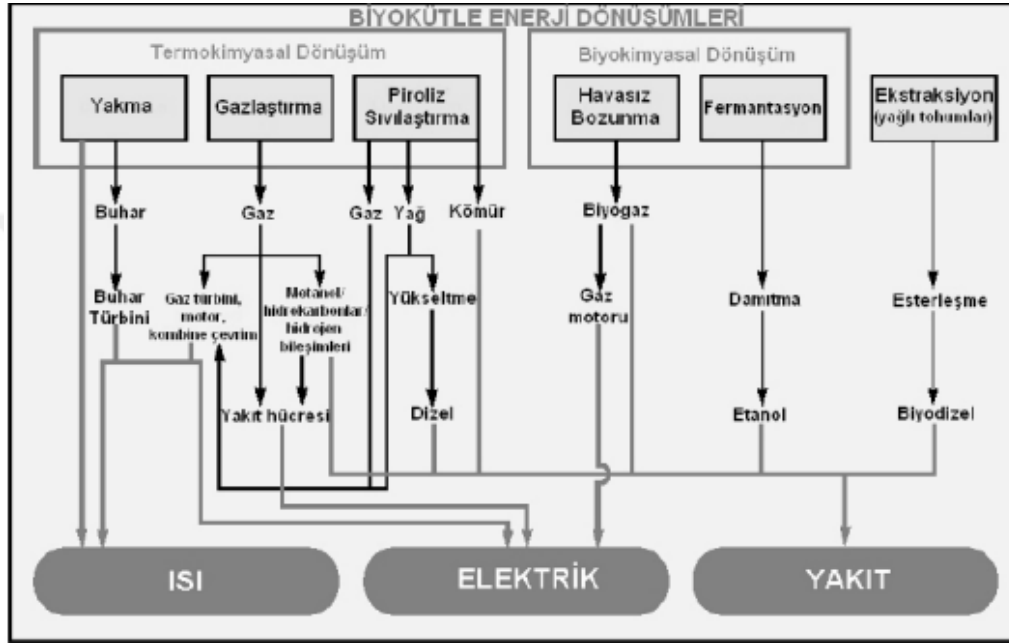
Kaynak: EUROSTAT. (2016a). *Energy From Renewable Sources*. 08 07, 2016 tarihinde EUROSTAT: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_from_renewable_sources adresinden alındı.

Yenilebilir enerji kaynaklarının ulaşımında kullanımı büyük bir çoğunlukla biyoyakıtlarla karşılandığından, ulaşımındaki oranlara ilişkin veriler biyoyakıtların ayrıntılı olarak incelendiği bölümde değerlendirilecektir.

2.2.8. Biyoyakıtlar

Biyoyakıtlar asıl itibarıyla bir sonraki bölümde incelenmekle birlikte, bu bölümün sonunda bir alternatif enerji kaynağı olduğunu belirtmek ve temel üretilme mekanizmalarını yalın biçimde gösteren Şekil 5'e değinmek yeterli olacaktır. İlk elde söylenmesi gereken şey, hangi aşamalardan geçiyor olursa olsun biyoyakıt ürününün ısı, elektrik ya da yakıt olarak kullanılıyor olmasıdır. Teze konu olan araştırma alanını daha çok biyoyakıtın yakıt olarak kullanılması belirliyor olsa da, biyoyakıtın yakıt olarak kullanılması dışında başka alanlarda da kullanıldığının bilinmesi, biyoyakıtla ilişkin bütünsel bilginin elde edilmesi anlamında önemlidir. Şekilden de

anlaşılabacağı üzere biyokütle enerji dönüşümü ya termokimyasal ya da biyokimyasal yoldan gerçekleşmektedir. Termokimyasal dönüşümde hammadde olarak elde bulunan biyokütle yakma, gazlaştırma ve piroliz¹⁷ gibi işlemlerden geçirilerek ısı, elektrik ya da yakıt kaynağı olarak kullanılır. Biyokimyasal dönüşümde ise hammadde olan biyokütle havasız bozunma ve fermantasyon yollarıyla dönüştürülerek elektrik ya da yakıt enerjisi elde edilir.



Şekil 6. Biyokütle Enerji Dönüşüm Teknikleri

Kaynak: MMO. (2014). *Enerji Ekipmanları Yerli Üretimi, Durum Değerlendirmesi ve Öneriler*. 08 12, 2016 tarihinde Makina Mühendisleri Odası: http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/2519fa061ea2e00_ek.pdf adresinden alındı.

¹⁷ Piroliz, katı atıkların oksijensiz ortamda termal bozunmasıdır (Avcıoğlu, 2011, s. 85).

3. BİR ENERJİ KAYNAĞI OLARAK BİYİYAKITLAR

Biyoyakıt terimine ilişkin herhangi bir metinde ilk göze çarpan şeylerden biri *biyokütle* terimiyle birlikte kullanılmakta olduğudur. Biyokütle “*biyolojik kökenli, fosil olmayan organik madde*” olarak tanımlanabilir (Avcıoğlu, 2011). Yapılabilecek başka bir kısa tanım da biyokütleyi, “*bitkiler ve hayvanlardan elde edilen organik madde*” olarak tanımlamaktır (Charles vd., 2013, s. 15). Hatunoğlu’nun (2010, s. 9) aktardığı bir başka tanım da ise, biyokütke, “*100 yıllık periyottan daha kısa sürede yenilenebilen, karada ve suda yetişebilen bitkiler, hayvan artıkları, besin sanayisi ve orman ürünleri ile kentsel atıkları içeren tüm organik maddeler*” olarak tanımlanır.

Yakacak odundan sıvı yakıt üretimine kadar geniş bir yelpazeye sahip olan biyokütlenin ve ondan elde edilen enerji olan *biyoenerjinin* dünyanın neredeyse yarısının birincil enerji kaynağı olduğu söylenebilir. Biyokütle, dünya ölçeğinde en büyük ve sürdürülebilir enerji kaynağı olma potansiyelini barındırmakla birlikte, birçok açıdan daha avantajlı olan güneş enerjisinin dolaysız kullanımı, uzun vadede birinciliği almaya daha yüksek bir adaydır (Saraçoğlu, 2010, s. 85).

Günümüzde % 80’inin ısınmada, % 18’inin sanayide, % 2’sinin de ulaşımda kullanıldığı (Hatunoğlu, 2010, s. 9) biyokütle enerjisinin kullanım yöntemine baktığımızda biri klasik diğeri modern olmak üzere iki kullanım biçiminin olduğu görülür. Klasik kullanımda ormanların ya da orman artıklarının yakılmasının enerji kaynağı olarak kullanılması baskındır. Bu anlamda sanayileşme öncesi dönemlerin egemen enerji elde biçimi olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır (Saraçoğlu, 2010, s. 119). Biyokütlenin modern kullanımına bakıldığında kaynak olarak enerji ormancılığı ürünlerinin, orman ve ağaç sanayisi atıklarının, enerji tarımının, kentsel atıkların kullanıldığı; bunların çeşitli süreçlerden geçirilerek ısı, elektrik, yakıt olarak kullanıldığı görülmektedir (Saraçoğlu, 2010, s. 120). Hatunoğlu, daha özlü bir tanım da, katı biyoyakıtlara geleneksel biyokütle; sıvı ve gaz biyokütleye ise modern biyokütle enerji kaynağı adı verildiğini bildirir (Hatunoğlu, 2010, s. 10).

Bir biyokütle türeviden olan biyoyakıtın tanımı farklı kaynaklarda farklı şekilde yapılmaktadır. Terimin yaygın kullanılan anlamında özellikle şeker kamışı, mısır, kanola, soya gibi bitkilerin gıda amaçlı olarak değil de, *enerji tarımı* adı verilen amaçla ekilmesi sonucu elde edilen biyodizel, biyoetanol gibi ürünlere biyoyakıt adı verilir. Terimin anlamı başvurulmuş kaynağa göre genişleyebilmekte ya da daralabilmektedir. Bir motor yakıtı olarak sıvı yakıtları inceleyen bir International Institute for Sustainable Development (IISD) raporu biyoyakıtı, *biyokütleden elde edilen sıvı ya da gaz yakıt* olarak tanımlar (Charles vd., 2013, s. 15). Kimi tanımlamalarda içerikleri ve hacimlerinin büyük bir bölümü ortalama on yıl içinde yenilenebilen, yakıt olarak kullanılan tüm canlılar biyoyakıt kapsamına girer (Eker, 2016). Hatunoğlu da yaygın kullanıma başvurarak biyoyakıtı biyokütleden elde edilip, ulaşımda kullanılan sıvı yakıt olarak tanımlamaktadır (Hatunoğlu, 2010, s. 10).

2013 tarihli bir Avrupa Komisyonu raporunda biyoyakıt, ulaşımda tüketilen sıvı biyokütle olarak tanımlanmış (EC, 2013a, s. 6), bunun sonucundaysa yalnızca biyodizel ve biyoetanol biyoyakıt kapsamına alınmıştır. Bu bağlamda tezde sıkça başvurulmuş 2009 Direktifi, kullanılan birçok terim için tanımlama yapılan ilk maddelerinde biyoyakıtı, *“biyokütleden elde edilen, ulaşımda kullanılan sıvı ya da gaz yakıt”* olarak tanımlamıştır (EC, 2009). 2009 Direktifi’ne ileride daha ayrıntılı olarak değinilecek olsa bile, burada göz çarpan birkaç noktaya değinmek uygun olacaktır. İlk elde söylenmesi gereken yukarıda anılan tanımın katı (solid) biyoyakıtları kapsam dışında bıraktığıdır. Öyle ki, 2009 Direktifi’nde katı biyoyakıt terimi bir kez olsun geçmemektedir. Biyoyakıtla ilişkin tanımlamalar gittikçe daha açık şekilde yapılmış olmasına karşın, katı biyoyakıtlara hiçbir durumda direktifte değinilmemiştir. Ancak, katı biyoyakıtların AB yenilenebilir enerji kaynakları içinde aldığı yer ve faydaları düşünüldüğünde, tezin kapsamı içinde olması zorunluluk olarak görülmüştür. Bu nedenle, tez açısından daha bütünlüklü ve kuşatıcı bir bakış açısı sağlayan, biraz daha geniş anlamdaki biyoyakıt tanımlaması ise biyoyakıtları katı, sıvı ve gaz olmak üzere üçe ayırarak incelemeye fırsat vermektedir.

3.1. Biyoyakıt Çeşitleri

Biyoyakıtların sınıflandırılmasına ilişkin her kesimin görüş birliği içinde olduğu bir tanım bulunduğunu söylemek kolay değildir. Alınan kriterlere göre sınıflandırmanın çeşidi ve içeriği değişmektedir. Bu kriter biyoyakıtın fiziksel hali olabileceği gibi, hangi hammaddeden yapıldığı da olabilir. Üstelik fosil yakıtlardan elde edilen enerjinin birim fiyatlarındaki dalgalanmalara ya da gıda tarımındaki olası olumsuz etkilere göre biyoyakıtı gösterilen ilgi kadar, biyoyakıtın sınıflandırma biçimi de değişmektedir (Hatunoğlu, 2010, s. 10-11).

Tablo 8'e genel olarak bir bakış bile biyoyakıtlara ilişkin çok yönlü, bütünlüklü bir inceleme yapılması için önemli ipuçları vermektedir. Tabloda enerji tarımı adı da verilen, gıda temelli geleneksel (birinci nesil) biyoyakıt üretimine, onun hammaddelerine, ürünlere, toprağa ve suya olası etkilerine ilişkin genel bilgiler verilmektedir. Tarım denilince akla gelebilecek ilk bitkilerden olan buğday, mısır, patates, pancar, şeker kamışı gibi manyok da benzinin alternatif enerjideki karşılığı olan etanolün gıda temelli (biyoetanol) hammaddelerindendir. Dizelin alternatifi olan biyodizelin gıda temelli hammaddeleri arasında ise palm yağı, soya, kolza (kanola), ayçiçeği sayılabilir. Hammaddesi gıda amaçlı ekilen bitkiler olan geleneksel biyoyakıt üretimi hem gıda tarımı hem de su kullanımı üzerinde olumsuz etkide bulunabilmektedir. Bu durum ileride etraflıca incelenecektir.

Aynı şekilde tarımsal temelli olmayan, gelişmiş (*advanced*) biyoyakıtların ikinci ve üçüncü nesil biyoyakıtlar kapsamında değerlendirildiği görülmektedir. Burada ilgi çekici olan nokta atıkların, alglerin ve su yosunların da birer biyoyakıt kaynağı olarak görülüyor olmasıdır. İkinci ya da üçüncü nesil biyoyakıtların tarıma ve suya olası olumsuz etkisinin daha az olduğu, tabloda göze çarpan bir başka özelliktir. Bu temel bilgilerle biyoyakıtların sınıflandırılmasına geçilebilir.

3.1.1. Fiziksel Hallerine Göre

Biyoyakıtlar fiziksel hallerine göre katı, sıvı ve gaz biyoyakıtlar olarak sınıflandırılmaktadır. AB'nin biyoyakıtlarla ilgisi temelde sıvı biyoyakıtlar üzerinden şekillendiği için bu bölümde ağırlıklı ve ayrıntılı olarak sıvı biyoyakıtlara değinilecek, katı ve gaz biyoyakıtlardan görece daha kısa söz edilecektir.

3.1.1.1. Sıvı Biyoyakıtlar

Biyoyakıtların insanlığın gündemine girişi çok eski tarihlere gitmekle birlikte, 1970'li yıllardaki petrol krizi biyoyakıtlara olan ilginin muazzam ölçüde artmasına neden olmuştur. Belki de dünyadaki ilk girişim Brezilya'dan gelmiştir. 1975 yılında Ulusal Etanol Programı kabul edilerek şeker kamışı ekimiyle biyoyakıt üretimine başlanmıştır (Hatunoğlu, 2010, s. 46).

Biyoyakıtlar bu dönemde ulaşımda kullanılan sıvı biyoyakıtlar olarak gündeme girmiştir. Biyoetanol, benzinle belli oranlarla harmanlanarak ya da tek başına ulaşım yakıtı olarak kullanılmaya başlanmıştır (Hatunoğlu, 2010, s. 46). Dahası ulaşım araçlarının motor vs. donanımlarının bu harmanlanarak ya da tek başına kullanım durumuna göre yeniden kurgulanıp kurgulanamayacağı tartışılmıştır. Belirli oranlardaki benzin-biyoetanol harmanının araçların motorlarında herhangi bir donanım değişikliği gerektirmeyeceği görülmüştür. Benzer bir durum biyodizel için de geçerlidir. Biyodizelin de dizel yakıtıyla harmanlanarak ya da tek başına araçlarda kullanıp kullanılamayacağı araştırılmıştır. Araç donanımlarıyla ilgili tartışmalar biyodizel için de yapılmıştır.

Sıvı biyoyakıtların AB'deki önemi özellikle 2009/28/AB Direktifi'nde vurgulanmıştır. Direktif'e göre 2020 yılı için ulaşımda hedeflenen biyoyakıt oranı % 10'dur (EC, 2009). Toprağın gıda üretmek amacıyla değil de enerji tarımı yapmak amacıyla dolaylı olarak kullanılması sonucu başlayan Indirect Land Use Change (ILUC) tartışmaları neticesinde % 10'luk oranın % 7'sinden daha fazla birinci nesil biyoyakıt kullanılamayacağı kararı alınmıştır (EBTP, 2016). Bu nedenle AB ülkelerinin iki yılda bir yayınladığı raporlarda bu kurala uymayan biyoyakıt üretimi hesaba katılmamış ve geçersiz sayılmıştır. 2009/28/AB direktifinde belirtilen

sürdürülebilirlik kriterlerini yerine getirmeyen üretim yapan AB ülkelerinin yaptığı biyoyakıt üretimi hesaplamaaya dâhil edilmemiştir. Hem bu nedenden hem de üye ülkelerin söz konusu direktifi kendi yasama süreçlerine dâhil etmelerindeki yavaşlık nedeniyle 2010-2011 yıllarında biyoyakıt üretim artışında göreceli bir yavaşlama söz konusu olmuştur (EC, 2014a, s. 175-176).



Tablo 8. Geleneksel Biyoyakıt ve Gelişmiş Biyoyakıtların Temel Özellikleri

	Hammaddeden Yakıt Dönüşüm Süreci	Hammaddeler	Ürünler	Toprak Kullanımı Etkileri	Su kaynaklarına Etki
Geleneksel Biyoyakıt (Birinci Nesil)	Fermantasyon Transesterification Hidrojenleme	Şekerler Nişasta Bitkisel Yağlar Hayvansal Yağlar Kullanılmış Yemeklik Yağ	<u>Ethanol İçin:</u> Buğday Mısır Patates Pancar Şeker Kamışı Manyok <u>Biyodizel ve Biyojet İçin</u> Palm Yağı Soya Kolza(Kanola) Ayçiçeği Jatrofa Camelina Sativa	Tarımsal alanın direk kullanımı Dolaylı toprak kullanımı değişikliği Atık-kaynaklı biyoyakıt için toprak kullanımı yok	Suya fiziksel erişime engel Su uygunluğunun azalması Su yolunun kapatılması Yer altı suyunun derinliğinde değişim Atık-kaynaklı biyoyakıt için önemsiz derecede su kullanımı
Gelişmiş Biyoyakıtlar (İkinci ve Üçüncü Nesil)	Biyokimyasal Termokimyasal Hibrit (Biyorafineri)	Lignin (Odun Özü) Selüloz Hemiselüloz	Odunsu Biyokütle Tarımsal Yan Ürün Otları Atık Yığınları Alg Deniz yosunu	Tarımsal alanın direk kullanımı Dolaylı toprak kullanımı değişikliği Olası marjinal/yarı-kurak arazi kullanımı Atık-kaynaklı biyoyakıtlar, bazı algler ve su yosunları için toprak kullanımı yok	Suya fiziksel erişime engel Su uygunluğunun azalması Su yolunun kapatılması Yer altı suyunun derinliğinde değişim Atık-kaynaklı biyoyakıtlar, algler ve su yosunları için önemsiz derecede su kullanımı

Kaynak: Charles, C., Gerasimchuk, I., Bridle, R., Moerenhout, T., Asmelash, E., & Loan, T. (2013). *Biofuels—At What Cost? A Review of Costs and Benefits of EUBbiofuel Policies*. 08 07, 2016 tarihinde IISD: https://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/biofuels_subsidies_eu_review.pdf adresinden Türkçe'ye çevrilmiştir.

Sıvı biyoyakıtların AB ulaşımındaki oranı 2004'te % 1'den 2013'te % 5,4 (EC, 2015a) ve 2014'te % 5,9'a (EUROSTAT, 2016a) ulaşmıştır. Ulaşımında, büyük bir çoğunluğunu biyoyakıtların oluşturduğu YEK oranlarını gösteren Tablo 8'e bakıldığında ilk dikkat çeken noktalardan biri 2014 yılı için İsveç % 19,2 ile ve Finlandiya % 21,6 ile ulaşımında AB hedefi olan % 10'a ulaşmış olmasıdır. 2014 AB-28 ortalamasının % 5,9 olduğu düşünüldüğünde, Çek Cumhuriyeti, Almanya, Fransa, Macaristan, Avusturya, Slovakya, Finlandiya ve İsveç'in ulaştığı oranın AB ortalamasının üstünde olduğu görülür. Tabloyla ilgili son olarak, ulaşımında yenilenebilirlerden elde edilen yakıtların en düşük kullanım oranlarının Estonya ve İspanya'da olduğu söylenebilir.

Tablo 9. Ulaşımındaki YEK oranı

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2020 target
EU-28 EU-28	1.0	1.4	2.1	2.6	3.6	4.3	4.8	3.4	5.0	5.4	5.9	10
BE Belgium	0.2	0.2	0.2	1.3	1.3	3.4	4.2	4.0	4.4	4.3	4.9	10
BG Bulgaria	0.4	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	1.0	0.4	0.3	5.6	5.3	10
CZ Czech Republic	1.1	0.5	0.8	1.0	2.3	3.7	4.5	0.5	5.5	5.6	6.1	10
DK Denmark	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.9	3.3	5.5	5.7	5.8	10
DE Germany	1.9	3.7	6.5	7.6	6.1	5.6	6.0	5.9	6.9	6.4	6.6	10
EE Estonia	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	10
IE Ireland	0.0	0.0	0.1	0.5	1.3	1.9	2.4	3.8	4.0	4.9	5.2	10
EL Greece	0.0	0.0	0.7	1.2	1.0	1.1	1.9	0.7	1.0	1.0	1.4	10
ES Spain	0.8	1.0	0.7	1.2	1.9	3.5	4.7	0.4	0.4	0.5	0.5	10
FR France	1.1	1.7	2.0	3.6	5.8	6.2	6.1	0.5	7.0	7.2	7.8	10
HR Croatia	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.8	0.6	0.4	0.4	2.2	2.1	10
IT Italy	1.0	0.8	0.9	0.8	2.3	3.7	4.6	4.7	5.7	4.9	4.5	10
CY Cyprus	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	2.0	2.0	0.0	0.0	1.1	2.7	10
LV Latvia	1.1	1.3	1.2	0.9	0.9	1.1	3.3	3.2	3.1	3.1	3.2	10
LT Lithuania	0.3	0.5	1.7	3.7	4.2	4.3	3.6	3.7	4.8	4.6	4.2	10
LU Luxembourg	0.1	0.1	0.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.1	2.2	3.8	5.2	10
HU Hungary	0.4	0.4	0.6	1.0	4.6	5.2	5.4	5.4	5.2	5.6	6.9	10
MT Malta	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	3.2	3.5	4.7	10
NL Netherlands	0.2	0.2	0.5	2.9	2.7	4.2	3.0	4.5	4.5	4.6	5.7	10
AT Austria	2.4	2.8	5.5	6.3	7.5	9.0	8.7	7.7	7.8	7.8	8.9	10
PL Poland	0.7	1.0	1.2	1.2	3.6	4.9	6.2	6.4	6.0	6.0	5.7	10
PT Portugal	0.2	0.2	1.3	2.2	2.3	3.6	5.3	0.4	0.4	0.7	3.4	10
RO Romania	0.9	1.0	0.8	1.8	2.8	3.9	3.2	2.1	4.0	4.6	3.8	10
SI Slovenia	0.4	0.3	0.6	1.1	1.4	2.0	2.8	2.1	2.9	3.5	2.6	10
SK Slovak Republic	0.7	1.1	2.9	3.5	3.9	4.9	4.8	5.0	4.8	5.3	6.9	10
FI Finland	0.5	0.4	0.4	0.4	2.4	4.0	3.8	0.4	0.4	9.6	21.6	10
SE Sweden	3.8	3.8	4.7	5.7	6.3	6.9	7.2	10.0	12.6	17.0	19.2	10
UK United Kingdom	0.2	0.3	0.6	1.0	2.1	2.6	3.1	2.9	3.6	4.4	4.9	10
IS Iceland	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.6	10
NO Norway	1.3	1.2	1.3	1.9	3.2	3.6	4.0	1.4	1.6	1.6	4.8	10

Kaynak: EUROSTAT. (2016a). *Energy From Renewable Sources*. 08 07, 2016 tarihinde EUROSTAT: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_from_renewable_sources adresinden alındı.

Ulaşımında kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından biyodizel, 2013'de 10,3 Mtpa ile birinci olmuştur. Onu aynı yıl için 2,7 Mtpa ile biyoetanol izlemiştir. Fransa, Almanya ve İtalya, AB içindeki en büyük biyodizel pazarına sahiptir.

Biyoetanol tüketiminde ise sıralama Almanya, Fransa ve Danimarka şeklindedir (EC, 2015a, s. 9).

Biyoyakıt üretiminde dünyada ilk sıraları ABD, Brezilya ve AB almaktadır. Bu nedenle bu bölümde çoğunlukla bu üç ülke ya da bölge açısından veriler incelenmiştir¹⁸. 2001-2013 arası bu en büyük üç üreticinin üretimi % 462 artmıştır. Biyoyakıt kullanımındaki düşüş, AB ile Brezilya'dan gelen biyoyakıt talebinin artması gibi etkenler sonucu ABD, ilk olarak 2010'da etanol ihraç etmeye başlamıştır. Ayrıca ABD de etanol ihraç etmesine karşın, tıpkı AB gibi, biyoyakıt direktifini yerine getirmek amacıyla etanol ithali de yapar. AB'nin ek gümrük vergisi yaptırımları nedeniyle, ABD'nin biyoyakıt ihracı zamanla Kanada ve diğer ülkelere doğru kaymıştır. ABD'nin etanol üretimi ve ihracı 2014'te benzin fiyatlarındaki düşüş nedeniyle zorluklarla karşılaşmıştır (Beckman, 2015, s. 2).

2001-2013 arasında küresel biyoyakıt üretimi hızlı bir şekilde artmıştır. Bunun nedenleri arasında artan benzin fiyatları, biyoyakıt girdilerinin ucuzlaması ve yenilenebilir yakıt kullanımını zorunlu kılan politikalar sayılabilir. Biyoyakıt direktiflerini karşılayabilmek için büyük üreticiler (ABD, Brezilya ve AB) biyoyakıt ithal etme gereksinimi duymuşlardır. Bu durum *sanayi içi ticaret* olarak bilinen mekanizmayı doğurmuştur. Bazı ülkeler, çeşitli önlemler alarak, bazı ülkelerle benzer ürünlerini alıp satmaya başlamıştır. Sanayi içi ticaret daha çok ABD-Brezilya arasında, daha az olarak da ABD-AB ve AB-Brezilya arasında gerçekleşmektedir.

Brezilya dünyanın ikinci en büyük biyoyakıt üreticisi (özellikle etanol) olmasına karşın 2011-2012 arasında şeker fiyatlarının artması, verim azlığı ve yüksek ithalat nedeniyle etanol üretiminde düşüş yaşamıştır. AB yenilenebilir ulaşım yakıtları için elle tutulur yaptırımları nedeniyle üçüncü en büyük biyoyakıt üreticisi, tüketicisi ve ithalatçısı konumuna gelmiştir. ABD ve diğer ülkelere biyoyakıt ihraç ederken bunu tek taraflı yapma ve böylece yalnızca kendi lehine çevirerek ticareti bozma suçlamalarını dengelemek için aynı zamanda Orta Amerika ve Güneydoğu Asya'dan biyoyakıt ithal etmektedir. (Beckman, 2015, s. 1). Bir yanda biyoyakıt ticaretini serbest piyasa koşullarında gerçekleştirme zorunluluğu öte yanda her AB ülkesinin kendi biyoyakıt sanayisini koruma amacıyla korumacı önlemler alması, AB

¹⁸ Konuyla ilgili en güncel ve doyurucu verileri içermesi nedeniyle, bu bölümde çoğunlukla aynı kaynaktan (Beckman, 2015) yararlanılmıştır.

için yukarıda sözü edilen ticareti bozma eleştirilerine kapıyı açmıştır. Örneğin, Ağustos 2012'de İspanya yerel biyoyakıt pazarını ithal biyoyakıtlardan korumak için çeşitli girişimlerde bulunmuştur, ancak bu hamle Dünya Ticaret Örgütü'nin (DTÖ) kurallarını ihlal eden bir girişim olara görülmüş, bu nedenle kaldırılmak zorunda kalmıştır. 2013'te AB'nin tüm ABD biyoetanol üreticilerine karşı koyduğu anti-damping gümrük vergileri, yine bir DTÖ kuralı ihlali olarak görülmüştür (Charles vd., 2013, s. 55) AB ülkeleri hem bu suçlamalarla başa çıkmak hem de biyoyakıt ticaretini kendi lehine çevirmek amacıyla ABD ya da Brezilya yerine Malezya, Pakistan ve Peru gibi ülkelere ithal etmek zorunda kalmıştır. AB, uygulanan anti-damping vergileriyle birinci nesil kaynaklardan üretilen biyoyakıtları sınırlandırmada adım atmıştır. Güncel tasarı, AB'de ulaşımda kullanılan birinci nesil biyoyakıtların karışım hedefini % 10'dan 7'ye düşürmektedir (Beckman, 2015, s. 25). Tasarı 2015'teki bir direktif revizyonunda realize olmuş ve bu oran şart koşulmuştur (EC, 2015b; EC, 2015c, Madde 2)

Biyoyakıt konusunda temel olarak incelenenler biyoetanol ve biyodizel gibi sıvı yakıtlar olduğu için, bu bölümde her iki yakıtla ilişkin istatistikleri ayrıntılı bir şekilde incelemek yerinde olacaktır. İlk olarak etanol üretimi, tüketimi ve ticareti incelenecektir. Başlangıç olarak biyoyakıt üretimi 2011 öncesi ve sonrası diye ikiye ayırabilir. İlkinde hızlı bir büyüme, ikincisinde ise büyüme hızında düşüş söz konusudur. ABD, 2011'den beri en büyük etanol ihracatçısıdır. Ancak 2014 sonlarından beri düşen benzin fiyatları gelecek için belirsizlikler taşımaktadır. ABD, AB, Brezilya büyük üçlüsü dışında Endonezya ve Arjantin gibi ülkeler de zamanla birer biyoyakıt ihracatçısı durumuna gelmiştir. AB'nin 2011'den sonra büyük etanol ihracatçısı ülkelere ihracatı durduran ya da zorlaştıran anti-damping vergileri biyoyakıt ticaret rotalarında değişimlere neden olsa da dünyada total yakıt ticareti büyümüştür. Ancak 2014'te petrol fiyatlarındaki yarıya yakın düşüş nedeniyle, biyoyakıtların durumu yeniden değişmiştir (Beckman, 2015, s. 2).

AB'de 2010'dan sonra etanol üretimindeki artış yavaşlamıştır. Bunun nedenleri kârların azalması (düşen etanol fiyatları ve yükselen hammadde maliyetlerinin etkisi sonucu), brüt yakıt tüketiminin azalması ve yaptırımlardaki

azalmadır. Buna karşın etanol karışım oranı yükselmeye devam ederek, 2013'te % 5'e varmıştır (Beckman, 2015, s. 5).

2001-2013 arası biyoetanol üretimi ve tüketimini gösteren Tablo 10'a bakıldığında şunlar rahatlıkla görülebilir: Üretim miktarları açısından bakıldığında ABD 1.765 milyar galondan 7,5 katına çıkararak 13.312 milyar galona ulaşmıştır. 2001'deki biyoetanol üretiminde dünyada birinci olan Brezilya üretimini 2.603 milyar galondan 6.440 milyar galona, yani yaklaşık 2,5 katına çıkarsa da biyoetanol üretim pazarında birincilikten ikinciliğe düşmüştür. AB ise biyoetanol üretimini 0.053 milyar galondan yaklaşık 26 katına, 1.371 milyar galona çıkarmıştır. Bu durum rekor bir üretim artışı oranına işaret etse de, şu nokta gözden kaçırılmamalıdır: AB'nin başlangıç seviyesi çok düşük olduğu için (0.053 milyar galon) büyüme oranı çok fazladır. Öyle ki 2013'te AB'nin ulaştığı seviye hem ABD'nin (1.765 milyar galondan) hem de Brezilya'nın (2.603 milyar galon) 2001 seviyesinden düşüktür.

Tüketim miktarları açısından bakıldığında, ABD'de tüketim 1.741 milyar galondan 7,5 katına çıkarak 13.205 milyar galona ulaşmıştır. Burada göze çarpan ilk nokta ABD'nin bu süreçte hem 2001'de hem de 2013'te birbirine çok yakın miktarlarda üretim ve tüketim yaptığıdır, hatta her iki dönem için tüketilenden bir miktar fazla üretim yapıldığı söylenebilir. Brezilya'nın biyoetanol tüketimi ise yaklaşık 2,8 katına çıkarak, 2.083 milyar galondan 5.686 milyar galona ulaşmıştır. Brezilya için de aynı dönemlerde tükettiğinden daha çoğunu ürettiği yorumu yapılabilir. AB açısından biyoetanol tüketimi verilerine bakıldığında 0.057 milyar galondan 1.489 milyar galona, yaklaşık 26 katına varan bir tüketim miktarı görülmektedir. AB biyoetanol üretim oranındaki muazzam katlanma için yukarıda yapılan yorum, burada yine AB tüketim oranındaki muazzam artış için de söylenebilir: AB'nin başlangıç seviyesi çok düşük olan büyüme oranı çok fazla görülmektedir. Öyle ki 2013'te AB'nin ulaştığı biyoetanol tüketim miktarı, hem ABD'nin hem de Brezilya'nın 2001 biyoetanol tüketim miktarından düşüktür.

Tablo 10. Belirli Ülkelerdeki Etanol Üretimi ve Tüketimi

	Üretim			Tüketim		
	ABD	BREZİLYA	AB	ABD	BREZİLYA	AB
	<i>Milyar Galon</i>					
2001	1.765	2.603	0.053	1.741	2.083	0.057
2002	2.140	2.616	0.067	2.073	2.093	0.072
2003	2.804	2.764	0.093	2.826	2.211	0.100
2004	3.404	3.084	0.093	3.552	2.467	0.100
2005	3.904	3.577	0.133	4.059	2.862	0.143
2006	4.884	4.167	0.425	5.481	3.354	0.456
2007	6.521	5.174	0.476	6.886	4.280	0.627
2008	9.309	6.230	0.744	9.683	5.174	0.927
2009	10.938	5.865	0.939	11.037	6.029	1.216
2010	13.298	6.476	1.127	12.858	5.855	1.388
2011	13.929	5.339	1.160	12.893	5.096	1.455
2012	13.218	5.479	1.220	12.882	4.911	1.488
2013	13.312	6.440	1.371	13.205	5.686	1.489

Kaynak: Beckman, J. (2015). *Biofuel Use in International Markets: The Importance of Trade*. 08 12, 2016 tarihinde USDA: <http://www.ers.usda.gov/media/1895316/eib144.pdf> adresinden Türkçe'ye çevrilmiştir.

Tablo 11 etanole ilişkin ABD, AB ve Brezilya arasında sanayi içi ticaret verilerini içermektedir. Tabloda göze çarpan en dikkat çekici detay etanol söz konusu olduğunda sanayi içi ticaretin en çok ABD-Brezilya arasında gerçekleşiyor olmasıdır. ABD hem Brezilya hem de AB'ye yüksek miktarda etanol ticareti yaparken, özellikle AB'nin her iki tarafa etanol ticareti çok düşüktür.

Tablo 11. 2011-2013 Arası Etanol Ticareti

	ABD	BREZİLYA	AB	DİĞER
		Milyon	Galon	
ABD	0	176,22	161,71	514,84
BREZİLYA	275,65	0	37,47	248,95
AB	1,36	3,25	0	18,9
DİĞER	70,66	8,14	30,82	YOK

Kaynak: Beckman, J. (2015). *Biofuel Use in International Markets: The Importance of Trade*. 08 12, 2016 tarihinde USDA: <http://www.ers.usda.gov/media/1895316/eib144.pdf> adresinden Türkçe'ye çevrilmiştir.

Bu kısımda biyodizel üretimi, tüketimi ve ticaretine ilişkin veriler incelenecektir. 2001-2013 arasında küresel biyodizel üretimi ve tüketimindeki büyüme, özellikle ABD ve Brezilya için, etanolden az olmuştur. Dünyanın en büyük üreticisi olmasına karşın, biyodizel üretiminin büyümesi 2011'den sonra AB'de de azalmıştır. Azalan kârlar nedeniyle üretim kapasitesinin düşmesi ve biyodizel ithalinin artması AB'de daha az biyodizel üretimine neden olmuştur. (Beckman, 2015, s. 6)

AB, dünyanın en büyük biyodizel üreticisi olmasına karşın yaptırım hedeflerine ulaşmak için ithalat da yapmaktadır. AB'de 2000-2010 arasında biyodizel tüketimi 11 milyon ton artmıştır, aynı aralıkta net bitkisel yağ ithalatı 1,5 milyon tondan 7,5 milyon tona çıkmıştır (Charles vd., 2013, s. 55). Tarihsel olarak bakıldığında ABD AB'ye en büyük biyodizel ihracını yapan ülkedir. AB'nin 2009'da ABD kaynaklı biyodizele (% 20 ve üzeri harmanlı olanlarına) teşvik ve damping karşıtı vergiler koymasıyla ABD'li üreticiler yeniden ihraç edilen biyodizele ilişkin vergi indiriminden yararlanamaz duruma gelmiştir. Mayıs 2011'de AB harmanlama oranına bakmaksızın tüm ABD kaynaklı biyodizel vergilerini arttırdığı için, ABD'den biyodizel ithalatı düşmüştür. Avrupa Komisyonu, Mayıs 2013'te, daha fazla biyodizel ithalini engellemek için Arjantin ve Endonezya'ya da damping-karşıtı vergiler koyar. Bu önlemler Brezilya ve Malezya gibi diğer biyodizel ihracatçıları için fırsat yaratır. Etanolde olduğu gibi Avrupa biyodizel pazarı için de ticaret önemli bir öğedir. Birlik içinde kullanım için toplam biyodizel ithal oranı 2011-2013 arasında en yüksekti. Tepe noktasına % 24,96 ile 2012'de ulaşmıştır (Beckman, 2015, s. 17). Biyodizel ihracatında Arjantin'in en büyük pazarı AB'dir. 2013'te AB'nin biyodizel ithalatının % 39'u Endonezya'dandır. Damping karşıtı vergilerle bu oranın düşeceğine ilişkin tahminler söz konusudur. (Beckman, 2015, s. 19)

Tablo12. Belirli Ülkelerdeki Biyodizel Üretimi ve Tüketimi

	Üretim			Tüketim		
	ABD	BREZİLYA	AB	ABD	BREZİLYA	AB
	<i>Milyar Galon</i>					
2001	0.009	0.000	0.213	0.010	0.000	0.225
2002	0.010	0.000	0.253	0.016	0.000	0.267
2003	0.014	0.000	0.360	0.014	0.000	0.400
2004	0.028	0.000	0.507	0.027	0.000	0.534
2005	0.091	0.000	0.919	0.091	0.000	0.968
2006	0.250	0.018	1.429	0.261	0.018	1.448
2007	0.490	0.107	1.762	0.354	0.095	2.042
2008	0.678	0.308	2.523	0.304	0.297	2.747
2009	0.516	0.425	2.605	0.322	0.413	3.241
2010	0.343	0.630	2.829	0.260	0.650	3.506
2011	0.967	0.706	2.916	0.886	0.690	3.717
2012	0.991	0.718	2.767	0.895	0.738	3.537
2013	1.314	0.771	2.877	1.302	0.766	1.489

Kaynak: Beckman, J. (2015). *Biofuel Use in International Markets: The Importance of Trade*. 08 12, 2016 tarihinde USDA: <http://www.ers.usda.gov/media/1895316/eib144.pdf> adresinden Türkçe'ye çevrilmiştir.

Tablo 12’de 2001-2013 arası *biyodizel* üretimi ve tüketimini gösteren veriler bulunmaktadır. Bu dönemde ABD biyodizel üretimini 0.009 milyar galondan 1.314 milyar galona, yani yaklaşık 150 katına çıkarmıştır. Bu muazzam artışın nedeni, kuşkusuz, başlangıç seviyesinin çok düşük olmasıdır. Brezilya 2006 yılına kadar biyodizel üretimi yapmazken, 2013’e gelindiğinde 0.771 milyar galon hacminde üretim gerçekleştirmiştir. AB 2001’de hem ABD’den hem de Brezilya’dan fazla biyodizel üretimine başlamıştır. Bu üretim, 2013 yılına gelindiğinde 0.213 milyar galondan 2.877 milyar galona yaklaşık 13,5 katına çıkmıştır (Beckman, 2015, s. 6).

Verilere biyodizel tüketimi açısından bakıldığında ABD tüketiminin 0.010 milyar galondan 1.302 milyar galona çıktığı görülür. Burada yine, ABD için üretim ve tüketimde bir dengenin olduğunu söylemek mümkündür. Brezilya biyodizel tüketimi ise biyodizel üretiminin başladığı 2006’da başlamış, 2013’e gelindiğinde 0.766 milyar galona ulaşmıştır. Tabloya bakıldığında Brezilya için de biyodizel üretimi ve tüketiminin dengeli olduğu yorumu yapılabilir. AB’nin biyodizel üretimindeki birinciliği tüketimde de koruduğunu söylemek mümkündür. Söz konusu dönemde AB biyodizel tüketimi 0.225 milyar galondan 3.228 milyar galona, yaklaşık 14 katına çıkmıştır (Beckman, 2015, s. 6).

Beckman'ın araştırmalarına göre ABD'de 2007'den önce biyodizel ihracatı da ithalat da çok düşüktür, 100 milyon galonun altındadır. 2008'de ihracat da ithalat da maksimum seviyeye ulaşır. Biyodizel ithalatında toplam içindeki oranda 2009 yılında hem Kanada hem Arjantin vardır. ABD, 2010'da ithal ettiği biyodizelin tamamını Kanada'dan almıştır, 2011 de ise AB'den de almaya başlamıştır. ABD 2011'e kadar biyodizel ihracatı yapmamıştır. 2011'de en büyük ihracatını AB'ye, 2012 ve 2013'te Kanada'ya yapmıştır (Beckman, 2015, s. 14).

Brezilya 2009-2011 arası biyodizel ithalatını en çok AB'den yapmıştır. 2012'de Brezilya hiçbir ülkeden biyodizel ithalatı ve ihracatı gerçekleştirmemiştir. 2011'e kadar ihracatı ithalattan fazladır. Brezilya'nın biyodizel ihracatında Arjantin 2009-2011 arası en büyük paya sahiptir (Beckman, 2015, s. 16). 2013'te ithalat yapılmamış, ihracat ise 9 milyon galonu aşarak pik yapmıştır (Beckman, 2015, s. 15).

AB biyodizel ithalatı 2006-2012 arası artış yaşarken, 2013'te düşmüştür. İhracata ise 2008'den itibaren başlanmıştır, 2013'te ihracat en yüksek noktaya ulaşmıştır (Beckman, 2015, s. 17).

Tablo 13. 2011-2013 Arası Biyodizel Ticareti

	ABD	BREZİLYA	AB	DİĞER
		Milyon	Galon	
ABD	0	0,43	22,72	107,21
BREZİLYA	0	0	0	0,53
AB	29,12	0,70	0	5,84
DİĞER	94,56	0,46	674,69	YOK

Kaynak: Beckman, J. (2015). *Biofuel Use in International Markets: The Importance of Trade*. 08 12, 2016 tarihinde USDA: <http://www.ers.usda.gov/media/1895316/eib144.pdf> adresinden alındı.

Tablo 13'de görüldüğü üzere, özellikle ABD-AB arasında *sanayi içi biyodizel ticareti* vardır. ABD üzerindeki damping-karşıtı vergilerin bu ticareti ilerde sınırlandıracağı açıktır. Sanayi içi ticarete her üç üretici arasında çok küçük miktarlarda da olsa biyoyakıt ticareti söz konusudur. Böylece tüm taraflar hem biyoyakıt üreticisi hem de satıcısı konumundadır.

Biyodizelle ilgili değinilebilecek son nokta *splash and dash* (sıçra ve saldırı/çarp) mekanizmasıdır. Bu mekanizmaya göre vergi indirimi teşvikinden yararlanmak amacıyla ABD’de biyodizel (ithal edilen biyodizel dâhil) az bir miktar dizelle karıştırılmaktadır. Bu karışım ABD’den AB’ye ihraç edilmekte, böylece AB’nin sunduğu ek teşviklerden yararlanılmaktadır. Bu süreç ABD’de 2009’da bir yasayla sona erdirilmiştir. Böylece ABD’de ithal edilen biyoyakıtın yeniden sevk edilmesi (*reshipping*) illegal olarak nitelendirilmiştir. Bunu destekleyici bir karar olarak Dünya Ticaret Örgütü, AB’ye bu şekilde biyodizel ihraç şeklini adaletsiz olarak belirlemiştir. Bunun sonucunda ABD, 2013’te net bir biyodizel ithalatçısı olmuştur (Beckman, 2015, s. 13).

3.1.1.2. Katı Biyoyakıtlar

Odun, odun kömürü, biyopelet, biyobriket gibi birçok türü bulunan katı biyoyakıtlar AB’nin özellikle ısınma ihtiyacının karşılanmasında büyük bir rol oynamaktadır. Pelet ve briket gibi yüksek basınçla sıkıştırılmış biyoyakıtların yakılmasıyla büyük bir enerji açığa çıkmaktadır, bu enerji ise ısınma sektöründe büyük bir ihtiyacı karşılamaktadır (Saraçoğlu, 2010).

Odun, saman, kâğıt, bitkisel lifler gibi bütün ligno-selülozik maddelerden önemli ölçüde enerji edilebilmektedir. Bunların üretimindeki temel sorun enerji yoğunluğu/hacim oranının yükseltilmesi ihtiyacıdır. Bu sorun, hammaddelerin kurutulması ve ardından çok yüksek basınçla sıkıştırılıp pelet ya da briket üretilmesiyle çözülür (Saraçoğlu, 2010, s. 243). Peletlerin ya da briketlerin üretilmesinde çeşitli standartlar oluşturulabilmiştir. DIN standartlarına göre peletler 6 mm çapında, 10-40 mm uzunluğunda üretilir. Aynı şekilde briketler ise genellikle 65 mm genişliğinde, 25-200 mm uzunluğunda ve 15-20 mm kalınlığında dikdörtgen prizma şeklinde üretilir (Saraçoğlu, 2010, s. 243). Görece küçük hacimli bu üretim boyutları hem peletlerin hem de briketlerin taşınması, depolanması ve yakılmasında kolaylık sağlamaktadır. Ancak hem teknolojilerin geliştirilmesi hem de söz konusu yakacakların üretilmesi ciddi bir maliyet sorunu gündeme getirdiği için, petrol ürünlerinin nihai olarak daha ucuz enerji sağladığı dönemler de göz önüne

alındığında bu potansiyel her ülkede yeterince hak ettiği ilgiyi görebilmiş değildir.¹⁹ Çevre açısından bakıldığında, peletlerin yakılması CO₂ açısından nötr bir döngü oluşturur, zira yakılma sonucu açığa çıkan CO₂, ağacın büyüme sürecinde tükettiği miktarla aynıdır (Saraçoğlu, 2010, s. 244). Peletler ve briketler evlerin ısıtılmasında, merkezi ısıtma işlemlerinde, termik santrallerde kömürle birlikte yakılarak (bu işleme *co-firing* adı verilmektedir) ısı ve elektrik enerjisinin üretilmesinde kullanılır. 2009'da 430 tesiste toplam 15 milyon ton odun peleti üretilmiştir.²⁰ AB'nin 2010 yılı pelet gereksinimi 15 milyon ton olarak öngörülmüştür (Saraçoğlu, 2010, s. 245).

AB'de peletten elde edilen enerjinin yarısı evlerin ısınması için kullanılır. Pelet gereksiniminin dünyada 2015 yılında 228 milyon ton, 2030 yılında ise 350-400 milyon olacağı öngörülmüştür (Saraçoğlu, 2010, s. 245). AB ülkelerine daha yakından bakıldığında Almanya'nın yılda yaklaşık 2,4 milyon ton Kanada'nın ise yılda 2 milyon ton pelet üreterek ilk sıralarda olduğu görülür. Almanya'da 2015 yılında 500 bin ile 1,5 milyon arasında pelet yakan soba ya da kazan kurulması planlanmıştır. İtalya'da kullanılan pelet sobası sayısı 700 binden fazladır. Bu rakam Danimarka'da 50 bindir. (Avcıoğlu, 2011, s. 106)

2009 Global Agricultural Information Network (GAIN) raporuna göre (GAIN, 2009) 2007'de katı biyokütleden birincil enerji üretimi 66,4 Mtpe olmuştur. 2015 GAIN raporunda Avrupa Komisyonu'nun 2020'de yenilenebilir enerji kullanımının % 45'inin, ısı ve elektrik amaçlı katı biyokütleden sağlamayı umduğu bildirilmiştir (GAIN, 2015). Avrupa Komisyonu'nun 2009 yönergesinden sonra yayınladığı, 2015 tarihli, ikinci *Yenilenebilir Enerji İlerleme Raporu*'nda katı biyoyakıtlar 2013 itibariyle 73 Mtpe ile ısı üretiminde, yenilenebilir kaynakları içinde en büyük paya sahiptir. Bu, NREAP (Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı) hedefleri için beklenenin epeyi üzerinde bir miktardır. Katı biyokütleden ısı üretimi 21 ülkede gösterge niteliğindeki hedefin üstündedir (EC, 2015a, s. 6).

¹⁹ Saraçoğlu, yılda 65 milyon ton tarım ürünü atığı ve 10 milyon m³ ağaç atığına sahip olan Türkiye'nin, bu potansiyelin biyokütle santrallerinde elektrik ve ısı enerjisine dönüştürülemediği ve fosil yakıtlara bağımlılığının arttığına değinir (Saraçoğlu, 2010, s. 243).

²⁰ Bu yaklaşık olarak 65 TWh enerjiye denktir (Avcıoğlu, 2011, s. 106).

3.1.1.3. Gaz biyoyakıt: Biyogaz

Biyogaz “organik kökenli atık/artıkların oksijensiz ortamda bozunması (anaerobik fermentasyonu) sonucu ortaya çıkan renksiz-kokusuz, havadan hafif ve parlak mavi alevle yanan bir gaz karışımı” olarak tanımlanabilir (Kaya ve Öztürk, 2012, s. 13). Biyogaz üretimi için gıda atıkları, bitkisel atıklar, hayvansal atıklar ve kanalizasyon atıkları kullanılır (Kaya ve Öztürk, 2012, s. 16). Çeşitli süreçlerden geçerek üretilen biyogaz ısı ve güç (elektrik) üretiminde²¹, taşıt yakıtı olarak ve biyogaz lambası olarak aydınlatmada kullanılır.

Bataklık gazı olarak adlandırılan biyogazın kullanımının insanlık tarihinde 3000 yıldan uzun bir tarihi vardır. İlk kullananların, M.Ö. 1000 yıllarında Asurlular olduğu söylenebilir (Avcıoğlu, 2011, s. 107). Elektrik kullanımından önce 1895’te İngiltere’de foseptik çukurlardan çıkan gazla gaz lambası üretilerek sokaklar aydınlatılmıştır. İlk modern biyogaz reaktörü 1859’da Bombay’da kurulmuştur (Avcıoğlu, 2011, s. 107).²² Hayvansal atıklardan ilk biyogaz üretimi İngiltere’de yapılmış, bu yoldan elde edilen biyogazla 1985’te Exeter kentinin caddeleri aydınlatılmıştır (Avcıoğlu, 2011, s. 109).

Dünyada hayvan gübresinden biyogaz üreten tesislerin % 80’i Çin’de, % 10’u Hindistan, Nepal ve Tayvan’da bulunmaktadır. Çin’de 7 milyon, Hindistan’da yaklaşık 3 milyon, Nepal’de yaklaşık 50 bin tesis vardır (Avcıoğlu, 2011, s. 110). AB üyesi ülkeler, diğerlerine kıyasla, orta ve büyük ölçekli tesisler kurmaktan yanadır. Büyük merkezi tesisler ön plandadır. Danimarka’da 19, Almanya’da 11 ve İsveç’te 10 tane büyük kapasiteli tesis bulunmaktadır. 2000 yılında biyogaz üretimi İngiltere’de 897 Ktpe, Almanya’da 525 Ktpe iken bu oran, 2004-2005’te her iki ülkede 1600 Ktpe seviyesine ulaşmıştır. 2000 yılında 2.304 Ktpe, 2005’te ise 4.715 Ktpe biyogaz üreten AB ülkelerinde bu değerin 2010’da 8.700 Ktpe civarında olacağı öngörülmüştür. Ancak bu değer, 1997 tarihli Beyaz Kitap’ta öngörülen 15 bin Ktpe değerinden düşüktür (Avcıoğlu, 2011, s. 111-112).

²¹ Aynı tesiste ısınının ve gücün birlikte üretimi *kojenerasyon* olarak adlandırılır. Kojenerasyon teknolojisi *birleşik ısı ve güç üretimi* sisteminin (CHP- Combine Heat and Power) gelişmesini sağlamıştır (Kaya ve Öztürk, 2012, s. 143).

²² Avcıoğlu, burada uzun uzadıya girilmesi mümkün olmayan ancak oldukça doyurucu genişlikte bir biyogaz kullanım tarihi bilgisi vermektedir (Avcıoğlu, 2011, s. 107-110).

AB’de biyogaz elektrik, ısıtma ve yakıt sektöründe diğer iki biyoyakıt türüne oranla çok düşük bir rol oynar. Isıtma ve soğutmada 2013 yılında katı ve sıvı biyoyakıt kullanımıyla 73,7 Mtpe enerji üretilirken, biyogazla 2,6 Mtpe enerji üretilmiştir (EC, 2015a, s. 6). Elektrik sektöründe ise, 2013 yılı için, 9,1 Mtpe katı ve sıvı biyoyakıt üretilirken biyogazla 4,3 Mtpe enerji üretilmiştir. Birlik sınırları içinde 2013’te en büyük biyogaz üreticisi Almanya’dır. 1,3 Mtpe biyogaz enerjisi üretilmiştir (EC, 2015a, s. 6).

3.1.2. Elde Edilme Kaynaklarına Göre

Biyoyakıtlar ile ilgili bir diğer sınıflama da biyoyakıt üretiminin gıda tarımına zarar verdiği endişesiyle bağlantılı olarak ortaya çıkmıştır. Toprağın, yukarıda adını andığımız ya da onlara benzer birçok bitki ekimiyle enerji elde etmek için kullanılması, özellikle 2008 yılındaki gıda fiyatlarında artışın buna bağlanması, *Indirect Land Use Change (ILUC)* adı verilen, *Toprağın Dolaylı Kullanımı Değişikliği* kavramını ortaya çıkarmıştır. Enerji elde etmek amacıyla gıda ürünlerinin daha az ekilmesi bu tartışmanın can alıcı noktasını oluşturmuştur. Bu tartışma hala sürüyor olsa da enerji tarımı ürünü olan biyoyakıtlar *birinci nesil biyoyakıt* olarak anılmaya başlanmıştır. Biyoyakıt üretimi için alternatif arayışları *ikinci* ve *üçüncü nesil biyoyakıt* terimlerinin geliştirilmesini sağlamıştır. Buna göre organik atıklardan, orman ürünlerinden, mısır sapından elde edilen biyoyakıtlar ikinci nesil, alg gibi tarım dışı kaynaklardan elde edilen biyoyakıtlar üçüncü nesil olarak adlandırılmıştır.

3.1.2.1. Birinci Nesil Biyoyakıtlar

Tablo 7’den de anlaşılacağı üzere geleneksel ya da birinci nesil biyoyakıtlar çoğunlukla besin elde etmek amacıyla *gıda tarımında* kullanılan buğday, mısır, patates, pancar, şeker kamışı, manyok²³, soya, ayçiçeği, kolza (kanola), palm gibi bitkilerin biyoetanol ya da biyodizel üretmek amacıyla *enerji tarımı* için kullanılmasıyla elde edilir.

²³ Başta Afrika olmak üzere çoğunlukla tropik iklimde yetişen, kökü patatese benzeyen, ince, uzun, yeşil yapraklı nişastalı bir bitki türüdür (Hatunoğlu, 2010, s. 13).

Gıda maddelerinden biyoetanol ve biyodizel üretim süreci farklı süreçleri izler. Biyoetanol, nişasta ya da şeker kökenli tarımsal ürünlerden fermentasyonla elde edilen bir biyokayıttır (Narin, 2008). Başka bir deyişle biyoetanol *“hammade olarak arpa, buğday, mısır, şeker pancarı, manyok ve odunsular gibi kimyasal içeriğinde nişasta, şeker veya selüloz içeren bitkilerin kullanıldığı ve benzinle çalışan taşıt motorlarında yakıt olarak kullanılabilen bir biyoyakıt”* çeşididir (Hatunoğlu, 2010, s. 13). Hammaddelerden şeker içerenler doğrudan fermentasyona uğrarken, nişasta içerenler önce şekere ardından fermentasyon işlemiyle biyoetanole dönüştürülür. Dünyada en çok kullanılan biyoetanol kaynağı şeker kamışı ve mısırdır (Hatunoğlu, 2010, s. 13). Biyoetanol benzinle karışım oranına göre farklı adlandırılır: E2 (% 2 biyoetanol + % 98 benzin), E5 (% 5 biyoetanol + % 95 benzin), E10 (% 10 biyoetanol + % 90 benzin), E85 (% 85 biyoetanol + % 15 benzin) (Narin, 2008).

Biodiesel, biyoyakıt, yeşil enerji, biodizel, biyomotorin, biomazot gibi farklı isimler alan biyodizel (Acaroğlu, 2006) *“kolza (kanola), ayçiçek, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen yağların bir katalizör eşliğinde kısa zincirli bir alkol eşliğinde (metanol ya da etanol) reaksiyonu sonucunda açığa çıkan ve dizel motorlarda yakıt olarak kullanılan”* bir alternatif enerji kaynağıdır (Narin, 2008). Biyodizel üretiminde bitkisel ve hayvansal yağların yanısıra bitkisel ve hayvansal atık yağlar da kullanılır (Hatunoğlu, 2010, s. 13). Biyodizel, dizelle karışım oranına göre farklı adlandırılır: B5 (% 5 biyodizel + % 95 dizel), B20 (% 20 biyodizel + % 80 dizel), B50 (% 50 biyodizel + % 50 dizel) ve B100 (% 100 biyodizel) (Narin, 2008).

AB'nin biyoyakıt üretiminde büyük bir yeri olan birinci nesil biyoyakıtların üretimi, diğer tüm biyoyakıtlar gibi, 2000'li yılların başından beri artmıştır. Ancak özellikle 2008-2012 yıllarında gıda ürünlerinin fiyatlarındaki artış, hem dünyada hem de AB'de gıda temelli biyoyakıt üretimine yorulmuş, biyoyakıtların bu artışa % 4 oranında etkide bulunduğu hesaplanmış, bu nedenle enerji tarımına karşı tüm dünyada bir muhalefet oluşmuştur (EC, 2013a, s. 12; Lamrani, 2008; Hattingh, 2008). Benzer bir eleştiri enerji tarımının da CO₂ salımına neden olduğu gerekçesiyle yapılmıştır (EC, 2013a ve EC, 2015a). Bu durum gıda tabanlı olmayan biyoyakıt

üretim alanlarının araştırılmasına, varolanların geliştirilmesine, geliştirilmesi için de hükümetler tarafından teşvik programlarının düzenlenmesine neden olmuştur.

3.1.2.2. İkinci ve Üçüncü Nesil Biyoyakıtlar

Gıda maddelerini hammadde olarak kullanmaya dayalı birinci nesil biyoyakıt üretimine gelen ciddi eleştiriler üzerine dikkatler gıda temelli olmayan biyoyakıt üretimine yoğunlaştırılmıştır. Gelişmiş (advanced) biyoyakıt olarak da anılan bu söz konusu ikinci ve üçüncü nesil biyoyakıtlara ilişkin net, uzlaşma sağlanan tanımlar olduğunu söylemek güçtür. Kimi kaynaklar yalnızca ikinci nesil biyoyakıtlara değinip su yosunu, alg, çayır, çimen, ot, kabak ve söğüt gibi otsu ve odunsu bitkileri hammadde olarak görürken, üçüncü nesil biyoyakıttan söz etmez (Hatunoğlu, 2010, s. 11). Kimi kaynaklar ise özellikle algleri üçüncü nesil biyoyakıt olarak sınıflandırmaktadır (Saraçoğlu, 2010, s. 242). Alglerin üretim amacına ilişkin olarak onların biyodizel üretimi amacıyla kullanıldığını belirtenler olduğu gibi (Avcıoğlu, 2011, s. 296 ve Acaroğlu, 2013, s. 368), hidrojen üretimi amacıyla kullanıldığını dile getirenler de vardır (Saraçoğlu, 2010, s. 242). Acaroğlu alglerin katı, sıvı ve gaz biyoyakıt kaynağı olarak görüldüğünü belirtmekte, ayrıca 2030 sonrası için “Karbon Negatif Biyoyakıtlar” adlandırdığı *dördüncü nesil* biyoyakıtlara değinmektedir (Acaroğlu, 2013, s. 368).

İkinci ve üçüncü nesil biyoyakıtların hammadde maliyetini düşürmekle birlikte, işlenme teknolojilerinin pahalı olması, pilot uygulama aşamasında olması, birinci nesillerle henüz rekabet edecek durumda olmadığı, 2020 sonrasında daha kilit bir rol oynayacağı konusunda bir görüş birliği olduğunu söylemek mümkündür (Hatunoğlu, 2010, s. 11; Acaroğlu, 2013, s. 157; Saraçoğlu, 2010, s. 242; Avcıoğlu, 2011, s. 299; JRC, 2008, s. 7; Ar, 2008, s. 6).

İkinci ve üçüncü nesil biyoyakıtlarla ilgili değinilmesi gereken çok önemli bir nokta, bunların üretimini ve tüketimini teşvik eden *double counting* adı verilen çifte hesaplama ya da çifte muhasebe olarak çevrilebilecek mekanizmadır. Bu hesaplama, bir birimlik ikinci ya da üçüncü nesil biyoyakıt üretiminin iki birim olarak dikkate alınması temeline dayanır. Bu mekanizmaya hem 2009 Direktifi’nde (EC, 2009) hem

de 2015 revizyon Direktifi'nde (EC, 2015c) rastlamak mümkündür. 2009 Direktifi'nin, ulaşımda yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin özel hükümlere değinen 21. maddesinde atıklardan, kalıntılardan, besin olmayan selülozik maddeden ve odunsu selülozik (ligno-cellulosic) maddeden elde edilen biyokütlenin, ulaşımdaki biyoyakıt hedefine ulaşmada diğer biyokütleye göre 2 kat olarak hesaplanacağı belirtilmiştir. Basit bir örnek vermek gerekirse az önce anılan maddelerin hammadde olarak kullanıldığı biyoyakıt üretimi bir birim yapılmışsa, söz konusu üretim iki birim yapılmış olarak kabul edecektir. Buna İsveç'ten verilecek somut bir örnek daha açıklayıcı olacaktır. İsveç daha 2012'te ulaşımdaki % 10'luk yenilenebilir enerji hedefin aşarak % 12,7' ye ulaşmıştır. Bunun yaklaşık % 6'sı normal hesaplanan biyoyakıt üretiminden kaynaklanmışken % 5'i çifte hesaplamalı biyoyakıt üretiminden kaynaklanmıştır. Bu % 5'lik dilim içinde hayvansal yağ, kullanılmış yemeklik yağ, kanalizasyon, besin artıkları, mezbaha atıkları gibi hammaddelerden elde edilen biyoyakıt bulunur (EC, 2014a, s. 174-175). 2015 revizyonunda iki kat şeklinde yapılan hesaplamanın iki buçuk kat şeklinde arttırılması kararı alınmıştır (EC, 2015c)

2012'de AB'de ulaşımdaki biyoyakıt oranı 12,95 Mtpe ile % 5,1 olarak hesaplanmıştır. Bu oranın bileşenlerine bakıldığında şunlar görülür: 1,8 Mtpe (% 1,24) çifte hesaplanan sürdürülebilir biyoyakıttan, 9,8 Mtpe (% 3,39) diğer sürdürülebilir biyoyakıtlardan, 0,02 Mtpe (% 0,01) kara taşımacılığında yenilenebilir elektrik enerjisinden, 1,33 Mtpe (% 0,46) ise diğer ulaşımlardaki yenilenebilir elektrik enerjisinden sağlanır.. Aynı yıl içinde kara taşımacılığında tüketilen fosil yakıt miktarı yaklaşık 289 Mtpe'dir (EC, 2014a, s.175).

3.2. Biyoyakıtların Tarihçesi

Biyoyakıt kullanımının tarihi çok eskidir. Zira odun da tezek de birer biyoyakıttır. Ancak terime özgün anlamını veren sıvı biyoyakıtlar söz konusu olduğunda tarihi antik Mısır'a kadar götürmek mümkündür. Mısırlılar Hint tohumunun yağını aydınlatma amacı olarak kullanmıştır (Ar, 2008, s. 4). Dizel motorun mucidi Rudolf Diesel de ilk biyoyakıt kullanıcılarından biridir. 1893'te bitkisel yağları yakıt olarak kullanan motoru tasarlamıştır. 1900'de Paris'teki dünya

fuarında yer fıstığını yakıt olarak kullanan motoru sergilemiş, bu buluşuyla fuardaki en yüksek ödüle layık görülmüştür (Hatunoğlu, 2010, s. 14-15). Diesel, 1912'deki bir konuşmasında bugün için önemi daha büyük olan şöyle bir söylemde bulunmuştur: *“Bitkisel yağların motorlarda kullanımı günümüzde önemsiz görünebilir, ancak bitkisel yağlar zamanla petrol ve kömür katranı kadar önem kazanacak”* (Ar, 2008, s. 4).

Biyoyakıt kullanımının tarihinde en ilgi çekici durumlardan biri de, ilk denemelerden birinin Türkiye’de yapılmış olmasıdır. Biyoyakıtlar ilk defa, dünyanın çoğuna göre çok erken bir tarihte, 1931’de Türkiye’de gündeme gelmiştir. 1930’lu yıllarda Atatürk Orman Çiftliği’nde tarım traktörlerinde bitkisel yağ kullanılmasına karar verilmiştir (Hatunoğlu, 2010, s. 99-100; Acaroğlu, 2006, s. 381). Sonraki yıllarda petrol ürünlerinin fiyatlarının düşük olması ve yaygınlığının artması nedeniyle dünyada ve Türkiye’de biyodizele olan ilgi azalmıştır (Hatunoğlu, 2010, s. 15; Narin, 2008, s. 5).

Biyoyakıtlara ilginin yeniden başlaması ve büyük miktarlarda biyoyakıt tüketimi petrol krizlerinin çıktığı 1970’li yıllara denk gelir. Bu alanda ilk büyük adımı Brezilya atmıştır, 1975’teki Etanol programıyla şeker kamışından etanol üretmeye başlamıştır (Hatunoğlu, 2010, s. 46). Biyoetanolla ilgili gelişmeler bu durumdayken modern anlamda ilk biyodizel 1988’de Avusturya’da üretilmiş, ilk sanayi tesisi kuruluşu 1991’de gerçekleştirilmiştir (Ar, 2008, s. 4).

3.3. Biyoyakıtların Günümüzdeki Kullanım Alanları

Yukarıda da değinildiği üzere, biyoyakıtlar daha çok ulaşımda kullanılan sıvı biyokütle olarak düşünülmüşse de, biyoyakıtların kullanımı ulaşım sınırlı kalmamış, elektrik ve ısıtma-soğutma sektörlerinde de kullanım söz konusu olmuştur.

3.3.1. Ulaşım

Biyoyakıtlar yalnızca AB’nin değil dünyanın da gündemine ulaşım da kullanılabilecek bir yakıt olması bağlamında girmiştir. Biyoetanolin ve biyodizelin

fosil yakıtlar olan benzin ve mazot yerine kullanımı ulaşımda ithalata bağımlılığın azaltılması amacıyla olduğu kadar, küresel ısınmanın engellenmesinde CO₂ salımını azaltması amacıyla da kullanıldığı söylenebilir.

3.3.2. Isıtma-Soğutma

Biyoyakıtların ısıtma-soğutma alanında kullanımı daha çok katı biyoyakıtlar üzerinden şekillenmiştir. Büyük basınç altında hammaddelerin sıkıştırılması sonucu elde edilen odun peletleri ya da briketler, söz konusu ihtiyacı karşılamada, temel bir işlev görmüştür. Peletler ve briketler evlerin ısıtılmasında, merkezi ısıtma işlemlerinde kullanılmaktadır. Kullanılan ağaçların büyüme sırasında tükettiği CO₂ ile ağaçların pelet ya da briket biçiminde paketlenip yakılması sonucu açığa çıkan CO₂ miktarıyla ilgili hesaplamalar, bu tarz bir üretimin nötr bir CO₂ döngüsü yarattığını bu nedenle çevreye zarar vermediğini göstermiştir (Saraçoğlu, 2010).

3.3.3. Elektrik

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretilmesinde başat rol çoğunlukla Hidroelektrik santrallerde su gücünden yararlanmak olmuştur. Zamanla güneş ve rüzgar enerjisi de elektrik üretimi için kullanılmaya başlanmıştır. Biyokütle enerjisinin elektrik üretmek amacıyla kullanılması görece daha geç olmuştur. Yine de katı biyoyakıtları da kapsayan katı biyokütleden enerji üretimi AB’de su, rüzgar ve güneşten sonra dördüncü en büyük elektrik enerjisi kaynağıdır. Biyogazın ve biyolikidlerin elektrik üretimindeki payı daha düşüktür (EUROSTAT, 2016a).

3.4. Biyokayıtların Diğer Enerji Kaynakları İle Karşılaştırılması

Biyoyakıtların diğer enerji kaynaklarıyla karşılaştırılmasında dikkat edilen özellikler ya da konular çevreye sera gazı salıp salınmaması, maliyetler, enerji verimliliği, enerji arz güvenliğine katkısı, istihdam sağlama olanağı olarak özetlenebilir. Yukarıda sayılanlar göz önüne alındığında biyoyakıt kullanımının avantajlı ve dezavantajlı yönleri olduğu kolayca anlaşılabacaktır.

3.5. Biyokayıtların Avantaj ve Dezavantajları

Biyoyakıtların sera gazı salımlarına, enerji arz ve güvenliğine, istihdama, ormansızlaşmaya, gıda fiyatlarına ve geç sanayileşen ülkelere etkisine göre avantajlı ve dezavantajlı yanları vardır.

3.5.1. Avantajları

Biyoyakıtların avantaj sağladığı birçok alan vardır. Çeşitli kaynaklarda farklı şekillerde yorumlansa da avantaj sağladığı düşünülen ya da iddia edilen alanlar şöyle özetlenebilir: Fosil yakıtlara bağımlılığın azaltılması, enerji arz ve güvenliğine katkı yapması, sera gazı salımlarını azaltması, özellikle kırsal alanlarda istihdam sağlaması²⁴, güneydeki özellikle geç sanayileşen ülkelerin büyümesine sermaye ve teknoloji aktarımı yoluyla katkı yapması, özellikle ikinci ve üçüncü nesil biyoyakıtlar üzerinden teknoloji ve bilgi yoğun yeni sektörleri oluşturup piyasaya açılması gibi.

Bunu biraz daha açmak gerekirse özellikle petrol kaynaklı yakıt yerine biyodizel ve biyoetanol başta olmak üzere biyoyakıtların kullanımı enerji bağımlılığını azaltıcı rolü nedeniyle başta 2003 ve 2009 yönergelerinde (EC, 2003 ve EC, 2009) olmak üzere birçok AB belgesinde vurgulanmıştır. Bununla birlikte yine Hem AB özelinde hem de özellikle biyodizel hammaddesi ithal edilen güney ülkelerinde (Brezilya, Malezya²⁵, Endonezya, Sudan, Etiyopya) ülke gelişimi katkıda bulunduğu ve istihdam sağlayıcı olduğu, kimi eleştirel noktalar vurgulanmakla birlikte, birçok kaynakta vurgulanmıştır (Glanville, 2012; Levidow, 2012; White ve Dasgupta, 2010; Levidow vd., 2012;).

Avantaj olarak görülen bir başka alan da özellikle gelişmiş biyoyakıt olarak anılan ikinci ve üçüncü nesil biyoyakıt üretiminin istihdam sağlayıcı olduğu kadar bilgi ve teknoloji yoğun sektörlerle, dolayısıyla bu sektörlerle yatırım yapan sermaye sahiplerine alan açmış olmasıdır. Tarımın sınai tarım şeklinde gelişmiş, tarımsal hammaddelerin yeni sınai yollarla başta biyoyakıt olmak üzere birçok farklı ürün

²⁴ Hatunoğlu'nun aktardığına göre 2008 yılında Brezilya'da 500 bin, ABD'de 200 bin kişi biyoyakıt üretiminde iş bulmuştur (Hatunoğlu, 2010, s. 94).

²⁵ Hatunoğlu'na göre Endonezya ve Malezya dünyada palm yağının % 86'sını üretmektedir (Hatunoğlu, 2010, s. 91).

elde etmek için kullanılması, bu alanda elde edilen bilginin entelektüel mülkiyet hakkı çerçevesinde gizli tutulması, yavaş yavaş yeni sektörler, dolayısıyla yeni istihdamlara kapı açmıştır (Lewontin, 1998; Levidow vd., 2012; White ve Dasgupta, 2010; Levidow, 2012).

3.5.2. Dezavantajları

Biyoyakıtlara yapılan eleştiriler gıda fiyatlarının artmasına neden olduğu, CO₂ salımı yaparak doğaya zarar verdiği, geç sanayileşen ülkelerde toprak ve istihdam kaybına neden olduğu, ormanları tahrip ettiği ve biyoçeşitliliği azalttığı şeklindedir. İlk eleştirilerin gıda ürünlerini hammadde olarak kullanan birinci nesil (geleneksel) biyoyakıtlara yapıldığı görülür. Birinci nesil yakıtlara 2006-2007'den bugüne dek süren (Birch vd., 2010; Levidow vd., 2012; Levidow, 2012) eleştirilerin temel nedeni gıda ürünlerinin fiyatlarını arttırdığı iddiasıdır. AB bu iddiaların gerçeklik payı olduğunu gördüğünde bunu ciddiye almış ve 2009 Yönergesi'nde – biyoyakıtlara yönelik diğer eleştirileri de dikkate alarak- “biyoyakıtların sürdürülebilirlik kriterleri”ni belirlemiştir (EC, 2009). Avrupa Komisyonu'nun 2013 ve 2015 Yenilenebilir Enerji İlerleme Raporları'nda bu duruma ilişkin verilere değinilmiştir. (EC, 2013a; EC, 2015a).

Biyoyakıtların ya da biyoyakıt hammaddelerinin üretimi ve satımı üzerinden gerçekleşen işlemlerdeki CO₂ salımı hesaplandığında salım azaltımından ziyade, net hesaplamalar açısından bakıldığında, biyoyakıt kullanma sürecinde daha fazla CO₂ salımı ve masraf yapıldığı iddia edilmiştir (Levidow vd., 2012; Rapier, 2008). Tablo 14'te biyoyakıt üretiminin ekonomik olarak yararlı olmadığını aksine zarar verdiğini ileri süren hesaplamalar mevcuttur.²⁶

²⁶ Fred Magdoff'un da çeşitli hesaplamalar sonucu benzer sonuçlara vardığı söylenebilir (Magdoff, 2008).

Tablo 14. Biyoyakıt Üretimi Yarar-Zarar Hesaplaması

	Milyar Euro
CO ₂ yararı	8,6
İstihdam yararı	1,8
Arz güvenliği yararı	8,0
Toplam dolaylı yarar	18,4
Üretim maliyeti farkı	-56,7
Net yarar	-38,5

Kaynak: JRC. (2008). *Biofuels in the European Context, Fact and Uncertainties*. EC: https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/jrc_biofuels_report.pdf adresinden Türkçe'ye çevrilmiştir.

Biyoyakıt üretimine yapılan bir başka eleştiri de üçüncü dünya ülkeleri ya da az gelişmiş ülkeler olarak tanınan geç sanayileşen ülkelere verdiği düşünülen zararlarla ilgilidir. Bu zararlar biyodizel üretimi için söz konusu ülkelerde biyoyakıt hammaddesi üretilmesi, bu hammaddelerin ABD ve AB'ye ihraç edilmesi üzerinden şekillenir. Bu süreç üzerinden yapılan eleştiri şöyledir: Hammaddelerin üretimi sırasında fazladan CO₂ salımı gerçekleşmesi, yerel çiftçilerin çeşitli sözleşmeler ya da zor kullanım yoluyla topraksızlaştırılması, ormanların hammadde ekimi için yok edilmesi, toprakların başta biyoyakıt üretimi olmak amacıyla *sınai tarım* için erken gelişmiş ülke sermayedarlarının eline geçmesi nedeniyle çiftçi intiharlarının artmasıdır (Rapier, 2008; Glanville, 2012; Vasavi, 2001; White ve Dasgupta, 2010; Levidow vd., 2012; Levidow, 2012; Rajan, 2012; Vasavi, 2001). Yapılan bir başka eleştiri ise ormanlık arazilerin tarım için yok edilmesi ve özellikle “mono-kültür” adı verilen tek tip tahılın yetiştirilmesi yöntemi nedeniyle biyoçeşitliliğin zarar gördüğüdür (Hatunoğlu, 2010, s. 91-9; Kennedy, 1995, s. 127).

4. AB'DE BİYOYAKITLARIN KULLANIMI

4.1. AB'de Biyoyakıtların Tarihçesi

AB'de biyoyakıt kullanımında asıl büyüme 2000'li yıllardan itibaren kendini göstermiş, on yıl boyunca ciddi artış görülmüştür. Alternatif enerji kaynakları kapsamında biyoyakıtlara ilişkin gelişmeye bakıldığında bazı belgelerin, direktiflerin ve raporların önemli olduğu söylenebilir. Bunlar arasında 2001 Yönergesi (EC, 2001), 2003 Biyoyakıt Yönergesi (EC, 2003), Biyoyakıt Direktifini Gözden Geçirme Raporu (EC, 2006) ve temel bir referans olması anlamında 2009 Yönergesi (EC, 2009), 2013 ve 2015 Yenilenebilir Enerji İlerleme Raporları (EC, 2013a; EC, 2015a) sayılabilir.

4.2. Hukuki Çerçeve: Direktifler (Yönergeler)

AB'de alternatif enerji kaynaklarının ve özellikle de biyoyakıtların kullanımına ilişkin birçok yönerge bulunmakla birlikte, burada bunların en önemli olanlarına değinilecektir. AB karar alma mekanizmalarının *düzenleme*, *karar* gibi bir çıktısı olan *direktif ya da yönerge*, en kısa tanımıyla tüm üye ülkeler için uygulanma zorunluluğu olan hedefleri belirler. Ancak burada üye ülkeler için *bütün biçimleriyle* belirlenmiş bir zorunluluk söz konusu değildir. Öyle ki, üye ülkeler yönerge hedeflerine ulaşmak için uygulayacakları politikaları ya da araçları kendileri belirlemekte serbesttir (Akçay ve Göçmen, 2014).

4.2.1. İç Elektrik Piyasasında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretiminin Teşvik Edilmesi Üzerine Yönerge

Yönerge, giriş mahiyetindeki 23 paragrafın ardından gelen 11 maddeden ve 1 ek bölümünden oluşur. Asıl metni içeren 11 maddede yenilenebilir enerji kaynakları, biyokütle, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik, elektrik tüketimi gibi terimler tanımlandıktan sonra gösterge niteliğindeki ulusal hedefler, destek

programları, kaynak garantisi²⁷, idari prosedürler, şebeke sistemi, özet rapor gibi konuların açıldığı başlıklar bulunur. (EC, 2001)

Yönergenin amacı bir yandan yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin iç piyasadaki oranını artırmak, bir yandan da AB için bir ortak çerçeve belirlemektir (Altuntaşoğlu, 2012). Bu amaçla, alternatif enerji kapsamına rüzgâr, güneş, jeotermal, dalga, hidroelektrik, biyokütle, çöp gazı, kanalizasyon gazı ve biyogaz girer (EC, 2001, madde 2).

Yönergenin 3. maddesi 2010 yılına kadar AB çapında yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğin, toplam elektrik tüketimi içerisindeki oranının % 22,1 olmasının hedeflendiğini belirtir (EC, 2001, madde 3). AB'ye sonradan katılan 10 yeni ülke ile Nisan 2003'te yeni oluşturulan hedefte bu oran % 21'dir. (Altuntaşoğlu, 2005, s. 253)

4.2.2. Ulaşımda Biyoyakıt ya da Diğer Yenilenebilir Yakıtların Kullanımının Teşvik Edilmesi Üzerine Yönerge

Doğrudan biyoyakıtlarla ilgili olan bu yönerge ulaşım da biyoyakıtların ya da diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik etmeyi amaçlar. Bu amaçla dizel ya da benzin kullanımının azaltılması ana hedeflerden birisidir (Altuntaşoğlu, 2005) Yönerge, giriş mahiyetindeki 29 paragrafın ardından gelen 9 maddeden oluşur (EC, 2003). Petrol, doğalgaz ve katı yakıtların temel enerji kaynakları olmakla birlikte, CO₂ salımlarını en çok yapan kaynaklar olması yönergede vurgulanmıştır. Ulaşım sektörünün toplam enerji tüketiminin % 30'dan fazlasından sorumlu olduğunun bildirildiği yönergede, özellikle kara ulaşımının bunda büyük bir rol oynadığı, ekolojik açıdan bakıldığında biyoyakıt gibi alternatif enerji kaynaklarının kullanımının hem bu olumsuzluğu hem de yakıt bağımlılığını azaltmada (Altuntaşoğlu, 2012) önemli rol oynayabileceği belirtilmiştir.

²⁷ “Kaynak garantisi” yenilenebilir enerjiye ilişkin belgelerin birçoğunda geçen bir terim olup, elektrik üreticisinin elektriği yenilenebilir bir kaynaktan elde edildiğini gösteren ve yönergeye göre üretim ve dağıtımdan bağımsız olan otoritelerin vermesi öngörülen bir belgedir (Uğur, 2005, s. 65).

Yönergede biyoyakıt, biyokütle, diğer yenilenebilir yakıtlar, enerji içeriği gibi terimler tanımlanmıştır. Burada dikkat çekici nokta ise biyoyakıtların tanımının “ulaşımda kullanılan biyokütle kökenli sıvı ya da gaz yakıtlar” olarak tanımlanmasıdır (EC, 2003). Katı biyoyakıtların buradaki biyoyakıt tanımında yer almadığı dikkat çekmektedir. Bu ilk bakışta garip gelse de, yönergenin ulaşım sektöründeki yakıtlara özgü olduğu düşünüldüğünde durum anlaşılacaktır. Ancak elektrik ya da özellikle ısıtma-soğutma sektörü dikkate alındığında katı biyoyakıtların da biyoyakıt kapsamında görüldüğünü birçok belge ve raporda görmek mümkündür.

Yönergede biyoyakıtlarla yer değiştirecek ya da harmanlanacak benzin ve dizel oranlarına ilişkin üye ülkelerin gösterge niteliğinde ulusal hedefler oluşturması, ulaşım da biyoyakıt kullanımının çeşitli araçlarla desteklenmesi beklenmiştir. Yönergenin 3. maddesinde ise kullanılacak biyoyakıt oranları için referans değerler belirtilmiştir. Buna göre AB çapında hedef oran 2005 sonuna kadar % 2, 2010 sonuna kadar ise % 5,75 olarak belirlenmiştir (EC, 2003). Yönergenin 4. maddesinde ise üye ülkelerin hazırlamakla yükümlü olduğu raporların içeriği belirtilmiş, 2004 ve 2006 yılında gösterge niteliğindeki ulusal hedeflerini belirtmeleri istenmiştir.

4.2.3. Yenilenebilir Kaynaklardan Elde Edilen Enerjinin Kullanımının Teşvik Edilmesi, 2001 ve 2003 Yönergelerinin Değiştirilmesi, Ardından Yürürlükten Kaldırılması Üzerine Yönerge

Biyoyakıtlar da dâhil olmak üzere tüm yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin bir değerlendirmeyi içeren çok kapsamlı 2009 yönergesi, tüm metinlerde referans verilen ana metin olması vesilesiyle ayrıntılı bir şekilde incelenmeyi hak etmektedir. 2009 yönergesi giriş mahiyetindeki 97 paragrafın ardından gelen 29 maddeden ve 7 ek bölümünden oluşmaktadır. 29 maddede incelenen başlıklar arasında tanımlar, zorunlu ulusal hedefler, ulusal yenilenebilir enerji eylem planları, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerji oranının hesaplanması, üye ülkeler arasında istatistik transferi, üye ülkeler arasında ortak projeler, üye ülkeler ve birlik dışındaki üçüncü ülkeler arasında ortak projeler, ortak destek programları, kapasite artışları, idari prosedürler, yenilebilir enerjiden elde edilen ısıtma-soğutma ve

elektriğin kaynak garantisi, şebekeye erişim ve işletme, biyoyakıtların ve biyosivilerin sürdürülebilirlik kriteri, biyoyakıtların ve biyosivilerin seragazi etkilerinin hesaplanması, alınan önlemler, üye ülkelerin raporları, Komisyon'un takipte olması ve rapor hazırlaması, şeffaflık platformu bulunmaktadır (EC, 2009).

Yönergede daha ilk paragraflardan itibaren neyin sorun olarak görüldüğü, çözüm önerilerinin ne olduğu, hedeflerin ne olduğu, üye ülkelere nelerin önerildiği sıralanmaktadır. Yönergenin gündemine aldığı konular şöyle özetlenebilir: Enerji kullanımında tasarrufa gidilmesi, enerji arz güvenliği sorununun nasıl çözülebileceği, yenilenebilir enerji kaynaklarından artan oranlarda yararlanma ihtiyacı, CO₂ salımını azaltmada alternatif enerji kaynaklarının kritik önemi, yeniliklerin teşviki ve sermayenin önünün açılmasıyla rekabetçi iç piyasanın geliştirilmesi, alternatif enerji kaynakları üretimi üzerinden istihdam yaratılması, merkezi olmayan bölgelerde alternatif enerji kaynakları kurularak sürdürülebilir gelişim sağlanması, ikinci ve üçüncü nesil biyoyakıtların geliştirilmesi, çevresel ve sosyal boyutların birlikte düşünülmesi, şeffaf ve kesin kuralların bulunduğu idari prosedür geliştirilmesi, biyogaz üretiminin teşviki, her üye ülkenin gösterge niteliğinde ulusal hedefler belirlemesi, binaların enerji performansının artırılması²⁸, destek programları ve teşvikler üzerinden yatırımcı sermaye sahiplerinin desteklenmesi, enerji ithal oranının azaltılması, AB üyesi ülke vatandaşlarının hedeflere ulaşmada aktif katılımcı haline getirilmesi, kaynak garantisi sorunun çözümü, alternatif enerji kaynakları üzerinden meydana gelebilecek dolandırıcılığın önüne geçilmesi vb. (EC, 2009 ve Altuntaşoğlu, 2012).

Tez çalışmasını yakından ilgilendiren biyoyakıtlarla ilgili yönerge maddelerinde bulunan önemli noktalar şunlardır: Gıda tarımına karşı olarak enerji tarımı amaçlı, biyoyakıt elde edilecek tohumların ekilmesinin gıda fiyatları üzerinde olumsuz etki yaptığı iddiaları üzerine ikinci ve üçüncü nesil biyoyakıtların yaygınlaştırılması ve ticarileştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (EC, 2009, paragraf 9). Üye ülkelerin başlangıç miktarları ve potansiyelleri farklı olsa da ulaşımında kullanılacak biyoyakıt oranının 2020'ye kadar % 10 olması tüm ülkeler için bir

²⁸ Avrupa Komisyonu sırf bu konu için bile, 2002 yılında bir yönerge yayınlamıştır.

zorunluluk olarak belirtilmiştir²⁹. Biyoyakıt hedefine ulaşma amacıyla üye ülkelerin hem kendi aralarında hem de birlik dışı üçüncü ülkelerle -çevresel, ekonomik ve sosyal etkileri de incelenmek ve sorun çıktığında çözülmesi şartıyla- ikili ya da çok taraflı ticari görüşmeler yapabileceği vurgulanmıştır (EC, 2009, paragraf 16). Yönergenin 18. paragrafı, ulaşımında % 10 hedefinin karşılanmasında yalnızca biyoyakıtlardan değil tüm alternatif enerji kaynaklarından yararlanılması istenmiştir. Enerji tüketiminde havacılık sektörünün büyük önem taşıdığı üye ülkelerde, havacılıkta kullanılan biyoyakıtların olumsuz etkilenmemesi için çeşitli muafiyetler getirilmiştir (EC, 2009, paragraf 33). Biyoyakıt üretiminin sürdürülebilir olması zorunluluğu yönergede dile getirilmiştir, Bu nedenle biyoyakıt hedeflerine ulaşmada sürdürülebilirlik kriterlerine uyan üretimlerin dikkate alınacağı vurgulanmıştır (EC, 2009, paragraf 65). Biyoyakıt üretiminde çeşitli arazilerde CO₂ salımı olabileceği, bu nedenle de biyoyakıt üretiminde net CO₂ salımı olup olmayacağına ilişkin dikkatli hesaplama yapılması istenmiştir. Biyokütleyle ilişkin üretimin arazilere, biyoçeşitliliğe, gıda üretimine, yerel refaha etkilerinin izlenmesi istenmiştir (EC, 2009, paragraf 78).

Yönergenin 17. maddesi biyoyakıtların ve biyosivıların sürdürülebilirlik kriterine, 18. maddesi biyoyakıtların ve biyosivıların üretiminin sürdürülebilirlik kriteriyle uyumluluğunun onaylanma sürecine, 19. madde ise biyoyakıtların ve biyosivıların sera gazı etkisinin hesaplanmasına ayrılmıştır.³⁰ 17. maddede, biyoyakıtların ve biyosivıların kullanımından doğacak sera gazı salımı tasarrufu oranı en az % 35 olarak belirlenmiştir. Bunun zamanla % 50 ve % 60'a ulaşması öngörülmüştür.

²⁹ Bu zorunluluk yalnızca biyoyakıtlara özgüdür. Yönergenin tüm metni boyunca, üye ülkelerin farklı çevresel-tarihsel-potansiyel durumda bulunmaları nedeniyle, biyoyakıt dışındaki alternatif enerji kaynaklarında hedeflerin ne olacağının söz konusu ülkeler tarafından belirleneceği dile getirilmiştir ve bu konuda üye ülkelere esneklik tanınmıştır.

³⁰ Hesaplamalara ilişkin yöntemler yönergenin 5 numaralı ekinde sıralanmıştır.

4.3. Biyoyakıtların AB Enerji Miksi İçerisindeki Yeri

Etkili iklim ve enerji politikaları sayesinde AB'nin enerji yoğunluğu,³¹ 1990'dan 2012'ye kadar her yıl ortalama % 1,7 oranında düşmüştür. Aynı dönemde yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretim oranı iki katından fazla artmıştır. Rakamların diliyle konuşmak gerekirse bu oran 1990'da % 4,3 iken, 2012'de % 11'e ulaşmıştır. Bu büyümede en büyük oranlar biyokütle ve hidroelektriğe aittir. 2005'ten bu yana YEK'ler içinde en yüksek ortalama büyüme oranları ise fotovoltaik, solar termal ve rüzgâr gücüne aittir. 1990-2012 aralığında AB'de fosil yakıt tüketiminin % 9 oranında azaldığı görülmektedir. Azalma oranına bakıldığında kömür % 35 oranıyla ilk sırada olduğu görülmektedir. Azalma oranı petrolde % 10'dur. Petrol kullanımındaki özellikle 2005'ten sonraki düşmede ulaşım da biyoyakıtların kullanılması, yüksek petrol fiyatları ve 2008 ekonomik krizi etkili olmuştur. Diğer bir yenilenemeyen enerji kaynağı olan doğalgazda ise tam tersi bir durum söz konusudur. Aynı dönem içinde doğalgaz tüketimi % 32 artmıştır. 2012 yılı hesaplamalarında AB'de tüketilen enerjinin hala üçte birinin fosil yakıtlardan sağlandığı söylenebilir (EEA, 2015).

2009'da kabul edilen İklim ve Enerji Paketi'nin 20-20-20 olarak bilinen hedeflerinden biri olan yenilenebilir enerjinin son tüketilen enerji içindeki oranının % 20'ye çıkarılması hedefinin bir parçası ulaşım da yenilenebilir enerjinin oranının % 10'a çıkarılmasıdır (EC, 2016a). Bu hedefin büyük oranda biyoyakıtlar tarafından karşılanması öngörülmüştür. 2009 Direktifi'nde biyoyakıt üretimin ayrıntılı bir şekilde ve özellikle sürdürülebilirlik kriterlerini yerine getirip getirmediğinin incelenmesi istenmiş, bu kriterlere uymayan biyoyakıt üretimin % 10 hedefine ilişkin hesaplamalarda kullanılmaması, bir anlamda yok sayılması hükmü getirilmiştir (EC, 2009).

AB'nin 2020 hedefi olan ulaşım da % 10 biyoyakıt hedefi açısından bakıldığında, 2004'teki % 1'lik orandan, 2013'te % 5,4'e ve nihayet 2014'te % 5,9'a ulaşmıştır (EUROSTAT, 2016a). 2015 tarihli raporda katı biyoyakıtlar 2013 itibarıyla 73 Mtpe ile ısı üretiminde, yenilenebilir kaynakları içinde en büyük paya

³¹ Enerji yoğunluğu, kısaca, birim GSMH artışı için harcanan enerji olarak tanımlanabilir (Barlas, 2013, s. 157).

sahiptir. Isıtma ve soğutmada 2013 yılında katı ve sıvı biyoyakıt kullanımıyla 73,7 Mtpe enerji üretilirken, biyogazla 2,6 Mtpe enerji üretilmiştir (EC, 2015a, s. 6). Elektrik sektöründe ise, 2013 yılı için, 9,1 Mtpe katı ve sıvı biyoyakıt üretilirken biyogazla 4,3 Mtpe enerji üretilmiştir. (EC, 2015a, s. 6).

Bu tez çalışması kapsamında biyoyakıt üretimin asıl önemli noktası ulaşım sektöründe oynadığı roldür. Zira hem 2003 Direktifi (EC, 2003) hem de 2009 Direktifi (EC, 2009) biyoyakıtları daha çok sıvı yakıtlar olarak dikkate alır. Ulaşımında kullanılan biyoyakıtların ezici bir çoğunluğunu sıvı biyoyakıtlar oluşturduğu için odaklanması gereken alan temel sıvı biyoyakıtlar olan etanol (biyoetanol) ve biyodizel üretimi; bu ikisinin AB'nin ulaşımındaki enerji ihtiyacının karşılanmasındaki rolüdür.

Sıvı biyoyakıtların enerji ihtiyacını karşılamadaki rolü üretim, tüketim, ithalat, ihracat, istatistik oluşturma, anketler ve karşılaştırmalar yapma gibi bir dizi sürecin ve hesaplamanın sonunda belirlenebilmektedir. Uluslararası biyoyakıt pazarının ve ticaret rotalarının aşırı değişken ve oynak olması (EC, 2014b), biyoyakıt hammaddelerinin yalnızca biyoyakıt üretimi için kullanılıp kullanılmadığının tam olarak kestirilememesi, farklı kaynakların farklı hesaplama yöntemiyle muhasebe yapıyor olması nedeniyle (Charles vd., 2013) üretim, tüketim ve ticaret hacimlerine ilişkin farklı sonuçlar ortaya çıktığını belirtmek önemli olacaktır. Bütün bu zorluklara bir de üye ülkelerin 2009 Direktifi'ni (EC, 2009) kendi ulusal mevzuatına çevirmesindeki yavaşlık ve isteksizlikle birlikte üye ülkelere sürdürülebilirlik kriterlerine uymayan biyoyakıt üretiminin hesaplama dışında tutulması gibi öğeler eklenince, ortaya hesaplanması güç bir matematiğin çıkacağını öngörmek zor olmayacaktır.

Söz konusu zorlukların olabildiğince üstesinden gelinmesiyle ulaşılan sonuçlara bakıldığında ulaşımında biyoyakıt üretimin 2013'te % 5,4 (EC, 2015a) ve nihayet 2014'te % 5,9 (EUROSTAT, 2016a) oranını bulduğu görülür. *Sıvı biyoyakıtlar* bölümünde ayrıntılı olarak incelendiği üzere üye ülkelerin bu orana katkıları farklı düzeylerde. Ancak açık olan bir şey vardır ki, birçok üye ülkenin 2020'de ulaşılması düşünülen % 10 hedefini bulabilmesi için biyoyakıt sektörüne teşvik, vergi indirimi gibi ek çabalar sarfetmesi zorunludur (EC, 2015a)

Biyoyakıt üretiminin kaderini asıl belirleyecek olan gelişme ise 2016 Kasım'ında Avrupa Komisyon'unun hazırladığı ve genel itibariyle birinci nesil ya da geleneksel biyoyakıt üretiminin adım adım sonlandırmayı öngören yasa tasarısıdır. Tasarıya göre ulaşımında birinci nesil yakıt ya da geleneksel biyoyakıt oranı 2020'de % 7'ile, 2030'da ise % 3,8'le sınırlı olacaktır. Tasarı aynı zamanda yenilenebilir elektrikli araçların ve gelişmiş (ikinci ve üçüncü nesil) biyoyakıtların oranının % 6,8'e çıkarılmasını öngörür (Sapp, 2016). Bu tasarının, başka bir deyişle, gıda temelli biyoyakıtların oranını 2008'den önceki seviyeye çıkarmayı hedeflediğini söylemek mümkündür (Michalopoulos, 2017).

Komisyon'un birinci nesil biyoyakıtlarla bu ilgili bu "U dönüşü" (Michalopoulos, 2016) birçok tartışmayı alevlendirmiştir. Özellikle biyodizel ve biyoetanol üreticileri, böyle bir tasarının 2020 hedefinin bile tutturulmasını engelleyeceğini, biyoetanol üretiminin sera gazı salımının azaltılmasında önemli katkısı olduğunu, dahası tasarının "petrol dostu" bir yaklaşım içerdiğini bu nedenle kabul edilemez olduğunu dile getirmişlerdir (Michalopoulos, 2017). Bu eleştirilerin kimi haklı yanlarının olduğunu belirtmek önemlidir. Geleneksel (birinci nesil) etanol üretimi, ILUC etkileri hesaba katıldığına bile, sera gazı salımlarını petrole oranla % 64 azaltmaktadır (Sapp, 2016). Bu nedenle hem ulaşımında % 10 hedefine ulaşmada hem de sera gazı salımlarını azaltmada sürdürülebilir biyoyakıtlardan olan etanol üretimi son derece önemli ve gereklidir.

Burada değinilmesi gereken önemli bir nokta, tasarıya karşı olan biyoetanol üreticileriyle biyodizel üreticilerinin, farklı alanlara yatırım yapan sermaye sahiplerinin temsilcileri olmaları nedeniyle, tasarıya karşı koyma noktasında görüş birliği içinde olmamalarıdır. Etanol üreticileri biyoyakıtların geniş bir aile olduğunu vurgulayarak tüm biyoyakıtların aynı kefeye konmasını doğru olmadığını savunurlar. Buradan hareketle AB'nin biyodizel üretiminde ana ithal ürünü olan palm yağının özellikle Endonezya'da ormanların yok olmasına neden olarak daha fazla sera gazı salımına neden olduğu görüşündedirler. Buna karşın biyodizel üreticileri ne palm yağının ne de genel olarak ILUC etkisinin bilimsel bir temeli olduğu görüşündedirler. Biyodizel üreticilerinin bir diğer görüşü de gelişmiş biyodizel üretiminin henüz yeterli düzeye ulaşamaması nedeniyle enerji ihtiyacının fosil

yakıtlarıyla karşılanacağı eleştirisi (Sapp, 2016; Michalopoulos, 2017). Gelişmiş biyoyakıt üretiminin özellikle 2050'den sonra etkin olacağı görüşü tüm çevrelerde yaygınlık kazanmaktadır. Bu görece yavaş hızlı gelişme geleneksel biyoyakıtlara ilginin ve talebin Komisyon'un tasarısına rağmen süreceğini göstermektedir.

Biyoyakıtların AB'deki geleceğini etkileyecek olan etkenlerden biri de ulaşımda elektrikli araç kullanımınıdır. Elektrikli araçlar özellikle yüksek sera gazı salımı tasarrufu nedeniyle büyük bir ilgiyi üzerinde toplamaktadır (Renssen, 2016). Öyle ki özellikle ILUC etkileri nedeniyle tartışmaya açılan biyoyakıtlara rakip olarak görüldüğü söylenebilir. Gelişmiş biyoyakıtlarda söz konusu olan yavaş hızda büyüme konusu, yenilenebilir enerjiyle çalışan elektrikli araçlar için de söz konusudur. Komisyonun modellemelerine göre kara taşımacılığındaki yenilenebilir elektrik enerjisi oranı 2030'da % 1-2'yi, 2050'de ise % 20'yi bulacaktır. Aynı modellemeye göre sıvı biyoyakıtlar 2050'de ulaşımdaki enerji ihtiyacının % 36'sını karşılayacaktır (Michalopoulos, 2017).

Elektrikli araçların üretiminin toplam içindeki üretimi AB'de % 1'den bile küçüktür (Deane, 2016). Bu durum hem gelişmiş biyoyakıtların hem de yenilenebilir elektrikli araçların yaygınlaşma ve yerleşmiş bir düşük karbon ekonomisi oluşturmaya konusundaki çok büyük potansiyellerine rağmen, 2050'ye kadar yeterince etkili bir çözüm önerisi sunamayacakları şeklinde yorumlanabilir. Ancak bu konuda çabaların artırılması, her iki sektöre de daha fazla destek ve teşvik verilmesi talebinin geçerliliğini ve haklılığını koruduğu da vurgulanmalıdır.

Sonuç olarak, biyoyakıtların AB'nin enerji ihtiyacının karşılanmasında, özellikle ulaşımda birinci nesil biyoyakıtların kullanımının düşük karbon ekonomisi oluşturmada 2020, 2030 ve 2050 hedeflerine ulaşmak amacıyla zorunluluğunu sürdürdüğünü belirtmek, daha fazla yaygınlaşabildiği oranda gelişmiş biyoyakıtların ve elektrikli araçların uzun vadede birinci nesil biyoyakıtların yerini alacağını öngörmek mümkündür.

4.4. Biyoyakıtların AB'ye Kazandırdıkları

Biyoyakıtların AB'ye kazandırdıkları enerji ve arz güvenliği, enerji ihtiyacının karşılanması, istihdam, küresel ısınmayla mücadeleye katkısı açısından incelenebilir.

4.4.1. Enerji Arz ve Güvenliği Açısından

Enerji güvenliği; yeterli miktarda enerji kaynağına tutarlı fiyat ve istikrarlı kaynaktan ve fiili olarak tehdit altında olmayan ulaşım imkânları vasıtasıyla (boru hattı, uygun deniz yolları vb.) ve adil dağılım çerçevesinde erişilebilmesidir (Akçay ve Göçmen, 2014, s. 545). Birçok çıkarın çatışması nedeniyle enerji güvenliği, birlik üyesi ülkeler arasında en zayıf halkadır. AB'nin (özellikle Doğu Avrupa ülkelerinin) enerji açısından bağımlı olduğu Rusya'yla çeşitli dönemlerde gerilen ilişkileri, bir nakil hattı konumunda olan Ukrayna'daki belirsizlikler sorunun daha karmaşık hale getirmiştir (Akçay ve Göçmen, 2014, s. 539).

Biyoyakıtlar söz konusu olduğunda enerji arz ve güvenliği, biyoyakıtların fosil yakıtlar yerine ne kadar ikame edilebileceğinin göstergesidir. Özellikle ulaşım alanında biyoyakıt kullanımının artması, ham petrole olan ithalat bağımlılığının azalması yönünde rol oynadığından olumlu bir etki yapmaktadır. Ancak biyoyakıt üretiminde kullanılan enerjinin fosil yakıtlardan sağlanması ve biyoyakıt hammaddelerinin ithal ediliyor olması enerji arz ve güvenliğinde olumsuz etki yapmaktadır. Bir ortak çalışmada 2006 için biyoyakıtların sağladığı arz güvenliği parasal olarak hesaplanmış ve 1 ton eşdeğer petrol için yaklaşık 130 euro olarak saptanmıştır (JRC, 2008, s. 13). 2012 yılında yapılan ve Avrupa Komisyonu'nun finanse ettiği bir başka araştırmada biyoyakıtların enerji güvenliği 100 üzerinde 75 olarak hesaplanmıştır (Charles vd., 2013, s. 88). Bu değer diğer enerji kaynakları doğalgaz, petrol, dizel ve LPG'den yüksekken; elektrik, hidrojen ve enerji talebini azaltan inisiyatiflerden düşüktür. Başka bir deyişle, biyoyakıtların enerji güvenliğine katkısı birinci gruptakilerden fazlayken, ikinci gruptakilerden düşüktür. Biyoyakıt

üretiminin önceki bölümlerde anılan olumsuz yönleri nedeniyle enerji güvenliği değerinin 2050 yılında 100 üzerinden 42'ye düşeceği tahmin edilmektedir³².

4.4.2. Enerji İhtiyacının Karşılanması Açısından

Tablo 9'a ulaşımdaki 2020 hedefi olan % 10 biyoyakıt hedefi açısından bakıldığında, 2004'teki % 1'lik orandan, 2013'te % 5,4'e ve nihayet 2014'te % 5,9'a ulaşıldığı görülmektedir. Bu rakamlara bakıldığında % 10'luk hedefe ulaşılması hiç de zor görünmemektedir (EUROSTAT, 2016a). Elektrik üretimi açısından bakıldığında, AB'de, 2014'deki elektrik tüketiminde, yenilenebilir enerjinin oranı % 26 iken, biyoyakıtların bunun içindeki sırası su, rüzgâr ve güneş enerjisinden sonra dördüncü sıradır (EC, 2015a, s. 3). Katı biyoyakıtların bu sektöre katkısı 1990'da % 3,5 iken 2013'te % 9,5'e yükselmiştir. Bu, yaklaşık iki kat artış demektir. Sıvı ve gaz biyoyakıtların katkısı 1990'da önemsizken, 2013'te % 6,7 olmuştur (EC, 2015a, s. 7). Isıtma-soğutma sektörü açısından ise, yenilenebilirlerin bu sektördeki oranı 2004'teki % 10,2'den 2014'te % 17,7'ye³³ yükselmiştir (EUROSTAT, 2016a). Katı ve sıvı biyoyakıtlar bu ihtiyacın karşılanmasındaki diğer yenilenebilir kaynaklara göre büyük oranda öndedir. Katı biyoyakıtlar 2013'te 72 Mtpe ile en büyük katkıyı yapmıştır. Biyogaz aynı yılda 2,6 Mtpe ile daha küçük bir rol oynamıştır (EC, 2015a, s. 6).

4.4.3. İstihdam Açısından

Biyoyakıt üretimi; hammadde üretimi, hammaddelerin taşınması, hammaddelerin işlenerek biyoyakıta dönüştürülmesi, biyoyakıtların üretildiği yerden satılacağı yere taşınması, son varış yerinde satışa sunulması gibi işlemler nedeniyle istihdam sağlayabilmektedir (Hatunoğlu, 2010, s. 95). Biyoyakıtların AB üzerindeki güncel ve olası etkilerini inceleyen 2008 tarihli başka bir incelemede biyoyakıt üretim sektörünün yaratabileceği net istihdam olanaklarının olumsuz ya da olumlu

³² 2008 yılına ait rakamlara bakıldığında ulaşım sektörünün % 96'6'sını karşılayan fosil yakıtların enerji güvenliği değeri 100 üzerinden 7 iken, kalan % 3,4 oranındaki ihtiyacı karşılayan biyoyakıtların enerji güvenliği göstergesi 100 üzerinden 60'tır (Charles vd., 2013, s. 88).

³³ 2015 tarihli Yenilenebilir Enerji İlerleme Raporu'nda bu oran % 16,6 olarak öngörülmüştür (EC, 2015a, s. 3).

yönlü birçok etkenin incelenmesine bağlı olduğu belirtilmektedir. Bunlar arasında geleneksel yakıt sektörlerindeki düşüş, biyoyakıt sektöründeki yükselme, biyoyakıt hammaddesi üreten sektörlerdeki büyüme, tarımdaki gelişme, hane halkı gelirinin azalması nedeniyle üretimdeki düşüş ve fiyat değişikliğinin etkisi sayılabilir (JRC, 2008, s. 29).

Hatunoğlu birçok açıdan kayda değer bilgiler içeren önemli çalışmasında, 2008 yılında Brezilya'da 500 bin, ABD'de 200 bin kişinin biyoyakıt sektöründe istihdam edildiğini iletmiştir (Hatunoğlu, 2010, s. 93). Kimi tahmini verilere göre ise 2008 yılında biyoyakıt sektörünün AB'de 43 bin kişiye iş sağlayacağı, çiftçi gelirlerini 3,3 milyar Euro artıracığı hesaplanmıştır. Yine tahmini verilere göre Fransa'nın 2010 yılında 25 bin kişilik istihdam sağlayacağı, Nijerya'da 200 bin, Çin'de 9 milyon, Endonezya ve Malezya'da ise 500 bin kişinin istihdam edileceği, 2030 yılında biyoyakıt sektöründe ise toplam 12 milyon kişinin istihdam edileceği öngörülmektedir (Hatunoğlu, 2010, s. 94-95).

AB biyoyakıt üretiminin yarattığı istihdamın büyük çoğunluğu AB dışındadır. Özellikle Endonezya ve Malezya'da hammadde üretimi için çalıştırılan işçiler bu istihdamın büyük bir kısmını oluşturur. 2012'de AB biyoyakıt üretiminde yaratılan istihdam sayısı 114.955 ile 160.000 arasında değişmektedir. 2011'de bu sayı 113.055 olarak hesaplanmıştır. AB sınırları içindeki istihdama bakıldığında toplamda 108.000 kişilik istihdamda Fransa'nın % 24'le birinci, Almanya'nın % 20'yle ikinci sırada olduğu görülmektedir (EC, 2014a, s. 233). 2013 Yenilenebilir Enerji İlerleme Raporu ise biyoyakıt tüketiminin 2010 yılında tahmini olarak AB'de 220.000, küresel çapta ise 1.400.000 iş ürettiğini bildirmektedir (EC, 2013a, s. 12).

Buna karşın biyoyakıtları da içeren biyokütleyle ilişkin tüm sektörlerle bakıldığında özellikle AB'nin hammadde ithalatı yaptığı güney ülkelerinde yaşanan arazi gasplarından, yerel çiftçilerin mülksüzleştirilip işçileştirilmelerinden kaynaklanan sorunlar nedeniyle AB'ye eleştiri yapılmıştır (Lewontin, 1998; Levidow, vd., 2012, s.15). Kimi kaynaklar ortak mülkiyet temelinde yaşayan çiftçilerin topraklarından olmasına ve bu durumun özellikle kadınları olumsuz etkilediğine dikkat çekmektedir (Levidow vd., 2012, s. 9; White ve Dasgupta, 2010).

4.4.4. Küresel Isınmayla Mücadele Açısından

Küresel ısınmaya neden olan gazlar CO₂, metan (CH₄), azotoksit (N₂O), hidroflorokarbonlar (HFC'ler), perflorokarbonlar (PFC'ler) ve kükürt hekzaflorid (SF₆) gibi maddelerdir. Bu maddelerin hızlı nüfus artışı, üretim hacminin büyümesi, ormanların yok edilmesi, aşırı fosil yakıt kullanımı, tarımsal üretim, yangın gibi nedenlerle atmosferde belli bir oranın üzerinde bulunması küresel ısınma adını verdiğimiz tehlikeye neden olmaktadır. Atmosferdeki sera gazlarının % 77'sini oluşturan CO₂, küresel ısınmanın en temel nedenlerindendir (Hatunoğlu, 2010, s. 77-78).

Biyoyakıtların kullanıldığı temel alan ulaşımdır. Ulaşım sektörünün sera gazı oluşumuna etkisine baktığımızda katkısının tüm sera gazlarının % 13,5'ini oluşturduğu hesaplanmıştır (Hatunoğlu, 2010, s. 78). Biyoyakıtların *çevre dostu yakıtlar* olarak anılmasının nedeni ulaşımda fosil yakıtlara göre daha az sera gazı salımı yapmalarıdır. Gerçekten de yapılan hesaplamalar ulaşımda kullanılan biyoyakıtların motorlarda yakılmasıyla daha az sera gazı salımı yaptığını göstermiştir. Araştırmalar, kullanılan hammaddeye göre farklı durumlar ortaya çıkırsa bile, genel olarak biyodizelin sera gazı salımı azaltma yönündeki etkisinin biyoetanole göre daha fazla olduğunu göstermiştir (Hatunoğlu, 2010).

AB'de biyoyakıt üretiminin benimsenmesinde enerji güvenliği, teknoloji transferi ve kırsal gelişmenin yanı sıra sera gazı salımlarındaki tasarruf da önemli etkenlerden biri olmuştur (Levidow vd., 2012, s. 1). Biyoyakıt üretiminin sera gazı salımlarına etkisi genel olarak dolaylı ve dolaysız etki olmak üzere iki açıdan incelenmiştir (Charles vd., 2013, s. 80; JRC, 2008, s. 8). Dolaysız etki bitkiyi yetiştirme, bitkinin işlenme süreci, biyoyakıtların taşınması ve toprağın dolaysız kullanımını kapsarken; dolaylı etkisi *toprağın dolaysız kullanımının* biyoyakıt hammaddeleri üretiminde sera gazı salımı yapmasıyla ilgilidir (Charles vd., 2013, s. 80). Hatunoğlu, yalnızca araçlardan salınan gazların değil, biyoyakıt üretiminin tüm sürecinin hesaba katılmasının gerektiğini belirterek, yaşam döngüsü boyunca çevreye yapılan etkinin analiz edildiği Yaşam Döngüsü Analizi (YDA- Life Cycle Analysis) yöntemine dikkat çekmektedir (Hatunoğlu, 2010, s. 80). Bu yöntemle biyoyakıtların

sera gazları salımı hesaplanırken “biyoyakıt dönüşüm işleminin sera gazı salımına etkisi, biyoyakıt üretiminde kullanılan tarımsal hammadelerin yetiştirilmesinde kullanılan gübre ve zirai ilaçların sera gazı salımlarının yanı sıra bu ürünlerin elde edilmesinde kullanılan traktör ve biçerdöver gibi motorlu araçların yaymış olduğu gazlar da analize dâhil edilmektedir” şeklinde vurgu yapılmıştır (Hatunoğlu, 2010, s. 80).

2013 yılında yayınlanmış olan Yenilenebilir Enerji İlerleme Raporu’na göre fosil yakıtlar ulaşım sektöründe kullanılan yakıtların hala büyük bir çoğunluğunu oluşturmaktadır. Buna göre ulaşımında kullanılma oranı % 4,7 olan biyoyakıtlar 25,5 milyon ton CO₂ eşdeğeri tasarruf ya da azaltım sağlamıştır. Rapor, şeffaf bir mantıkla, bu oranın dolaylı toprak kullanımını ya da tarımın yoğun bir şekilde biyoyakıt için kullanımı içermediğini belirtmektedir (EC, 2013a, s. 12). Yukarıda birçok yerde anlatıldığı üzere özellikle birinci nesil biyoyakıt kullanımının, sera gazı salımını azaltma açısından nötr ya da olumsuz etkide bulunduğunu rapor da dile getirmiştir. Besin ürünü temelli biyoyakıt üretiminin salım azaltımına etkisinin ya çok az olduğu ya da hiç etkisinin olmadığı raporda işlenmiştir. Hatta gıda temelli biyoyakıt üretiminin, 2020 yılı hedefi olan % 10’la kıyaslandığında, % 5 gibi bir üst limitle sınırlandırılması bile tasarlanmıştır. Kalan % 5’lik dilimi ise besin temelli olmayan, atık ya da saman gibi hammaddelerden karşılanması için her türlü girişimin teşvik edilmesi önerilmiştir (EC, 2013a, s. 12).

Sera gazı salımına ilişkin en güncel verilerden birini içeren 2015 yılında yayınlanmış Yenilenebilir Enerji İlerleme Raporu’nda 2010 yılında ulaşımında erişilen biyoyakıt oranının % 5,4 olduğu, 2014 tahminlerinin % 5,7 olarak kestirildiği belirtilirken, 2013 yılında YEK kullanımı sonucu 388 milyon ton CO₂ eşdeğeri salım azaltımı yapıldığı raporlanmıştır. Bu azaltıma en büyük katkının % 75 ile enerji sektöründen, en düşük katkının ise 35 milyon ton CO₂ eşdeğeri ve % 9 oranıyla ulaşım sektöründen geldiği bildirilmiştir. Yine bu raporda da çeşitli biyoyakıt üretim yollarının sera gazı salımına neden olduğu, bunu azaltmak için gelişmiş biyoyakıtların ticari uygunluğunun artırılması ve desteklenmesi bir kez daha vurgulanmıştır (EC, 2015a, s. 14-15).

AB enerji politikasının önemli bir ayağı olan iklim değişikliğiyle mücadele çok boyutlu bir alanı kapsamaktadır. Bir yandan özellikle sera gazlarının salımını azaltma hedefi vurgulanıp dünyada bu konuda öncü olunabileceği gösterilirken, Kyoto Protokolü'yle oluşturulan Emisyon Ticaret Sistemi'yle (ETS) bu alanda yatırım yapan sermaye sahiplerinin de yarar görmesi planlanmıştır. Ancak ETS mekanizması ile çevrenin korunmasının piyasa ilişkilerine bağlanması, asıl amacın çevreyi korumak olmadığı yönünde çeşitli eleştirilere kapı açmıştır (Bond, 2011; Levidow, 2012).

4.5. Biyoyakıt Kullanımına Eleştiriler

Biyoyakıt kullanımına övgüler olduğu gibi eleştiriler de söz konusudur. Bunlar arasında gıda fiyatlarına etkisi; ormansızlaştırmaya ve biyoçeşitliliğe etkisi; toprak, su ve havaya etkisi sayılabilir. Bu bölümde eleştiriler ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.

4.5.1. Biyoyakıt Kullanımının Gıda Fiyatlarına Etkisi

Biyoyakıt üretimine ilk eleştiri gıda fiyatlarına etkisi üzerinden yapılmıştır. Daha sonra *birinci nesil biyoyakıt* adı verilecek gıda hammaddelerinin enerji üretmek amacıyla ekilmeye başlanması, enerji tarımının ortaya çıkması, bu nedenle gıda üretmek için kullanılan tarım arazilerinin azalması hala bitmeyen bir tartışma yaratmıştır. Enerji tarımına karşı çıkanlar, bunun, gıda fiyatlarının artmasına neden olduğu (Hattingh, 2008; Lamrani, 2008), serbest rekabette eşitsizlik yarattığı, tarımla geçinenlerin refah standartlarını düşürdüğü gerekçesiyle ikinci ve üçüncü nesil yakıtlara daha fazla önem verilmesi gerektiği eleştirisinde bulunmuşlardır. Bu eleştirilere karşı AB temsilcileri de, ikinci ve üçüncü nesil yakıtlara da önem vermeye vurgu yapmakla birlikte, birinci nesil biyoyakıtların tarımda yeni istihdam yaratarak hem eşitsizliği azalttığını hem de enerji ihtiyacını karşılamada ciddi bir rol oynadığını belirtmişlerdir.

Söz konusu tartışmalar AB'de de etkili olmuş, son yayınlanan direktiflerden birinde (EC, 2015c), ulaşımda 2020 hedefi olan % 10'luk biyoyakıt kullanımı

hedefine varma yolunda, kullanılan gıda bazlı biyoyakıt oranı % 7 ile sınırlamıştır (EBTP, 2016). Bu kıstasa uymayan biyoyakıt üretiminin hesap dışı bırakılması kararı alınmıştır (EUROSTAT, 2016a). 2013 yılında yayınlanan Yenilenebilir Enerji İlerleme Raporu'nda da bu durum işlenmiştir. 2008-2011 arasındaki gıda fiyatları artışında ve bunun besin satın alınabilirliğine etkisinde, 2012 ABD hasadının fakir olması, kötü hava, kötü hasat, artan küresel talep, artan petrol fiyatları yanı sıra AB biyoyakıt üretimi gibi etkenlerden hangisini ne derece etkin olduğunun iyi değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Avrupa Komisyonu'nun yaptırdığı analizlere göre 2010-2011 arasında biyoetanol üretimi için kullanılan tahıl, toplam kullanılan tahılın % 3'ünü oluşturmaktadır, bu da tahıl fiyatlarının artmasında % 1-2 oranında etkide bulunmuştur. Rapor fiyat etkisini biyodizel açısından da değerlendirmiştir, üstelik bu etkinin oranı daha büyüktür. Rapora göre gıda ürün temelli biyodizel üretimi 2008-2010 yıllarında, gıda fiyatları üzerinde % 4 oranında etkide bulunmuştur (EC, 2013a, s. 12). Raporda ayrıca biyoyakıt sektörüyle diğer biyo-ekonomi sektörleri arasındaki etkileşimin geliştiği vurgulanmış, bitkisel ve hayvansal yağlardan elde edilen kimyasalların geleneksel biyokütle kullanıcıları üzerindeki etkilerinin incelenmesinin gerekliliği belirtilmiştir. 2015 yılında yayınlanan Yenilenebilir Enerji İlerleme Raporu'nda (EC, 2015a), biyoyakıt üretiminin gıda fiyatlarına etkisine ilişkin bir değerlendirme yapılmamıştır.

4.5.2. Biyoyakıt Kullanımının Ormansızlaşmaya ve Biyoçeşitliliğe Etkisi

Tartışma yaratan bir diğer konu da piyasanın kâr güdüsüne teslim olmuş bir üretim tarzının (Keleş ve Hamamcı, 2002, s. 75) ve özellikle bu zihniyetle biyoyakıt üretiminin ormanlık arazilerin yakıt hammaddesi üretimi amacıyla tarıma açılmak için yok edilmeye başlanması ve bunun hem ormansızlaşmaya hem de biyoçeşitlilik kaybına neden olmasıdır. Bu konuda AB de ciddi eleştirilere maruz kalmaktadır. Biyoyakıt hedeflerine ulaşmak amacıyla Endonezya, Malezya, Brezilya gibi ülkelerden biyoyakıt hammaddesi ithal ediliyor olması, bu ülkelerin ormanlık arazilerinin yok olması sonucu nedeniyle AB'nin hedef tahtasına oturtmasına sebep olmuştur. Ormanların yok edilmesinin bir diğer sonucu da çevreye daha az zarar verme iddiasındaki biyoyakıt üretiminin iddia edildiği kadar çevre dostu olmadığı fikrini besliyor olmasıdır. Zira ormanlık arazilerin yok edilmesi ciddi miktarlarda

CO₂ salımına neden olurken, ormanda yaşayan canlıların çeşitliliğini azaltmakta, boşalan ormanlık araziye sürekli tek çeşit bitki dikilmesi ise toprağı bozmaktadır.

Hatunoğlu'nun aktardığına göre dünyada yıllık 15 milyon hektar ormanlık alan yok edilmekte, bunun % 86'sı tarıma açılmaktadır. Biyoyakıt hammaddesi ihtiyacı ormanlık alanların, çayır-çimen, otlak gibi arazilerin tarım arazilerine dönüştürme sürecini tetiklemektedir (Hatunoğlu, 2010, s. 90). Tarım arazilerine dönüştürülen alanlarda yeni oluşan *biyoteknolojinin* de etkisiyle (Kennedy, 1995, s. 81) modern/sınai tarımın uygulanması yoğun gübre ve kimyasal madde kullanımı bitki ve hayvan türlerini tehdit ettiği gibi toprağı da zarar vermektedir (Carson, 2011).

Ormanlık arazilerin biyoyakıt hammaddesi üretim amaçlı sınai tarım arazisine dönüştürülmesi sürecinin en yoğun yaşandığı yerler Brezilya, Endonezya, Malezya ve ABD'dir. Brezilya'da şeker kamışı tarımıyla biyoetanol üretimi amacıyla *cerrado* adlı savanlık alanlar yok edilirken, biyodizel hammaddesi olan palm yağının dünyada % 86'sını üreten iki ülke olan Endonezya ve Malezya'da büyük miktarlarda ormanlık arazi yok edilmiştir (Hatunoğlu, 2010, s. 91). Bu aşırı sınai üretimle ormanların yok edilmesi o bölgelerde yaşayan bitki ve hayvanların doğal yaşam alanlarını yok ederek biyolojik çeşitliliğı azaltmaktadır.

Biyoyakıt üretiminin biyoçeşitliliğı zarar veren diğer boyutu *mono-kültür* adı verilen tek tip ürün yetiştirilmesidir. Biyoyakıt üretimi için tek tip bitki yetiştirilmesi, diğer bitki türleri için tehdit oluşturup biyoçeşitliliğı azaltmaktadır. ABD'de bu amaçla soya fasülyesi yerine mısır üretiminin aşırı artması, Brezilya'da yoğun şeker kamışı ekimi, Malezya ve Endonezya'da yoğun palm yağı yetiştirilmesi, AB'de aynı amaçla kanola üretimi mono-kültür ya da tek tiplilik örnekleri olup biyoçeşitliliğı zarar vermektedir (Hatunoğlu, 2010, s. 91; Levidow vd., 2012; Lewontin, 1998) .

Biyoçeşitliliğın korunmasına ilişkin çeşitli önlemler 2009 Yönergesi'nde de dile getirilmiştir. Biyoyakıtların ve biyolikidlerin sürdürülebilirlik kriterlerinin incelendiğı 17. maddede biyoçeşitliliğın korunmasının bir sürdürülebilirlik kriteri olduğı belirtilmiş, Biyogüvenliğı İlişkin Cartagena Protokolü (2010) ve Tehlike Altındaki Vahşi Flora ve Fauna'nın Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme (1973)

gibi önemli anlaşmalar zikredilmiş, hem üye ülkelerin hem de biyoyakıtlar nedeniyle ilişki içinde olunan üçüncü ülkelerde bu sözleşmelerin esaslarına uyulması istenmiştir (EC, 2009, Madde. 17).

2013 yılı Yenilenebilir Enerji İlerleme Raporu'nda 2009 Yönergesi'ndeki çalışma koşullarına ve biyoçeşitliliği korumaya yönelik sözleşmelere gönderme yapılmış, AB biyoyakıt tüketiminde rol oynayan AB dışındaki ülkelerin –birçok ana sözleşmeyi imzalamayan ABD hariç- büyük çoğunluğunun sözleşmeleri imzalamalarına karşın hem AB ülkelerinde hem de üçüncü ülkelerde bu sözleşmelerin yaptırım gücünün ya da zorlayıcılığının zayıf olduğu açıkça dile getirilmiştir. Raporda bu yöndeki çabaların teşvik edilmesi gerektiği vurgulanmıştır (EC, 2013a, s. 12). 2015 yılı Yenilenebilir Enerji İlerleme Raporu'nda ise biyoçeşitliliğe ya da ormansızlaşmaya ilişkin bir açıklama yapılmamış, yalnızca toprağın dolaylı kullanımının olumsuz etkilerine karşı gelişmiş biyoyakıtların kullanımının teşvik edilmesi gerektiği belirtilmiştir. 2014 tarihli ECOFYS incelemesinde, biyoyakıt üretiminden kaynaklanan biyoçeşitlilik riskinin en yüksek oranda Malezya, Endonezya ve ABD'de bulunduğu belirtilmiştir. Biyoçeşitlilik riskinin Brezilya'da orta derece, Arjantin ve AB'de düşük derecede olduğu diğer bulgular arasındadır (EC, 2014a).

4.5.3. Biyoyakıt Kullanımının Toprak, Su ve Havaya Etkisi

Yirminci yüzyıl birçok yeni gelişmenin yanı sıra tarımın modernleştirilmesine de tanık olmuştur. Ancak toprağın artan oranda kullanımı, içinde bulunan organik ve inorganik maddelerin yok olmaya yüz tutması, mineral maddelerin azalması çeşitli olumsuz sonuçlar doğurmuştur. Bunların en önemlileri, toprağın içerdiği besin değerinin azalması, toprak kalitesinin düşmesi, toprak erozyonu ve kirlenmesidir. Sınai tarımda gübre ve zirai ilaçların bilinçsizce ve aşırı kullanımı da toprak kirliliğine neden olmaktadır (Carson, 2011; Foster ve Clark, 2008). Duruma rakamlar üzerinden bakıldığında şunlar görülmektedir: Dünyada toplam kara alanı 13,5 milyar hektar iken, bunun 8,3 milyar hektarını orman ve otlak araziler oluşturmakta, 1,6 milyar hektar arazide de tarımsal ürün yetiştirilmektedir. Biyoyakıt üretiminin neredeyse tamamını gerçekleştiren 6 ülke ve AB'nin biyoyakıt üretimi için

kullandığı toplam arazi yaklaşık 20,1 milyon hektardır. Bu miktar, bu yedi bölgenin, toplam 596 milyon hektarlık tarım arazisi içinde % 3-4'lük bir orana karşılık gelir. Biyoyakıt üretiminde kullanılan şeker kamışı ve palm yağının, diğer biyoyakıt hammaddeleri olan mısır, kanola vb.'ye göre daha az toprak erozyonu ve kirliliği etkisi yarattığı belirtilmiştir (Hatunoğlu, 2010, s. 84-86).

Tarımsal üretimin artması, artan su ihtiyacı nedeniyle su kaynaklarının tükenmesi tehlikesini doğurmaktadır. Hatunoğlu (2010)'na göre, biyoyakıt üretimi için yoğun su kullanımı, birçok ülke tarafından toprak erozyonu ya da kirliliğinden daha büyük bir çevre sorunu olarak görülmektedir. Küresel anlamda 2.630 km³ tatlı su tarımsal faaliyet için kullanırken, bunun yaklaşık % 7'sine denk gelen 44 km³ su biyoyakıt üretimi için kullanılmaktadır. 1 litre biyoetanolün üretimi için 1700 litre su kullanıldığı açıklanan veriler arasındadır (Hatunoğlu, 2010, s. 87-88).

Biyoyakıt üretiminin su, toprak ve hava üzerindeki olumsuz etkilerinin tartışılması 2009 Yönergesi'nde bu konuya da yer verilmesini sağlamıştır. Yönergenin 17, 18 ve 22 numaralı maddelerinde biyoyakıt üretiminin toprak, su ve hava üzerindeki olumsuz etkilerinin iyice izlenmesi, sunulacak raporlarda bu konu hakkında bilgi verilmesi, sorunun çözümünde en güncel bilimsel bulgulardan yararlanılması istenmiştir (EC, 2009). 2013 yılı Yenilenebilir Enerji İlerleme Raporu'nda 2009 Yönergesi'ndeki ilgili maddelere atıfta bulunulmuş, Avrupa Komisyonu'nun süreci izlemekle yükümlü olduğuna değinilmiştir (EC, 2013a, s. 10). 2015 yılı Yenilenebilir Enerji İlerleme Raporu'ndaysa konuya değinilmemiş, daha önce değinildiği üzere, yalnızca toprağın dolaylı kullanımının olumsuz etkilerine karşı gelişmiş biyoyakıtların kullanımının teşvik edilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Biyoyakıt üretiminin toprak, su ve hava üzerine etkilerine ilişkin birçok araştırma yapılmış çeşitli *ayak izleri*³⁴ oluşturulmuştur. Buna göre biyodizel üretiminin biyoetanole göre daha az su yoğun olduğu, başka bir deyişle daha az su tükettiği hesaplamıştır. Rakamların diliyle konuşmak gerekirse, 2012 tarihli bir

³⁴ Karbon ayak izi, enerji tüketen her eylemin (bir bireyin elektrik tüketimi, bir ürünün üretilmesi-tüketilmesi vs.) yarattığı sera gazı salımını belirtir. Başka bir deyişle karbon ayak izi, enerji tüketiminin küresel ısınmaya yaptığı katkının bir ölçüsüdür (Bahçeci, 2013; Lynas, 2009).

incelemede, AB biyoyakıt üretimi için harcanan 82 km³ suyun ayak izlerinin 39 km³ gibi neredeyse yarısına gelen bölümünün Avrupa su kaynaklarından harcandığı belirtilmiştir (Charles vd., 2013, s. 62). Yine aynı incelemede biyoyakıt üretiminin ormansızlaşmaya ve biyoçeşitliliğe etkisi üzerinde çalışılmış, Almanya'da 2002-2009 arasında 55 bin hektar otlak arazisinin darı üretmek amacıyla yok edildiği bildirilmiştir. Biyoenerji ürünlerinin yoğun kullanımının biyoçeşitliliği azalttığı incelemede vurgulanan bir başka noktadır (Charles vd., 2013, s. 63).

2015 yılı Yenilenebilir Enerji İlerleme Raporu'nda kendisine çok sık atıfta bulunulan ve temel kaynak olarak yararlanılan ve Avrupa Komisyonu için hazırlanan bir ECOFYS³⁵ incelemesi (EC, 2014a) pestisidlerden, erozyona, su, toprak ve hava kirliliğine derinlemesine bir inceleme hazırlamıştır. ECOFYS incelemesinde üye ülkelerin çoğunluğunda, biyoyakıtların biyoçeşitlilik, su, toprak ve hava üzerindeki etkilerine ilişkin olumsuz bir rapor bulunmadığı belirtilmiş, ancak bunun ayrıntılı çalışmalara dayanan bir sonuç olmadığı itiraf edilmiştir. İncelemede biyoyakıt için su tüketiminin 2010'a kıyasla 2012'de % 21 arttığı ortaya konmuştur. Biyoyakıt üretimi için su tüketimi özellikle Baltık devletlerinde yüksektir. Bu oranlar Letonya'da % 20, Litvanya'da % 12, Estonya'da % 11'dir (EC, 2014a) Biyoyakıt üretiminin hava kalitesine etkisi temelde ormanların tarım arazisine dönüşümü için yakılması ve tarımda kimyasal maddeler kullanılmasıyla ortaya çıkan bir risktir. Bu riskler, incelemeye göre, daha çok Endonezya ve Güney Amerika'da ortaya çıkmaktadır.

³⁵ ECOFYS, 1984'te dünya enerji arzını değiştirmek için bir araya gelen altı kişilik bir ekiple kurulan bir şirkettir. Zamanla birçok başarı elde eden şirket, kamuya ve özel şirketlere hizmet vermektedir. Şirketin uzmanlık alanları arasında yenilenebilir enerji, enerji ve karbon verimliliği, enerji sistemleri ve piyasa, son olarak da enerji ve iklim politikaları sayılabilir. (<http://www.ecofys.com/en/page/22/>)

SONUÇ

Enerji ihtiyacının karşılanması tüm canlıların olduğu gibi insan türünün de en büyük sorunlarından biridir. Yüzyıllar içinde sanayinin gelişmesiyle artan yaşam standartları ihtiyaçların genişlemesine neden olmuştur. Zira artan ihtiyaçlar artan enerji talebi anlamına gelmektedir.

İnsanlık enerji talebini yüzyıllar boyunca güneş enerjisinden, su ve yel değirmenlerinden, odundan karşılamıştır. Yüksek miktarda enerji içeren kömür ve petrolün enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılması insanlık için büyük bir atılım olduğu kadar çevre açısından da insanlık tarihinde eşi benzeri görülmedik yıkımlara zemin hazırlayan bir süreci başlatmıştır. Ozon tabakası, küresel ısınma, alternatif enerji kaynakları, yenilebilir enerji, biyokütle gibi kavramlar, 20. yüzyılda, özellikle 20. yüzyılın son 30-40 yılında insanlığın gündemine girmiştir. 1970’li yıllarda yaşanan petrol krizleri insanlığı yeni enerji kaynakları aramaya ittiği kadar çevreyle kurulan ilişkinin topyekûn sorgulanmasına neden olmuştur.

AB de 1970’li yıllarda dünyanın geri kalanı gibi petrol ve kömür başta olmak üzere fosil yakıtlarla enerji ihtiyacını karşılıyordu. Bu yıllardan bugüne yapılan birçok tartışma, çıkarılan birçok yönerge, alternatif ve temiz enerji kaynaklarına yönelmesine neden olmuştur. Konunun küresel ısınmanın azaltılması gibi çok yönlü ve önemli boyutu düşünüldüğünde AB’nin çevre dostu enerji konusunda örnek olmayı sürdüreceği kolayca görülebilir.

Bu çalışmada alternatif enerji kaynaklarından olan biyoyakıtların düşük karbon ekonomisi oluşturma yolunda AB enerji ihtiyacının karşılanmasındaki rolü incelenmiştir. Biyoyakıtlar özellikle ulaşımdaki enerji ihtiyacının karşılanmasının bir aracı olarak görüldüğünden, katı ve gaz biyoyakıtlara genel olarak değinilmekle birlikte, özellikle sıvı biyoyakıtlar ayrıntılı olarak incelenmiştir. Böyle bir tercihin ortaya çıkması keyfi ya da rastlantısal olmayıp, Avrupa Komisyonu’nun hazırladığı direktiflerde çoğunlukla sıvı biyoyakıtlara referans verilmesi sonucunda çalışmanın sıvı biyoyakıtlara yoğunlaşması bir zorunluluk durumuna gelmiştir.

Bu amaçla öncelikle AB Enerji Politikaları incelenmiştir. Enerji politikalarının incelenmesi AB'nin önceliklerinin saptanmasıyla mümkündür. AB enerji politikası başta düşük karbon ekonomisi yaratma amacı olmak üzere enerji arz güvenliği, enerji piyasasının liberalleşmesi, çevrenin korunması ve istihdam yaratılması gibi amaçlarla çevrenmiştir. Daha açık bir deyişle düşük karbon ekonomisi yaratmanın tüm bu amaçların merkezinde bulunduğunu söylemek mümkündür. Enerji piyasasının liberalleşmesinde ilgi özellikle doğalgaz ve elektrik sektöründe yoğunlaşmıştır. Bunda 1952'de kurulan AKÇT'yle kömür sektörünün, 1957'de de AAET'nin kurulmasıyla nükleer sektörünün denetlenme sürecinde olması etkin olmuştur. Doğalgaz ve elektrik sektörünün piyasa mekanizmalarına açılması, ülkelerden bu sektörlerle ilişkin ulusal koruma politikasının gevşetilmesinin istenmesi, ortak bir AB enerji pazarının kurulması yolunda atılan önemli adımlardan olmuştur.

Enerji arz güvenliği sorununu çözmeye ilişkin politikaların çok yönlü olduğunu söylemek zorunludur. Bu politikalar enerji sektörüne artan ölçekte yatırım yapılması, alternatif enerji kaynaklarının daha fazla araştırılması, enerji ithalatının AB'nin kurulmasına gidecek tüm zamanlar boyunca güncelliğini koruması nedeniyle tedarikçi ülkelerle iyi ticari ilişkilerin kurulması, enerji ithalatında tedarikçi ülke sayısının mümkün olduğunca artırılması gibi çeşitli bileşenleri bulunmaktadır. Özellikle 1970'li yıllardaki petrol krizi, ayrıca Ukrayna ve Rusya'yla yaşanan doğalgaz tedarigi sorunları düşünüldüğünde, enerji ithalatı yapılan ülkelerin sayısının arttırılmasının arz güvenliğine olumlu yönde etki yapacağı daha anlaşılır hale gelecektir.

AB enerji politikasının en önemli ayaklarından biri de çevreyle kurulan ilişkinin sorgulanması sonucu derinleştirilip ayrıntılandırılan çevrenin korunması sorunu olmuştur. Bu amaçla Avrupa, çevrenin korunması amacıyla 1970'li yıllardan başlayarak bugüne kadar gelen ve gelişen uluslararası girişimlerin, sözleşmelerin, protokollerin hemen hepsine taraf olmuş, bununla da yetinmeyip birçok alanda öncü konuma gelmiştir. Bunların başında Montreal Protokolü, BMİDÇS, Kyoto Protokolü ve Kyoto'nun devamı olarak yorumlanan Paris Antlaşması sayılabilir. Bunların içinden en önemli ve güncel olanı kuşkusuz Paris Antlaşması'dır. Bu antlaşmayla

birlikte 2100 yılına kadar, bugünkü dünya sıcaklığı ile sanayi öncesi dönemin sıcaklık farkının 2° C'den daha fazla olmamasını sağlamak, mümkünse bunu 1,5° C'ye kadar düşürebilmek hedeflenmiştir.

2000'li yılların başından beri dile getirilen *düşük karbon ekonomisi* yaratma hedefleri sırasıyla 2020, 2030 ve 2050 stratejik hedeflerinin belirlenmesi sonucunu doğurmuştur, bu hedefler deyim yerindeyse sürekli bir güdücü öge rolü oynamıştır. AB 2020 stratejisinin hedefleri sera gazı salımlarını 1990 seviyesine göre % 20 oranında azaltmak, tüketilen enerjinin % 20'si yenilenebilir enerjiden sağlamak (ulaşımda % 10 biyoyakıt hedefi bunun bir parçasıdır) ve son olarak da enerji verimliliğinde % 20 gelişme sağlamaktır. 2030 Enerji Stratejisi'nin hedefi ise sera gazı salımlarını 1990 seviyesine göre % 40 oranında azaltmak, enerji tüketiminin % 27'sini yenilenebilir enerjiden karşılamak ve son olarak % 27 oranında enerji tasarrufu yapmaktır. Nihayet 2050 stratejisiyle amaçlanan temel hedef sera gazı salımlarını 1990 seviyesine göre % 80-95 oranında azaltmaktır. AB ilk hedef olan 2020 hedeflerine ulaşmaya çok yakındır.

İkinci bölümde AB'nin enerji kaynakları yenilenemez ve yenilenebilir olmak üzere iki ayrı başlıkta en güncel verilerle incelenmiştir. Başta petrol ve doğalgaz olmak üzere AB'nin fosil yakıtlara bağımlılığı sürmekle birlikte alternatif enerji kaynaklarına artan oranda yatırım yapılması büyük potansiyeller barındırmayı sürdürmektedir. Alternatif enerji kaynaklarında özellikle güneş, rüzgâr ve biyoyakıtta kayda değer hızlı gelişmelerin yaşanmasına rağmen AB enerji bağımlılığı hala % 50'nin üzerindedir. Alternatif enerjiye yapılan yatırımların tüm üye ülkelerce artması sonucu bu bağımlılığın azalacağını öngörmek mümkündür.

İkinci bölüm sonu itibariyle kısaca bir giriş yapılan ve incelemenin ana konusu olan biyoyakıtlar üçüncü bölüm boyunca ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Dünyanın gündemine özellikle 1970'li yıllarda Brezilya üzerinden giren biyoyakıtların AB'nin gündemine girmesi 2000'li yılları bulmuştur. Biyoyakıtlar tüm dünyada olduğu gibi AB için de birçok açıdan ilgi çeken bir enerji kaynağı olmuştur. Bu ilginin başlıca nedenleri arasında biyoyakıtların sağlayacağı düşünülen şu potansiyeller sayılabilir: Özellikle ulaşımda fosil yakıtlara bağımlılığın azaltılması,

enerji arz ve güvenliğine katkı yapılması, sera gazı salımlarını azaltması, özellikle kırsalda istihdam sağlanması, geç sanayileşen ülkelerin büyümesine katkı yapması.

AB'nin biyoyakıtlara eğilmesindeki en temel amacı özellikle sıvı biyoyakıtlar üzerinden ulaşımda fosil yakıtların yerini alabilme potansiyelidir. Kuşkusuz bu uzun vadeli bir hedeftir. AB'nin 2020 yılına kadar ulaşımda belirlediği % 10 gibi mütevazı bir orandaki biyoyakıt hedefi bile uzun vadeli bir amacın bulunduğunu göstermektedir.

Bu tez çalışması boyunca yanıtı aranmış olan soru biyoyakıtların başta ulaşımda yakıt ihtiyacını karşılamak olmak üzere, söz konusu potansiyellerini ne derece gerçekleştirebilip gerçekleştiremediğidir. İnceleme sırasında görülmüştür ki yakıt, ısı ve elektrik kaynağı olarak işlev görmede biyoyakıtlar potansiyellerinin bir bölümünü gerçekliğe dönüştürmüştür. Üstelik sıvı biyoyakıtların % 10 oranını yakalamada çok büyük bir engelle karşılaşmayacağını söylemek abartı olmayacaktır.

Biyoyakıt üretiminin yukarıda anılan üç sektör bazında AB enerji ihtiyacının karşılanmasındaki rolüne bakıldığında şunlar saptanmıştır: 2014'deki elektrik tüketiminde, yenilenebilir enerjinin oranı % 26 iken, biyoyakıtların bunun içindeki sırası su, rüzgâr ve güneş enerjisinden sonra dördüncü sırayı bulmuştur. Katı biyoyakıtların bu sektöre katkısı 1990'da % 3,5 iken 2013'te yaklaşık üç katına çıkarak % 9,5'e yükselmiştir. Sıvı ve gaz biyoyakıtların katkısı 1990'da önemsiz denecek kadar düşük bir düzeydeyken, bu oran 2013'te % 6,7'ye ulaşmıştır. Isıtma-soğutma sektöründe ise yenilenebilir enerji kaynaklarının oranı 2004'te % 10,2'iken 2014'te % 17,7'ye yükselmiştir. Bu sektörde katı ve sıvı biyoyakıtlar diğer yenilenebilir enerji kaynaklara göre büyük oranda öndedir. Katı biyoyakıtlar 2013'te 72 Mtpe ile en büyük katkıyı yaparken biyogaz aynı yılda 2,6 Mtpe ile görece küçük bir rol oynamıştır (EC, 2015a, s.6).

Tezin temel inceleme konusu olan sıvı biyoyakıtların durumuna bakıldığında ulaşım sektöründe ihtiyacı karşılamada 2004'teki % 1'lik orandan 2014'te % 5,9'a ulaşıldığı görülmüştür. Avrupa Komisyonu'nun da yenilenebilir enerji ilerleme raporlarında sık sık belirttiği üzere, üye ülkelerin şu ana kadar olandan daha fazla çaba göstermeleri durumunda 2020 hedefi olan % 10'luk oranın yakalanması çok zor

olmayacaktır. Bununla birlikte yine belirtmek gerekecek ki, üye ülkelerin ulaştığı düzey de bu orana ulaşma çabaları da aynı değildir. Sözgelimi İsveç ve Finlandiya, 2014 verileri itibarıyla sırasıyla % 19,2 ve % 21,6 oranlarıyla şimdiden AB 2020 hedefi olan % 10'u aşmıştır. Estonya, İspanya, Yunanistan, Hırvatistan, Slovenya ve Kıbrıs gibi birkaç üye ülkenin en düşük oranlarda ilerleme kaydettiği göz önüne alındığında bu ülkelerin diğer üye ülkelere göre daha fazla çaba harcaması gerektiği açıktır.

İncelemenin ulaştığı en önemli sonuçlardan biri de biyoyakıt üretimine özellikle ulaşımda enerji ihtiyacını karşılamaya katkıda bulunma, enerji arz ve güvenliği, istihdam, küresel ısınmayla mücadele açılarından övgüler gelmesiyle birçok açıdan olumsuz eleştirinin de yapılmış olduğudur. Biyoyakıt üretimine olumsuz eleştirinin en büyüğü, bugün de sürdüğü üzere, gıda fiyatlarının artmasına yaptığı düşünülen etkidir. Bu eleştiri 2008 ekonomik kriziyle daha çok gündeme gelmiştir. Birinci nesil ya da geleneksel biyoyakıt üretimi gıda elde etmek amacıyla buğday, mısır, patates, şeker pancarı, şeker kamışı, soya, ayçiçeği gibi temel tahıl ürünlerini kullandığından tarım arazilerinin beslenmek için değil enerji elde etmek için kullanılmaya başlanması gıda fiyatlarına çeşitli olumsuz etkilerde bulunmuştur.

Avrupa Komisyonu 2013 ve 2015'teki yenilenebilir enerji ilerleme raporlarında gıda fiyatlarının artışının tek nedene bağlanamayacağını ileri sürmekle birlikte, yapılan eleştirileri kısmen de olsa kabul etmiştir. Bu nedenle her iki değerlendirme raporunda üye ülkelerin gelişmiş ya da ikinci-üçüncü nesil biyoyakıtlara daha fazla kaynak ayırması önerisinde bulunmuş, ayrıca hem 2009 hem de 2015 Yönergeleri'nde gelişmiş biyoyakıt üretimini özendirmek amacıyla, başta *çifte hesaplama* (double counting) adı verilen yöntem olmak üzere, çeşitli promosyonlarda bulunmuştur.

Biyoyakıt üretimine yapılan diğer eleştiriler arasında özellikle Asya ülkelerinde AB'ye ihraç edilmek üzere başta palm yağı olmak üzere biyoyakıt hammaddesi üretiminin bu bölgelerde hem ormansızlaşmaya neden olması hem biyoçeşitliliğe zarar vermesi hem de kırsal kalkınmaya olumsuz etki etmesi sayılabilir. Başka bir eleştiri de biyoyakıt üretiminin toprak, su ve havaya olumsuz etki yapmasıdır. Bu eleştirileri de dikkate alan Avrupa Komisyonu başta 2009

Yönergesi olmak üzere birçok belgede biyoyakıtların *sürdürülebilirlik kriterlerini* belirlemiştir. Uluslararası sözleşmelere de gönderme yapan söz konusu kriterlere uymayan biyoyakıt üretimin hesap/muhasebe dışında tutulacağı sık sık dile getirilmiştir. AB üyesi ülkelerin söz konusu kriterleri kendi yasama mevzuatına geçirme hızlarının farklı olması ve bunları uygulamada farklı oranda çaba göstermelerine karşın, kriterlerin, biyoyakıt üretiminin zararlarının azaltılmasında görece bir katkısının olduğu vurgulanmalıdır.

İncelemenin en önemli sonuçlarından birisi biyoyakıt üretiminin özellikle gelişmiş biyoyakıt üretiminin geleceğinin ne olacağı; bununla dolaylı bir ilgisi bulunan yenilebilir enerji kaynağı kullanan elektrikli araçlarının kullanımının barındırdığı potansiyellerdir. Bu karşılaştırmanın 2016 sonu itibarıyla daha fazla gündeme geldiği söylenebilir. Zira 2016 Kasım ayından beri tartışmaların odağında bulunan bir Komisyon tasarısı biyoyakıt üretimiyle ilgili çok kritik bir durum yaratmaktadır. Komisyon, Kasım 2016'da sunduğu bu tasarıyla ulaşımda birinci nesil biyoyakıt oranını 2020'de % 7'ye, 2030'da ise % 3,8'e düşürmeye planlamaktadır. Tasarının hazırlanmasında, biyoyakıt üretimine özellikle AB üyesi yurttaşlardan gelen eleştirilerin de etkisi olmuştur. Tasarı, hem Komisyon'la birinci nesil biyoyakıt üretimi yapan sermaye sahipleri arasında -Komisyon'u petrol üreticilerinin çıkarlarını korumakla suçlayan- hem de bu sermaye sahiplerinin kendi aralarında hala süren tartışma yaratmıştır. Zira biyoetanol ve biyodizel üretimi yapan sermaye sahipleri özellikle palm yağı üretimin hem doğaya hem de yerel üreticilere olumsuz etkileri nedeniyle tartışmanın farklı yanlarında konumlanmıştır. Ancak, kabul edilmesi gereken bir gerçek şudur ki, 2020 hedeflerine ulaşmak istiyorsa, Komisyon'un birinci nesil biyoyakıt üretimini sınırlaması kendi içinde tutarlı değildir. Son verilere bakıldığında birinci nesil biyoyakıtların desteği olmaksızın % 10 hedefine ulaşılması pek de mümkün görünmemektedir.

Son olarak değinilmesi gereken konu, hem gelişmiş biyoyakıtların hem de kabaca son on yıldır artan ilgiyle izlenen elektrikli araç kullanımının oynayacağı kritik roldür. Bu rol sera gazı salımını ve enerji bağımlılığını azaltmak, enerji arzı sorununa yeni çözümler üretmektir. Gelişmiş biyoyakıt üretimi yoğun sermaye yatırımı gerektiriyor olsa da 2050 yılına kadar maliyetlerin büyük oranda düşecek olması

nedeniyle büyük bir potansiyel taşımayı sürdürmektedir. Yapılan kimi tahminlere göre sıvı biyoyakıtlar 2050’de ulaşımda enerji ihtiyacının % 36’sını karşılayacaktır.

Aynı şekilde henüz emekleme döneminde olan yenilenebilir enerji kaynaklı elektrikli araç kullanımının büyük bir potansiyel barındırdığı söylenmelidir. 2030’da % 1-2’yi bulacağı öngörülen ulaşımda elektrikli araç kullanımının 2050’de % 20’yi bulması beklenmektedir. Gelişmiş biyoyakıtlar için söz konusu olan yüksek maliyet sorunu yenilenebilir elektrikli araç kullanımı için de söz konusudur. Tüm bu görece olumsuz maliyet unsuruna rağmen AB’nin stratejik hedefi olan *düşük karbon ekonomisi* yaratma yolunda gelişmiş biyoyakıt ve yenilenebilir elektrikli araçlar kullanımı, maliyetlerin ciddi derecede düşeceği düşünülen 2050’li yıllarla birlikte, daha belirleyici bir rol oynayacaktır.

KAYNAKÇA

- Acaroğlu, M. (2006). *AB Sürecinde Türkiye'de Biyodizel Üretimi: "Sorunlar-Öneriler"*. 08 12, 2016 tarihinde Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi: http://www.dektmk.org.tr/pdf/enerji_kongresi_10/turkiyede_biyodizel_uretimi.pdf adresinden alındı.
- Acaroğlu, M. (2013). *Alternatif Enerji Kaynakları*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Akçay, B.; Göçmen, İ. (2014). *Avrupa Birliği*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Altuntaşoğlu, Z. T. (2005). *Yenilenebilir Enerji; Avrupa Birliği ve Türkiye Müktesebatı*. 07 14, 2016 tarihinde Elektrik Mühendisleri Odası web sitesi: http://www.emo.org.tr/ekler/6edc1cd1f36e45d_ek.pdf adresinden alındı.
- Altuntaşoğlu, Z. T. (2012). *2009/28/AB Direktifi ve Türk Mevzuatı ile Karşılaştırma*. 07 14, 2016 tarihinde Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi web sitesi: <http://www.dektmk.org.tr/upresimler/enerjikongresi12/20-ZerrinTacAltuntasoglu.pdf> adresinden alındı.
- Ar, F. F. (2008). *Biyoyakıtlar Tehdit mi- Fırsat mı?!* 08 12, 2016 tarihinde Mühendis ve Makine web sitesi: http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/6660e59856b4de5_ek.pdf?dergi=111 adresinden alındı.
- Avcıoğlu, A. O. (2011). *Tarımsal Kökenli Yenilenebilir Enerjiler Biyoyakıtlar*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Bahçeci, D. (2013). *Kişisel Karbon Ayak İzi Rehberi*. İstanbul: Yeni İnsan Yayınevi.
- Bansal, A. (2013). *Development of Environmental Laws and Role of International Convention*. 28 01, 2017 tarihinde Lex-warrier web sitesi: <http://lex-warrier.in/2013/09/development-environmental-laws-role-international-convention/> adresinden alındı.

- Barlas, N. (2013). *Küresel Krizlerden Sürdürülebilir Tophuma*. İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi.
- Başoğlu, M. (2014). *Küresel Isınma ve Toprak Ananın Yıkımı*. İstanbul: Su Yayınları.
- Bayraç, H. N. (2010). Enerji Kullanımının Küresel Isınmaya Etkisi ve Önleyici Politikalar. *Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), s. 229-260.
- BBC. (2012). *Kyoto Protokolü 2020'ye dek Uzatıldı*. 08 04, 2016 tarihinde BBC web sitesi: http://www.bbc.com/turkce/haberler/2012/12/121208_climate_talks.shtml adresinden alındı.
- BBC. (2016, 04 22). *Tarihi İklim Değişikliği Anlaşmasına 175 İmza*. 08 06, 2016 tarihinde BBC web sitesi: http://www.bbc.com/turkce/haberler/2016/04/160422_paris_iklim_anlasmasi_imza adresinden alındı.
- Beckman, J. (2015). *Biofuel Use in International Markets: The Importance of Trade*. 08 12, 2016 tarihinde United States Department of Agriculture (USDA) web sitesi: <http://www.ers.usda.gov/media/1895316/eib144.pdf> adresinden alındı.
- Bianet. (2016, 04 22). *Paris Anlaşması Daha İmzalanmadan Neleri Değiştirdi?* 08 06, 2016 tarihinde Bianet web sitesi: <http://bianet.org/bianet/toplum/174107-paris-anlasmasi-daha-imzalanmadan-neleri-degistirdi> adresinden alındı.
- Birch, K.; Levidoe, L.; Papaioannou, T. (2010). *Sustainable Capital? The Neoliberalization of Nature and Knowledge in the European "Knowledge-based Bio-economy"*. 08 12, 2016 tarihinde Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI) web sitesi: <http://www.mdpi.com/2071-1050/2/9/2898> adresinden alındı.
- Birpınar, M. E. (2016). *Kyoto "out"... Paris "In"....* 08 04, 2016 tarihinde Milliyet gazetesi web sitesi: <http://www.milliyet.com.tr/kyoto-out--paris-in-/gundem/ydetay/2189062/default.htm> adresinden alındı.

- BM. (1992). *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)*. 06 27, 2016 tarihinde TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı web sitesi: http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/Mevzuat/BM_iklimcerceve.pdf adresinden alındı.
- BM. (1997). *Kyoto Protokolü*. 06 27, 2016 tarihinde TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı web sitesi: https://www.csb.gov.tr/db/iklim/editordosya/kyoto_protokol.pdf adresinden alındı.
- Bond, P. (2011). *Emissions Trading, New Enclosures and Eco-Social Contestation*. 08 12, 2016 tarihinde OnlineLibrary web sitesi: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-8330.2011.00890.x/full> adresinden alındı.
- Burkett, M. (2008). *Marksizm ve Ekolojik İktisat*. (E. Günçiner, Çev.) İstanbul: Yordam Kitap.
- Carson, R. (2011). *Sessiz Bahar*. (Ç. Güler, Çev.) Ankara: Palme Yayıncılık.
- Charles, C.; Gerasimchuk, I.; Bridle, R.; Moerenhout, T.; Asmelash, E.; Loan, T. (2013). *Biofuels—At What Cost? A Review of Costs and Benefits of EUBbiofuel Policies*. 08 07, 2016 tarihinde IISD web sitesi: https://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/biofuels_subsidies_eu_review.pdf adresinden alındı.
- Çepel, N. (1995). *Çevre Koruma ve Ekoloji Terimleri Sözlüğü*. TEMA.
- Çevik, M. (2012). *2012: Ozon Tabakasının Korunmasında UNIDO ve Türkiye'nin başarı Dolu 20 Yılı*. 07 14, 216 tarihinde UNIDO web sitesi: https://www.unido.org/fileadmin/user_media/UNIDO_Worldwide/Offices/UNIDO_Offices/Turkey/UNIDO_OzonGunu_BilgiNotu_120912.pdf adresinden alındı.
- Deane, P. (2016). *Europe's Renewable Transport Targets Need Biofuels, They Can't Be Met With EVs Alone*. 02 18, 2017 tarihinde Energypost web sitesi: <http://energypost.eu/europes-renewable-transport-targets-need-biofuels-cant-met-evs-alone/> adresinden alındı.

- Dedeoğlu, B. (2003). *Dünden Bugüne Avrupa Birliği*. İstanbul: Boyut Kitapları.
- Değirmenci, F. (2009). *Avrupa Birliği Enerji Politikalarındaki Gelişmeler ve Türkiye Açılımları*. 08 08, 2016 tarihinde Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi web sitesi: http://www.dektmk.org.tr/pdf/enerji_kongresi_11/120.pdf adresinden alındı.
- Demirer, G. N.; Demirer, T.; Doğuş, O. E.; Duran, M.; Görgün, T.; Hünler, K.; Yapıcı, K.; Özbolat, N. K.; Orhangazi, Ö.; Özbudun S. (1999). *"YDD" Kısacında Çevre ve Kent*. Ankara: Ütopya Yayınevi.
- Demirer, T. (2012). *Kapitalizmin Ekolojik Sorunları*. İstanbul: Kaldıraç.
- EBTP. (2016). *Biofuels Policy and Legislation*. 08 28, 2016 tarihinde EBTP web sitesi: <http://biofuelstp.eu/biofuels-legislation.html> adresinden alındı.
- EC. (2001). *Directive 2001/77/EC On the Promotion of Electricity Produced From Renewable Energy Sources in the Internal Electricity Market*. 06 27, 2016 tarihinde EC web sitesi: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001L0077&from=en> adresinden alındı.
- EC. (2002). *Directive 2002/91/EC On the Energy Performance of Buildings*. 01 22, 2017 tarihinde EC web sitesi <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0091&from=EN> adresinden alındı.
- EC. (2003). *Directive 2003/30/EC On the Promotion of the Use of Biofuels or Other Renewable Fuels For Transport*. 06 27, 2016 tarihinde EC web sitesi: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0030&from=en> adresinden alındı.
- EC. (2006). *Review of EU Biofuels Directive* . 06 27, 2016 tarihinde EC web sitesi: file:///C:/Users/Hp/Downloads/2006_05_05_consultation_en.pdf adresinden alındı.

- EC. (2009). *Directive 2009/28/EC On the Promotion of the Use of Energy From Renewable Sources and Amending and Subsequently Repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC*. 06 27, 2016 tarihinde EC web sitesi: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=EN> adresinden alındı.
- EC. (2013a). *Renewable Energy Progress Report*. 06 27, 2016 tarihinde EC web sitesi: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013DC0175&from=EN> adresinden alındı.
- EC. (2013b). *European Economy; Member States' Energy Dependence: An Indicator-Based Assessment*. 07 31, 2016 tarihinde EC web sitesi: http://ec.europa.eu/economy_finance/publications/occasional_paper/2014/pdf/ocp196_en.pdf adresinden alındı.
- EC. (2014a). *Renewable Energy Progress and Biofuels Sustainability*. 06 27, 2016 tarihinde EC web sitesi: <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/Final%20report%20-November%202014.pdf> adresinden alındı.
- EC. (2014b). *JRC Science and Policy Reports, EU Renewable Targets in 2020: Revised Analysis of Scenarios for Transport Fuels*. 06 27, 2016 tarihinde EC web sitesi: [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC89393/ld-na-26581-en-n%20\(online\)%20.pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC89393/ld-na-26581-en-n%20(online)%20.pdf) adresinden alındı.
- EC. (2015a). *Renewable Energy Progress Report*. 06 27, 2016 tarihinde EC web sitesi: http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:4f8722ce-1347-11e5-8817-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF adresinden alındı.
- EC. (2015b). *Technical Assessment of the EU Biofuel Sustainability and Feasibility of 10% Renewable Energy*. 01 22, 2016 tarihinde EC web sitesi: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52015SC0117&rid=2> adresinden alındı.
- EC. (2015c). *Directive 2015/1513 Amending Directive 98/70/EC Relating to the Quality of Petrol and Diesel fuels and Amending Directive 2009/28/EC on the Promotion of the*

Use of Energy from Renewable Sources. 01 22, 2017 tarihinde EC web sitesi: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015L1513&from=EN> adresinden alındı.

EC. (2016a). *2020 Climate and Energy Package*. 02 18, 2017 tarihinde EC web sitesi: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_en adresinden alındı.

EC. (2016b). *2030 Energy Strategy*. 02 18, 2017 tarihinde EC web sitesi: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/2030-energy-strategy> adresinden alındı.

EC. (2016c). *2050 Energy Strategy*. 02 18, 2017 tarihinde EC web sitesi: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/2050-energy-strategy> adresinden alındı.

EC. (2016d). *Energy Strategy*. 02 18, 2017 tarihinde EC web sitesi: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy> adresinden alındı.

EC. (2016e). *Energy Security Strategy*. 02 18, 2017 tarihinde EC web sitesi: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/energy-security-strategy> adresinden alındı.

EEA. (2015). *Energy*. 08 22, 2016 tarihinde EEA web sitesi: <http://www.eea.europa.eu/downloads/10c6d3802fbf4e3cacdf0c09f6858bbe/1438350090/energy.pdf> adresinden alındı.

EEA. (2016). *Günümüzde Avrupa'da Hava Kalitesi*. 02 16, 2017 tarihinde EEA web sitesi: <http://www.eea.europa.eu/tr/isaretler/isaretler-2013/makaleler/gunumuzde-avrupada-hava-kalitesi> adresinden alındı.

EEA. (2017). *Hava Kirliliği*. 02 16, 2017 tarihinde EEA web sitesi: <http://www.eea.europa.eu/tr/themes/air/intro> adresinden alındı.

Eker, B. (2016). *Alternatif Enerji Kaynağı: Biomas*. 07 14, 2016 tarihinde 3eelectrotech web sitesi: <http://www.3eelectrotech.com.tr/arsiv/yazi/129-alternatif-enerji-kaynagi-biomas> adresinden alındı.

- Elmas, M. S. (2015). *Paris İklim Konferansı Sonrasında Dünyanın Geleceğini Neler Bekliyor?* 08 04, 2016 tarihinde Globalpse web sitesi: <http://globalpse.org/paris-iklim-konferansi-sonrasinda-dunyanin-gelecegini-neler-bekliyor/> adresinden alındı.
- Erdil, M. (2015, 11 27). *9 Maddede Paris İklim Zirvesi*. 07 14, 2016 tarihinde Hürriyet gazetesi: <http://www.hurriyet.com.tr/9-maddede-paris-iklim-zirvesi-40019990> adresinden alındı.
- Euroobserver. (2014). *Renewable Municipal Waste Barometers 2014*. 08 14, 2014 tarihinde Euroobserver web sitesi: <https://www.eurobserv-er.org/category/barometers-in-english/> adresinden alındı.
- EUROSTAT. (2016a). *Energy From Renewable Sources*. 08 07, 2016 tarihinde Eurostat web sitesi: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_from_renewable_sources adresinden alındı.
- EUROSTAT. (2016b). *Energy Production and Imports*. 01 23, 2017 tarihinde Eurostat web sitesi: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_production_and_imports adresinden alındı.
- EWEA. (2015). *Wind In Power 2015 European Statistics*. 08 12, 2016 tarihinde Windeurope web sitesi: <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/statistics/EWEA-Annual-Statistics-2015.pdf> adresinden alındı.
- Farley, J. F. (2008). Modern İnsan Kaynaklı Küresel Isınmaya Bilimsel Bakış. *Monthly Review*(19), 113-134.
- Foster, J. B. (2006). *Emperyalizmin Yeniden Keşfi*. (Ç. Çıdamlı, Çev.) İstanbul: Kalkedon Yayınları.
- Foster, J. B. (2012). *Marksist Ekoloji*. (B. Baysal, Çev.) İstanbul: Kalkedon Yayınları.
- Foster, J. B.; Clark, B. (2008). Rachel Carson'un Ekolojik Eleştirisi. *Monthly Review*(19), 165-181.

GAIN. (2009). *EU-27 Biofuels Annual*. 08 11, 2016 tarihinde Global Agricultural Information Network (GAIN) web sitesi:

http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/General%20Report_The%20Hague_Netherlands-Germany%20EU-27_6-15-2009.pdf adresinden alındı.

GAIN. (2015). *EU Biofuels Annual*. 08 11, 2016 tarihinde Global Agricultural Information Network (GAIN) web sitesi:

http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_The%20Hague_EU-28_7-15-2015.pdf adresinden alındı.

Gilpin, R. (2013). *Uluslararası ilişkilerin Ekonomi Politikası*. (M. Duran, S. Oktay, M. K. Ceyhan, & G. Polat, Çev.) Ankara: Kripto Kitaplar.

Glanville, K. (2012). *Capitalism, Sustainability and Biofuels: Strategies for the Future in Ethiopia and Worldwide*. 08 12, 2016 tarihinde Global Food System Analysis web sitesi: <http://globalfoodsystemanalysis.weebly.com/biofuels.html> adresinden alındı.

Gore, A. (1993). *Küresel Denge, Ekoloji ve İnsan Ruhu*. İstanbul: Sabah Yayınları.

Gore, A. (2010). *Tercih Sizin*. (S. Toksoy, Çev.) İstanbul: Optimist Yayınları.

Güneş, A. M. (2010). İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nden Kyoto Protokolü'ne Küresel Isınmaya Karşı Uluslararası Alandaki Hukuki Gelişmeler, Türkiye. *Türkiye Barolar Birliği Dergisi* (87), s. 43-89.

<https://tr.scribd.com/document/43884748/%C4%B0klim-De%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fi-Cerceve-Sozle%C5%9Fmesi-nden-Kyoto-Protokolu-ne-Kuresel-Is%C4%B1nmaya-Kar%C5%9F%C4%B1-Uluslararası-Alandaki-Hukuki-Geli%C5%9Fmeler> adresinden alındı.

Hattingh, S. (2008). *Gıda Ticaretinin Ölümcül Liberalizasyonu*. 08 12, 2016 tarihinde Karabasan web sitesi: <http://www.karasaban.net/gida-ticaretinin-olumcul-liberalizasyonu/> adresinden alındı.

Hatunoğlu, E. E. (2010). *Biyoyakıt Politikalarının Tarım Sektörüne Etkileri*. 08 07, 2016 tarihinde TC Kalkınma Bakanlığı web sitesi: <http://tarim.kalkinma.gov.tr/wp-content/uploads/2014/11/EmrahHatunoglu-Tez.pdf> adresinden alındı.

- IEA (International Energy Agency). (2015). *2015 Key World Energy Statistics*. 07 26, 2016 tarihinde IEA web sitesi:
https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld_Statistics_2015.pdf adresinden alındı.
- IPCC. (1990). *First Assessment Report*. 07 26, 2016 tarihinde IPCC sitesi web adresi:
https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml adresinden alındı.
- IPCC. (1995). *Second Assessment Report*. 07 26, 2016 tarihinde IPCC sitesi web adresi:
https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml adresinden alındı.
- IPCC. (2001). *Third Assessment Report*. 07 26, 2016 tarihinde IPCC sitesi web adresi:
https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml adresinden alındı.
- IPCC. (2007). *Fourth Assessment Report*. 07 26, 2016 tarihinde IPCC sitesi web adresi:
https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml adresinden alındı.
- IPCC. (2014). *Fifth Assessment Report*. 07 26, 2016 tarihinde IPCC sitesi web adresi:
https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml adresinden alındı.
- JRC. (2008). *Biofuels in the European Context, Fact and Uncertainties*. EC web sitesi:
https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/jrc_biofuels_report.pdf adresinden alınmıştır.
- Kaboğlu, İ. (1995). *Çevre Hakkı*. İstanbul: İletişim.
- Kaya, D.; Öztürk, H. H. (2012). *Biyogaz Teknolojisi*. Kocaeli: Umuttepe Yayınları.
- Kazokoğlu, C. (2015, 11 30). *10 Grafikte BM İklim Değişikliği Konferansı ve Türkiye*. 08 06, 2016 tarihinde BBC web sitesi:
http://www.bbc.com/turkce/ekonomi/2015/11/151130_cop21_turkiye_cuneyt_kazokoglu adresinden alındı.

- Keleş, R.; Hamamcı, C. (2002). *Çevrebilim*. Ankara: İmge Kitabevi.
- Kennedy, P. (1995). *Yirmi Birinci Yüzyıla Hazırlanırken*. (F. Üçcan, Çev.) Ankara: Türkiye İş Bankası Yayınları.
- Kışlalıoğlu, M.; Berkes, F. (2001). *Ekoloji ve Çevre Bilimleri*. İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Kıvılcım, İ. (2013). *2020'ye Doğru Kyoto-Tipi İklim Değişikliği Müzakereleri*. 08 28, 2016 tarihinde İKV web sitesi: <http://www.ikv.org.tr/images/files/Kyoto.pdf> adresinden alındı.
- Lamrani, S. (2008). *Gıda Krizi ve Biyoyakıtlar*. 08 12, 2016 tarihinde Sendika10 web sitesi: <http://sendika10.org/2008/09/gida-krizi-ve-biyoyakitlar-salim-lamrani/> adresinden alındı.
- Levidow, L. (2012). *EU Criteria for Sustainable Biofuels: Accounting for Carbon, Depoliticising Plunder*. 08 12, 2016 tarihinde Harvard University Kennedy School web sitesi: https://www.hks.harvard.edu/sdn/articles/files/LL_EU%20criteria%20biofuels_Georum%2013.pdf adresinden alındı.
- Levidow, L.; Papaioannoui, T.; Birch, K. (2012). Neoliberalising Technoscience and Environment: EU Policy for Competitive, Sustainable Biofuels. (Eds: L. Pellizzoni, & M. Ylönen) içinde, *Neoliberalising Technoscience: Theory, Technology and Society* (s. 159-186). Farnham: Ashgate.
- Lewontin, R. (1998). *The Maturing of Capitalist Agriculture: Farmer as Proletarian*. 08 12, 2016 tarihinde Monthly Review web sitesi: https://archive.monthlyreview.org/index.php/mr/article/view/MR-050-03-1998-07_6 adresinden alındı.
- Lynas, M. (2009). *Karbon Ayak İziniz*. İstanbul: Açık Radyo Kitapları.
- Magdoff, F. (2008). Biyoyakıtların Ekonomi Politigi. *Monthly Review*(19), 57-73.
- MESS, T. M. (2008). *Yeşil İş Stratejisi*. (A. Kardam, Çev.) İstanbul: MESS.

- Michalopoulos, S. (2016). *Commission Under Fire Over Post-2020 Biofuels Targets*. 02 18, 2017 tarihinde Euractiv web sitesi: <http://www.euractiv.com/section/energy/news/commission-under-fire-over-post-2020-biofuels-targets/> adresinden alındı.
- Michalopoulos, S. (2017). *EU Risks Missing Climate Goals Without 'Sustainable' Biofuels, Experts Warn*. 02 18, 2017 tarihinde Euractiv web sitesi: <https://www.euractiv.com/section/energy/news/eu-risks-missing-climate-goals-without-sustainable-biofuels-experts-warn/> adresinden alındı.
- MMO. (2014). *Enerji Ekipmanları Yerli Üretimi, Durum Değerlendirmesi ve Öneriler*. 08 12, 2016 tarihinde Makina Mühendisleri Odası web sitesi: http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/2519fa061ea2e00_ek.pdf adresinden alındı.
- Narin, M. (2008). *Dünyada ve Türkiye'de Enerji Tarımı*. 08 12, 2016 tarihinde Dokuz Eylül Üniversitesi web sitesi: http://www.deu.edu.tr/userweb/iibf_kongre/dosyalar/narin.pdf adresinden alındı.
- Oğuz, Ö. (2015). *İklim Değişikliğine Karşı Paris Anlaşması İmzalandı*. 08 04, 2016 tarihinde Vesaire web sitesi: <http://vesaire.org/iklim-degisikligine-karsi-paris-anlasmasi-imzalandi/> adresinden alındı.
- Pallemaerts, M. (1993). *Stockholm'den Rio'ya Uluslararası Çevre Hukuku: Geleceğe Doğru Geri Adım mı?* 07 14, 2016 tarihinde Ankara Üniversitesi web adresi: <http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/42/480/5594.pdf> adresinden alındı.
- Porritt, J. (1988). *Yeşil Politika*. (A. Türker, Çev.) İstanbul: Ayrıntı Yayınevi.
- Rajan, K. S. (2012). *Biyokapital*. (A. D. Temiz, Çev.) İstanbul: Metis.
- Rapier, R. (2008). *The Politics of Renewable Energy: Unintended Consequences of Biofuel Policies*. 08 12, 2016 tarihinde E-International Relations web sitesi: <http://www.e-ir.info/2008/02/10/the-politics-of-renewable-energy-unintended-consequences-of-biofuel-policies/> adresinden alındı.

- Renssen, S. v. (2016). *Biofuels Are Back On the EU Agenda*. 02 18, 2017 tarihinde Energypost web sitesi: <http://energypost.eu/biofuels-back-eu-agenda/> adresinden alındı.
- Saraçoğlu, N. (2010). *Küresel İklim Değişimi, Biyoenerji ve Enerji Ormancılığı*. Ankara: Efil Yayınevi.
- Sapp, M. (2016). *EU Pits Conventional Biofuels Against Advanced Biofuels in New 2030 Policy*. 02 18, 2017 tarihinde Biofuelsdigest web sitesi: <http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2016/11/30/eu-pits-conventional-biofuels-against-advanced-biofuels-in-new-2030-policy/> adresinden alındı.
- Sayman, R. Ü. (2015). *İklim Değişikliği ile Mücadelede Çarpan Etkisi: Paris Anlaşması*. 08 04, 2016 tarihinde REC web sitesi: http://www.rec.org.tr/dyn_files/42/6600-Paris-Anlasmasi-COP21-Degerlendirme-RECTurkiye.pdf adresinden alındı.
- Sönmez, F. (2016). *40 Yıl Sonra İlk Kez ABD'den AB'ye Ham Petrol İhracatı Gerçekleşti*. 07 31, 2016 tarihinde Enerji Enstitüsü web sitesi: <http://enerjienstitusu.com/2016/01/22/40-yil-sonra-ilk-kez-abdden-avrupaya-ham-petrol-ihracati-gerceklesti/> adresinden alındı.
- Sönmezoğlu, F. (1998). *Uluslararası Politikada Yeni Alanlar Yeni Bakışlar*. İstanbul: Der Yayınları.
- Sönmezoğlu, F.; Güneş, H.; Keleşoğlu, E. (2013). *Uluslararası İlişkilere Giriş*. İstanbul: Der Yayınları.
- Spence, C. (2007). *Küresel Isınma*. İstanbul: Pegasus Yayınları.
- Şahin, Ü.; Turhan, E.; Parker, H.; Göğüş, M. K. (2015). *COP21'in Ardından*. 08 04, 2016 tarihinde İstanbul Politikalar Merkezi web sitesi: <http://ipc.sabanciuniv.edu/new/cop21-ardindan/> adresinden alındı.
- Tanuro, D. (2011). *Yeşil Kapitalizm İmkansızdır*. (V. Yalçintoklu, Çev.) İstanbul: Habitus Kitap.

- Türkeş, M.; Kılıç, G. (2004). *Avrupa Birliği'nin İklim Değişikliği Politikaları ve Önlemleri*. 08 22, 2016 tarihinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü web sitesi: <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/ABiklim.pdf> adresinden alındı.
- Uğur, A. (2005). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun Tasarısı*. 07 31, 2016 tarihinde Elektrik Mühendisleri Odası web sitesi: http://www.emo.org.tr/ekler/6f041e16a60928b_ek.pdf?dergi=4 adresinden alındı.
- Ünder, H. (1996). *Çevre Felsefesi*. Ankara: Doruk Yayınları.
- Ünver, Ü.; Bilgin, H.; Güven, A. (2015). Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Sistemler. *Mühendis ve Makina*, 56(663), 57-64.
- Üstün, N. (2013). *Kaya Gazının Dünya Enerji Piyasasındaki Yeri ve Türkiye*. 07 31, 2016 tarihinde Konya Ticaret Odası web sitesi: <http://www.kto.org.tr/d/file/kaya-gazinin-dunya-enerji-piyasasindaki-yeri-ve-turkiye.pdf> adresinden alındı.
- Vasavi, A. R. (2001). *Loss of the Local and Spectres of the Global*. 08 12, 2016 tarihinde Agricultures Network web sitesi: <http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/global/go-global-or-stay-local/loss-of-the-local-and-spectres-of-the-global> adresinden alındı.
- White, B.; Dasgupta, A. (2010). *Agrofuels Capitalism: A View From Political Economy*. 08 12, 2016 tarihinde Reserach Gate web sitesi: https://www.researchgate.net/publication/46486153_Agrofuels_Capitalism_A_View_from_Political_Economy adresinden alındı.
- WWF. (2013). *IPCC 5. Değerlendirme Raporu Açıklandı*. 08 08, 2016 tarihinde WWF web sitesi: <http://www.wwf.org.tr/?2340> adresinden alındı.
- Yıkılmaz, N. (2003). *Yeni Dünya Düzeni ve Çevre*. İstanbul: Sosyal Araştırmalar Vakfı.
- Yıldız, D. (2013). *AB'nin Rusya'ya Enerji Bağımlılığı Azalır Mı?*. (Ed). 07 28, 2016 tarihinde ToprakSuEnerji web sitesi:

http://topraksuenerji.org/Russia_is_the_EU_s_Energy_Dependence_is_reduced_or_R_EPORT.pdf adresinden alındı.

Yıldız, F. (2012). *Avrupa Birliği Enerji Politikaları ve Enerji Arz Güvenliği Araştırmaları*. 08 08, 2016 tarihinde Academia.edu web sitesi:

https://www.academia.edu/4460118/Avrupa_Birli%C4%9Fi_Enerji_Politikalar%C4%B1_ve_Enerji_Arz_G%C3%BCvenli%C4%9Fi_Aray%C4%B1%C5%9Flar%C4%B1_European_Union_Energy_Policy_and_Seeking_for_Security_of_Energy_Supply_ adresinden alındı.

Zengin, I. (2015). Küresel İklim Değişikliği Rejiminin Oluşturulmasında Hegemonik Güçlerin Önemi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi.

Zhang, D.; Flipo, F.; Kallis, G.; Berg, J.; Weiler, R.; Hueting, R. (2015). *Yeşil Ekonomi, Küçülmek Güzeldir*. (S. Erengezgin, Çev.) İstanbul: Yeni İnsan Yayınevi.

ÖZGEÇMİŞ

30 Mart 1985'te Tokat'ta doğdum. İlk ve ortaokulu İstanbul ve Aydın'da okudum. 1999 yılında Kabataş Erkek Anadolu Lisesi'ne girdim. 2004 yılında İstanbul Üniversitesi Biyoloji Bölümü'ne başladım, 2011'de mezun oldum. 2013 yılında Beykent Üniversitesi Uluslararası İlişkiler Anabilim dalında yüksek lisans eğitimime başladım.

Doğa Bilimleri, felsefe ve edebiyat temel ilgi alanlarımdır.

Ergün ÖZÜTEMİZ

