



**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARI:
BİYOETANOL ÜRETİMİ VE TÜRKİYE
İÇİN UYGUN HAMMADDE SEÇİMİ**

SEDA KUTLUER

**İKTİSAT ANABİLİM DALI
İKTİSAT POLİTİKASI BİLİM DALI**

TEMMUZ 2015



**ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARI: BİYOETANOL ÜRETİMİ VE
TÜRKİYE İÇİN UYGUN HAMMADDE SEÇİMİ**

Seda KUTLUER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
İKTİSAT POLİTİKASI BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

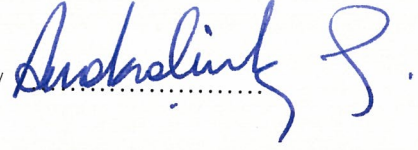
TEMMUZ 2015

Seda KUTLUER tarafından hazırlanan “Alternatif Enerji Kaynakları : Biyoetanol Üretimi ve Türkiye İçin Uygun Hammadde Seçimi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi İktisat Anabilim Dalında İktisat Politikası Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. A. Hakan ÇERMİKLİ

İktisat Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/



Başkan : Prof. Dr. Müslüme NARİN

İktisat Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

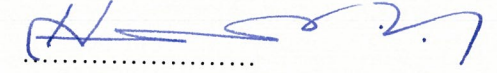
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/



Üye : Prof. Dr. Harun ÖZTÜRKLER

Ekonometri Anabilim Dalı, Kırıkkale Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/



Tez Savunma Tarihi: 30/07/2015

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.



Doç. Dr. Nihat YAZILITAŞ

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdür Vekili

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.



Seda KUTLUER

30/07/2015

ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARI: BİYOETANOL ÜRETİMİ VE TÜRKİYE İÇİN UYGUN HAMMADDE SEÇİMİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Seda KUTLUER

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2015

ÖZET

Yaşamın her alanında ihtiyaç duyulan ve gelişmişliğin önemli bir göstergesi olan enerji, ülkeler için kritik ve stratejik önemdedir. Bu itibarla enerji arz ve güvenliğine ilişkin politikalar ülkelerin en önemli gündem maddeleri arasında her zaman yer almaktadır. Dünyada enerji tüketimi büyük ölçüde fosil yakıtlara dayanmakla birlikte son yıllarda yenilenebilir enerji kaynakları çeşitlendirilmekte ve kullanımı artmaktadır. Özellikle Brezilya gibi petrol ve doğalgaz açısından zengin rezervlere sahip olmayan ülkelerde enerji bağımlılığını azaltmak amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına önem verilmektedir. Bunun yanı sıra Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada gibi net petrol ihracatçısı ülkelerde de gelecekte enerji arzı sorunuyla karşılaşmamak amacıyla bu enerji türüne yatırım yapılmaktadır. Biyoetanol, daha çok araçlarda kullanılmak üzere, tarımsal ürünlerden etanol (alkol) üretilmesidir ve yenilebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahiptir. Net petrol ithalatçısı olan ve aynı zamanda verimli tarım arazisine sahip ülkemizde biyoetanol üretiminin ekonomik ve sosyal faydaları bulunmaktadır. Bu açıdan ülkemizde üretimi yapılan belli başlı tarım ürünlerinden uygun hammadde belirlenerek biyoetanol üretimi politikalarına ağırlık verilmelidir. Bu yönde yapılacak çalışmalara katkıda bulunmak amacıyla bu tez çalışmasında belli başlı tarım ürünleri biyoetanol üretim maliyeti açısından incelenmiştir.

Bilim kodu : 1.038. 1.272

Anahtar Kelimeler : Biyoetanol, Alternatif Enerji Kaynakları, Türkiye

Sayfa Adedi : 118

Danışman : Prof. Dr. A. Hakan ÇERMİKLİ

ALTERNATIVE ENERGY RESOURCES: BIOETHANOL PRODUCTION AND
SELECTION OF APPROPRIATE RAW MATERIAL FOR TURKEY

(M. Sc. Thesis)

Seda KUTLUER

GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SOCIAL SCIENCES

July 2015

ABSTRACT

And energy needed for countries an important indicator of development in all spheres of life are critical and strategic importance. Policies on energy supply and security is always located in this regard among the most important items on the agenda of the country. Fossil energy consumption in the world is largely based on renewable energy sources, although in recent years and are increasingly used to fuel diversification. In particular in order to reduce energy dependency for countries which do not have rich reserves of oil and natural gas in terms of importance it is given to renewable energy sources, such as Brazil. Moreover, net oil-exporting countries as well as in the United States of America and Canada in order to meet the future energy supply problem is being invested in this type of energy. Bioethanol, mostly for use in vehicles, ethanol from agricultural products (alcohol) is produced and has an important place among renewable energy sources. What is an oil importer, however, economic and social benefits of bioethanol efficient agricultural production in our country with the land. In this regard our country identified certain agricultural products made from raw materials appropriate weight should be given to the production of bioethanol production policy. In this thesis, the main agricultural products in order to contribute to the work to be done in this direction has been analyzed in terms of bioethanol production cost.

Science Code : 1.038. 1.272
Key Words : Bioethanol, Alternative Energy Sources, Turkey
Page Number : 118
Supervisor : Prof. Dr. A. Hakan ÇERMİKLİ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. ENERJİ, YENİLENEBİLİR ENERJİ VE ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARI	3
2.1. Enerjinin Tanımı, Enerji Kaynakları ve Sınıflandırması	3
2.2. Dünya’da ve Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Üretimi	6
2.2.1. Dünyada enerji tüketimi.....	6
2.2.2. Dünyada enerji üretimi	11
2.2.3. Türkiye’de enerji tüketimi ve üretimi	14
2.3. İklim Değişikliği, Türkiye ve AB Yenilenebilir Enerji Politikaları	20
2.3.1. Sera gazı, küresel ısınma ve iklim değişikliği	20
2.3.1.1. Zorunlu Karbon piyasası	22
2.3.1.2. Gönüllü karbon piyasası	23
2.3.1.3. İklim değişikliği konusunda uluslararası alanda yapılan çalışmalar ve Kyoto protokolü	23
2.3.1.3.1. Kyoto Protokolü esneklik mekanizmaları	27
2.3.1.3.2. IPCC’nin 4. ve 5. dönem raporunda iklim değişikliğine ilişkin yer verilen gözlemler	28
2.3.2. Dünya İklim Değişikliği Çerçevesinde Avrupa Birliği’nin (AB) yenilenebilir enerji politikaları.....	31
2.3.3. İklim Değişikliği ve Türkiye’de yenilenebilir enerji politikaları.....	33

Sayfa

2.3.3.1. Türkiye ikliminde beklenen muhtemel değişiklikler ve iklim değişikliği ile mücadele eylem planı	34
2.3.3.2. Türkiye'nin yenilenebilir enerji mevzuatı ve gelişmeler	36
3. ALTERNATİF ENERJİ KAYNAĞI OLARAK BİYOETANOL, TARIMSAL GİRDİ VE TARIMSAL ÜRÜN FİYATLARI	39
3.1. Dünya Tarımsal Girdi Kullanımı Gelişmeleri ve Biyoetanol Üretiminde Tarımsal Ürün Piyasaları	39
3.1.1. Dünya ekonomisi ve emtia piyasaları	39
3.1.2. Tarımsal ürün piyasaları	43
3.2. Biyoetanol Tanımı ve Biyoetanole İlişkin Yasal Düzenlemeler	48
3.3. Dünyada Biyoetanol Üreticisi Başlıca Ülkeler	51
3.3.1. ABD	52
3.3.2. Brezilya	53
3.3.3. Çin	54
3.3.4. Kanada	55
3.3.5. Hindistan	56
4. BİYOETANOL ÜRETİMİ VE BİYOETANOL ÜRETİMİNDE UYGUN HAMMADDE SEÇİMİNİN BELİRLENMESİ	59
4.1. Biyoetanol Arz İhtiyacı: Benzin tüketimi ve ihtiyaç duyulacak biyoetanol miktarı	59
4.2. Biyoetanol Üretiminde Uygun Hammadde Seçimi için Kriter Belirlenmesi	62
4.2.1. Tarımsal ürünün özellikleri	62
4.2.1.1. Hammaddenin ülke ihtiyacını karşılamadaki yeterliliği	63
4.2.1.2. Tarımsal hammadde üretiminde girdi kullanımı	64
4.2.1.3. Tarımsal hammadde üretiminde ortaya çıkan dekar başına verimlilik farkı	65
4.2.1.4. Depolanma süresi ve kapasitesi	65

	Sayfa
4.2.2. Hammaddenin biyoetanol özellikleri.....	66
4.2.2.1. Biyoetanol potansiyeli	66
4.2.2.2. Yan ürünler	67
4.2.3. Sosyal, iktisadi ve çevresel etkiler.....	68
4.2.3.1. Tarım ve sanayi istihdamını sağlaması.....	68
4.2.3.2. Biyoetanolün tarımsal hammadde maliyeti	69
4.2.3.3. Örgütlenme ve kooperatifleşme	69
4.2.3.4. Sera gazı salınımı	70
4.3. Ülkemizde Biyoetanol Hammaddesi Olarak Kullanılacak Tarımsal Ürünlerin Belli Kriterler Çerçevesinde İncelenmesi.....	73
4.3.1. Hammaddelerin biyoetanol değerlerinin belirlenmesi.....	73
4.3.1.1. Literatür çalışması ışığında biyoetanol değerleri.....	84
4.3.2. Tarımsal ürünlerin maliyetinin incelenmesi	84
4.3.3. Biyoetanol üretiminde ihtiyaç duyulan tarım arazisi.....	86
4.3.4. Biyoetanol maliyetleri ve benzin fiyatlarıyla karşılaştırması: Benzin fiyatının oluşumu.....	87
4.3.5. Biyoetanol üretiminde uygun tarım ürününün belirlenmesi.....	93
5.SONUÇ.....	97
KAYNAKLAR.....	101
EKLER.....	107
EK-1.....	108
EK-2.....	109
EK-3.....	110
EK-4.....	111
EK-5.....	117
ÖZGEÇMİŞ	118

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. BRICS ülkeleri, GSYH değişimi (2005 sabit fiyatlarla) ve enerji tüketimi	10
Çizelge 2.2. Kullanılan Kaynağa Göre Enerji Üretimi, 2013 (%).....	12
Çizelge 2.3. UNFCCC'yi İmzalayan Ülkeler.....	26
Çizelge 2.4. EK-B ülkeleri, taraf / sayısallaştırılmış salım sınırlandırma ya da azaltım taahhüdü veren ülkeler(baz yıl ya da dönemin %si olarak)	27
Çizelge 2.5. Deniz Seviyesinde Gözlenen Yükselme ve Farklı Sebeplerden Doğan Tahmini Katkıları	29
Çizelge 3.1. 2014 yılı dünyada biyoetanol üretimi	51
Çizelge 4.1. Petrol Ürünleri.....	60
Çizelge 4.2. 2015 yılı benzin tüketim tahmini ve biyoetanol arzı ihtiyacı (m ³).....	62
Çizelge 4.3. Hammaddeye göre değişen karbon yoğunlukları	72
Çizelge 4.4. Tarımsal ürünün biyoetanol değeri, Acaroğlu M.	74
Çizelge 4.5. Tarımsal ürünün biyoetanol değeri, Rice,B.....	75
Çizelge 4.6. Türkiye’de üretilen çeşitli tarım ürünlerinden biyoetanol potansiyelleri ve bu tahıllardan E5 ve E10 üretimi için gerekli olan miktarlar.....	76
Çizelge 4.7. Tarımsal ürünün biyoetanol değeri, Mortimer ve diğerleri.....	79
Çizelge 4.8. Tarımsal Ürünün Biyoetanol Değeri, Levelton Mühendislik	79
Çizelge 4.9. Ürünlerin biyoetanol değeri, BBI International	80
Çizelge 4.10. Tarımsal ürünün biyoetanol değeri, Smeets ve diğerleri.....	82
Çizelge 4.11. Tarımsal ürünün biyoetanol değeri, IFEU	83
Çizelge 4.12. Ürünlerin biyoetanol değeri, toplu gösterim (litre/ton)	83
Çizelge 4.13. Tarımsal ürün ve biyoetanol değeri (sonuç).....	84
Çizelge 4.14. Tarımsal ürünlerin üretim girdileri ve maliyeti	85

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.15. Tarımsal hammadde ürünlerinin fiyatı ve maliyeti.....	86
Çizelge 4.16. 2015 yılı arz ihtiyacını karşılamak için gereken tarım arazisi, dekar	87
Çizelge 4.17. Bir dekar araziden elde edilen biyoyakıt miktarı, 2012	88
Çizelge 4.18. Bir dekar araziden elde edilen biyoyakıt miktarı, 2013	88
Çizelge 4.19. Biyoetanol üretiminde ihtiyaç duyulan tarımsal ürün miktarı ve maliyeti'	89
Çizelge 4.20. Kurşunsuz benzinin 95 oktan 2013 yılı fiyat oluşumu tablosu (ortalama, TL).....	91
Çizelge 4.21. Benzin tüketimi, m ³	91
Çizelge 4.22. 95 oktan benzin rafineri çıkış fiyatı	92
Çizelge 4.23. Biyoetanol üretiminde ihtiyaç duyulan tarımsal ürün miktarı, verim, tarım arazisi ve maliyeti'.....	94
Çizelge 4.24. Maliyeti en düşük tarımsal ürün ile incelenen tarımsal ürünlerin karşılaştırılması	95

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Enerjinin sınıflandırılması.....	4
Şekil 2.2. Toplam enerji tüketimi, (milyon ton petrol eşdeğeri)	7
Şekil 2.3. Kişi başı enerji tüketimi, (ton petrol eşdeğer)	8
Şekil 2.4. Ülke ve ülke gruplarının enerji tüketimi ve nüfus oranları, 2013.....	9
Şekil 2.5. Enerji yoğunluğu, (kg petrol eşdeğer/1 USD).....	11
Şekil 2.6. Toplam enerji üretimi (milyon ton petrol eşdeğeri)	12
Şekil 2.7. Kişi başı enerji üretimi (ton petrol eşdeğeri).....	13
Şekil 2.8. Türkiye enerji tüketimi ve kömür ile yenilenebilir enerji üretimi (milyon ton petrol eşdeğer)	14
Şekil 2.9: Türkiye'nin Ham Petrol Arzı ve Yerli Üretim Oranı (Varil/Gün).....	15
Şekil 2.10. Türkiye Yenilenebilir Enerji Kaynakları Tüketimi (Milyon Ton Petrol Eşdeğer)	16
Şekil 2.11. Kişi Başına Enerji Tüketimi ve Kişi Başına GSYH	17
Şekil 2.12. 2013 Yılı Kaynaklara Göre Enerji Kullanımı	18
Şekil 2.13. 2012 Yılı Türkiye Enerji Tüketiminin Sektörel Dağılımı	19
Şekil 2.15. Sıcaklık, deniz seviyesi ve kuzey yarımküre kar tabakasındaki değişimler	30
Şekil 3.1. Emtia fiyat hareketleri	40
Şekil 3.2. Petrol, arpa, mısır ve buğday fiyat hareketleri, reel.....	42
Şekil 3.3. Emtia Fiyatları Tahmini, 2013-2025 (reel USD)	43
Şekil 4.1. Araç sayısı	61
Şekil 4.2. 250 yıllık süreçte etanol, piroliz yakıt ve elektriğin sera gazı salınımı, (petrol muadillerine kıyasla).....	71
Şekil 4.3. Bir ton biyoetanol üretmek için gereken buğday miktarı	77
Şekil 4.4. Bir ton biyoetanol üretmek için gereken şeker pancarı miktarı.....	78

Şekil	Sayfa
Şekil 4.5. Benzin fiyat bileşenleri	90
Şekil 4.6. Benzin fiyat oluşumunda vergi ve satış kanalları paylarının yüzdesel dağılımı	91

KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BM	Birleşmiş Milletler
BP	British Petroleum (Şirket)
BRICS Ülkeleri	Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika
CDM	Temiz Kalkınma Mekanizması (Clean Development Mechanism)
CER	Sertifikalandırılmış emisyon (salım) kredisi (Certification Emissions Reduction)
COP	Taraflar Konferansı (Conferences of the Parties)
DDGS	Besin değeri yüksek distilasyon yem hammaddesi (Dried Distillers Grains with Solubles)
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
ERU	Salınım Azaltım Kredisi (Emission Reduction Unit)
ET	Emisyon (Salım) Ticareti
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization)
GAIN	Global Tarım Bilgi Ağı (Global Agricultural Information Network)
GSYH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
IFEU	Enerji ve Çevre Araştırmaları Enstitüsü (Institut für Energie- und Umweltforschung)
IMF	Uluslararası Para Fonu (International Monetary Fund)
IPCC	Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change)
İTÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi
JI	Ortak Uygulama (Joint Implementation)
KDV	Katma Değer Vergisi
OPEC	Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (Organization of Petroleum Exporting Countries)

Kısaltmalar**Açıklamalar****ÖTV**

Özel Tüketim Vergisi

PETDER

Petrol Sanayi Derneği

TÜBİTAK

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

Türkşeker

Türkiye Şeker Fabrikaları Anonim Şirketi

UNFCCCBirleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
(United Nations Framework Convention on Climate
Change)**USD**

Amerikan Doları

WMODünya Meteoroloji Örgütü (World Meteorological
Organization)

1. GİRİŞ

Günümüzde, enerjinin artan ihtiyacı ve önemi nedeniyle geleneksel enerji kaynaklarından çevreyi daha az kirleten ve tükenebilir olmayan yeni enerji türleri aranmaktadır. Bu arayışların önceliği olarak yenilenebilir ve çevre dostu olan alternatif enerji kaynaklarının kullanımına yönelik eğilimler artmıştır. Biyoyakıt, son yıllarda üretimi artmakta olan bir enerji türü olup, ABD ve Brezilya biyoyakıt üreten ülkelerin başında gelmektedir. 2013 yılında bu iki ülke, tüm dünyadaki üretimin %68'ini gerçekleştirmiştir.

Türkiye'de enerji tüketimi ağırlıklı olarak fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Ülkemizde yenilenebilir enerji kaynakları, 2013 yılında toplam enerji tüketiminin %14'ünü karşılamıştır. Yapısında, nişasta, şeker veya selüloz özlü tarımsal hammadde (şeker pancarı, mısır, buğday, arpa ve patates gibi) bulunan biyoetanol, ülkemizde 2000'li yılların başında kullanılmaya başlanmıştır.

Biyoetanol, tek başına veya benzine harmanlanarak kullanılmaktadır. Ülkemizde, şeker pancarı, mısır ve buğdaydan biyoetanol üretimi yapılmaktadır. Buna ilave olarak, ülkemizde tüketilen petrolün yaklaşık %10'u yerli kaynaklardan sağlanmaktadır. Bu gelişmeler doğrultusunda, biyoetanolün benzine harmanlama yükümlülüğü ile ilgili olarak Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından yapılan düzenlemeye göre; benzine 2013 yılında %2, 2014 yılında %3 oranında etanol katılması zorunluluğu getirilmiştir.

Bu tez çalışmasının öncelikli amacı; ülkemizde biyoetanol üretiminde kullanılan en uygun tarımsal hammaddenin seçimini ortaya koymaktır. Bu doğrultuda, birinci bölümde, enerjinin tanımı ve kaynaklarına yer verilmiş; küresel çerçevede ve ülkemiz bazında enerji üretimi ve tüketimi incelenmiştir. Sera gazı, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkilerinden bahsedilmiş ve sera gazı salınımını azaltmayı hedefleyen Kyoto Protokolünün temel unsurları incelenmiştir. İkinci bölümde ise biyoetanolün tanımı ve buna ilişkin mevzuat düzenlemeleri ele alınmıştır. Bu bölümde, dünyadaki başlıca biyoetanol üreticisi olan ABD, Brezilya, Çin, Kanada ve Hindistan gibi ülkelerin biyoetanol üretiminde kullandıkları tarımsal

hammaddelerin piyasasından bahsedilmiştir. Son bölümde ise ülkemizde biyoetanol üretiminde kullanılan şeker pancarı, mısır, patates, buğday ve arpa gibi tarımsal ürünler; biyoetanol potansiyeli, tarımsal ürünün maliyeti, dekar başına verimlilik ve biyoetanol üretim maliyeti kriterleri yönünden kıyaslamaların neticesinde uygun hammadde seçimi yapılmaya çalışılmıştır.

2. ENERJİ, YENİLENEBİLİR ENERJİ VE ALTERNATİF ENERJİ KAYNAKLARI

2.1. Enerjinin Tanımı, Enerji Kaynakları ve Sınıflandırması

Yaşamın her alanında ihtiyaç duyulan enerji, ekonomik, sosyal ve kültürel kalkınmanın en temel öğelerinden biridir. Enerji, kısaca bir cismin veya bir sistemin iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Alkan (2015) ise, enerji kavramını, insan hayatının ve toplumsal yaşamın temel girdisi olarak ele alındığında fiziksel ve üretime dayalı tüm etkinliğin kaynağı şeklinde nitelemektedir.¹

Ülkelerce kullanılan enerji miktarı ülkelerin ekonomik, kültürel ve bilimsel seviyelerini gösteren önemli bir ölçüttür. Dünyamızda sanayileşmiş ülkelerde yaşayan nüfus, dünya toplam enerjisinin yaklaşık %60'ını kullanırken, gelişmekte olan ülkelerde yaşayan nüfus sadece %40'ını tüketmektedir.² Örneğin, dünyada en fazla enerji tüketen ülke konumundaki ABD'nin toplam enerji tüketimi Hindistan'ın 5 katı, kişi başı enerji tüketiminde ise 20 katıdır.

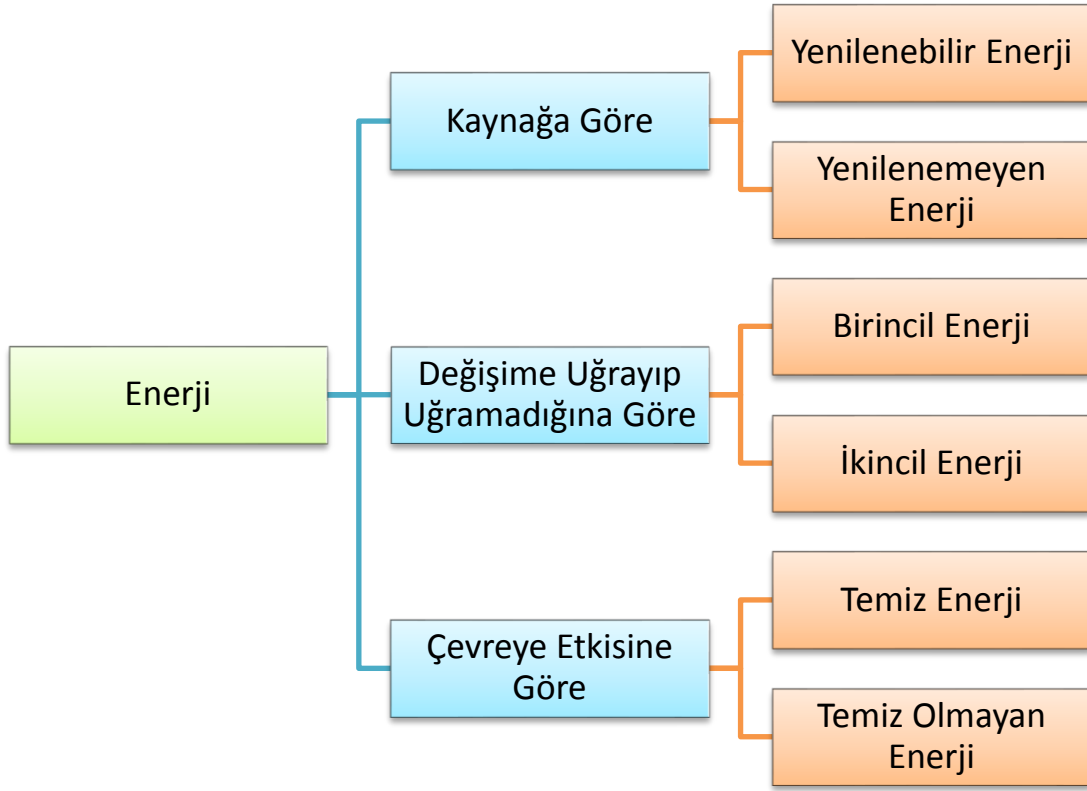
Ekonomik anlamda değişik yöntemlerle enerji elde edilen kaynaklar, "enerji kaynakları" olarak isimlendirilmekte ve değişik şekillere dönüştürülerek kullanılmaktadır.³

Enerjinin sınıflandırılması aşağıdaki şekilde toplu olarak gösterilmektedir (Bkz. Şekil 2.1.).

¹ Alkan, M.N. (2015). AB Enerji güvenliği ve Ukrayna meselesi. *Karadeniz Araştırmaları*, (44), 217.

² Bacanlı, Ü.G. (2006). *Türkiye'de enerji kaynakları ve hidroelektrik enerjinin önemi*. Türkiye 10. Enerji Kongresi, Bildiriler Kitabı, I, 91-99.

³ Koç, E. ve Şenel, M.C. (2013). Dünyada ve Türkiye'de enerji durumu, genel değerlendirme. *Mühendis ve Makine*, 54(639), s.32-44



Şekil 2.1. Enerjinin sınıflandırılması

Enerji kaynakları, enerjinin elde edildiği kaynağa göre yenilenebilir ve yenilenebilir olmayan enerji, enerjinin değişime uğrayıp uğramamasına göre birincil ve ikincil enerji kaynakları, enerjinin kullanılması esnasında çevreye olan etkileri açısından temiz ve temiz olmayan enerji kaynakları olarak sınıflandırılabilir.

Yaygın olarak, enerji sınıflandırması yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak iki grupta yapılmaktadır.⁴ Yenilenemeyen enerji, enerji hammaddesi olarak kullanıldığında, yeniden oluşamayan enerji kaynakları olarak tanımlanır. Örneğin; kömür (taş, linyit, turba), petrol, doğalgaz, asfaltit, uranyum, toryum.⁵ Yenilenemeyen enerji; atom çekirdeğinin bölünmesi (filyon) veya birleşmesi (füzyon) sonucu ortaya çıkan enerji olarak tanımlanan nükleer enerji⁶ ve diğer adı geleneksel enerji olan, ölen canlı organizmaların oksijensiz ortamda

⁴ Külebi, A. (2007). *Türkiye'nin enerji sorunları ve nükleer gereklilik*. Ankara: Bilgi Yayınevi.

⁵ Ammous, S. H. (2011). *Alternative energy science and policy: Biofuels as a case study*. Columbia University.

⁶ Külebi, a.g.e., 2007, s 40.

milyonlarca yıl boyunca çözülmesi ile oluşan hidrokarbon içeren kömür, petrol ve doğal gazdan oluşan fosil yakıt kaynaklı enerji⁷ olmak üzere iki grupta incelenebilir.

Yenilenebilir enerji ise doğanın kendi evrimi içinde, bir sonraki gün aynen mevcut olabilen, oldukça uzun sayılabilecek bir gelecekte tükenmeden kalabilecek enerji kaynağı olarak tanımlanmaktadır.⁸ Bu enerjinin özelliği, kullanılsın ya da kullanılsın çevremizde var olmasıdır. Geleneksel enerji kaynaklarına alternatif olan bu enerji kaynaklarına güneş, rüzgar, hidrolik, biyokütle, jeotermal ve deniz kaynaklı enerjiler (gel-git, dalga, akıntı vb.) örnek olarak verilebilir.⁹

Diğer bir sınıflandırmaya göre; enerji, değişime uğrayıp uğramadığına göre birincil ve ikincil enerji kaynağı olarak gruplandırılabilir. Birincil enerji kaynağı, doğal enerjiler olarak da adlandırılmakta olup, doğadaki enerjilerin herhangi bir değişim veya dönüşüm geçirmemiş halidir.¹⁰ Yenilenemeyen (tükenebilir) ve yenilenebilir enerjilerin tümü birincil enerjidir.¹¹ İkincil enerji kaynağı ise birincil enerji kaynaklarından dönüştürülen enerjilerdir. Elektrik, benzin, mazot, motorin, havagazı, kok kömürü, hidrojen, ısı ve kimyasal gibi tüketilen enerjiler, ikincil enerji kaynaklarına örnek olarak verilebilir.¹²

Son olarak, enerji, kullanımı esnasında çevreye olan etkileri açısından temiz ve temiz olmayan enerji kaynakları olarak sınıflandırılmaktadır. Kullanımı sırasında çevreye zarar vermeyen enerjiler temiz enerji kaynağı olarak adlandırılmaktadır. Buna yenilenebilir enerjiler örnek olarak gösterilebilir. Kyoto Protokolü ile karbon salınımını azaltmaya yönelik politika önerilerini içeren temiz enerji politikaları önem kazanmıştır. Sera gazı salınımı az olan enerjilerin kullanımı yani yeşil enerji

⁷ İnternet: http://tr.wikipedia.org/wiki/Fosil_yak%C4%B1tlar 12 Ocak 2015 tarihinde alınmıştır.

⁸ Külekçi, Ö.Ç. (2009). Yenilenebilir enerji kaynakları arasında jeotermal enerjinin yeri ve Türkiye açısından önemi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2, 83-91

⁹ Madaeni, S. (2012). *Challenges in renewable energy integration*, PhD Thesis, The Ohio State University Industrial and Systems Engineering, ABD; Denholm, P. (2004). *Environmental and policy analysis of renewable energy enabling technologies*, Ph.D. Thesis, University of Wisconsin-Madison, ABD.

¹⁰ Külekçi, a.g.m., 2009, s 84.

İnternet: http://www.classroom-energy.org/energy_09/3.html, 1 Ocak 2015 tarihinde alınmıştır.

¹¹ Mareen, D. (2007). *Renewable energy projects, when appropriately researched and configured, can they be an acceptable alternative to fossil fuels for producing energy?*. Master's Thesis. State University of New York Empire State College, ABD; Pimentel, D. (2008). *Biofuels, solar and wind as renewable energy systems*. Benefits and risks. New York: Springer.

¹² İnternet: <http://www.energy4me.org/energy-facts/energy-sources/>, 15 Ocak 2015 tarihinde alınmıştır.

politikaları ülkelerin gündemindedir.¹³ Kullanımı sırasında çevreyi kirleten enerjiler ise temiz olmayan enerji olarak adlandırılmaktadır. Bunlara örnek olarak petrol, kömür, doğalgaz gibi yakıldığında ortaya çıkardıkları karbon emisyonu miktarı çok olan enerji kaynakları verilebilir.¹⁴

2.2. Dünya’da ve Türkiye’de Enerji Tüketimi ve Üretimi

Bu bölümde, küresel çerçevede ve ülkemiz bazında enerji üretimi ve tüketimi incelenecektir. Bu bölümde enerji üretim ve tüketimine ilişkin veriler “BP Statistical Review of World Energy Haziran 2014” raporu¹⁵ ve bu rapora ilişkin veri setinden alınmıştır. Kişi başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH)¹⁶ ile kişi başı enerji tüketimi hesaplamasında kullanılan nüfus bilgileri¹⁷ ise Dünya Bankası veri setinden temin edilmiştir.

2.2.1. Dünyada enerji tüketimi

Uluslararası Para Fonu (International Monetary Fund, IMF) tarafından “Gelişmiş Ülkeler” olarak nitelendirilen ve enerji tüketim verisi bulunan 28 ülke, 2013 yılı itibarıyla dünya nüfusunun %14’ünü oluşturmasına rağmen dünya üzerinde üretilen enerjinin %40’ını tüketmektedir.

2013 yılı itibarıyla dünya nüfusunun %4’ünü oluşturan ABD, toplam enerjinin %18’ini tüketmektedir. Gelişmiş ülkelerde kişi başı tüketilen enerjinin en yüksek olduğu ülke, 5,4 milyon nüfuslu Singapur’dur. Bu ülkeyi Kanada, Norveç ve ABD takip etmektedir.

¹³ Gilau, A. (2006). *Optimal energy options under clean development mechanism: renewable energy projects for sustainable development and carbon emission reduction*, Pittsburgh, Pennsylvania; Galarraga, I., Gonzalez-Eguino, M. and Markandya, A. (2011). *Handbook of sustainable energy*. Edward Elgar Publishing Limited.

¹⁴ Gilau, a.g.e., 2006, s 154.

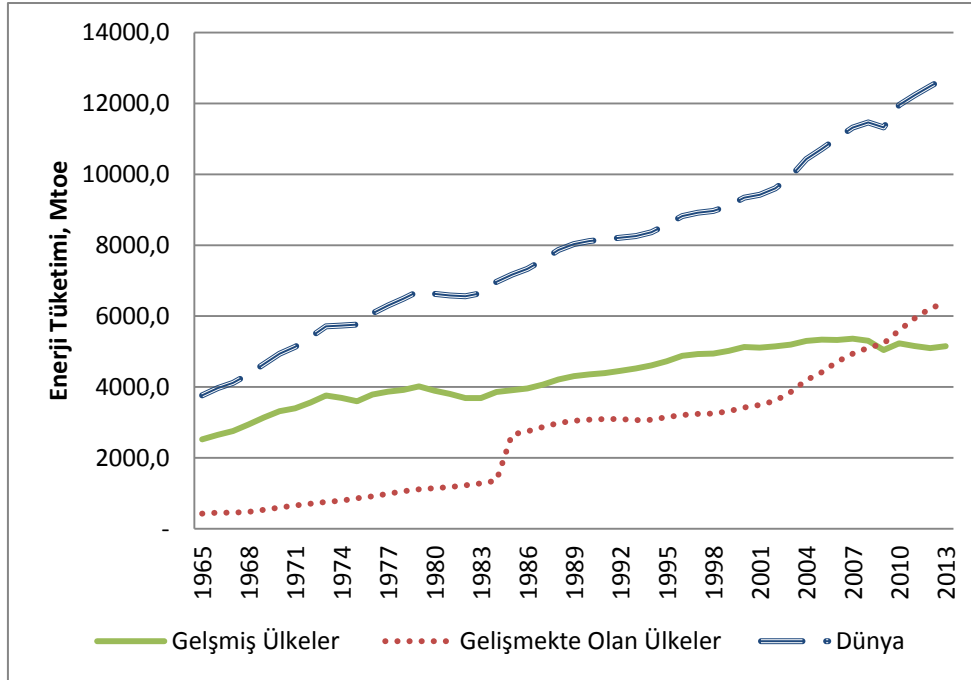
¹⁵ İnternet: BP (2014). <http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/statistical-review-downloads.html> 20 Ocak 2015 tarihinde alınmıştır.

¹⁶ İnternet: Dünya Bankası (2014a). <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD> 20 Ocak 2015 tarihinde alınmıştır.

¹⁷ İnternet: Dünya Bankası (2014b). <http://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL> 20 Ocak 2015 tarihinde alınmıştır.

IMF tarafından “Gelişmekte Olan Ülkeler” olarak nitelendirilen ve enerji tüketim verisi bulunan 32 ülke, dünya nüfusunun %62’sini oluşturmakta ve toplam enerjinin %50’sini tüketmektedir.

Şekil 2.2’de toplam enerji tüketimi açısından gelişmiş ülkeler, gelişmekte olan ülkeler ve dünya enerji tüketiminin durumu gösterilmektedir.



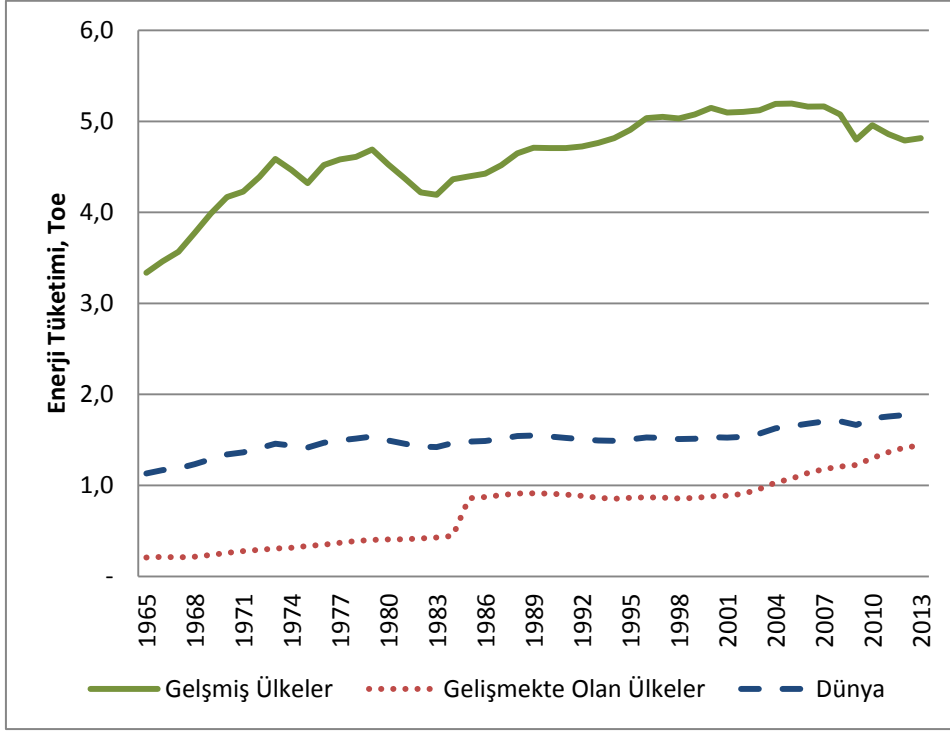
Şekil 2.2. Toplam enerji tüketimi, (milyon ton petrol eşdeğeri)

Kaynak: BP, 2014

Şekil 2.2’de görüldüğü gibi gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkelerin tükettiği enerji miktarı farkı zaman içinde azalmış ve 2009 yılından itibaren gelişmekte olan ülkelerin toplam enerji tüketimi gelişmiş ülkeleri aşmıştır. Gelişmiş ülkelerde enerji tüketimindeki durağan seyrin, bu ülkelerde nüfus artış hızının yavaşlamış olması ve teknolojik ilerlemelerle araç ve elektrikli aletlerin (beyaz eşya, klima, bilgisayar vs.) yaygınlaşmasından kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Gelişmekte olan ülkeler ile dünyadaki toplam enerji tüketimi aynı doğrultuda olup artış eğilimi göstermektedir. Bu durum Çin, Hindistan ve Brezilya’nın da içinde bulunduğu söz konusu ülkelerin dünya nüfusunun önemli bir kısmını oluşturuyor olması ve dünya ekonomisindeki ağırlıklarının artmakta olduğu

hakkında ipucu vermektedir. Başka ifadeyle dünya toplam enerji tüketiminin seyrini geliştirmekte olan ülkeler belirlemektedir.

Şekil 2.3'de ise yukarıdaki ülke grupları, kişi başı enerji tüketimi açısından karşılaştırılmıştır.

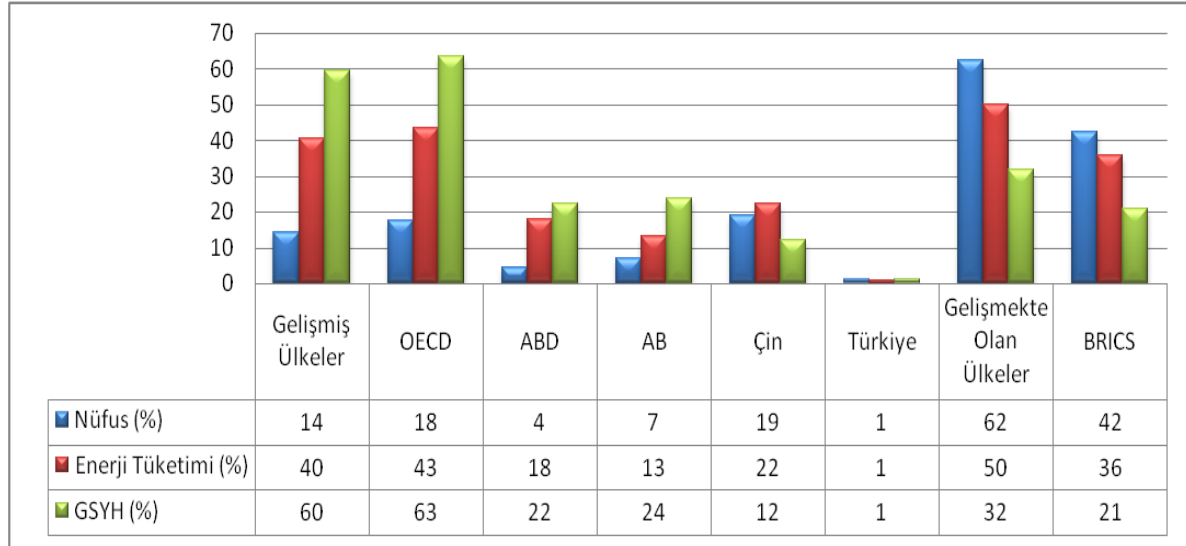


Şekil 2.3. Kişi başı enerji tüketimi, (ton petrol eşdeğer)

Kaynak: BP, 2014; Dünya Bankası, 2014b

Şekil 2.3'de görüldüğü gibi, aradaki fark yıllar itibariyle azalsa da gelişmiş ülkelerde kişi başı enerji tüketimi, gelişmekte olan ülkelerin yaklaşık 4 katıdır. Gelişmiş ülkelerdeki yüksek enerji tüketimi oranı, dünya ortalamasını da yükseltmekte ve gelişmekte olan ülkelerin üzerine çıkarmaktadır. 1980'li yılların ortalarında gelişmekte olan ülkeler kişi başı enerji tüketiminde büyük artış görülmesinin nedeni, 1985 yılı öncesine ilişkin Rusya Federasyonu verilerinin bulunmamasından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, gelişmekte olan ülkelerdeki kişi başı enerji tüketiminde genel olarak hızlı bir artış; gelişmiş ülkelerde ise dalgalanma görülmektedir.

Bölümün başında da değinildiği üzere, gelişmişlik düzeyinin bir göstergesi olan GSYH ile enerji tüketimi arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Bu husus, 2013 yılı itibarıyla ülkelerin nüfus büyüklükleri ile enerji tüketimi payının gösterildiği aşağıdaki grafikte detaylandırılmaktadır (Bkz. Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Ülke ve ülke gruplarının nüfus oranları, enerji tüketim oranları ve GSYH oranları, 2013

Kaynak: BP, 2014; Dünya Bankası, 2014

Şekil 2.4'te görüldüğü gibi, 2013 yılı itibarıyla nüfusun %14'ünü oluşturan gelişmiş ülkeler, toplam enerjinin %40'ını tüketmektedir. Anılan ülkeler dünya GSYH'sinin %60'ını oluşturmaktadır. Dünya nüfusunun %62'sini oluşturan gelişmekte olan ülkeler toplam enerjinin yarısını tüketmekte ve dünya nüfusunun %19'unu oluşturan Çin, toplam enerjinin %22'sini; %18'ini oluşturan Hindistan toplam enerjinin %5'ini tüketmektedir. Söz konusu iki ülkenin toplam nüfusu, dünya nüfusunun %37'sine karşılık gelmekte, tükettikleri enerji ise toplam enerjinin %27'sini oluşturmaktadır. Ülkemiz ise dünya nüfusunun %1'ini oluşturmakta ve toplam enerjinin yine %1'ini tüketmektedir. Gelişmekte olan ülkeler arasında kişi başı enerji tüketiminin en yüksek olduğu ülke 1,3 milyon nüfuslu Trinidad Tobago'dur. Bu ülkeyi Rusya, Türkmenistan ve Kazakistan takip etmektedir.

2050 yılında dünya ekonomisinde önemli bir yeri olacağı değerlendirilen ve BRICS ülkeleri olarak adlandırılan Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika

dünya nüfusunun %42'sini oluşturmakta olup toplam enerjinin %36'sını tüketmektedir. Bu ülkelerden son 5 yıl içindeki reel büyüme oranı¹⁸ ve enerji değişim oranlarına bakıldığında, büyüme hızı yüksek olan ülkelerin enerji tüketiminde de artış olduğu görülmektedir (Bkz. Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. BRICS ülkeleri, GSYH değişimi (2005 sabit fiyatlarla) ve enerji tüketimi

Ülkeler	2008-2013		
	GSYH Değişimi	Enerji Tüketimi	Gelir Esnekliği
Çin	53%	45%	0,84
Hindistan	43%	33%	0.76
Brezilya	14%	20%	1.42
Dünya	10%	11%	1.1
Rusya	5%	2%	0.4
Güney Afrika	9%	-5%	0,55

Kaynak: BP, 2014; Dünya Bankası, 2014c

Çizelge 2.1'de görüldüğü gibi, 2008-2013 yılları arası enerji tüketimini neredeyse yarı yarıya artıran Çin'de reel büyüme %53 olmuştur. Yine benzer şekilde Hindistan'da da yüksek enerji tüketimiyle birlikte yüksek bir GSYH artışı görülmektedir. Rusya ve Güney Afrika'da ise enerji tüketimi dünya ortalamasının altında kalmış ve bu iki ülke yine dünya ortalamasının altında büyümüştür.

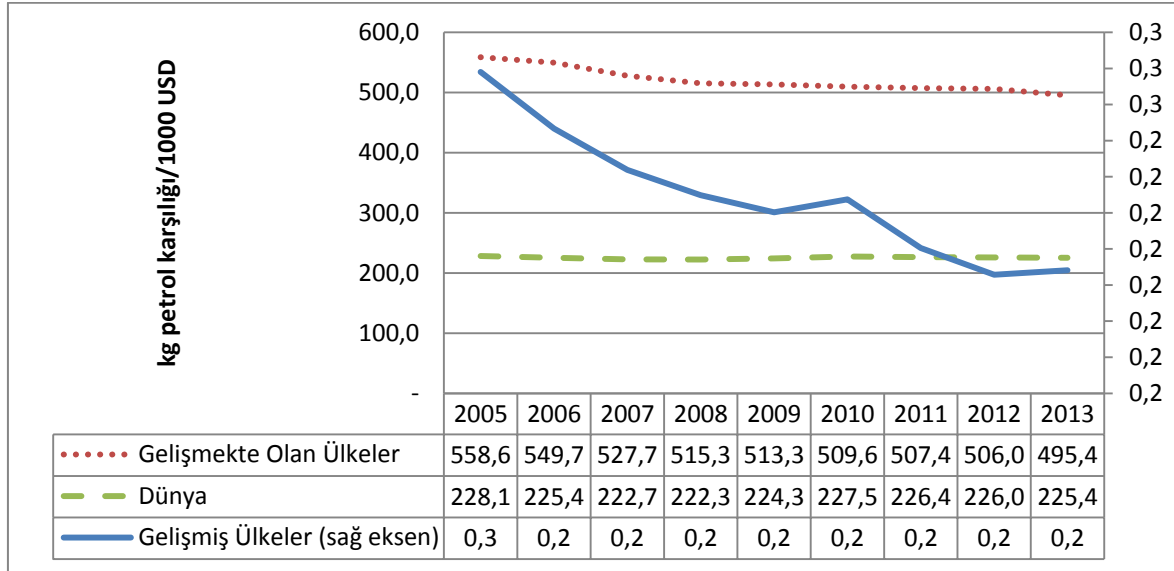
Enerji tüketiminin gelir esnekliği açısından incelendiğinde, gelirdeki %1'lik değişim halinde enerji tüketiminin en çok değiştiği ülke Brezilya, en az Rusya'dır.

Gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomilere enerji yoğunluğu açısından bakıldığında ise aşağıdaki gibi bir tablo karşımıza çıkmaktadır. Ülkenin tükettiği enerjinin gayrisafi yurtiçi hasılasına oranı olarak tanımlanan enerji yoğunluğunun, gelişmişlik düzeyi ile ters orantılı olduğu kabul edilmektedir.¹⁹ Bu husus; enerjinin vazgeçilmez ihtiyaç niteliğinden, dolayısıyla GSYH'si görece düşük olan ülkelerin bu ihtiyacı karşılamak için gelirinin büyük kısmını enerji tüketimine harcamak

¹⁸ İnternet: Dünya Bankası (2014c), <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD?display=graph>, 20 Ocak 2015 tarihinde alınmıştır.

¹⁹ Sun, J.W. (2003). Three types of decline in energy intensity—an explanation for the decline of energy intensity in some developing countries, *Energy Policy*, 31, 519–526

zorunda olmasından; gelişmiş ülkeler için ise kişi başı enerji tüketimi daha fazla olmasına rağmen enerji tüketiminin GSYH'sinin görece daha düşük bir bölümünü oluşturmasından kaynaklanmaktadır. Gelişmiş, gelişmekte olan ve tüm ülkelerin enerji yoğunluğu aşağıdaki şekil 2.5'te gösterilmektedir.



Şekil 2.5. Enerji yoğunluğu, (kg petrol eşdeğer/1 USD)

Kaynak: BP, 2014; Dünya Bankası, 2014c

Şekil 2.5'te görüldüğü gibi gelişmiş ülkeler, 1 USD'lik GSYİH yaratmak için yaklaşık 0,2 kg petrol eşdeğeri kadar enerji girdisi kullanmakta iken; gelişmekte olan ülkeler aynı miktarda hasıla yaratmak için yaklaşık 500 kg petrol eşdeğer enerji girdisi ayırmaktadır. Dünyada ise kullanılması gereken miktar 225 kg petrol eşdeğer civarındadır.

2.2.2. Dünyada enerji üretimi

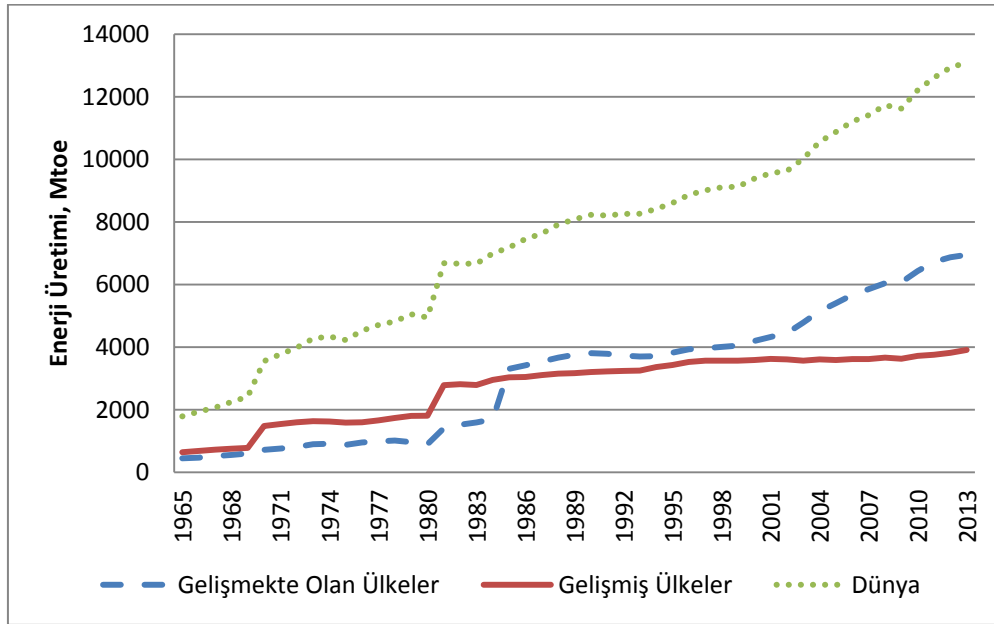
Dünya enerji üretimi, büyük oranda fosil yakıtlara dayanmaktadır. Fosil yakıtlar 2013 yılında dünya enerji üretiminin %85'ini oluşturmuştur (Bkz. Çizelge 2.2.).

Çizelge 2.2. Kullanılan Kaynağa Göre Enerji Üretimi, 2013 (%)

Enerji Kaynakları	1990	2000	2013
Petrol	39	39	32
Doğalgaz	22	23	23
Kömür	27	24	30
Fosil Yakıt Toplam	88	86	84
Nükleer	6	6	4
Hidro Enerji	6	6	7
Diğer Yenilenebilir	0	1	2
Güneş	0	0	0
Rüzgar	0	0	1
Biyokütle	0	0	1
Biyoyakıt	0	0	0
Yenilenebilir Toplam	12	14	16
Toplam Enerji Üretimi	100	100	100

Kaynak: BP, 2014

Yıllar itibarıyla azalış gösterse de enerji üretiminin yer altı kaynaklarına dayanmakta olması nedeniyle doğal kaynak ülkeler açısından önemli bir stratejik avantaj niteliğini korumaktadır. Yine bu nedenle enerji üretimi ile gelişmişlik düzeyi arasında doğrudan bir ilişki kurulamamaktadır. Şekil 2.6'da gelişmiş, gelişmekte olan ve tüm ülkelerin toplam enerji üretimi gösterilmektedir.

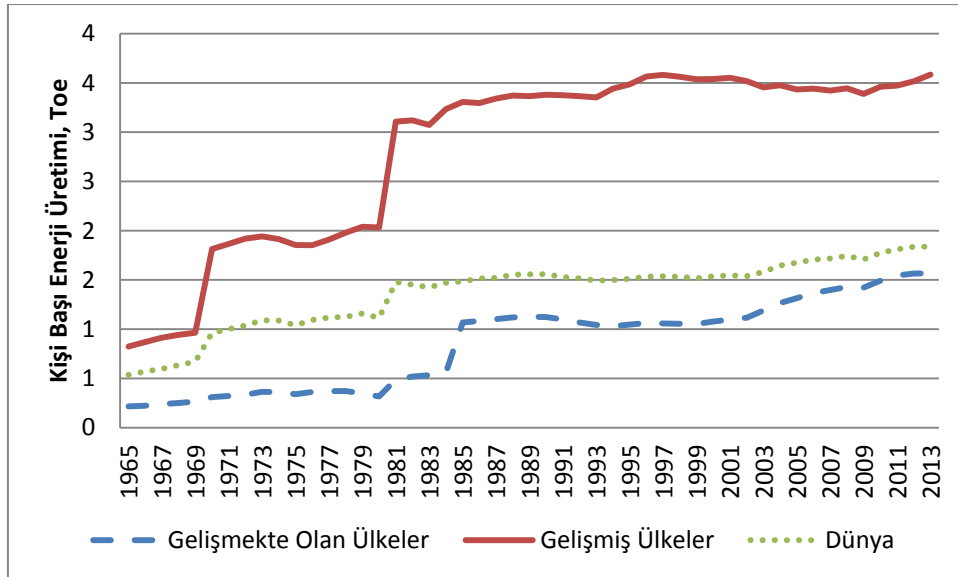


Şekil 2.6. Toplam enerji üretimi (milyon ton petrol eşdeğeri)

Kaynak: BP, 2014

Şekilde görüldüğü gibi; gelişmiş ülkeler enerji üretiminde gelişmekte olan ülkelerin gerisinde kalmaktadır.²⁰ Gelişmekte olan ülkelerin enerji üretiminde son yıllarda yaşanan artış, büyük oranda Çin'in kömür üretimindeki hızlı artıştan kaynaklanmaktadır. Çin'de 2013 yılında üretilen kömür, 2002 yılına göre %140 daha fazladır.²¹

Gelişmiş ülkelerin enerji üretiminin %50'sinden fazlasını gerçekleştiren ABD'nin zengin rezervlere sahip olması ve Suudi Arabistan gibi çoğu OPEC ülkesinin IMF'in gelişmiş veya gelişmekte olan ülkeler sınıflandırmasına girmemesi nedeniyle toplam enerji üretiminde görülen durum kişi başı enerji tüketiminde görülmemektedir (Şekil 6).



Şekil 2.7. Kişi başı enerji üretimi (ton petrol eşdeğeri)

Kaynak: BP, 2014

Şekilde görüldüğü gibi kişi başı enerji üretiminde dünya ortalaması, gelişmekte olan ülkelere fazladır. Yenilenebilir enerji kaynağı teknolojilerinin gelişmesine bağlı olarak gelişmiş ülkelerde kişi başı enerji üretiminin daha da artacağı düşünülmektedir.

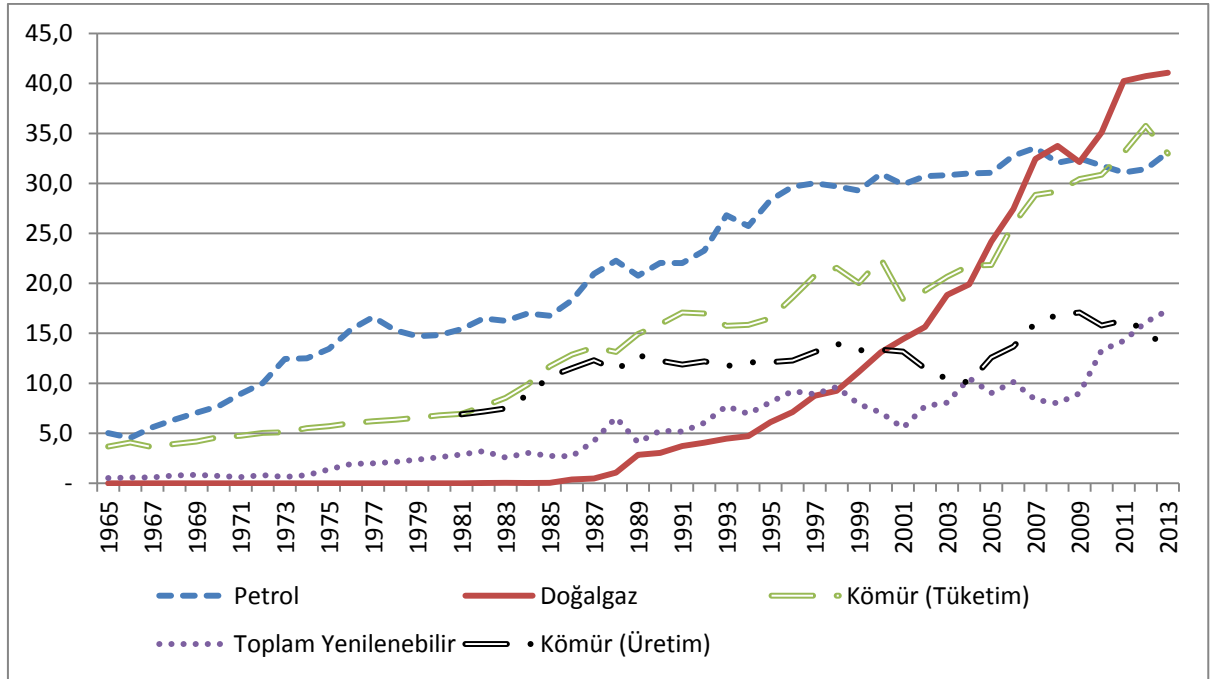
²⁰ 1985 yılı öncesine ilişkin Rusya Federasyonu verilerinin bulunmadığı hatırlatılmalıdır.

²¹ BP, 2014

2.2.3. Türkiye’de enerji tüketimi ve üretimi

Bir önceki bölümde de belirtildiği gibi, dünya nüfusunun yaklaşık %1’ini oluşturan ülkemiz dünya enerji tüketiminin yine %1’ini gerçekleştirmektedir. Kişi başı 1,6 ton petrol eşdeğeri enerji tüketimi ile Türkiye, gelişmekte olan ülke ortalamasından daha fazla enerji tüketmektedir.

Türkiye’de enerji tüketimi ağırlıklı olarak fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Doğalgaz tüketimi 1990’lı yıllardan itibaren hızla artmış ve 2009 yılından itibaren petrol tüketimini aşmıştır. Ülkemizde yenilenebilir kaynakları, 2013 yılında toplam enerji tüketiminin %14’ünü karşılamıştır (Bkz. Şekil 2.8).

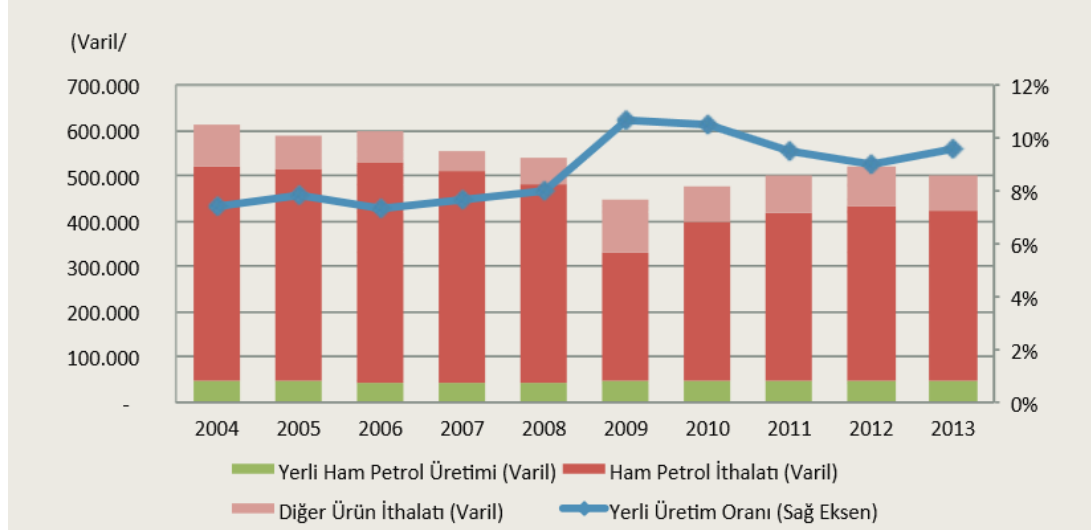


Şekil 2.8. Türkiye enerji tüketimi ve kömür ile yenilenebilir enerji üretimi (milyon ton petrol eşdeğeri)

Kaynak: BP, 2014

Şekil 2.8’de görüldüğü üzere enerji tüketiminde yıllar itibariyle artış söz konusudur. Yenilenebilir enerji üretiminde yıllar itibariyle dalgalanma görülmele birlikte 2008 yılından itibaren sürekli artmaktadır. 1981 yılında başa baş olan kömür üretimi ile tüketiminde ise yıllar itibariyle tüketim lehine fark açılmıştır.

Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) tarafından hazırlanan raporda²² ülkemizde tüketilen petrolün yaklaşık %10'unun yerli kaynaklardan sağlandığı belirtilmektedir (Bkz. Şekil 2.9).



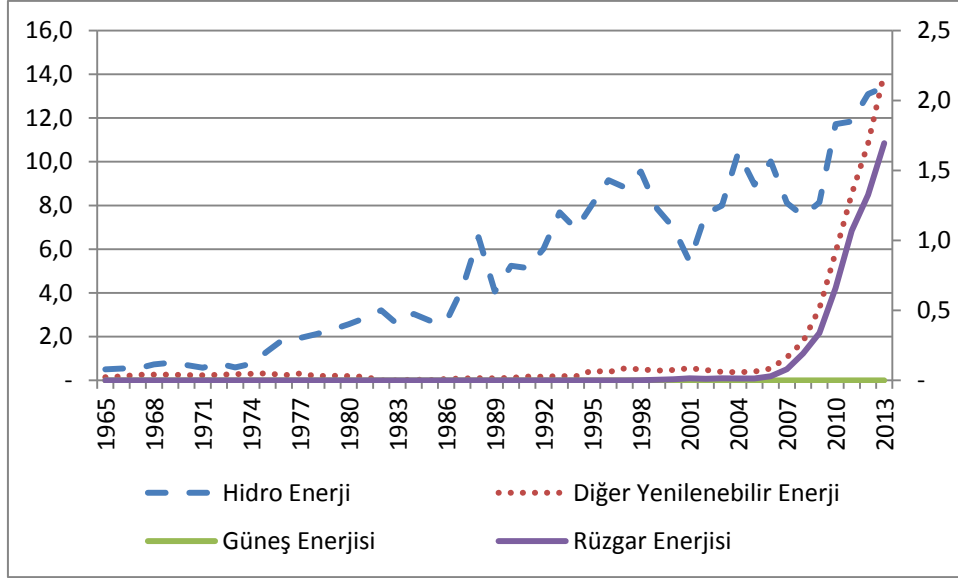
Şekil 2.9: Türkiye'nin Ham Petrol Arzı ve Yerli Üretim Oranı (Varil/Gün)

Kaynak: TPAO, 2014

Petrol ve doğalgaz ihtiyacının tamamına yakını ithal eden Türkiye'de enerji üretimi görece düşük düzeydedir. Enerji üretiminin büyük oranda kömür (%42) ve hidroelektriğe (%27)'ye dayandığı Türkiye, BP tarafından enerji üretimi bilgileri raporlanan 89 ülke arasında 53. sıradadır. Bununla birlikte, ülkemiz merkez Avrupa ve Balkan ülkeleri arasında en fazla enerji üreten ülkedir.

Ülkemizdeki yenilenebilir enerji üretiminde enerji türlerinin payı Şekil 2.10'da gösterilmektedir.

²² TPAO. (2014, Mayıs). *Ham Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu*, s. 25-26

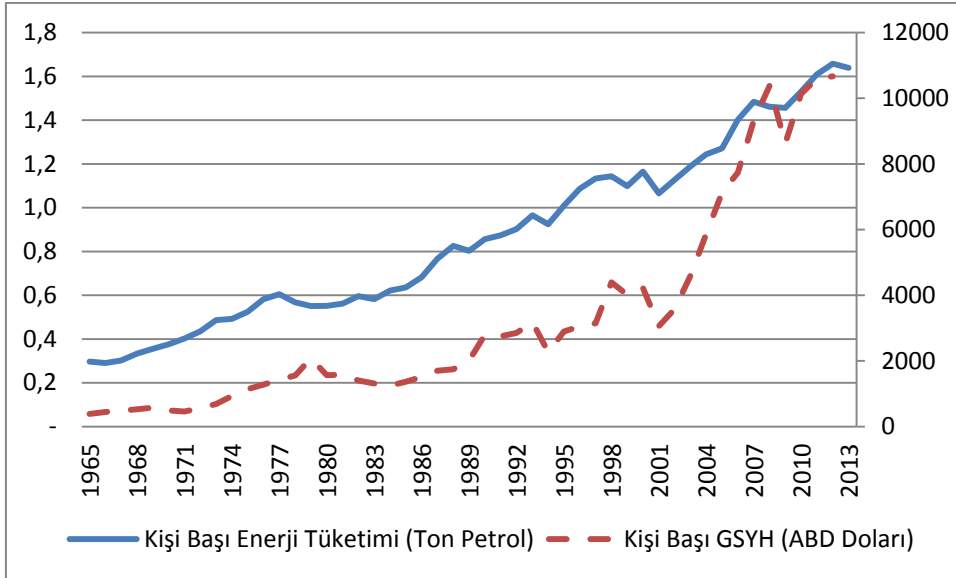


Şekil 2.10. Türkiye Yenilenebilir Enerji Kaynakları Tüketimi (Milyon Ton Petrol Eşdeğeri)

Kaynak: BP, 2014

Şekil 2.10'da hidro enerji üretimi sağ ekseninde, diğer enerji türleri sol ekseninde gösterilmektedir. Görüldüğü üzere, hidro enerji, ülkemizdeki yenilenebilir enerji kaynaklarından en fazla kullanılmakta olan enerji türüdür. Rüzgar ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları kullanımında ise 2007 yılından itibaren hızlı bir artış gözlemlenmektedir; ancak, güneş enerjisi üretimi oldukça düşüktür.

Ülkemizde kişi başına enerji tüketimi sürekli bir artış göstermektedir. Bu durumun yine sürekli artmakta olan kişi başına GSYH ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Kişi başına enerji tüketimi ile kişi başına GSYH'nin 1965-2013 yılları arasındaki değişimi Şekil 2.11'de gösterilmektedir.

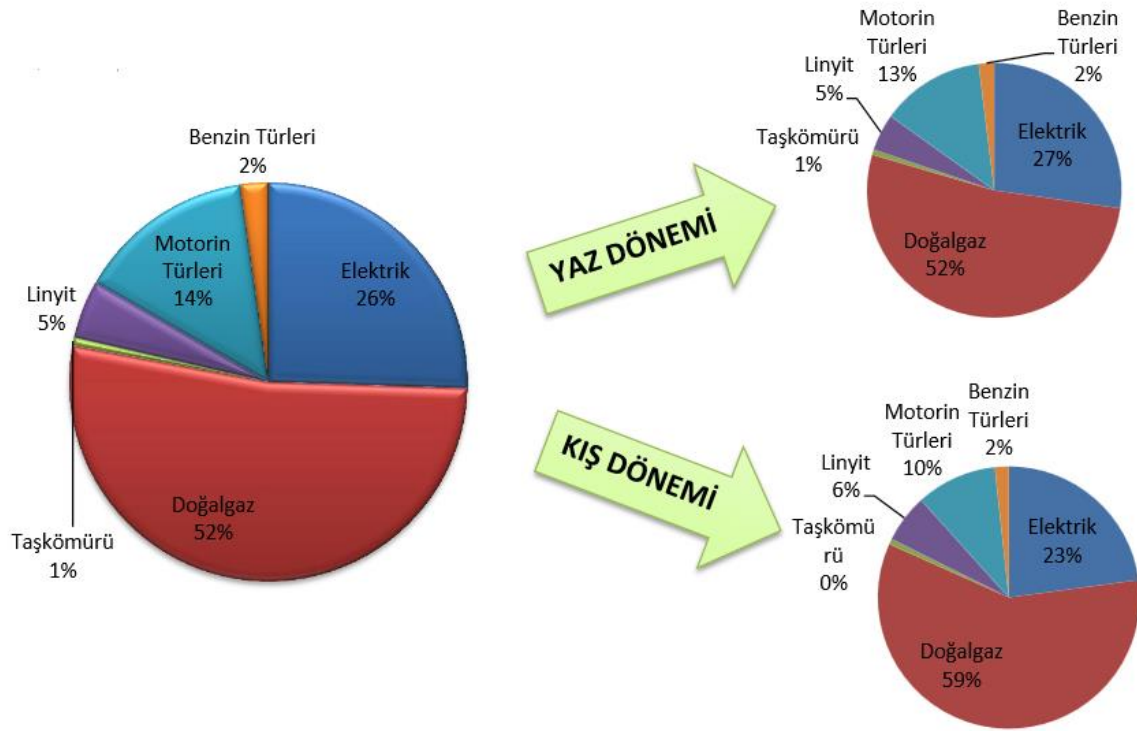


Şekil 2.11. Kişi Başına Enerji Tüketimi ve Kişi Başına GSYH

Kaynak: BP, 2014; Dünya Bankası, 2014

Yukarıdaki grafikte de gösterildiği gibi, ülkemizdeki enerji tüketimi, GSYH'ye göre daha az dalgalı bir seyir izlemiş ve sürekli bir artış eğilimindedir. 2001 yılından sonra ise GSYH'deki artış hızı, enerji tüketimi artış hızından fazla olmuştur. GSYH'nin azaldığı yıllarda enerji tüketimindeki azalışın kısıtlı olması, enerji tüketiminin temel bir ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

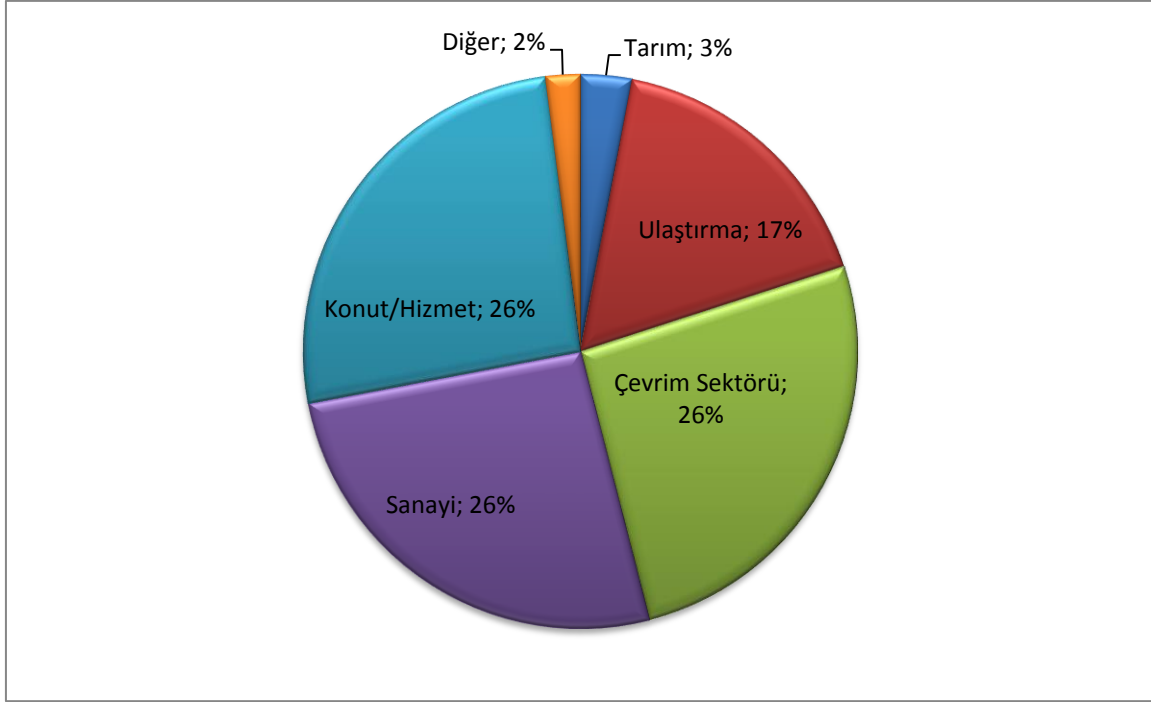
Son olarak, ülkemizde enerji kullanımının kaynaklara ve sektörler göre dağılımı aşağıdaki grafiklerde yer gösterilmektedir (Bkz. Şekil 2.12, 2.13).



Şekil 2.12. 2013 Yılı Kaynaklara Göre Enerji Kullanımı

Kaynak: ETKB (2014), Türkiye 2013 Yıllık Enerji İstatistikleri Raporu, s. 3

Şekil 2.12'ye göre 2013 yılında en fazla doğalgaz, sonrasında elektrik ve motorin kullanılmaktadır. Kış döneminde doğalgaz tüketiminin payı artmaktadır. Benzin tüketimi yaz ve kış aylarında %2 olup taşkömüründen sonra en az tüketilen enerji türüdür.



Şekil 2.13. 2012 Yılı Türkiye Enerji Tüketiminin Sektörel Dağılımı

Kaynak: TPAO, 2014

Şekil 2.13'e göre ise sektörler itibariyle konut/hizmet, sanayi ve çevrim sektörü (elektrik üretiminde kullanım) birbirine yakın oranda ve enerjinin en fazla kullanıldığı sektörlerdir. Ulaştırma sektörü toplam enerjinin yaklaşık 5'te birini kullanmaktadır. Tarım sektöründeki tüketim ise %3 civarındadır.

Özet olarak, enerji tüketimi ile gelişmişlik düzeyi arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Enerji tüketimine etki eden bir başka faktör ise enerji maliyeti olup zengin petrol ve doğalgaz rezervlerine sahip olan ülkelerde daha fazla tüketim görülmektedir. Ülkemiz gelişmekte olan ülkeler ile BRICS ülkeleri ortalamasından daha fazla enerji tüketmektedir. Zengin yer altı kaynaklarına sahip olan İran'da ise enerji tüketim seviyesi gelişmiş ülkeler seviyesinde olmasına rağmen söz konusu ülkenin kişi başı GSYH'si Türkiye'nin yarısı kadardır.

Enerji üretimi ise ülkelerin yer altı kaynaklarıyla doğrudan ilişkili olup gelişmişlik düzeyini belirleyen bir göstere niteliğinde değildir. Enerjinin kalkınmadaki rolü dikkate alındığında özellikle petrol ve doğalgaz rezervlerine

sahip olmayan ülkeler için alternatif enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve kullanımının yaygınlaşması stratejik önemdedir.

2.3. İklim Değişikliği ve Türkiye ve AB'de Yenilenebilir Enerji Politikaları

Bu alt bölümde, öncelikle, sera gazı, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkilerinden bahsedilmiştir. Küresel ısınmanın etkisiyle tüm dünyada iklim değişikliği görülmektedir. Bugüne dek, uluslararası platformda küresel ısınmanın yarattığı etkileri azaltmak için çok sayıda protokol yapılmıştır. Bunların başında Kyoto Protokolü gelmektedir. Bu yüzden, bu protokoller arasında en önemlisi olan, sera gazı salınımını azaltmayı hedefleyen Kyoto Protokolünün temel unsurları incelenmiştir. Daha sonra, sera gazı salınımlarını azaltmanın bir yöntemi olan yenilenebilir enerji politikalarına, dünyadaki bu değişimlerin etkisiyle ülkemizde ve AB'de getirilen düzenlemelere dikkat çekilmiştir.

2.3.1. Sera gazı, küresel ısınma ve iklim değişikliği

Yeryüzünü çevreleyen atmosfer tabakasında, %78,08 oranında azot (N_2), %20,95 oranında oksijen (O_2) ve yaklaşık %1 oranında asal gazlar (hidrojen, helyum, argon, kripton ksenon, neon) ile birlikte metan (CH_4), diazot oksit (N_2O), karbondioksit (CO_2), ozon, su buharı bulunmaktadır.

Böyle bir atmosfer tabakasından geçen güneş ışınlarının %51'i dünyaya ulaşırken, %26'sı bulutlar ve atmosfer tarafından dünyaya ulaşmadan geriye yansıtılmakta, %19'luk kısmı ise atmosferik gazlar ve bulutlar tarafından emilmekte ve %4'ü geriye yansımaktadır. Söz konusu ışınların tutulmasında ise yukarıda ifade edilen atmosferik gazlar işlev görür. Dünya sıcaklığının makul bir düzeyde yaşanabilir (+15 °C) olabilmesi, güneşten gelen ışınların yeryüzüne kolay geçmesi ve yansıyan ışınların tutulmasına bağlıdır. Adı geçen bu gazlar sera gazı olarak adlandırılır. Sera gazları, aynen seranın etrafını kaplayan camlar gibi güneş ışınlarının büyük bir kısmının (dalga boyları 300-1500 milimikron olan ışınların)

yeryüzüne gelmesini engelleyemez.²³ Diğer taraftan, güneş ışınları yeryüzüne çarpınca ısı enerjisine dönüştüğünden dalga boyları değişir. Dolayısıyla da sera gazları, bu ısı enerjisi dalgalarının yeryüzünden atmosfere doğru yükselmesine, başka bir ifadeyle karasal ışınım (radyasyon) olayıyla atmosferin yüksek katmanlarına ulaşmasına engel olurlar. Böylece, sera gazlarının ısıyı tutmasıyla, yeryüzü daha fazla ısınır. Bu olaya sera etkisi denilmektedir. Sera etkisi, atmosferin doğasında olan gerekli bir mekanizmadır. Sera etkisi olmasaydı, dünyanın ortalama sıcaklığı (-18)°C olacaktı.²⁴ Bu hassas denge, atmosferi oluşturan gazların doğal konsantrasyonunun değişmesi neticesinde bozulmakta ve sera etkisinin artmasına neden olmaktadır. Bu da dünya sıcaklığının normal sıcaklığının üzerine çıkmasına yol açmaktadır.²⁵

İklim, belirli bir yerdeki hava durumunun, uzun yıllar (en az 30 yıl) boyunca görülen genel karakteri olarak tanımlanmaktadır. İklim değişikliğinden söz edilebilmesi için hava durumunun uzun yıllar gözlemlenmesi gerekmektedir. İklim sistemi, atmosfer, kara yüzeyleri, kar ve buz, okyanuslar ve diğer su kütleleriyle canlıları kapsayan karmaşık ve etkileşimli bir sistemdir. Bu sistem, zaman içinde kendi iç dinamiklerinin etkisi altında ve dış etmenlerdeki değişikliklere bağlı olarak yavaş yavaş değişim gösterir. Dış etmenler, volkanik patlamalar, güneş ile ilgili değişkenler gibi doğal olayların yanında insan kaynaklı değişiklikleri içermektedir.

İklim, durağan (stabil) değil aksine değişkendir. Dünyamızın iklim sisteminde, doğal etmenlerin etkisiyle birçok değişiklikler olmuştur. Doğal işleyişi çerçevesinde, iklim değişiklikleri, oldukça uzun dönemler içinde gerçekleşmektedir. Bununla birlikte, son yıllarda sıkça gündeme gelen iklim değişiminin, insanların faaliyetlerinden kaynaklandığına dair belirtiler mevcuttur.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinde (UNFCCC), iklim değişikliği, "karşılaştırılabilir bir zaman döneminde gözlenen doğal iklim

²³ Kadioğlu, M. (2001). *Bildiğimiz havaların sonu, küresel iklim değişimi ve Türkiye*, İstanbul: Güncel Yayıncılık.

²⁴ İnternet: Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <http://www.mgm.gov.tr/> 23 Ocak 2015 tarihinde alınmıştır.

²⁵ Arı, İ. (2010). *İklim değişikliği ile mücadelede emisyon ticareti ve Türkiye uygulaması*, Uzmanlık Tezleri, DPT, Ankara.

değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşiminin, insan etkinlikleri sonucunda, iklimde yarattığı bir değişiklik” olarak tanımlanmaktadır. Küresel ısınma ise dünyanın ortalama sıcaklık değerlerindeki iklim değişikliğine yol açabilecek bir artış olarak tanımlanmaktadır.

Sera gazı birikiminin yükselmesiyle, atmosferin enerji soğurma kapasitesi ile beraber sera etkisi artmıştır. Sera etkisiyle sıcaklık artışının devam etmesi halinde, küresel ısınmanın, iklim değişikliği üzerindeki etkisini daha da belirginleştireceği beklenmektedir.

2.3.1.1. Zorunlu Karbon piyasası

Sera gazı emisyon hakkının alınıp satıldığı piyasa, kısaca karbon piyasası olarak adlandırılır (Sera gazlarının çok büyük bir kısmını karbondioksit oluşturduğundan ve diğer sera gazları da karbon eşdeğeri olarak çevrildiğinden, literatürde genellikle sera gazlarının tümünü karbon piyasası temsil eder). Karbon piyasası sayesinde ülkeler birbirlerinin yerine emisyon azaltım taahhüdünü gerçekleştirebilirler. Karbon piyasası, zorunlu ve gönüllü olarak iki grupta incelenebilir.

Zorunlu karbon piyasasında, fiyat mekanizması arz ve talebe göre belirlenmektedir. Söz konusu piyasa, karbonun tüm dünyada ticaretini mümkün kılmaktadır. Emisyon ticaretinin ülkeler arasında olduğu gibi şirketler arasında yapılabilmesi mümkündür. Düzgün işleyen karbon piyasası, işletmelerin daha az sera gazı salmasını teşvik ederek temiz teknoloji kullanmaya yönlendirmektedir.²⁶ İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı'na göre, 2015 yılına kadar Türkiye'de karbon piyasasının kurulmasına yönelik olarak çalışmaların yapılması, hedef ve eylemlerin arasındadır.

²⁶ Ballonoff, P. (2014). A fresh look at climate change. *Cato Journal*. 34(1).

2.3.1.2. Gönüllü karbon piyasası

“Gönüllü Karbon Piyasası”, bireylerin, kurum ve kuruluşların, firmaların, sivil toplum örgütlerinin faaliyetleri sonucunda oluşan sera gazı salınımlarını gönüllü olarak azaltımını dengeleyebilmesini kolaylaştırmak amaçlı kurulmuş olan pazardır. Hukuki bağlayıcılığı olmamakla birlikte salım azaltım maliyetlerini düşürmeyi hedeflemektedir. Türkiye, her ne kadar Kyoto Protokolü’nün emisyon ticaretine konu olan esneklik mekanizmalarından yararlanamıyorsa da bu mekanizmalarından bağımsız olarak işleyen çevresel ve sosyal sorumluluk ilkesi çerçevesinde kurulmuş olan gönüllü karbon piyasasına yönelik projeleri 2005 yılından beri geliştirmekte ve uygulamaktadır. Gönüllü karbon piyasaları, iklim değişikliği ile mücadele hedefleri ve politikalarından bağımsız olarak geliştirilmiş iş dünyasından yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları, özel sektör ve bireylere kadar ilgili her kesimin karbon denkleştirme maksadıyla katkı sağlayabileceği niteliğe sahiptir. Bu piyasada ticareti yapılan emisyon sertifikalarına “gönüllü emisyon azaltım” adı verilmektedir.²⁷

2.3.1.3. İklim değişikliği konusunda uluslararası alanda yapılan çalışmalar ve Kyoto protokolü

İklim değişikliği ile mücadele edilmesi için uluslararası işbirliğinin artırılmasının gerekli olduğunun ortaya çıkmasıyla birlikte ilk olarak 1979 yılında, Dünya Meteoroloji Örgütü (World Meteorological Organization, WMO) öncülüğünde, ‘1. Dünya İklim Konferansı’ düzenlenmiştir. Konferansta, fosil yakıt kullanımının artması, ormanların azalması durumunda, atmosferdeki karbondioksit miktarının artacağına dikkat çekilmiş ve iklim değişikliğinin önlenmesi konusunda hazırlıklı olunması istenmiştir.1988 yılında, iklim değişikliği alanında “Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli” (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)

²⁷ Yan, J. (2014). Innovative and Sustainable Solutions of Clean energy Technologies and Policies, *Applied Energy*, (136), 756-758.

kurulmuştur. Konu ilk defa BM gündemine getirilerek BM Küresel İklimin Korunması kararı alınmıştır.²⁸

1990 yılında, 2. Dünya İklim Konferansı yapılmıştır. Çerçeve Sözleşmesine ihtiyaç olduğunun ortaya çıkmasıyla görüşmelerin zaman kaybetmeden başlaması önem kazanmıştır. BM gözetimindeki görüşmelere müteakiben, 1992 yılında Rio'da BM Çevre ve Kalkınma Konferansı düzenlenmiştir.²⁹ “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)” imzaya açılmış ve 1994 yılında yürürlüğe girmiştir. Türkiye, OECD üyesi olması nedeniyle gelişmiş ülkeler arasında gösterildiğinden adil sınıflandırma yapılmadığı gerekçesiyle UNFCCC'yi imzalamamıştır. Ancak, Türkiye'nin itirazı dikkate alınmış ve Türkiye 24.05.2004 tarihinde sözleşmeye taraf olmuştur.³⁰ UNFCCC'de, küresel iklim değişikliğine yol açan fosil yakıtlar yerine alternatif enerji kaynakları arayışının gerektiği kabul edilmiştir. Sözleşme, aynı zamanda sera etkisi yapan gazların emisyonlarının 1990'lardaki düzeyine çekilmesini öngörmektedir.³¹ Rio'da “BM İklim Değişikliği Sözleşmesi”nin yanında, imzaya açılan “BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi” ve “BM Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi” ile sürdürülebilir kalkınmanın kurumsal çerçevesi belirginleşmiştir.³²

“Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi” kapsamında birçok konferans düzenlenmiştir. Taraflar Konferansı (Conference of the Parties, COP) adı verilen bu toplantıların üçüncüsü 1997 yılında Japonya'nın Kyoto kentinde gerçekleştirilmiştir.³³ Toplantıda, sanayileşmiş ülkelerin emisyonlarını 2008 ve 2012 yılları arasında 1990 yılına göre en az %5 oranında azaltmaları oy birliğiyle kabul edilmiştir. “Küresel ısınma ve iklim değişikliği” sorununa çözüm arayışları içinde Kyoto Protokolü'nün yeri çok önemlidir. Kyoto Protokolü'nün en önemli özelliği, gelişmiş ülkelerin sera gazı emisyonları için zorunlu hedefler içermesidir.

²⁸ Ballonoff, a.g.m., 2014, s 114.

²⁹ Çevre ve Orman Bakanlığı. (2008). *KYOTO protokolü esneklik mekanizmaları ve diğer uluslararası emisyon ticaret sistemleri*, 13.05.2008 tarihli Özel İhtisas komisyon Raporu, Ankara.

³⁰ İnternet: TÜİK, Çevre İstatistikleri Sorularla Resmi İstatistik Dizisi-8

³¹ İnternet adresi: Bölgesel Çevre Merkezi, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Prtokolü, Alternatif Madde 4/10

³² Orman ve Su İşleri Bakanlığı. (2010, Ekim). *Rio Sözleşmeleri kapsamında Türkiye'nin Ulusal Kapasitesini Değerlendirme Projesi Bilgilendirme Kitapçığı*, Ankara

³³ Çevre ve Orman Bakanlığı. (2008).

Kyoto Protokolü, Rusya'nın katılımıyla (toplam emisyonunun %55'inden sorumlu en az 55 ülkenin imzalaması şartı yerine geldiği için) 16 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir, dolayısıyla bu tarihten itibaren taraf ülkelerin sorumlulukları başlamıştır. ABD Kyoto Protokolünü imzalamamıştır. Çin ise 1998 yılında imzalamış, 2002'de onaylamıştır. Ayrıca, Çin'in karbon salınımını azaltma taahhüdü bulunmamaktadır. Türkiye ise 2009 Şubat'ta imzalamıştır. Türkiye, Kyoto Protokolü kabul edildiğinde sözleşmeye dahil olmadığından ilk yükümlülük döneminde (2008-2012), sayısallaştırılmış sera gazı emisyon azaltımı veya sınırlama ile yükümlü olmamıştır.

2007 yılında, Bali Eylem Planı ile başlayan, 2012 yılı sonrasına yönelik İklim Değişikliği Müzakereleri, Aralık 2009'da Kopenhag toplantısıyla devam etmiştir. Müzakere, devlet başkanları düzeyinde gerçekleştirilmiştir. ABD, 2012 yılı sonrası için alınacak kararlarda söz sahibi olmak istemiştir. ABD, Çin, Hindistan, Brezilya, AB ve Rusya olmak üzere 20'ye yakın ülkenin devlet başkanı tarafından Kopenhag Mutabakatı hazırlanmış, ancak bir kısım ülkeler tarafından kabul görmemesi nedeniyle, Konferans kararı olarak kabul edilmemiş olup tavsiye mahiyeti taşımaktadır.³⁴

Kyoto Protokolü ile 37 ülkenin I. Taahhüt Döneminde (2008-2012) sera gazı azaltımı ve/veya sınırlaması konusunda "hukuki olarak bağlayıcı" taahhütler vermesinin ardından, 2012 yılı iklim konferansında Kyoto Protokolü kapsamında kabul edilen ek ile Kyoto protokolü II. Taahhüt Dönemi (2013-2020) kabul edilmiştir. Türkiye, Kyoto Protokolü I. ve II. Taahhüt dönemlerinde herhangi bir emisyon azaltım taahhüdü almamıştır.

2014 yılı Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı, 1-12 Aralık 2014 tarihlerinde Peru'nun başkenti Lima'da 190'dan fazla ülkenin katılımıyla gerçekleşmiştir. Kyoto Protokolü 31.12.2020 tarihinde sona ereceğinden, 2015 yılında yapılacak olan bir toplantı ile 2020 yılı sonrası için yeni bir iklim anlaşması imzalanması kararı alınmıştır. Söz konusu yeni anlaşmaya taraf olan ülkelerin

³⁴ Galarraga, Gonzalez-Eguino and Markandya, *a.g.e.*, 2011, s. 40-55.

sayısının artması beklenmektedir. Yeni iklim anlaşması çerçevesine Türkiye'nin de ulusal katkılarını bildirmesi gerekmektedir.

İklim değişikliği konferansı kararlarının temel amacı; küresel sıcaklık artışının endüstrileşme öncesi seviyelere göre 1,5 - 2 °C ile sınırlanmasını sağlamaktır. Birleşmiş Milletler tarafından yapılan bilimsel çalışmalar, bunun sağlanması için 2050 yılında toplam sera gazı emisyonlarının 1990 yılı seviyesinin yarısı kadar olması ve sonrasında daha da azalması gerektiğini göstermektedir.

Kyoto Protokolüne taraf olan ülkeler aşağıdaki çizelgelerde gösterilmektedir.

Çizelge 2.3. UNFCCC'yi İmzalayan Ülkeler

EK-1 Ülkeleri (40+AB)	EK-2 Ülkeleri
<p><u>Sanayileşmiş Ülkeler</u>: Almanya, ABD, AB, Avusturya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, İngiltere, Hollanda, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Lüksemburg, Kanada, Norveç, Portekiz, Yeni Zelanda, Yunanistan, Türkiye, Lichtenstein, Monaco.</p> <p><u>Pazar Ekonomisine Geçiş Sürecinde Olan Ülkeler (PEGSÜ)</u>: Beyaz Rusya, Bulgaristan, Estonya, Letonya, Litvanya, Macaristan, Polonya, Romanya, Rusya Federasyonu, Ukrayna, Çek Cumhuriyeti, Slovenya, Slovakya, Hırvatistan.</p>	<p><u>Sanayileşmiş Ülkeler</u>: Almanya, ABD, AB, Avustralya, Avusturya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, İngiltere, Hollanda, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Japonya, Lüksemburg, Kanada, Norveç, Portekiz, Yeni Zelanda, Yunanistan</p>

Kaynak: Kyoto Protokolü

Çizelge 2.4. EK-B ülkeleri, taraf / sayısallaştırılmış salım sınırlandırma ya da azaltım taahhüdü veren ülkeler(baz yıl ya da dönemin %si olarak)

Avustralya	108	Lihtenştayn	92
Avusturya	92	Litvanya*	92
Belçika	92	Lüksemburg	92
Bulgaristan ³⁵	92	Monako	92
Kanada	94	Hollanda	92
Hırvatistan*	95	Yeni Zelanda	100
Çek Cumhuriyeti	92	Norveç	101
Danimarka	92	Polonya*	94
Estonya*	92	Portekiz	92
Avrupa Topluluğu	92	Romanya*	92
Finlandiya	92	Rusya Federasyonu	100
Fransa	92	Slovakya*	92
Almanya	92	Slovenya*	92
Yunanistan	92	İspanya	92
Macaristan*	94	İsveç	92
İzlanda	110	İsviçre	92
İrlanda	92	Ukrayna*	100
İtalya	92	Büyük Britanya Birleşik Krallığı ve Kuzey İrlanda	92
Japonya	94	Amerika Birleşik Devletleri	93
Letonya*	92		

Kaynak: Kyoto Protokolü

2.3.1.3.1. Kyoto Protokolü esneklik mekanizmaları

Kyoto Protokolü'nün üç tür esneklik mekanizması bulunmaktadır. Esneklik mekanizmasının amacı, sera gazı emisyon indiriminin en az maliyetle gerçekleştirilmesini temin etmektir.

Temiz Kalkınma Mekanizması (Clean Development Mechanism, CDM), Protokolünde³⁶ düzenlenen proje temelli esneklik mekanizmasıdır. Sera gazı emisyon azaltım taahhüdünde bulunan ülkeler, diğer ülkelerde uyguladıkları projeler ve teknoloji transferi faaliyetleri neticesinde, sera gazı emisyonlarını azaltmaları halinde, emisyon azaltım sertifikası (Certification Emissions Reduction,

³⁵ * : Piyasa ekonomisine geçiş sürecinde olan ülkeler.

³⁶ Bkz. EK-4 Kyoto Protokolü, Madde 12.5.

CER) elde ederler. Söz konusu kredileri kendi azaltım yükümlülükleri kapsamında değerlendirerek, ülke içinde bu miktar kadar daha fazla salım yapma hakkı kazanırlar.³⁷

Ortak Uygulama (Joint Implementation, JI) Mekanizması, Protokolün 6. maddesinde³⁸ tanımlanan emisyon azaltım taahhüdünde bulunan ülkeler arasında yürütülen proje temelli esneklik mekanizmasıdır. Mekanizma, Protokol kapsamında, salım, sınırlama veya azaltım yükümlülüğü bulunan emisyon azaltım taahhüdünde bulunan ülkelerin, diğer ülkelerde salım azaltım (veya giderim) projeleri uygulamasına izin vermektedir. Projenin başarıya ulaşması neticesinde, yatırım yapan taraf, salım azaltım kredisi (Emission Reduction Unit, ERU) kazanır. Kredi karşılığında denk gelen salım, toplam salımdan düşülür.

Emisyon (Salım) Ticareti (Emission Trading, ET) Mekanizması, Kyoto Protokolü'nün 17. maddesi³⁹ ile düzenlenmiş olan bu mekanizma ile emisyon azaltım taahhüdünde bulunan ülkelerin listesinde yer alan herhangi bir taraf ülke, belirlenmiş olan salım azaltım miktarının bir bölümünün ticaretini yapabilir. Diğer bir ifadeyle, taahhüt edilen salım miktarından daha fazla azaltım yapan taraf ülke salımındaki bu ilave azaltımı bir başka emisyon azaltım taahhüdünde bulunan ülkelere satabilir. Emisyon ticareti, emisyon hakkının satılmasıdır.

2.3.1.3.2. Hükümetler arası İklim Değişikliği Konferansı 4. ve 5. dönem raporunda iklim değişikliğine ilişkin yer verilen gözlemler⁴⁰

Küresel hava ve deniz sıcaklıkları ortalamalarındaki artışların incelenmesinden, kar ve buzların bütün dünyada erimesinden ve küresel deniz suyu seviyelerinin yükselmesinden de gözlemlendiği üzere, iklim sisteminin ısındığı kuşku götürmez bir gerçektir (Bkz. Çizelge 2.5.).

³⁷ Maguire, M. (2012). *The influence and ethics of interest groups on policy incentives for clean energy development*, Master's Thesis, Georgetown Üniversitesi, ABD.; Mously, D. (2006). *Renewable energy in developing countries: A case study for egypt*, Master's Thesis, Royal Roads University, Kanada.

³⁸ Bkz. EK-4 Kyoto Protokolü, Madde 6.

³⁹ Bkz. EK-4 Kyoto Protokolü, Madde 17.

⁴⁰ IPCC (2007). 2007th Assessment Report: Climate Change Mitigation

Çizelge 2.5. Deniz Seviyesinde Gözlenen Yükselme ve Farklı Sebeplerden Doğan Tahmini Katkılar

Deniz Seviyesinde Yükselmenin Nedenleri	Deniz Yüzeyinde Yükselme Oranı (mm/yıl)	
	1961-2003	1993-2003
Termal Genişleme	0.42 ± 0.12	1.6 ± 0.5
Buzullar ve Buzul Başlıkları	0.50 ± 0.18	0.77 ± 0.22
Grönland Buz Tabakası	0.05 ± 0.12	0.21 ± 0.07
Antartika Buz Tabakası	0.14 ± 0.41	0.21 ± 0.35
Deniz Sularının Yükselmesine Tek Tek Atmosfer Katkılarının Toplamı	1.1 ± 0.5	2.8 ± 0.7
Deniz Seviyesinde Gözlenen Toplam Yükselme	1.8 ± 0.5	3.1 ± 0.7
Fark (Gözlenen Eksi Tahmini İklim Koşullarının Toplamı)	0.7 ± 0.7	0.3 ± 1.0

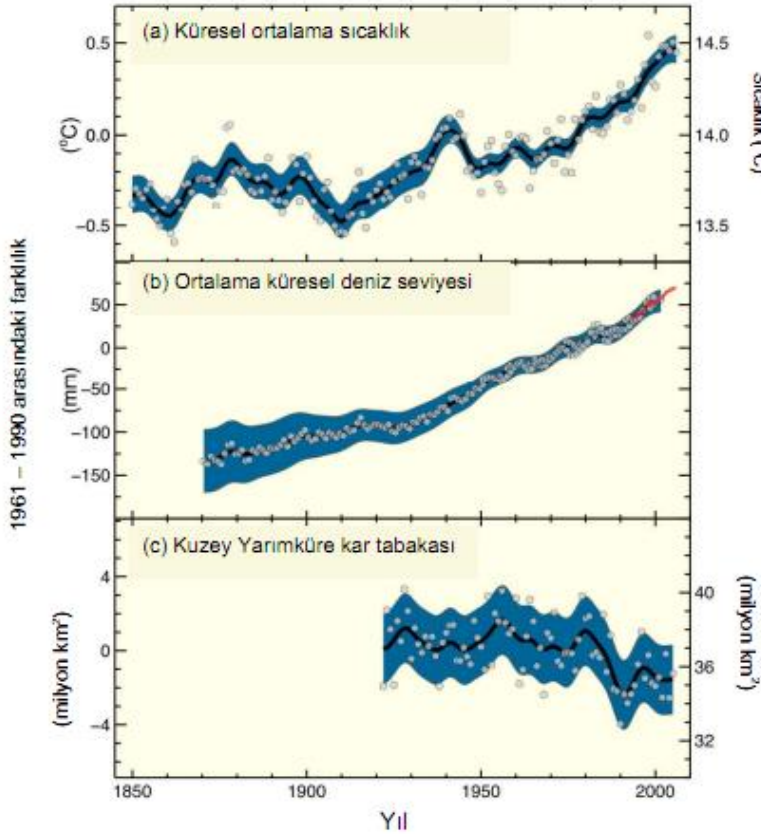
Kaynak: R. Alleyve diğerleri, İklim Değişikliği Üzerine Hükümetler arası Panel, İklim Değişikliği 2007: Doğa Bilimleri Temelinde Politika Belirleyiciler için özet, sf:7.

Hükümetler arası İklim Değişikliği Konferansı 4. Raporunda yer alan iklim değişikliğine ilişkin önemli bulgular bulunmaktadır. Kayıtların tutulduğu 1850 yılından beri 1995-2006 dönemi, dünya tarihinin en sıcak yılları olarak kaydedilmiştir. 1906-2005 arasındaki dönem için sıcaklık artış tahmini, 0,6 °C iken, 0,74 °C olarak gerçekleşmiştir. Deniz seviyeleri, 1961-2003 yılları arasında, yılda ortalama 1,8 mm yükselirken, 1993-2003 yılları arasında da yılda ortalama 3,1 mm'ye yükselmiştir. Grönland ve Antartika'daki buz tabakalarının erimesi, 1993-2003 döneminde deniz suyu seviyesinin yükselmesine katkıda bulunmuştur.

Kıtasal, bölgesel ve okyanus havzaları ölçümlerinde, iklimlerde çok sayıda uzun vadeli değişiklik gözlemlenmiştir. Bu değişikliklere, Kuzey Kutbu ısılarında ve buzullarında, yağış oranlarında, denizlerin tuzluluk oranlarında ve rüzgarların düzenlerinde değişiklikler ile kuraklık, yoğun yağışlar, sıcaklık dalgaları ve tropikal siklonları da içine alan kötü hava koşullarındaki değişiklikler de dahildir. Son 10 yıl içinde, Kuzey kutbunda yaz boyunca görülen deniz buzullarında, %7'lik azalma dikkat çekicidir. Kuzey ve Güney Amerika, Kuzey Avrupa ile Kuzey ve Orta Asya'da yağışlarda önemli artış görülmüştür. Akdeniz, Güney Afrika ve Güney Asya'nın bazı bölümleri kuraklaşmaya başlamıştır. 1970'ten beri, kuraklıklar yoğun olarak geniş bir alanda ve uzun süreli görülmektedir. Orta ve yüksek enlemlerde bulunan sular, giderek tatlı suya dönüşmesi ile düşük enlemlerdeki sularda tuz oranındaki artış, yağışlardaki değişiklikleri ve okyanuslardaki buharlaşmayı

göstermektedir. Aşırı derecede yağmur ve sel felaketlerindeki artışlar dikkat çekicidir.

Bulguların paleo iklimsel açıdan da (örneğin ağaç halkası genişlikleri) uyuştugu belirtilmektedir. IPCC 4. Raporuna göre, 20. yy'nin ortasından itibaren küresel ortalama sıcaklıklarda gözlenen artış, çok büyük oranda sera gazı yoğunluklarında gözlenen artıştan kaynaklanmaktadır (Bkz. Şekil 2.15.).



Şekil 2.14. Sıcaklık, deniz seviyesi ve kuzey yarımküre kar tabakasındaki değişimler

Kaynak: R. Alley ve diğerleri, İklim Değişikliği Üzerine Hükümetler arası Panel, İklim Değişikliği 2007: Doğa Bilimleri Temelinde Politika Belirleyiciler için özet, sf:6

IPCC raporunda⁴¹ geleceğe yönelik olarak aşağıdaki öngörülerden biri, küresel ortalama yüzey sıcaklıklarında gelecek 20 yıl içinde 0,4 °C'lik bir artış olacağı öngörülmüştür.

2090-2099 dönemi ortalama yüzey sıcaklığı, 1980-1999 dönemi ortalamasına göre, iyimser senaryoya göre tahmini 1,1 °C (muhtemel aralık 1,1 - 2,9 °C); kötümser senaryoya göre, tahmini 2 °C (muhtemel aralık 2-6,4 °C arasında) artacaktır.

IPCC 5. Değerlendirme Raporu, (İklim değişikliğinin fiziksel bilim temelli raporu) 27.09.2013 tarihinde açıklandı. Rapora göre, 1951-2010 döneminde küresel sıcaklıktaki artış, %95-100 ihtimalle insan etkilerinden kaynaklandı.1901-2011 yılları arasında sıcaklıklarda yaklaşık 0,9 °C artış görülmektedir. Ortalama yüzey sıcaklıklarının Sanayi Devrimi öncesine göre 2 °C yüksek olduğu belirtilmektedir.⁴²

2.3.2. Dünya İklim Değişikliği Çerçevesinde Avrupa Birliğinin (AB) yenilenebilir enerji politikaları

AB, gerek arz güvenliği gerekse iklim değişikliği ile mücadeledeki önemine binaen yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesini temel öncelikler arasında değerlendirmektedir.

AB'nin enerjide dışa bağımlılığı giderek artmaktadır. AB, karbondioksit salınımında dünya sıralamasında ABD ve Çin'den sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Küresel ısınma ve iklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonlarının azaltımında; Kyoto Protokolü ile başlayan iktisadi araçların kullanımı ile beraber alternatif enerji kaynaklarından azami derecede istifade edilmesi amacı, AB'nin yenilenebilir enerji politikalarının oluşturulmasında temel teşkil etmiştir. AB yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılabilmesi amacıyla yürütülmekte olan yenilikçi programların, teknolojik araştırmaların yanı sıra kanun

⁴¹ Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli(IPCC) 4. Değerlendirme Raporu

⁴² İnternet: TEMA. www.tema.org.tr/web_14966-2_1/index.aspx, 23.01.2014 tarihinde alınmıştır.

ve destekleme mekanizmaların devreye sokulmasına ihtiyaç duyulduğu görülmüştür. Üye ülkelerde yenilenebilir enerji için farklı teşvikler uygulanmaktadır. Örneğin; Almanya'da 1990'lardan bu yana sabit fiyat garantisi uygulanmaktadır. İspanya'da ise sabit fiyat garantisi yanında prim garantisi modeli uygulanmaktadır.

Avrupa Komisyonu, 'Yenilenebilir Enerji Kaynakları Topluluk Stratejisi ve Eylem Planı' başlıklı beyaz kitabı hazırlamıştır. Beyaz kitabı, Aralık 1997'de Avrupa Parlamentosu benimsemiştir. Beyaz Kitap, yenilenebilir enerjilerin toplam enerji tüketimindeki payını 2010 itibariyle AB genelinde %6'dan %12'ye çıkarmayı hedeflemiştir.

2000 yılında ise "Enerjinin Arz Güvenliği, Avrupa Stratejisine Doğru" Yeşil Kitap kabul edilmiştir. Bu kitapta, enerjide dışa bağımlılığın giderek artması nedeniyle enerji çeşitlendirilmesine gidilmesi gerektiği belirtilmiştir.

AB Komisyonu, küresel sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik yasal yükümlülükler getiren Kyoto Protokolü'nün uygulanmasında yenilenebilir enerjileri teşvik eden direktifleri ve enerji verimliliğini artıracak direktifleri diğer önlemlerle birlikte önemli araç olarak görmektedir. Yenilenebilir enerji kullanımını teşvik eden direktifler aşağıda sıralanmaktadır.

2001/77/EC İç Elektrik Piyasasında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik üretimini teşvik eden direktif: 2010 yılı için yenilenebilir enerjiden üretilen elektrik enerjisinin toplam tüketimdeki payını %12'den %22'ye çıkarmaya hedeflemektedir.

2002/91/EC Binaların enerji Performans Direktifi: Topluluk dahilindeki binaların enerji performansının iyileştirilmesinin teşvik edilmesidir. Toplam enerjiden 2010 yılına kadar %22 tasarruf hedeflemektedir. Direktifte kullanılabilir toplam zemin alanı 1000 m²'nin üzerinde yeni binalar için inşaata başlamadan önce yenilenebilir enerjinin uygulanabilirliğinin dikkate alınması gerektiği belirtilmektedir.

2003/30/EC Ulaşımında Biyoyakıtların ve diğer yenilenebilir yakıtların kullanımını teşvik eden direktif: Çevrenin korunmasına katkı sağlamak üzere ulaşımda yakıt olarak dizel ve benzin kullanımını azaltarak bunların yerine biyoyakıtlar ve diğer yenilenebilir yakıtların teşvik edilmesidir. 2005 yılı için toplam yakıt miktarında %2 biyoyakıt miktarına ulaşmak, 2010 yılı için ise %5.75 biyoyakıt oranına ulaşmak.

2003/96/EC Enerji Ürünleri ve Elektriğin Vergilenmesi için Topluluk Çerçevesinin Yeniden Yapılanması Direktifi: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve sözleşmesine taraf olduğu için, enerji ürünlerinin, elektriğin vergilendirilmesini araç olarak kullanılacağı belirtilmektedir.

Avrupa Komisyonu 3 Mart 2010 tarihinde Lizbon Stratejisinin yerini alacak olan Avrupa 2020 stratejisini kabul etmiştir. Avrupa 2020 stratejisi temel olarak günümüz koşullarına uygun sürdürülebilir büyüme modeli geliştirmeyi amaçlamaktadır. 2020 için AB hedeflerinde, sera gazı salımının 1990 yılına kıyasla en az %20, şartlar elverişli ise en az %30 azaltılması, AB'nin enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payının %20'ye yükseltilmesi ve %20 oranında enerji verimliliği sağlanması bulunmaktadır. Bu belirtilen hedefler, AB biyoyakıt stratejisi (AB Komisyonu 2006-a) ve yenilenebilir enerji yol haritasında (AB Komisyonu 2006-b) da yer almıştır.⁴³

2.3.3. İklim Değişikliği ve Türkiye'de yenilenebilir enerji politikaları

Enerji kaynaklarının hızla tükenmesi, petrol, kömür, nükleer enerji gibi kendini yenileme durumu olmayan kaynakların bilinçsizce kullanılması, bu kaynakların çevreye ve atmosfere verdiği kirlilik, yaydıkları sera gazı salınımları küresel ısınmaya ve nihayetinde iklim değişikliğine yol açmaktadır. Bu durum, yenilenebilir enerji kaynakları arayışına ve akabinde yenilenebilir enerji politikalarına yönlendirmektedir.

⁴³ İnternet adresi: Avrupa Birliği Bakanlığı resmi internet sitesi.

Bu kısımda, iklim değişikliğinin ölkemizdeki etkileri ve bunun neticesinde alınan önlem niteliğindeki iklim değişikliği ile mücadele için yapılan girişimler ve yenilenebilir enerji politikaları incelenmiştir.

Ölkemizde sürdürülebilir bir enerji politikası için kaynak ve ölkçe çeşitlendirmesi yapılmalı, yerli üretimin teşvik edilerek alternatif enerji kaynağına olanak sağlanmalı ve tüm bunların çevreye uyumlu olmasına dikkat edilmelidir.⁴⁴ Yenilenebilir enerji teknolojileri fosil yakıtlara olan bağımlılığı ve bu sayede sera gazı emisyonlarını azalttıklarından dünya enerji güvenliğine katkı sağlayarak sürdürülebilir enerji için önemli bir adım olmaktadır.⁴⁵

2.3.3.1. Türkiye ikliminde beklenen muhtemel değişiklikler ve iklim değişikliği ile mücadele eylem planı

Küresel ısınmanın etkisiyle iklimde meydana değişikliklerin çevresel, sosyo-ekonomik birçok etkisi olmaktadır. Bu kısımda, ölkemizde bu alanda yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü ile İTÜ tarafından ortaklaşa yürütölen “Türkiye için İklim Değişikliği Senaryoları” isimli TÜBİTAK Projesi kapsamında yapılan senaryo çalışmalarından elde edilen sonuçlardan iyimser senaryoya göre, 2071-2100 döneminde, 1961-1990 dönemine göre değişimler daha küçük olacaktır.

Kötümser senaryoya göre; 2070-2100 dönemi için, Türkiye’de sıcaklıklar, 1961-1990 ortalamasına göre, 2-6 °C dolayında yükselecektir. Kış mevsiminde, sıcaklıklar, ölkenin doğusunda daha fazla artış gösterecek, yaz mevsiminde ise bunun tersi olacak ve sıcaklıklar ölkenin Batı bölgesinde, doğusuna göre 3-4 °C daha yüksek olacaktır.

⁴⁴ Külebi, A. (2007)

⁴⁵ Aswathanarayana, U., Harikrishnan, T. and Thayyib Sahini, K.M. (2010). *Green energy technology, economics and policy*, London: Taylor & Francis Group.

Yağışlarda belirgin değişikliklerin kış mevsiminde olacağı beklenmektedir. Ege ve Akdeniz kıyıları boyunca yağışlar azalacak ve Karadeniz kıyısı boyunca artacaktır. İç Anadolu Bölgesi yağışlarında ise az değişiklik olacak ya da hiç değişiklik olmayacaktır.

Fırat ve Dicle Havzası'nın üst bölümlerini de kapsayacak şekilde ülkenin güney bölümlerinde yağışlar azalacaktır, buna karşılık GAP'ı içeren bölgelerde yağışlarda artış söz konusudur. Su potansiyeli açısından kar çok önemlidir. Kar derinliğinde, Doğu Anadolu Bölgesi'nin yüksek bölümlerinde ve Karadeniz dağlarının doğusunda kalan bölümde, azalmalar olacaktır. Bu da, Fırat ve Dicle Nehir Havzasında azalma meydana geleceği anlamına gelmektedir. Bir ılıman bölge olmasına rağmen, Akdeniz Havzası'nda karasal bir yapı söz konusu olacaktır. Deniz suyu seviyesinde yükselmelerinde ise Türkiye düşük riskli ülkeler arasındadır, bununla beraber İstanbul, yüksek risk değerlerine sahiptir.

İklim değişikliği neticesinde çevresel ve sosyo-ekonomik birtakım değişiklikler tahmin edilmektedir. Tarımsal üretim potansiyelinin değişebileceği, zirai ve içme maksatlı su ihtiyacının artması sonucunda Türkiye'nin kurak ve yarı-kurak alanındaki su kaynakları sorunlarına yenileri eklenebileceği, yaz kuraklığının süresi ve şiddetinde artışlar, çölleşme süreçlerini, tuzlanma ve erozyonu destekleyeceği, rüzgar esme sayısı ve kuvveti ile güneşlenme süresi ve şiddetinin değişebileceği, deniz akıntılarında, deniz ekosistemlerinde ve balıkçılık alanlarında bazı değişikliklerin olabileceği, su varlığındaki değişiklikler ve ısı stresinden kaynaklanan enfeksiyonlar ve sağlık sorunlarının artabileceği, deniz yükselmelerine bağlı olarak, yerleşim yerleri sular altında kalma ihtimali, iklim kuşaklarındaki kaymaya uyum gösteremeyen fauna ve flora türlerinde azalma görülebileceği, doğal karasal ekosistemler ve zirai üretim, zararlılardaki ve hastalıklardaki artıştan zarar görebileceği, büyük şehirlerde, özellikle gece sıcaklıklarının belirgin bir şekilde artabileceği öngörülmektedir.

Türkiye iklim değişikliği politikaları çerçevesinde, "Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi (2010-2020)" ile "İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planını (2011-2023) hazırlamış, yürürlüğe koymuştur. Ayrıca, ulaştırma, enerji, sanayi ve

konutlardan kaynaklanan sera gazı emisyonlarını önlemeye ve nihai enerji tüketimini azaltmaya yönelik olarak 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu 02.05.2007 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Ayrıca, bu Kanuna dayanarak, 9 Haziran 2008 tarihinde ulaşımda enerji verimliliğinin artırılması hakkında yönetmelik yayımlanmıştır. Türkiye'nin enerji yoğunluğunun azaltılmasında ve tüm aşamalarda enerji verimliliğinin artırılmasında ciddi bir potansiyel mevcuttur. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü'nün (EİEİGM) "Türkiye'de Enerji Verimliliği Durum ve Gelecek Planlaması (2009)"na göre sanayide en az %15, binalarda en az %35, ulaşımda en az %15 tasarruf potansiyelinin olduğu bilinmektedir.⁴⁶

2.3.3.2. Türkiye'nin yenilenebilir enerji mevzuatı ve gelişmeler

Küresel ısınmaya karşı oluşturulan Kyoto Protokolü'ne göre sera gazı salınımlarının düşürülme girişimleri, tüm dünyada yenilenebilir alternatif enerji kaynaklarına yoğun ilgi gösterilmesine neden olmakta, bu çerçevede biyoetanol üretimi de hızlı bir şekilde artmaktadır. Özellikle ulaşım araçlarında biyoetanolün fosil yakıt türevlerine alternatif olarak veya bu tür yakıtlarla harmanlanarak kullanılması giderek yaygınlaşmaktadır. Bu konuda yenilenebilir enerji politikaları ve mevzuatının geliştirilmesi önemlidir.

Türkiye'nin yenilenebilir enerji politikalarının ivme kazanması 10.05.2005 tarih ve 5346 sayılı "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun"la başlamıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına, 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve 6446 sayılı "Elektrik Piyasası Kanunu ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun"da da yer verilmiştir. Ayrıca, Petrol Piyasası Kanununda ve EPDK yönetmelik ve tebliğlerinde biyoyakıtlar ile ilgili hususlar bulunmaktadır. EPDK'nın diğer yenilenebilir enerji türleri için de düzenlemeleri mevcuttur.

⁴⁶ İnternet adresi: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü resmi internet sitesi.

5346 sayılı Kanunu, Avrupa Birliği'nin 2001/77/EC iç elektrik piyasasında yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimini teşvik eden direktifine karşılık gelmektedir. Söz konusu kanunla yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesi hedeflenmektedir. Kanun, yenilenebilir enerji kaynak alanlarının korunması, kaynaklardan elde edilen elektrik enerjisinin belgelendirilmesi ve bu kaynakların kullanımına ilişkin usul ve esasları kapsamaktadır. Kanunla yenilenebilir enerji kaynaklarının tanımı yapılmıştır. Zaman içerisinde Kanunun bazı maddelerinde 09.07.2008 ve 29.12.2010 tarihlerinde değişiklikler yapılmıştır. Kanun, yatırımcıların elektrik piyasasına ilgisini arttırmak için önemli teşvikler getirmiştir. Ancak, yatırım dönemi uygulamalarında (madde 7'de), biyokütle kaynaklarını kullanarak elektrik enerjisi veya yakıt üretimine yönelik Ar-Ge tesis yatırımlarının, Bakanlar Kurulu kararıyla teşviklerden yararlandırılabilceği belirtilmektedir. Kanunda biyokütlenin yakıt üretiminde kullanılmasına dair ibare, sadece bahsi geçen maddesinde yer almaktadır. Türkiye'de ulusal enerji politikasının çevreyle uyumlu teknolojileri barındıran yenilenebilir enerji politikalarını içeriyor olması gerekmektedir.^{47,48}

⁴⁷ Kedron, P. (2012). *An analysis of the evolution of renewable energy production: The role of firms, institutions and markets*. PhD Thesis, Newyork State University, ABD.

⁴⁸ Sarucan, A. ve Atak, M. (2014). A cost efficient and environmental restricted optimization of the Turkish energy supply system. *Energy Sources*, 10(1), 1-7.

3. ALTERNATİF ENERJİ KAYNAĞI OLARAK BİYOETANOL, TARIMSAL GİRDİ VE TARIMSAL ÜRÜN FİYATLARI

3.1. Dünya Tarımsal Girdi Kullanımı Gelişmeleri ve Biyoetanol Üretiminde Tarımsal Ürün Piyasaları

3.1.1. Dünya ekonomisi ve emtia piyasaları

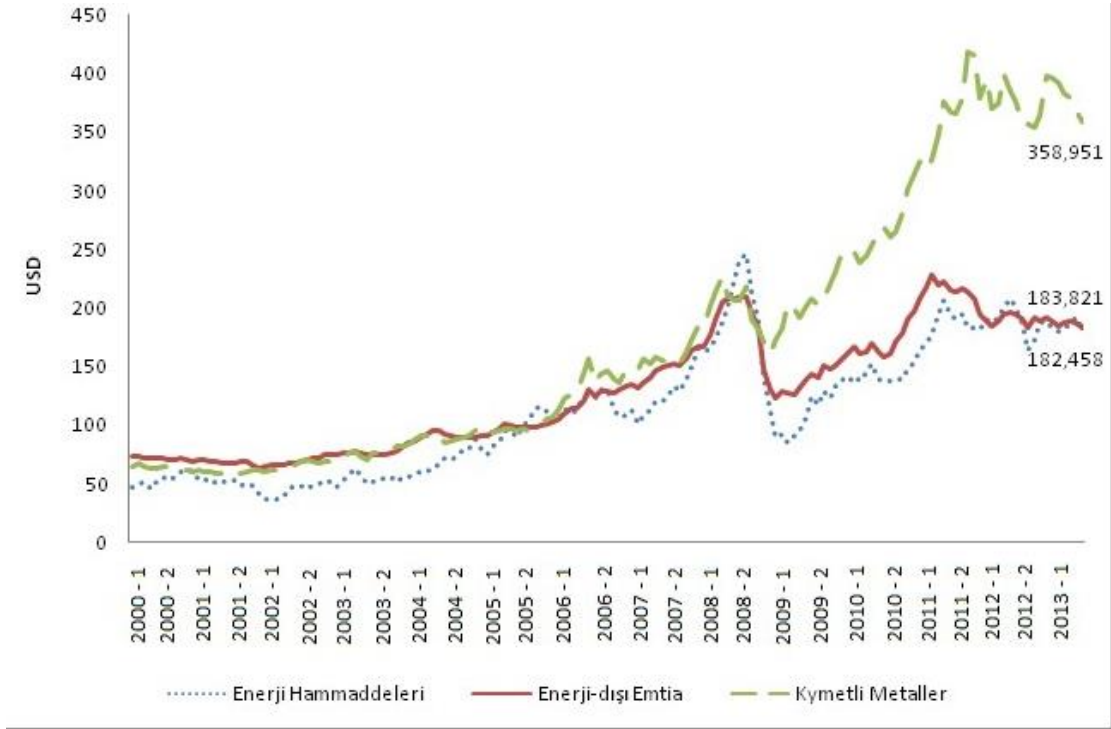
2002 yılı itibariyle dünya ekonomisinde yüksek ve kesintisiz bir büyüme dönemine girilmiştir, ancak bu büyüme ivmesi 2007-2008 finansal kriziyle düşmüştür. 2002 yılında dünyada %3 büyüme gerçekleşmiştir. Dünya ekonomisi 2002-2007 yılları arasında yıllık ortalama %4.32 büyümüştür. 2005-2007 yılları arasında ise büyüme %5 düzeyine kadar çıkmıştır. Sanayileşmiş ülkeler de büyümüşler ancak, en yüksek büyüme oranları Uzak Doğu Asya ülkelerinde gerçekleşmiştir.

2002-2007 döneminde finansal piyasalarda da genişleme görülmüştür. ABD'de FED tarafından ekonomiyi canlandırmak amacıyla, 2000'li yılların başında %6,5'larda olan faiz oranları 2002'den itibaren %2'nin altına kadar düşürülmüş, 2004 ortalarında ise %1'e kadar gerilemiştir. ABD başta olmak üzere gelişmiş ülkelerde, faiz oranlarının düşmesi ve kredi kullanımlarının artmasıyla konut fiyatları ile satışlarında hızlı artış meydana gelmiştir.

ABD'de 2007'den itibaren büyüme yavaşlamıştır. ABD'de mortgage kriziyle birlikte vadeli emtia fiyatlarında hızlı satışlar ve emtia piyasalarında daralma olmuştur.

2012 yılı itibariyle Avrupa Borç Krizi etkilerinin sürdüğü ve gelişmiş ülkelerde yavaşlamaların devam ettiği, Çin'de talep artış hızında azalma olduğu görülmektedir. Dolayısıyla 2012 yılında emtia fiyatlarında gerileme görülmüştür. AB'de ekonomik genişlemenin yakın dönem için emtia fiyatlarını etkileyeceği tahmin edilmektedir.

Emtia fiyatları, üretimi, istihdamı, büyümeyi, enflasyonu etkilemektedir. Dünya Bankası ve Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization, FAO) fiyat endekslerine baktığımızda, 2008 yılının ilk yarısında artış eğilimini sürdüren endekslerin, küresel krizin etkisiyle 2008 yılının ikinci yarısından itibaren düşüşe geçtiği, ancak 2009 yılından itibaren yeniden artış eğilimi gösterdiği görülmektedir (Bkz. Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Emtia fiyat hareketleri

Kaynak: World Bank Commodity Price Data (Pink Sheet), Ocak 2000-Mart 2013, 2005=100, aylık endeks nominal USD temellidir.

Not: 1. Enerji Hammaddeleri: Ham Petrol (%84,6), Doğal Gaz (%10,8), Kömür (%4,7)
 2. Enerji-dışı Emtia: Metal ve Mineraller (%31,6), Tarım (64,9), Gübre (%3,6)
 3. Kıymetli Metaller: Altın (%77,8), Gümüş(%18,9), Platinyum (3,3).

Emtia fiyatlarına ayrıntılı baktığımızda, 2002'de ortalama 279 USD olan troy ons altın 2008'de 1.030 USD'ye; 2011'de ise 1.771 USD'ye ulaştığı görülmektedir. Küresel ekonomilerdeki belirsizlikler, AB'deki borç krizinin derinleşmesi ve USD'ye güvenin azalması gibi nedenlerle altın fiyatları artmıştır. Ancak, küresel

ekonomideki toparlanma sinyalleriyle altın fiyatları, 2012 Kasım ayından itibaren düşüş eğilimine girmiştir.⁴⁹

2008 Temmuz ayında brent tipi ham petrolde görülen fiyatlar, 2002'deki brent tipi ham petrol fiyatından fazladır. Brent tipi ham petrol fiyatı, 2008 yılının ikinci yarısından itibaren düşmeye başlamıştır. 2000'li yılların başında ortalama 12,5 \$/ton seviyesinde olan demir cevheri 2008'de 60 dolar/ton olmuştur. Demir cevheri, 2008 yılı içerisinde fiyatını korumuştur.

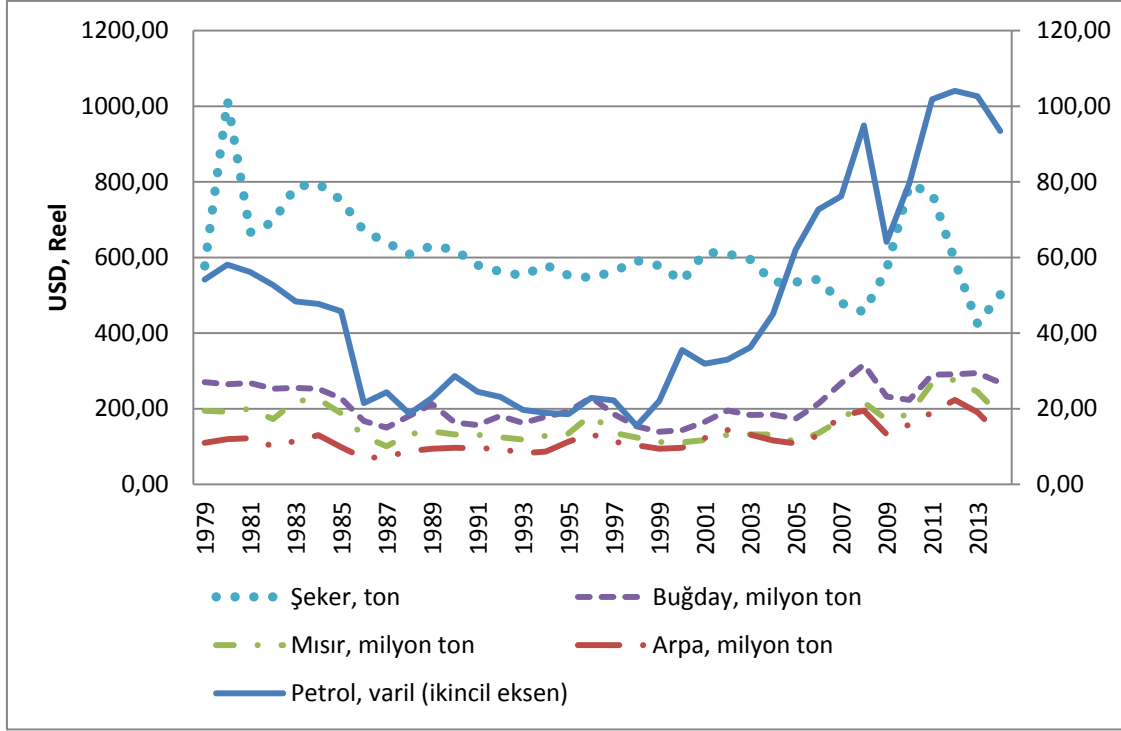
Tarımsal emtia fiyatlarında ise artış eğilimi, 2006'dan itibaren hız kazanmaya başlamıştır. Artış eğilimini 2009 ve 2012 yılları haricinde korumuştur.

Son on yılda emtia fiyatlarındaki artışta, Çin ve Hindistan gibi yüksek hızla büyüyen ülkelerin güçlü emtia talepleri etkili olmuştur. Yüksek hızla büyüyen ülkelerin gelirlerindeki hızlı artış, emtia talebinin fiyatlara olan duyarlılığını önemli ölçüde azaltmıştır. Emtia talebindeki güçlü artışlar, fiyatlar üzerinde yukarı yönlü baskıya neden olmuştur. Ekonomik gelişmelerden dolayı, ABD dolarının diğer para birimlerine göre değer kaybının ve spekülasyon hareketlerinin emtia fiyat artışlarında katkısı bulunmaktadır.

Emtia fiyatlarındaki kısa dönemli yüksek artışlar ve dalgalanmalar, ekonomik kesimlerin büyük kısmını olumsuz etkilemiştir. Fiyat seviyelerindeki artış, tüketimin azalmasında etkili olmuştur.

Şekil 3.2.'de petrol ve bazı tarım ürünlerindeki reel fiyat artışları gösterilmektedir.

⁴⁹ Ekonomi Bakanlığı (2013). *2012 Yılında Enerji-Dışı Emtia Piyasaları*, Ankara

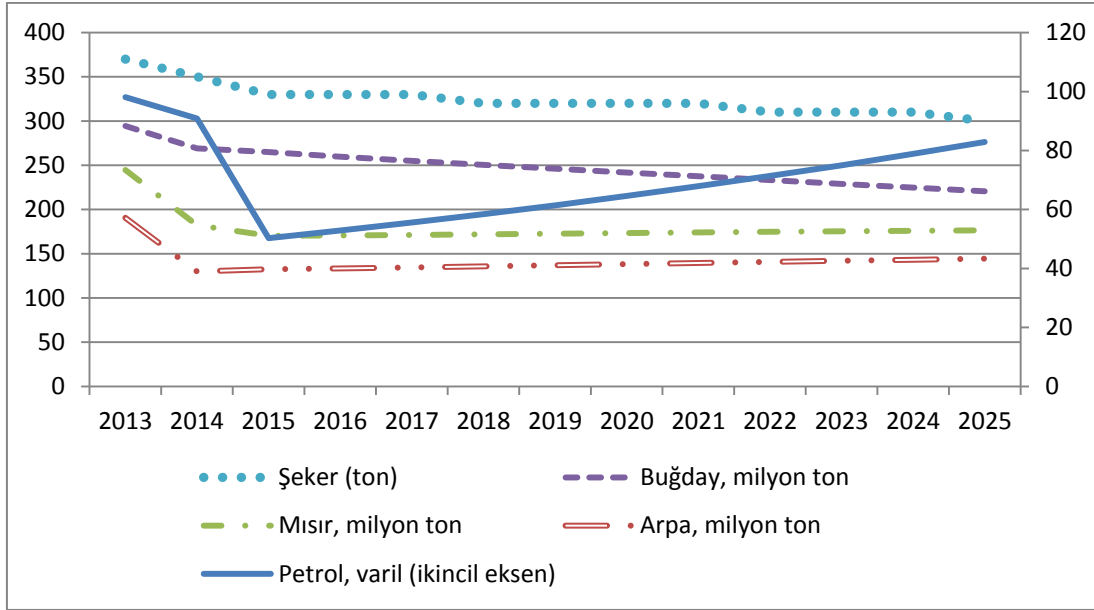


Şekil 3.2. Petrol, arpa, mısır ve buğday fiyat hareketleri, reel

Kaynak: Dünya Bankası, 2015

Şekilde görüldüğü gibi, tarım ürünlerindeki fiyat değişimleri benzerlik göstermektedir (Petrol fiyatlarındaki dalgalanmalar ise tarım ürünlerine göre yüksektir). Petrol fiyatlarının stabil olmaması, alternatif enerjilerin önemini bir kez daha göstermektedir. Şekerdeki dalgalanmaların ise şekerin bir tarım ürünü niteliğinden çok endüstriyel bir ürün olmasından ve biyoetanol üretiminde yaygın olarak kullanılmasından kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Yine şekilde görüldüğü gibi, birbirine yakın olmakla birlikte tarım ürünlerinden fiyatı en düşük olanı arpadır.

Söz konusu ürünlere ilişkin olarak 2025 fiyat tahminleri ise Şekil 3.3.'te gösterilmektedir.



Şekil 3.3. Emtia Fiyatları Tahmini, 2013-2025 (reel USD)

Kaynak: Dünya Bankası, 2015

Şekil 3.3.'te görüldüğü gibi, tarımsal ürünler birbiriyle aynı doğrultuda eğilim göstermekte ve çok büyük dalgalanmalar göstermemektedir. Petrol fiyatlarında ise 2015 yılına kadar bir düşüşten sonra doğrusal bir artış olacağı öngörülmektedir.

3.1.2. Tarımsal ürün piyasaları

Bu alt bölümde, tarımsal ürünlerden buğday, şeker pancarı, mısır, arpa ve patatesin ülkemizdeki ve dünyamızdaki piyasa koşullarından bahsedilmiştir.

Öncelikle, şeker pancarının piyasası incelenmiştir. Şeker, çok çeşitli ürünlerden elde edilmektedir. Dünya şeker arzının büyük kısmı, şeker kamışı ve şeker pancarından sağlanmaktadır. Türkiye'de değişik kapasitelerde şeker pancarı işleyen 33 adet şeker fabrikası faaliyet göstermektedir. Şeker fabrikalarından 25 adedi Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş.'ye (Türkşeker) ait olup, 6 adedi Panko Birliğe, 1 adedi kooperatifle birlikte özel sektöre, 1 adedi özel sektöre aittir. Pancar şeker üreten şirketlerin toplam günlük pancar işleme kapasitesi 168.657 tondur.

Şeker pancarı üretiminde su ihtiyacı oldukça fazladır. Yıllık toplam yağış miktarı, 600-700 mm³ olan yerlerde yetiştirme devresinde 300-350 mm³ yağış düşmesi koşuluyla sulama yapmaya gerek duyulmamaktadır.⁵⁰

Şeker pancarı, mutlaka ekim nöbeti (münavebe) uygulanması gereken bir bitkidir. Türkiye’de şeker pancarı tarımında zorunlu ekim nöbeti⁵¹ uygulaması yapılmaktadır. Aynı tarlaya üç (dar bir bölgede uygulanmaktadır) veya genelde dört yılda bir şeker pancarı ekimi yapılabilmektedir.

Şeker pancarı tarımında, verim ve kaliteyi artırmak için modern tarım teknikleri gereği toprak işleme, kaliteli tohum kullanma, gübreleme ve mekanizasyon tedbirlerine önem verilmelidir. Şeker pancarı tarımı, belirtilen kotalara göre ve çiftçilerle yapılan sözleşme esaslarına göre yapılmaktadır.

Şeker, insanların temel gıdalarındandır. Şeker pancarı tarımı, ekonomik ve sosyal kalkınmada önemli rol oynamaktadır. Şeker pancarı, sanayi hammaddesi olmasının yanında yaprak, baş, posa ile besi hayvancılığı için çok kıymetli yem bitkisidir. Ayrıca, alternatif tarım ürünlerine göre daha fazla istihdam yaratmaktadır.

Dünya şeker üretiminde altıncı sırada olan Türkiye’nin şeker politikası yurtiçi talebin öncelikle yurtiçi üretimle karşılanması esasına dayanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda 4634 sayılı Şeker Kanunu 2001 yılında yürürlüğe girmiştir. Türkiye’nin şeker üretim maliyetleri, dünya borsa fiyatlarının üzerindedir. Bu nedenle, ihracatta rekabet şansı yoktur. Dünya Ticaret Örgütü’ne taahhütlerimiz kapsamında, şeker ihracatına sübvansiyon uygulanmamaktadır. Sektörün sürdürülebilirliği için ithalata karşı yüksek koruma oranlarıyla güvence altına alınmasına ihtiyaç bulunmaktadır. 2014 yılı sonu itibarıyla, ülkemiz şeker sektörünün yıllık ekonomik büyüklüğü 3 Milyar USD civarındadır.

⁵⁰ Baydar, H. (2012). *Tarla bitkileri (Genel)*. Hasan Baydar Süleyman Demirel Üniversitesi. Ziraat Fakültesi, Isparta.

⁵¹ Toprağın parçalara ayrılarak dönüşümlü olarak farklı ürünler ekilerek dinlendirilmesi.

Buğday, dünyada ticareti en fazla yapılan tarım ürünleri arasında yer almaktadır. Dünyada, buğday ticareti 100 milyon tonu aşan hacme sahiptir. 2008 yılında ticareti yapılan miktar, 130 milyon tonun üzerindedir. Bu miktardaki buğday ticaretinin 40 milyon tonunu AB, 30 milyon tonunu ise ABD tek başına gerçekleştirmiştir.

Dünyada buğday verimi 1999 yılında 275 kg/da iken, 2009 yılında 302 kg/da'ya yükselmiştir. Almanya'da ortalama verim 780 kg/da'dır. Fransa'da ortalama verim, 744 kg/da'dır. Türkiye'de ortalama verim 200 kg/da'dan 256 kg/da'ya yükselmiştir.

Dünyada başlıca buğday satıcısı ülkeler; ABD, Kanada, Fransa, Avustralya, Rusya, Arjantin, Almanya, Ukrayna ve Kazakistan'dır. Türkiye buğday satıcısı ülkeler arasında yer almamakla birlikte zaman zaman yapılan ihracat ile bazı yıllar ön plana çıkabilmektedir. AB, %30 oran ile dünyada en fazla buğday satıcısı durumundadır. Dünyada, 2000 yılında toplam 14 milyar dolar buğday ihracat yapılırken, bu miktar, 2008 yılında 44 milyar dolar üzerine çıkmıştır. Bu artışın en büyük nedeni, buğday fiyatlarındaki yüksek artıştır. 2000 yılında, 121 dolar/ton olan fiyat 2008 yılında 342 dolar/tona yükselerek üç kata yakın artış görülmüştür. Dünya pazarlarında en düşük fiyat 214 dolar/tonla Ukrayna buğdayında olurken, en yüksek fiyat 426 dolar/ton ile Kanada buğdayında olmuştur.

Dünyada buğday alıcısı ülkeler incelendiğinde, 2000 yılından 2008 yılına kadar sürekli dış alım yapan ülkelere Japonya, Cezayir, Mısır, İtalya, Endonezya, Brezilya, Fas, İspanya, Hollanda, Kore, Meksika, Belçika, Filipinler ilk sıralarda yer almaktadır. Zaman zaman dış alıma ihtiyaç duyan ülkeler arasında Türkiye gibi buğday üreticisi ülkeler de vardır.

Mısır, günümüzde iki önemli biyoyakıt hammaddesinden biridir. Yüksek verim nedeniyle ABD'de etanolün %70'i mısırdan üretilmektedir. Mısırdan etanol üretiminde ortaya çıkan dezavantajlardan biri de mısırın diğer tahıllara göre, daha

fazla toprak erozyonuna neden olması ve mısır üretiminde daha fazla azotlu gübre kullanılmasıdır.⁵²

Arpa, dünyada ekim alanı açısından ön sıralarda yer almaktadır. Türkiye’de ekim alanına göre kıyaslandığında buğdaydan sonra gelmektedir. Türkiye’nin tüm bölgelerinde yetiştirilmektedir. Ancak, arpa tarımı büyük ölçüde kuru koşullarda yapılmakta olup, verim düşüktür ve dünyadaki arpa veriminden azdır. Dünya arpa üretiminde, Avrupa Birliği, Rusya, Ukrayna, Kanada, Türkiye ön sıralarda yer alan ülkelerdir. Arpa, ekonomik önemi olan bitkiler arasında yer almaktadır. Hayvan yemi olarak ve malt (bira hammaddesi) üretiminde kullanılmaktadır. İnsan beslenmesinde doğrudan kullanımı çok azdır.

Arpanın dünya üretimi, yaklaşık 125 milyon ile 150 milyon ton arasında gerçekleşmektedir. Dünya ihracatı, Uluslararası Ticaret Birliği Ticaret Haritası (International Trade Cooperation Trademap) verilerine göre 2010 yılı dünya hububat ihracatı 83 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. Arpa hububat ihracatı 5 milyar dolardır. Dünya arpa ihracatında, AB, Avustralya, Rusya, Kanada ön sıralarda yer almaktadır. Arpa ithal eden ülkeler arasında Suudi Arabistan, Çin, Japonya, AB ve İsrail ve diğer ülkeler yer almaktadır.

Patates, dünyada en çok tüketilen temel besin maddeleri arasındadır. Bitkisel kaynaklı beslenmede tahıllardan sonra gelmektedir. Her çeşit iklimde yetiştirilmesinden dolayı dünyada hemen hemen her ülkede yetiştirilmektedir. Protein değeri düşük ve nişasta içeriği yüksektir. Vitamin ve mineral bakımından zengindir. Yemelik ve sanayilik olmak üzere yetiştirilmektedir. Patates, nişasta ve alkol endüstrisinin önemli hammaddeleri arasındadır.

Türkiye’de patates ekim alanı 145.000 ha ve üretimi 4,6 milyon tondur. Bir dekada patates tarlasından ortalama 3250 kg patates verimi elde edilmektedir. Patates, Nevşehir, Niğde, İzmir, Bolu, Afyon, Trabzon, Konya, Erzurum ve Ordu illeri başta olmak üzere yetiştirilir. Yağışı fazla olan bölgelerde sulanmadan veya

⁵² Meral, R. ve Saydan Kanberoğlu, G. (2012). Tahıllardan Enerji Üretimi. *Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.* 2(3): 61-68.

yağışın kısıtlı olduğu bölgelerde, 3-4 aylık yetiştirme periyodunda 3-7 defa sulama yapılarak (toplam 375-400 mm³ su yeterlidir) üretilir.

Dünya patates üretiminin önemli bir bölümü üretici ülkelerde tüketilmektedir. Dünya üretiminin küçük bir bölümü dış ticaretle işlem görmektedir.

Patates gibi su içeriği yüksek ürünler, bozulmadan en fazla 3-5 ay bekletilebilmektedir. Patates, ülkemizde piyasa dalgalanmalarından en çok etkilenen ürünlerden birisidir. Dolayısıyla piyasa fiyatlarındaki artışlar, bir sonraki yıl için patates ekiminin artmasına, fiyatlarda düşme ise bir sonraki yılda patates ekim alanlarının daralmasına sebep olmaktadır. Patates fiyatlarının her yıl değişiklik göstermesi, üretimi doğrudan etkilemektedir. Bu yüzden, öncelikle etkili bir üretim ve fiyat planlaması yapılması gerekmektedir. Depolama imkânlarının iyileştirilmesi, üretimde mutlaka planlamaya gidilerek istikrarın sağlanması, etkin pazarlama organizasyonunun kurulması gerekmektedir.

Dünyada ve Türkiye'de tahıllar, insan beslenmesi için en önemli gıdadır. Türkiye'de en fazla buğday ve arpa üretilmektedir. Türkiye, dünya buğday ve arpa üretiminde ilk 10, mısır ve çeltik üretiminde ise ilk 40 arasındadır. Türkiye'de 12 milyon hektarda tahıl (hububat) üretimi yapılmaktadır. Tahıl ekim alanlarına buğday %67, arpa %25, mısır %5 ve diğerleri (çavdar, tritikale, yulaf, çeltik, darılar) %3 pay almaktadır.

Buğday ve arpa en fazla Orta, Batı, Güneydoğu Anadolu bölgelerinde, mısır en fazla Akdeniz, Güney Doğu, Ege bölgelerinde,

Buğday, arpa, çavdar daha çok kurak, yarı kurak bölgelerin kuru tarım alanlarında; mısır, yulaf daha çok yağışlı ve nemli bölgelerde ve sulu tarım alanlarında yoğunlaşmıştır.

Türkiye'de, buğday ve arpa verimleri 250 kg/da, mısır verimi 750 kg/da'dır. Dünyada olduğu gibi sıcak iklim tahılları (mısır ve sorgum), serin iklim tahıllarına (buğday, arpa, yulaf, çavdar) göre daha yüksek verim vermektedir.

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından biyoetanolün hammaddesi olarak kullanılan bu tarımsal ürünlerin bir kısmına destekler verilmektedir. Tarımsal ürün piyasaları yurtiçi sertifikalı tohum kullanımı desteği dekar başına TL olarak en az buğday ve arpada, en fazla patatesten; kg başına TL olarak en fazla buğday, en az patates ve arpada. Türkiye tarım havzaları üretim ve destekleme modeli fark ödemesi destekleri açısından bakıldığında; yapılan ödeme mısır, arpa, buğday için kg başına çok düşük bir meblağ iken, patates için daha yüksektir.

3.2. Biyoetanol Tanımı ve Biyoetanole İlişkin Yasal Düzenlemeler

Biyoetanol, üretim sürecinde hammadde olarak arpa, buğday, mısır, şeker pancarı, şeker kamışı, patates, manyok ve odunsular gibi kimyasal içeriğinde nişasta, şeker veya selüloz içeren bitkilerin kullanıldığı ve benzinle çalışan taşıt motorlarında yakıt olarak kullanılabilen bir biyoyakıt çeşididir.⁵³ Enerji değeri görece düşük olan biyoetanol, aynı miktar benzinden elde edilen enerjinin yaklaşık %66'sı kadar enerji sağlamaktadır. Buna karşın, oktan seviyesi benzine kıyasla daha yüksek olan biyoetanolün benzinle harmanlanarak kullanılması motor performansını artırmaktadır.⁵⁴

Benzin türevi bir yakıt olarak kullanılan biyoetanol, hammaddesi nişasta-şeker bitkileri (buğday, mısır, şeker pancarı, şeker kamışı) olup, arazi ve iklim koşullarına göre ülkeler tarafından kullanılan biyoetanol hammaddesi değişkenlik göstermektedir. Dünyada, genel olarak şeker kamışı ve mısır kullanılmaktadır.

Biyoetanol, yenilenebilir hammadde kaynaklarından elde edilir. Tek başına veya benzine ve son yıllarda motorinlerle harmanlanarak kullanılan biyoyakıttır. Biyoetanol, biyoyakıtlar içerisinde en çok kullanılan yakıttır. Benzine %10 biyoetanol eklendiğinde oktan sayısı 3 birim artmaktadır. Bu nedenle, biyoetanol, oktan sayısı yükselticisi olarak bilinir. Benzinin yanması için stokiyometrik hava/yakıt oranı 15,05'tir. Etanol için hava/yakıt oranı 8,95 olmaktadır. Yanma

⁵³ Hatunoğlu, E. (2010). *Biyoyakıt politikalarının tarım sektörüne etkileri*, Uzmanlık Tezi, DPT, Ankara.

⁵⁴ FAO, 13.

denklemini incelendiğinde, biyoyakıt kullanan motorlar, benzine göre daha az hava harcaması veya zengin karışım olduğu sonucunu doğurmaktadır.⁵⁵

Biyoetanol, benzinle harmanlanma oranına göre E2 (%2 biyoetanol + %98 benzin), E5, E10, E85 olarak adlandırılmaktadır. Biyoetanol miktarının düşük olduğu harmanlamada motorinde değişiklik gerekmemektedir. Biyoetanol, daha çok benzinle harmanlanmasına rağmen, son yıllarda motorinle de harmanlamada kullanılmaktadır. Edizel olarak adlandırılan karışımda motorinin içerisinde genellikle %15 oranında biyoetanol bulunmaktadır.

Tam çevrimde 1 litre %100 benzin yerine E 10 yakıtı kullanıldığında, eğer etanol tahıldan üretilmişse sera etkisi yaratan gaz emisyonu %3-4, eğer etanol selülozdan üretilmişse gaz emisyonu %6-8 oranında düşürebilir. %100 benzin yerine E 85 yakıtı kullanımı, net emisyonları %75'e kadar düşürebilir.

Benzine karıştırılan etanol, benzinin emisyon kalitesini iyileştirmektedir. Yapısında bulunan oksijen ise benzinin daha verimli ve temiz yanmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca, biyoetanol kullanılması, emisyon salınımını da azaltmaktadır.

Dünyada son yıllarda, yenilenebilir enerji bitkileri tarımı üzerinde araştırmalar artmıştır. Avrupa Birliği ülkelerinde, biyoyakıt kullanımı öncelikle küresel ısınma ve iklim değişikliğinin önlenmesi amacıyla daha sonra ise tarım istihdamının ve gelirin artırılarak kırsal kalkınmanın sağlanmasında önem kazanmıştır. Avrupa Birliğinde, Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Konseyi tarafından "Direktif 2003/30/CE" onaylanmıştır. Bu direktif, tüm üye ülkelere 31 Aralık 2005'e dek taşımada kullanılan toplam yakıtın en az %2'si kadarının biyoyakıt olması zorunluluğunu getirmiştir. 2010 yılının sonuna kadar ise; biyoyakıt kullanım zorunluluğunun en az %5.75 olması öngörülmüş olup, bu karar 2006 yılında %5 olarak revize edilmiştir. AB Komisyonu, Şubat 2006'dan itibaren biyoyakıt kullanımında pozitif çevresel etkinin oluşturulması, biyoyakıt hammadde maliyetinin rekabet edilebilir seviyeye getirilmesi ve geliştirmekte olan ülkelerdeki fırsatların takip edilmesi hedeflerini

⁵⁵ Acaroğlu, M. (2007). *Alternatif enerji kaynakları*, Ankara: Nobel Yayınları, s. 291

içeren bir strateji belirlemiştir. AB, direktiflerin yanı sıra Ortak Tarım Politikası ve Kırsal Kalkınma Politikası ile biyoyakıt üretimini ve tüketimini desteklemiştir.

Avrupa Birliği ülkelerinde, etanol üretimi, şeker pancarı ve tahıllardan yapılmaktadır. Diğer ülkelerde olduğu gibi AB de biyoyakıt kullanımını vergi teşvikleriyle artırmaktadır. 2003 yılında yayımlanan direktif ile etanol kullanımı artmıştır. Yenilenebilir enerji yönetmeliğine göre, 2020 yılına kadar ulaşımda kullanılan yakıt karışım payının %10 olması hedeflenmektedir. AB'ye üye ülkelerde biyoyakıtların çevreye zarar vermeden üretilmesi ve ithal edilmesini sağlayacak olan "Sürdürülebilirlik Kriter Paketi" 10 Haziran 2010 tarihinde Komisyon tarafından kabul edilmiştir. Bu paket ile gıda güvenliğine, biyoçeşitliliğin korunmasına, enerji bitkilerinin yetiştirildiği alanların kontrol altında tutulması ile sertifikalandırmaya önem verilmektedir.

Biyoetanol, ülkemizde 2000'li yılların başında kullanılmaya başlanmıştır. Biyoetanolün benzine harmanlama zorunluluğu ile ilgili Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından düzenleme yapılmıştır. 7 Temmuz 2012'de, EPDK tarafından yayımlanan "Benzin Türlerine Etanol Harmanlanması Hakkında Tebliğin"⁵⁶ harmanlama yükümlülüğü ile ilgili düzenlemesinde;

"Rafinerici lisansı sahipleri tarafından kara tankeri dolumu üniteleri vasıtasıyla teslim edilen benzin türlerinin,

- a) 1/1/2013 tarihinden itibaren en az %2,
- b) 1/1/2014 tarihinden itibaren en az %3,

oranında yerli tarım ürünlerinden üretilmiş etanol içermesi zorunludur.

Dağıtıcı lisansı sahipleri tarafından bayilerine bir takvim yılı içerisinde teslim edilen benzin türlerinin toplamının,

⁵⁶ İnternet: EPDK (2014). <http://www.epdk.org.tr/index.php/petrol-piyasas/mevzuat?id=1314> 03 Ocak 2015 tarihinde alınmıştır.

- a) 1/1/2013 tarihinden itibaren en az %2,
b) 1/1/2014 tarihinden itibaren en az %3,

oranında yerli tarım ürünlerinden üretilmiş etanol içermesi zorunludur.” hükmü yer almaktadır.

3.3. Dünyada Biyoetanol Üreticisi Başlıca Ülkeler

Bu bölümde, dünyadaki başlıca biyoetanol üreticisi ülkeler incelenecektir. ABD, dünyanın en büyük biyoetanol üreticisi ülkesidir. ABD’yi, sırasıyla Brezilya, Avrupa, Çin, Kanada, Tayland, Arjantin ve Hindistan takip etmektedir. Biyoetanol üretiminde ülkeden ülkeye farklılık gösterse de belli başlı hammaddeler kullanılmaktadır. Brezilya şeker kamışını, Çin mısır, buğday ve manyoku, Hindistan şeker kamışı ve posasını, ABD mısırı ve son olarak da Kanada mısır ve buğdayı kullanmaktadır (Bkz. 3.1.).

Çizelge 3.1. 2014 yılı dünyada biyoetanol üretimi

Ülkeler	Üretim Miktarı (Milyon Varil)
Amerika	14.300
Brezilya	6.190
Avrupa	1.445
Çin	635
Kanada	510
Tayland	310
Arjantin	160
Hindistan	155
Diğer Ülkeler	865

Kaynak: <http://ethanolrfa.org/pages/World-Fuel-Ethanol-Production> Erişim Tarihi: 28.03.2015.

Çizelgede yer alan ülkelerden, ABD, Brezilya, Çin, Kanada ve Hindistan’da biyoetanol üretimine ilişkin genel bilgiler aşağıda yer almaktadır.

3.3.1. ABD

ABD, 2005 yılından bu yana dünyanın lider biyoetanol üreticisidir. ABD’de 2010 yılında 49,2 milyar litre olan biyoetanol ⁵⁷ üretimi, 2011 yılında 3,4 milyar litre artışla 52,6 milyar litreye ulaşmıştır. ABD, Brezilya ile birlikte dünya toplam biyoetanol üretiminin %87,1’ini gerçekleştirmektedir.⁵⁸ Biyoetanol üretiminde ilk sıralarda yer alan çoğu ülkeden farklı olarak ABD aynı zamanda petrol ihraç eden ülkeler arasındadır.

2011 yılından itibaren ABD’de çoğu araç, %10 etanol karışımı benzinle (E10) çalışabilecek motor yapısına sahiptir ve araba üreticileri %85 etanol karışımıyla (E85) çalışabilecek motor üretmeye başlamıştır. 2013 yılında ABD’de 11 milyon E85 kapasiteli araç bulunmaktadır.⁵⁹

ABD 2007 yılı Enerji Bağımsızlığı ve Güvenliği Yasası’na göre 2022 yılında 36 milyar galon (136,3 milyar litre) biyoetanol üretimi gerçekleşecektir. Bu nedenle biyoetanol üretiminin önümüzdeki yıllarda düzenli olarak artacağı düşünülmektedir. 2015 yılı için mısırdan üretilmesi planlanan etanol ise 56,8 milyar litredir.⁶⁰

ABD’de biyoetanol üretimi çok büyük oranda mısırdan sağlanmaktadır. Dünya mısır üretiminin yaklaşık üçte birini gerçekleştiren (%32,1) ABD dünya mısır üretiminde açık ara liderdir.⁶¹ Bununla birlikte, Damıtma tesisleri için gerekli enerjinin kömürden sağlanması ve bunun karbon yoğunluğuna neden olması, bunun yanı sıra mısır ekimi için kullanılan tarım arazisinin büyüklüğü ve tahıl arzı konusunda sorunlara yol açabileceği gibi hususlar nedeniyle selülotik bitkilerden (çim ve ağaç kabuğu), şeker, arpa ve atıklardan biyoetanol üretimi de ağırlık kazanmaktadır.⁶²

⁵⁷ Renewable Fuels Association (RFA). (2012). *Accelerating Industry Innovation*.

⁵⁸ US DOE. (2006). *Ethanol Markets Penetration, Alternative Fuels and Advanced Vehicles*. Data Center.

⁵⁹ Schill, S. R. G. M. (2013). *Ford announce E15 Compatibilty with New Models*, Ethanol Producer Magazine.

⁶⁰ İnternet: Ethanol Production Mandates, E85 prices.com, 28.03.2015 tarihinde erişilmiştir.

⁶¹ National Corn Growers Association, World of Corn. Unlimited Possibilities, 2013

⁶² Kinver, M. (2006). *Biofuels look to the next generation*, BBC News.

3.3.2. Brezilya

Brezilya şeker kamışından en fazla etanol üreten ülke konumundadır. Şeker kamışı, dünyada tropik ve subtropik bölgelerde yetiştirilmekte olup, 23.8 milyon hektarda üretimi ve 90 ülkede yetiştiriciliği yapılmaktadır. En fazla Brezilya'da üretim yapılmaktadır. Diğer en fazla üretim yapılan ülkeler Hindistan, Çin, Tayland, Pakistan ve Meksika'dır.

Brezilya'da biyoetanol üretimi 2000 yılından beri artma seyri göstermektedir.

Brezilya'da biyoetanol için zorunlu harmanlama oranını belirleyen Şeker ve Biyoetanol Kurulu, bu oranı %20-25 olarak belirlemiş olup, piyasanın talebine bağlı olarak zaman zaman revize edebilmektedir.⁶³

Brezilya, dünyanın en büyük şeker kamışından elde edilen biyoetanol üreticisi olup, biyoetanolün araç yakıtı olarak kullanımında önde gelmektedir. 2013-2014'te Brezilya etanol üretimi 24 milyar litreye ulaşmıştır. Bu üretimin büyük çoğunluğu, yurtiçi piyasa tarafından karşılanmaktadır. Brezilya'da satılan yakıtın %18 ile %27 arasında bir oranda biyoetanol karışımından oluşmaktadır. Brezilya'da taşıtlarda etanol kullanımı eğilimi, 1970'lerdeki petrol şoku sırasında hızlanmıştır. Ülkede, sadece etanol yakıt ya da benzinle çalışan esnek yakıtlı araçlar vardır. Ekonomik olması ve çevreyi kirletmemesi nedeniyle şeker kamışından elde edilen biyoetanolün yakıt olarak daha çok tercih edildiği görülmektedir. 2003 yılından beri biyoetanolün ve esnek yakıtlı taşıtların kullanılması Brezilya'nın karbondioksit emisyonunu 189 milyon ton azaltmıştır. Bu rakam, 20 yılda 1.355 milyon ağacın ekilmesiyle eş değerdedir.⁶⁴

Şeker kamışı, dünyada 23 milyon hektarın üzerindeki tarım alanında ve 90 ülkede yetiştirilmekte olup, Brezilya, dünyada en büyük şeker kamışı üreticisi ülkedir. Brezilya, şeker kamışının yaklaşık yarısından biyoyakıt üretmektedir.⁶⁵

⁶³ Boddey, R.M., Soares, L., Alves, B. and Urquinaga, S. (2008). *Biofuels, solar and wind as renewable energy systems*, 321-356.

⁶⁴ İnternet: <http://sugarcane.org/sugarcane-products/ethanol>, Erişim Tarihi: 28.03.2015.

⁶⁵ İnternet: Ethanol Production in Brazil, www.worldfoodprize.org 28.03.2015 tarihinde alınmıştır.

Bununla birlikte Brezilya, petrol üretiminde de gelecek vaat etmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın tahminlerine göre; Brezilya derin denizlerdeki keşiflerini tamamlayınca petrol üretimini 2012'deki günlük 2,2 milyon varil seviyesinden, 2020'de 4,1 milyon varil seviyesine yükselteceği kaydedilirken, 2035'teki günlük 6 milyon varil petrol üretiminin, Brezilya'yı dünyanın 6. büyük petrol tedarikçisi konumuna getireceği tahmin edilmektedir.

Brezilya, dünyanın ikinci büyük etanol üreticisi ve en büyük ihracatçı ülkesidir. Brezilya ve Amerika, etanol yakıtının endüstriyel üretimine önderlik etmektedir. 2009 yılında Brezilya, dünya biyoetanol üretiminin %38'ini üretmiştir. Brezilya'nın, dünyanın birincil sürdürülebilir biyoyakıt ekonomisi olacağı düşünülmektedir. Brezilya'nın 30 yıllık etanol yakıtı programı, dünyada şeker kamışı yetiştirilmesinde en etkin tarımsal teknolojiye dayanmakta olup, modern teçhizat ve ucuz şeker kamışını kullanmaktadır.⁶⁶

3.3.3. Çin

Mısır, buğday ve manyok, Çin'de etanol üretiminde kullanılan başlıca hammaddelerdir. Çin'in 2020 yılı itibariyle 3 milyar varil etanol üretimi hedefi olmasına rağmen, Çin için etanol üretimindeki en büyük engel hammadde bulunabilirliğidir.⁶⁷

Çin, şu anda dünyadaki üçüncü büyük biyoetanol üreticisidir. Çin, 2002 yılından beri kurumsal ve finansal destekler sayesinde orta ve uzun vadeli biyoetanol programını sürdürmektedir. Biyoetanol üretimi için yeterli potansiyel hammadde tahılları olmasına rağmen hammadde üretimi için yeterli tarım arazisinin olmaması Çin'in biyoetanol gelişiminde temel kısıtlardan birini oluşturmaktadır. Çin'in biyoetanol sektörünün gelişmesi, uluslararası tarımsal fiyatlar üzerinde az etkisi olmasına rağmen, biyoetanol üretiminde kullanılan tarımsal hammaddelerin ticareti ile fiyatlar ve üretim üzerinde önemli etkileri olacaktır.

⁶⁶ İnternet: <http://www.un-energy.org/stories/38-ethanol-fuel-in-brazil> 28.03.2015 tarihinde alınmıştır.

⁶⁷ İnternet: <http://www.ethanolrfa.org/exchange/entry/expanding-american-ethanol-to-china/> 28.03.2015 tarihinde alınmıştır.

Çin’de yerel hükümeti, daha iyi hava kalitesi için vatandaşlardan baskı görmektedir.⁶⁸ Bu yüzden, son zamanlarda, etanol tesisi içeren bir dizi proje için yatırım yapılmaktadır. Etanol talebindeki artışa rağmen, biyoetanol, benzin piyasasının %1’inden azını oluşturmaktadır. Bunun nedeni, gıda güvenliğiyle ilgili endişeler yüzünden tahılların daha çok gıda üretiminde kullanılıyor olmasıdır.

Etanol fiyatı piyasa tarafından belirlenmemekte, ancak yakıtın fabrika çıkış fiyatının 0.911 katı olarak belirlenmektedir. Çin’de büyük petrol şirketlerinin ve üreticilerinin hakimiyeti nedeniyle küçük şirketler gelişemezler.⁶⁹

2011 yılında Çin’in petrolde dışa bağımlılık oranı %56’ya yükselmiştir. Çin, aynı zamanda dünyanın en büyük enerji tüketicisi konumundadır.

3.3.4. Kanada⁷⁰

Kanada’da biyoetanol üretimine ilişkin olarak federal ve yerel yönetimler tarafından getirilmiş olan çeşitli düzenlemeler ve yükümlülükler bulunmaktadır. Federal düzeyde ülkenin ulusal yakıt havuzunun %5’inin yenilenebilir enerji kaynaklarından (etanolden) sağlanması gerekmektedir. Çoğu eyalette ise bu orana eşit veya daha yüksek oranlar belirlenmiştir. Örneğin, Ontario eyaletinde zorunlu yakıt oranı %5 iken, Saskatchewan’da bu oran %7,5; Manitoba’da ise %8,5’tir. 2014 yılında 1,74 milyar litre üretimi yapılan biyoetanol, ulusal yükümlülükleri yerine getirmekte yeterli değildir. Bu nedenle geri kalan kısım ithal edilmektedir.

Kanada’da biyoetanol üretimi büyük oranda mısır ve buğdaya dayanmaktadır. Ağaç kabuğu ve katı atıklardan yapılan selülotik etanol miktarı ticari açıdan uygulanabilir seviyelere gelmiştir; fakat, maliyetli olması nedeniyle bu ürünlerden daha çok metanol üretimi yapılmaktadır.

⁶⁸ Kang, L. (2014, Oct 14 -15,). *Biofuel experiences in china governance and market development updates*, The 6th Stakeholder Plenary Meeting of EBTP, Brussels.

⁶⁹ Kang, 2014.

⁷⁰ Global Agricultural Information Network (GAIN) (2014a). *Biofuels Annual Canada*, Report No: IN3073, Ottawa.

Ülke yakıt havuzunun %5'lik bölümünün etanolden karşılanması yükümlülüğüne ek olarak, Federal hükümet tarafından biyoetanol üretimi için teşvikler de sağlanmaktadır. Buna göre 2008-2017 dönemini kapsayan bir teşvik uygulaması getirilmiş; 2008 yılında litre başına etanol üretimi için 0,10 USD, dizel üretimi için ise 0,26 USD katkı sağlanmıştır. Bu tutarlar yıllar itibariyle azalmakta olup (2013 yılı için sırasıyla 0,06 ve 0,10 USD), 2017 yılında sona erdirilmesi planlanmaktadır. Yerel hükümetler tarafından, biyoetanol politika hedeflerine ulaşılması için eyaletler arası ticaret bariyerleri kaldırılmakta ve karbon anlaşmaları yapılmaktadır.

Dünyanın en büyük üçüncü kanıtlanmış petrol rezervlerine sahip (180 milyar varil) Kanada'da biyoetanol politikaları enerji arzı ve güvenliği kaygılarından kaynaklanmamaktadır. Biyoetanol üretiminin arkasındaki asıl unsurlar çevresel kirliliği kontrol altına almak ve kırsal gelişmeye katkıda bulunmaktır.

3.3.5. Hindistan

Hindistan, yıllık petrol ihtiyacının yaklaşık %70'ini (110 milyon ton) ithal etmektedir. Aynı zamanda dünya şeker üretimine lider ülkelerden biri olan Hindistan'da şeker kamışı ve posasından biyoetanol üretimi gerçekleştirilmekte, biyoetanol kullanımının petrol bağımlılığını azaltması ve cari açığa olumlu etkisinin bulunması nedeniyle hükümet tarafından desteklenmektedir.⁷¹

Hindistan, Brezilya'dan sonra en fazla şeker üreten ülkedir. Bloomberg verilerine göre 2011 yılında Brezilya'da 38,7 milyon ton şeker üretimi gerçekleşirken, Hindistan'da bu rakam 26,0 milyon tondur. Üçüncü sırada bulunan Çin'de ise şeker üretimi 11,5 ton olarak gerçekleşmiştir.⁷²

Hindistan'da biyoetanol üretimi büyük ölçüde şeker üretimine bağımlıdır, bu nedenle şeker üretimindeki dalgalanmalar biyoetanol üretiminde de dalgalanmalara yol açmaktadır. Örneğin, 2013 yılında şeker üretiminde yaşanan

⁷¹ İnternet: <http://www.ethanolindia.net/> 28.03.2015 tarihinde alınmıştır.

⁷² İnternet: <http://www.bloomberg.com/news/articles/2011-10-06/world-s-top-10-sugar-producing-countries-in-2010-2011-table-> 28.03.2015 tarihinde alınmıştır.

düşüş nedeniyle, biyoetanol üretimi 1,9 milyar litre iken 2014 yılında şekeri üretimindeki artış ile biyoetanol üretimi 2,1 milyar litreye ulaşmıştır.⁷³

Hindistan'da biyoetanol üretimini teşvik etmek amacıyla, %5 oranında biyoetanolün benzine katılması zorunlu hale getirilmiş, 12. Kalkınma Planı'nda ise bu oranın 2017 yılında %20'ye çıkarılacağı belirtilmiştir.⁷⁴

Hindistan'da biyoetanol üretimine ilişkin politikalar, Başbakanlığa bağlı Ulusal Biyoyakıt Koordinasyon Komitesi tarafından gerçekleştirilmekte, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Bakanlığında Çevre ve Orman Bakanlığına kadar 8 bakanlık bu politikalarda görev almaktadır.⁷⁵

Özetle, petrol bağımlılığını azaltmak, enerji kaynağı alternatiflerini çeşitlendirerek enerji arzı güvenliğini sağlamak; bunun yanı sıra çevresel öncelikleri göz önünde bulundurmak ve yerel kalkınmaya katkı sağlamak amacıyla ülkeler biyoetanol üretimine önem vermektedir. Petrol üretiminde ön sıralarda bulunan ABD ve Kanada'da biyoetanol üretimine verilen önem dikkat çekicidir. Ülkeler biyoetanol üretimine uygun tarım ürünlerinden genel olarak, üretim konusunda avantajlı olduğu ürünü hammadde olarak kullanmaktadır. Örneğin ABD biyoetanolü ağırlıklı olarak ürettiği mısırdaki dünya lideriyken aynı ilişki Brezilya ve şeker kamışı için de geçerlidir.

Petrol ihtiyacının yaklaşık %90'ını ithal eden, Kyoto Protokolünü imzalamış olan ve biyoetanol üretimine uygun tarım ürünlerinin yetiştirilebildiği ülkemizde biyoetanol üretimine önem verilmesi ve diğer ülkelerde olduğu gibi Devlet desteğinin sağlanması önem arz etmektedir.

⁷³ GAIN. (2014b). Biofuels Annual, Report No: IN3073, New Delhi, 2014

⁷⁴ GAIN. 2014b.

⁷⁵ GAIN. 2014b.

4. BİYOETANOL ÜRETİMİ VE BİYOETANOL ÜRETİMİNDE UYGUN HAMMADDE SEÇİMİNİN BELİRLENMESİ

Bu bölümde, Enerji Piyasası Düzenleme Kurulunun (EPDK) Tebliği ile benzine 2013 yılında %2, 2014 yılında %3 oranında etanol katılması zorunluluğunu getiren düzenlemenin neticesinde ihtiyaç duyulacak biyoetanol miktarı bağlamında ülkemizde biyoetanol üretimde kullanılan tarımsal hammaddelerin (şeker pancarı, buğday, mısır, patates ve arpa) fiyat, maliyet ve gerekli tarım arazisi yönünden karşılaştırılarak uygun hammaddenin hangisi olacağı yönünde bir saptama yapılmıştır. Uygun hammaddenin seçimi için, öncelikle, ülkemizdeki yıllık benzin tüketim değerlerine söz konusu Tebliğdeki oranlar uygulanarak gerekli olan biyoetanol miktarı bulunmuştur. Uygun hammaddenin saptanması için ise ilk olarak üretiminde kullanılan hammaddelerin biyoetanol potansiyellerine⁷⁶ ilişkin çalışmalar incelenmiş ve bunun neticesinde tarımsal hammaddelerin biyoetanol değerleri bulunmuştur. Daha sonra tarımsal ürünün üretim maliyetleri ve dekar başına verimi incelenmiştir. Sonrasında, tarımsal ürünün maliyeti ve biyoetanol içeriğine ilişkin veriler çerçevesinde biyoetanol maliyeti hesaplanmış, bu maliyetler benzin fiyatlarıyla karşılaştırılmıştır. Son olarak ülkemizde biyoetanol üretiminde kullanılan tarımsal hammaddeler için gerekli tarım arazisi miktarları hesaplanmıştır.

4.1. Biyoetanol İhtiyacı: Benzin tüketimi ve ihtiyaç duyulacak biyoetanol miktarı

Enerjide dışa bağımlılığın azaltılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, çevre kirliliğinin azaltılması ve AB'nin yenilenebilir enerji politikalarına uyum sağlanması amacıyla EPDK tarafından hazırlanan Benzin Türlerine Etanol Harmanlaması Hakkında Tebliğ kapsamında, dağıtıcı lisansı sahipleri tarafından bayilerine bir takvim yılı içerisinde teslim edilen benzin türlerinin toplamına 2013'te %2, 2014'te ise en az %3 oranında yerli tarım ürünlerinden üretilmiş etanol içermesi zorunluluğu getirilmiştir. Bu nedenle, kaynakların etkin kullanımı ve verimlilik

⁷⁶ Biyoetanol potansiyeli (litre/ton): Bir litre biyoetanol üretilmesi için ton cinsinden gerekli olan tarımsal hammadde miktarıdır.

ilkesinin önemli bir bileşeni olan biyoetanol maliyetinden bağımsız olarak 2015 yılında tüketilecek benzin miktarının %3'ü oranında biyoetanol üretilmesi gerekmektedir. Bu açıdan ülkenin ihtiyacı olan biyoetanol miktarının tespiti, öncelikle önümüzdeki dönemlerde benzin tüketiminin ne olacağına bağlıdır. Böylece tahmin edilecek benzin tüketim miktarından hareketle Türkiye'nin ihtiyacı olan biyoetanol büyüklüğü ortaya konacak, ne kadar tarımsal girdinin gerekliliği belirlenmiş olacaktır.

Benzin tüketimi 2013 yılında bir önceki yıla göre %0,2 artış göstererek 2,48 bin m³ olmuştur (Bkz. Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. Petrol Ürünleri

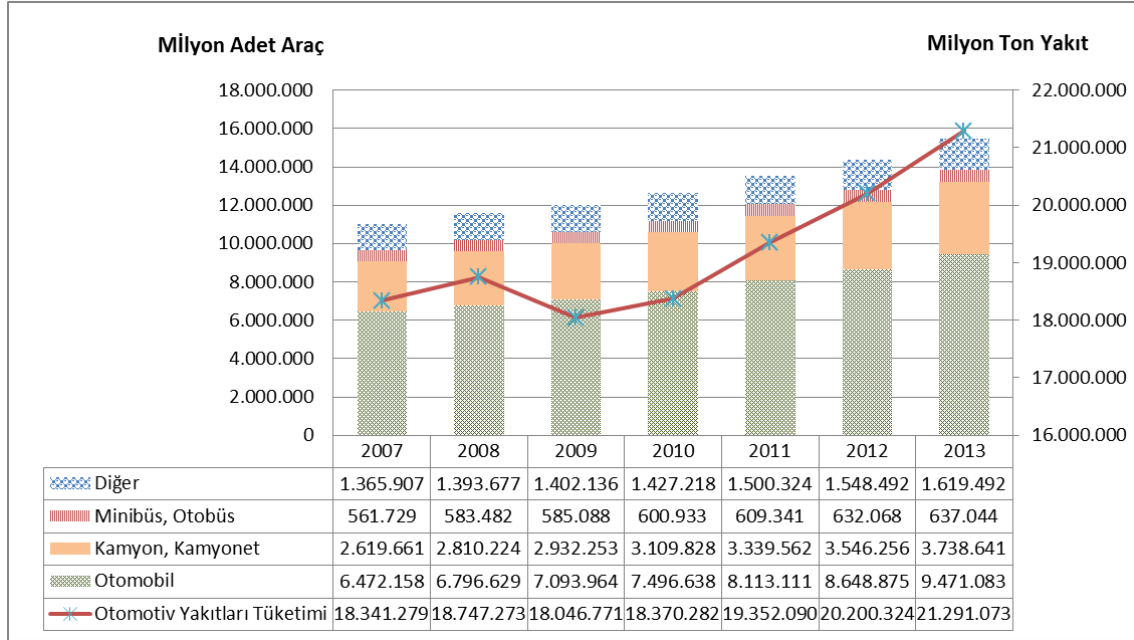
Petrol Ürünleri (m3)	2012	2013	Fark
Toplam Benzin	2.476.995	2.481.581	%0,2
Toplam Motorin	18.784.629	20.060.513	%6,8
Otogaz	4.812.200	4.869.500	%1,2
Toplam Otomotiv Yakıtları	26.073.824	27.411.594	%5,1

Kaynak: EPDK Petrol ve LPG Piyasası Sektör Raporları, 2012 ve 2013

Benzin, fosil yakıtlar arasında en az artış gösteren üründür. Bu durumun, araç sayısındaki artışa rağmen motor hacimlerindeki küçülmenin yanısıra teknolojik gelişmenin yarattığı km başına benzin tüketimindeki azalmadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Türkiye'deki toplam araç sayısı ve otomotiv yakıtları tüketiminin yıllara göre dağılımı aşağıdaki grafiklerde gösterilmektedir (Bkz. Şekil 4.1.).

Türkiye'de 2011 yılında LPG kullanan taşıt sayısı 3.335.566 adet iken; bu rakam 2012 yılında 3.649.739 olup; LPG'li taşıt sayısının benzin kullanan araçlara oranı %64'tür. LPG sektöründe satış rakamlarında 2006 yılından 2013 yılına kadar %4.2 oranında artış görülmüştür. Araç sayısı ve yakıt tüketimi artmasına rağmen; yıllar itibariyle LPG tüketimindeki artış daha az olmuştur. Bunun nedenini araçlarda

yakıt olarak LPG kullanımının artması ve düşük motorlu araçların yaygınlık kazanması olarak açıklayabiliriz.



Şekil 4.1. Araç sayısı

Kaynak: Petrol Sanayi Derneği (PETDER) (2013). Sektör Raporu 2012

TÜİK motorlu taşıt sayıları istatistiklerine bakıldığında, 2013 yılı sonunda trafiğe kayıtlı toplam 18.215.460 adet taşıtın %52'si otomobil, %16,3'ü kamyonet, %15,1'i motosiklet, %8,7'si traktör, %4,2'si kamyon, %2,3'ü minibüs, %1,2'si otobüs, %0,2'si özel amaçlı taşıttır. Motorin ve oto LPG kullanan araç sayısında artış olduğundan benzinli araçta oransal olarak azalma eğilimi vardır. 2007 yılı sonrası dönemde, Türkiye toplam araç sayısında bir artış olmasına rağmen otomotiv benzin satışlarında ciddi bir artış gözlemlenmemektedir.

Türkiye'nin motorlu taşıt piyasa verilerinden hareketle ülkenin biyoetanol ihtiyacını, şu şekilde ortaya koyabiliriz. Bunun için Çizelge 4.1'de verilen toplam benzinin 2012 ile 2013 yılı tüketim farkı kullanılmıştır. 2013 yılındaki tüketim miktarı, 2012 yılına göre yaklaşık %0.2 daha büyüktür. Aynı artış oranının 2014 ve 2015 yıllarında da devam ettiğini varsaymamız halinde, bu yıllarda gerçekleşmesi beklenen benzin tüketim değerleri Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. 2015 yılı benzin tüketim tahmini ve biyoetanol arzı ihtiyacı (m³)

	2012(G)	2013(G)	Artış Oranı	2014 (T)	2015(T)
Benzin Tüketimi (m ³)	2.476.995	2.481.581	0,2%	2.461.360	2.465.917
İhtiyaç Duyulan Biyoetanol Miktarı (m ³)	49.540	49.632	-	73.841	73.978

G: Gerçekleşme; T: Tahmini

Kaynak: 2012 ve 2013 gerçekleşme rakamları Çizelge 4.1'den alınmıştır.

Buna göre, 2015 yılında tüketilmesi öngörülen 2,47 milyon m³ benzine karşılık 73,980 bin m³ (73,980 milyon litre) biyoetanol arzına ihtiyaç duyulacağı tahmin edilebilir.

4.2. Biyoetanol Üretiminde Uygun Hammadde Seçimi için Kriter Belirlenmesi

Literatürde, biyoetanol üretiminde kullanılacak uygun hammadde seçiminde kullanılan kriterlerin belirlenmesine yönelik çok sayıda çalışma yer almaktadır. Bu kriterler; tarımsal özellikler, biyoetanol özellikler ile ekonomik ve sosyal özellikler olmak üzere üç ana başlık altında toplanmaktadır.^{77,78,79} Bu bölümde söz konusu kriterler hakkında bilgi verilecektir. Ancak, ülkemizde biyoetanol üretimi için uygun hammaddenin belirlenmesi analizinde genel olarak hammaddenin biyoetanol potansiyeli ile maliyeti unsurları dikkate alınacaktır.

4.2.1. Tarımsal ürünün özellikleri

Biyoetanolün hammaddesi olan tarımsal ürünün seçiminde; hammaddenin ülkenin hem gıda hem de biyoetanol ihtiyacını karşılamada yeterli olması, hammadde üretiminde kullanılan girdilerin yeterliliği ve bulunabilirliği, ekilen

⁷⁷ Rajvanshi, N. (2010). *Evaluation of assessment methods for bioethanol production*. University of Florida, 23-25

⁷⁸ Šantek, B., Gwehenberger, G., Šantek, M. I., Narodslawsky, M., & Horvat, P. (2010). Evaluation of energy demand and the sustainability of different bioethanol production processes from sugar beet. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(11), 872-877.

⁷⁹ Mojović, L., Pejin, D., Rakin, M., Pejin, J., Nikolić, S., & Djukić-Vuković, A. (2012). How to improve the economy of bioethanol production in Serbia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(8), 6040-6047.

hammadeden dekar başına elde edilen ürünün yüksek olması ve hammaddenin depolanma süresinin uzun ve depolama kapasitesinin gelişmiş olması gibi özelliklerdir.

4.2.1.1. Hammaddenin ülke ihtiyacını karşılamadaki yeterliliği

Biyoetanol hammaddesinin biyoyakıt üretiminin yanı sıra gıda ve hayvan yemi olarak da kullanılması, biyoyakıtın açmazlarından birini oluşturmaktadır.⁸⁰ Yeni bir enerji kaynağı yaratmak için kullanılan girdi, başka bir tüketimin konusu olduğundan, söz konusu o tüketimin piyasasında bazı olası sonuçlara sahip olacaktır. Bunların en önemlisi, girdi olarak kullanılan tarımsal ürünün fiyatında meydana gelen artıştır.⁸¹

Biyoetanol kullanımının gıda fiyatlarını artırdığı gerçeği, Andrew Switch v.d. tarafından yayınlanan bir çalışmada da desteklenmektedir.⁸² 1980'lerde, dünyada enerji fiyatlarındaki keskin artışla birlikte alternatif enerji kaynağı olarak biyoetanol kullanımı yaygınlaşmıştır. Hatta o dönemde iktisatçılar, fosil yakıtlardan üretilen enerji ile etanolden üretilen enerji arasındaki karmaşık ilişkiden ötürü tahıl kökenli etanolün getirisi hususunda kısmen bölünmüşlerdir. Schmitz'in çalışmasında, refah iktisadi çerçevesinden bakıldığında, etanol sübvansiyonu uygulandığında, etanolün petrol fiyatlarını düşürmesi neticesinde etanol üretiminden net refah kazancı sağlanabileceği savunulmaktadır. Ancak bir yandan da etanolün yaygınlaşmasıyla hammaddesinin aynı zamanda gıda olarak kullanılıyor olması gıda fiyatlarını artırmaktadır. Tokgöz (2007)⁸³ çalışması neticesinde; tahıl fiyatlarındaki %30'luk artışın ortalama gıda fiyatlarını %1.1 artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

⁸⁰ Gupta, A., & Verma, J. P. (2014). Sustainable bio-ethanol production from agro-residues: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 550-567.

⁸¹ Gupta A. ve Verma, a.g.m., 2014.

⁸² Schmitz A., Moss C.B., Schmitz T.G. (2007). Ethanol: No free lunch, *Journal of Agricultural and Food Industrial Organization* 5(2).

⁸³ Tokgoz, S., Elobeid, A., Fabiosa, J., Hayes, D., Babcock, B., Yu, T-H., Dong, F., Hart, C. ve Beghin, J. (2007). *Emerging biofuels: Outlook of Effects on U.S. grain, oilseed, and livestock markets*. CARD Staff Report 07-SR 101, Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University, Ames, IA.

Diğer taraftan, biyoetanol kullanımıyla birlikte hammadde fiyatlarının artması, biyoetanolün sürdürülebilirliği konusunu da gündeme getirmektedir.⁸⁴ Sırbistan'da yapılan bir çalışmada, biyoetanolün son zamanlarda ulaşım sektöründe sıklıkla kullanılan alternatif biyoyakıt haline gelmesi nedeniyle hammaddesinin ekonomik özelliklerinin analiz edilmesi ve üretim maliyetlerinin azaltılması gerektiği vurgulanmaktadır.⁸⁵ Bu açıdan, biyoetanol üretim giderlerinin büyük kısmını oluşturan hammaddenin seçiminde ülkede bol bulunan ve dolayısıyla maliyeti daha düşük olan tarımsal ürünün seçimi önem arz etmektedir.

4.2.1.2. Tarımsal hammadde üretiminde girdi kullanımı

Temel olarak bir tarımsal ürünün yetiştirilmesinde; tarla kirası, yakıt, makine-ekipman, gübre, ilaç, işgücü, tarla içi taşımalar, ulaşım gibi unsurlar, girdileri oluşturmaktadır. İşgücü ve arazi maliyetleri, "dolaylı maliyetleri" oluşturmaktadır.⁸⁶

Hammadde üretiminde kullanılan girdilerin bol ve ucuz olması üretim maliyetlerinin uygun olmasını sağlamaktadır. Tarımsal hammadde üretimindeki temel konulardan biri de, tarımsal üretimin hava koşullarına bağlı olmasının yanı sıra, üretimde kullanılan su miktarıdır. Tüm tarımsal mal üretimindeki öneminin yanı sıra biyoetanol girdisinin üretiminde kullanılan su miktarı ayrı bir önem taşır.

Biyoetanol üretiminde kullanılan tarımsal mallar için gerekli su konusuna iki açıdan bakılabilir. Bunlardan ilki, kuraklık gibi doğa koşullarının tarımsal mal üretimini etkilemesidir. Diğerleri ise; tarımsal mal üretiminde kullanılan su miktarının artmasının yaratacağı su kıtlığıdır. Bu açıdan bakıldığında, suyun tarımsal mal üretimindeki öneminden hareketle, biyoetanol için kullanılan tarımsal ürünlerin, suya olan bağımlılığının nispeten düşük ürünlerden oluşturulması ile su gibi tarımsal girdide ortaya çıkabilecek problemlerden, biyoetanol üretiminin etkilenme olasılığını azaltacaktır.

⁸⁴ Ashlie B., Raymond L., Sawicki V., Wegener D.T. (2010). Public attitudes toward political and technological options for biofuels, *Contribution to Journal*, 3414-3425.

⁸⁵ Majovic L. ve diğerleri, *a.g.m.*, 2012.

⁸⁶ Dooley T. (2011). *Economic, Energy, and Environmental Alternative Analysis of Process Models for Producing Bioethanol from Sugar Beet Pulp and Rice Straw*, M. S. Thesis, University of California, Davis, Proques, ABD.

Tarım arazilerinin bir kısmı, çölleşme, tuzlanma, erozyon, toprak kirlenmesi ile karşı karşıyadır. Tarım arazilerinin etkin kullanımı ile birlikte su kaynaklarının yönetimi de önem arz etmektedir. Ülkemizde, 112 milyar m³ kullanılabilir su kaynağından yararlanma oranı %39'dur. Bu kaynağın 32 milyar m³'ü (%73'ü su) sulamada, 7 milyar m³'ü (%16'sı) içme ve kullanmada, 5 milyar m³'ü (%11'i) sanayide kullanılmaktadır. 2013 itibariyle, kişi başına düşen yaklaşık 1500 m³ kullanılabilir su miktarıyla Türkiye, su kısıtı bulunan ülkeler arasında yer almaktadır. 2030 itibariyle, kişi başına 1100 metre küp kullanılabilir su miktarı ile ülkemizin, su sıkıntısı çekmesi muhtemeldir.⁸⁷ Biyoetanolün üretiminde bu su kısıtı hususunun da dikkate alınması önem arz etmektedir.

4.2.1.3. Tarımsal hammadde üretiminde ortaya çıkan dekar başına verimlilik farkı

Ekilen her bir dekardan elde edilen ürün (hammadde) miktarı arttıkça yani dekar başına verimlilik yükseldikçe; biyoetanol üretimi için o tarımsal hammadde ürününün ekilmesi gereken tarım arazisi miktarı nispeten azalmaktadır. Bu da o hammaddenin biyoetanol üretiminde kullanılmasında kolaylaştırıcı faktör olarak rol oynamaktadır. Her bir ülke için her ürünün verimi; arazi miktarı, coğrafi ve iklimsel özelliklere bağlı olarak değişiklik göstermektedir.⁸⁸

4.2.1.4. Depolanma süresi ve kapasitesi

Bir biyoetanolün hammaddesi için depolanma süresi, hammaddenin biyoetanol üretimi safhasına kadar teknolojik özelliklerinin bozulmadan kalabilme süresini ifade eder. Depolanma süresi nispeten daha uzun olan ürünün tercih edilmesi, biyoetanolün üretim maliyetlerini azaltan bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Bu yüzden; biyoetanol üretimine uygun hammadde seçiminde depolanma süresi daha uzun olan ürün tercih edilmektedir. Biyoetanol

⁸⁷ İnternet sitesi: Kalkınma Bakanlığı resmi web sitesi, 10. Kalkınma Planı

⁸⁸ Thompson, W. and Meyer, S. (2013). *Global food security second generation biofuels and food crops: Co-products or Competitors?*, Elsevier.

üretimi için gerekli biyokütle türünü belirleyen etmenlerden biri depolamadır. Ürünün depolanması sırasında çoğu özelliği kaybolur. Ürünlerin ihtiva ettiği bileşiklerin oranına göre depolama süreleri değişkenlik gösterebilmektedir. Örneğin, patates için, şeker ve nişasta içeriği, patatesin olgunlaşmasına, iklime, depolama koşullarına bağlıdır. Patatesin depolama sırasındaki nişasta kaybı, 6 ay sonunda %6; 8 ay sonunda ise %16.5'tir. Patatesin depolama süresi birkaç aydan bir yıla kadar uzayabilir. Patatesin nem oranının yüksekliği, canlı oluşu ve bundan dolayı oksijene gereksinim duyduğu, bunun sonucu olarak ortama verilen su ve CO₂ bu süreyi belirlemektedir.⁸⁹

Hammadde temininde hammadde depolama kapasitesi de önemli olmaktadır. Tesislerdeki hammadde depolama kapasitesinin yüksek olması hammaddenin bozulmadan muhafazasını sağlar ve biyoetanol üreticisi için taşıma maliyetlerini de düşürür.

4.2.2. Hammaddenin biyoetanol özellikleri

Bu çalışmada ele alınan ikinci kriter, hammaddenin biyoetanol özellikleridir. Bir litre biyoetanol üretilmesi için ton cinsinden gerekli olan tarımsal hammadde miktarının düşük olması yani hammaddenin biyoetanol üretimine yakınlığının yüksek olması ve biyoetanol üretimi sırasında ortaya çıkan yan ürünlerin çeşitliliği o biyoetanol hammaddesinin seçimini cazipleştirmektedir.

4.2.2.1. Biyoetanol potansiyeli

Bir ton hammaddeden kaç litre biyoetanol üretildiğini gösteren biyoetanol potansiyeli, her ülke için her yıl birbirinden farklılık göstermektedir. Günümüzde, Amerika Birleşik Devletleri'nde mısır, Brezilya'da şeker kamışı ve şeker pancarı, Avrupa'da buğday, biyoetanol üretiminde kullanılan temel hammaddelerdir. Bu durum, dünyada üretilen biyoetanolün neredeyse tamamının tahıl menşeli olduğunu göstermektedir. Biyoetanol potansiyeli, her tarım ürününün yetiştirme

⁸⁹ Adıgüzel, A.O. (2013). Biyoetanolün genel özellikleri ve üretimi için gerekli hammadde kaynakları, *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 2(2), 204-220

şartlarına göre ve ekildiği tarım arazisinin bulunduğu bölgenin coğrafi özelliklerine göre, toprağın verimine göre değişmektedir. Tarımsal hammaddenin biyoetanol potansiyeli yükseldikçe biyoetanol üretimi için ihtiyaç duyulan hammadde miktarı ve gerekli tarım arazisi miktarı azalır. Bu durum, biyoetanol üretiminde biyoetanol potansiyelinin yüksek olmasının o hammaddenin seçiminde olumlu yönde etki sağlayacağını göstermektedir.

4.2.2.2. Yan ürünler

Bir ana ürün elde edilirken ortaya çıkan bir başka ürüne yan ürün denilmektedir. Biyoetanol üretim sürecinde kullanılan tarımsal hammaddeye göre ortaya çeşitli yan ürünler çıkmaktadır. Biyoetanol üretiminde hammaddesi buğday ve mısır ise içindeki nişasta kullanılır; geri kalan besinler (lifler, proteinler ve yağlar), besin değeri yüksek distilasyon yem hammaddesini (DDGS) üretmek için kullanılır. DDGS, %25-32 oranında ham protein ile %8-10 kadar yağ içermektedir. Örneğin; 100 kg mısırdan 35-40 litre etanol, 32 kg DDGS, 32 kg karbondioksit elde edilmektedir. DDGS, kolay hazımı ve zengin bypass protein içermesinden dolayı büyükbaş hayvancılık için mükemmel bir yemdir. İçerdiği yağ kompozisyonu nedeniyle yüksek enerji kaynağıdır. Hayvanların beslenmesinde önemli yeri olan potasyum ve fosfor bakımından zengin kaynaktır.⁹⁰ Şeker pancarından biyoetanol üretimi esnasında oluşan yan ürünler ise kurutulmuş pancar posası, karbondioksit, füzül yağlar ve küspedir.

Biyoetanol üretiminde kullanılan hammaddelerin yan ürünlerin değerlendirilmesi yönünden durumu önemlidir. Etanol üretimi esnasında ortaya çıkan yan ürünlerin çeşitliliği arttıkça yem fiyatları düşecek ve et üretimi de artacaktır. Böylece, biyoetanol üretiminin açmazlarından olan gıda ve hayvan yemi kıtlığı sorunu hafiflemiş olacaktır.⁹¹

⁹⁰ Acaroğlu, a.g.e., 2007, s. 100.

⁹¹ Wang M., Sarics C. ve Santini D. (1999). Effects of fuel ethanol use on fuel-cycle energy and greenhouse gas emissions, *Center for Transportation Research*, s. 14.

Biyoyakıt üretiminde oluşan yan ürünleri hayvan beslemede kullanmak ve hayvanların bu alternatif yem kaynaklarını daha verimli kullanmalarını sağlamak hayvan beslemenin önemli konuları arasında yer almaktadır. Özellikle şeker pancarı ve mısırın işlenmesi sırasında birçok yan ürün yem sanayiinde kullanılmaktadır. Şeker sanayi yan ürünü olan küspe, sindirilmesi kolay olan ucuz bir yem kaynağı olarak kuru ve yaş olarak hayvanlar tarafından tüketilmektedir.

4.2.3. Sosyal, iktisadi ve çevresel etkiler

Son olarak, biyoetanol üretiminde uygun hammaddenin seçimine karar verirken, seçilecek olan hammaddenin üretim maliyetlerinin düşük olması, tarım ve sanayi istihdamını genişletmesi ve o tarım sektöründe kooperatifleşmenin yüksek olması beklenir.

Enerji girdisinin düşük maliyetle elde edilmesi sonucunda ortaya çıkan ürünün ekonomiye istihdam yönünde katkısının yüksek olması, daha modern ve daha düşük maliyetle üretimi sağlayacak şekilde kooperatifleşmenin gelişmiş olması, biyoetanol üretiminde istenen sosyal ve iktisadi etkilerdir. Böylece; bir taraftan enerji girdisi elde edilirken diğer taraftan; bu sağlanan enerji girdisi üretiminin ekonomiye katkısının en yüksek olması beklenir. Çevresel etki olarak nitelendirdiğimiz biyoetanol üretimi esnasında çevreye yayılan sera gazının hammadde olarak kullanılan tarımsal ürünün türüne göre değişkenlik göstermesi ve yayılan sera gazı miktarının minimum düzeyde olması biyoetanol üretiminde hangi tarımsal hammadde kullanılmışsa o ürünün tercih edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, şeker pancarının işlenmesi sırasında elektrik üretimi yapılmaktadır.

4.2.3.1. Tarım ve sanayi istihdamını sağlaması

Benzine katılacak olan sadece %2 ya da %3 oranındaki biyoetanolün, enerji arz güvenliğine önemli bir katkı sağlamasının yanı sıra ülkemizde başta tarım olmak üzere sanayi, ulaştırma, bankacılık, sigortacılık sektörü gibi pek çok sektörde istihdam, pek çok alanda iş hacminde genişleme, katma değer yaratması ve yeni vergi olanakları yaratması beklenmektedir.

Yapılan hesaplamalara göre; yıllık 50 milyon litre biyoetanolün benzinle harmanlanması ile 13.355 ha alanda yapılacak enerji tarımı ile toplam 3.235 kişiye istihdam sağlanabilmektedir. Yaratılan istihdamın ülke ekonomisine katkısı, yaklaşık olarak 387,4 milyon USD'dir. Elde edilen biyoetanolün taşınması ile 1,4 milyon USD'lik katma değer yaratılırken, hizmet sektöründe, 2,8 milyon USD'lik iş hacmi yaratılabilecektir.⁹²

4.2.3.2. Biyoetanolün tarımsal hammadde maliyeti

Biyoetanolün tarımsal hammaddesinin maliyeti, o tarımsal üründen ekilen dekar başına üretime dahil olan tüm girdilerinin maliyetleri toplamıdır. Yani, o tarımsal ürünün üretim girdilerinin maliyeti, toprak işleme ve ekim, bakım, hasat, harman taşıma maliyetleri toplamı, o tarımsal hammaddenin maliyetini oluşturmaktadır. Biyoetanolün üretim maliyetinin büyük kısmını oluşturan tarımsal ürünün maliyeti bu etkenlerden oluşur. Bu unsurların maliyetinin yüksekliği, biyoetanolün üretim maliyetini doğrudan etkiler. Sonraki alt başlıklarda, bu maliyetler, şeker pancarı, buğday, arpa, patates ve mısır için karşılaştırılacak ve biyoetanol üretiminde uygun hammadde seçiminde kriter olarak kullanılacaktır.

Tarımsal ürünün fiyatı ise o tarımsal hammaddenin ton başına TL cinsinden değerini yansıtmaktadır. Yenilebilir (gıda) hammaddenin biyoetanol üretiminde kullanılması tarımsal hammadde fiyatlarını artırmaktadır. Bu durum, biyoetanolün alternatif enerji kaynağı olarak kullanılmasına karşıt görüşlerin oluşmasında etkili olmaktadır.

4.2.3.3. Örgütlenme ve kooperatifleşme

Biyoetanol üretim sektöründe gerek kooperatifleşme yoluyla gerek kamu kuruluşlarının yardımıyla örgütlenmenin sağlanması, girdinin daha düşük maliyetle teminini, daha modern makine ve ekipmanın kullanımının sağlanmasını, üretimin belirli bir program dahilinde yapılmasını, planlamasında, pazarlamasında ve kredi

⁹² Ar, F. (2013, 7-10 Mart). *Dünyada ve Türkiye'de Biyoetanol Sektörü*, TUSAF Buğday-Un, İklim Değişikliği, Yeni Trendler.

temininde kolaylık sağlamaktadır. Bu nedenle, kooperatifleşme ve örgütlenme, tarımsal hammadde üretim maliyetini düşürücü etki oluşturmaktadır.

Biyometanol sektöründe biyometanol üretimi ve hammadde üretiminin bilinçli yapılması gerekmektedir. Bu da sektördeki örgütlenme ve kooperatifleşme yetisinin gücüne bağlıdır. FAO, üretimin artırılmasının dünyada kooperatifleşme ile mümkün olacağını belirtmiş olup, 2012 yılında kooperatif temasıyla çalışmalar yürütmüştür.

Biyometanol piyasalarını geliştirmek için biyometanol kullanımı için ekilebilir olmayan arazinin kullanımı, gerekli yasal, kurumsal hükümler, ekilebilir arazileri kullanması için özel sektörün teşvik edilmesi ve petrol fiyatlarındaki muhtemel değişiklikler için vergi ve sübvansiyon uygulamaları geliştirilmesi gerekmektedir.⁹³

Pancar kooperatiflerinin girişimleriyle özellikle Çumra Şeker Fabrikası bünyesinde çok büyük biyometanol tesisi inşa edilmiştir. Pancar kooperatifleri, hem bu deneyimlerinden yararlanarak biyometanol tesislerini çoğaltabilecekler, hem de en verimli biyometanol hammaddesini oluşturan pancar üretiminin artmasını ve şeker üretiminde kullanılmayan kısmının biyometanol üretiminde değerlendirilmesini sağlayabileceklerdir. Bu da kooperatifleşmenin önemini göstermektedir.

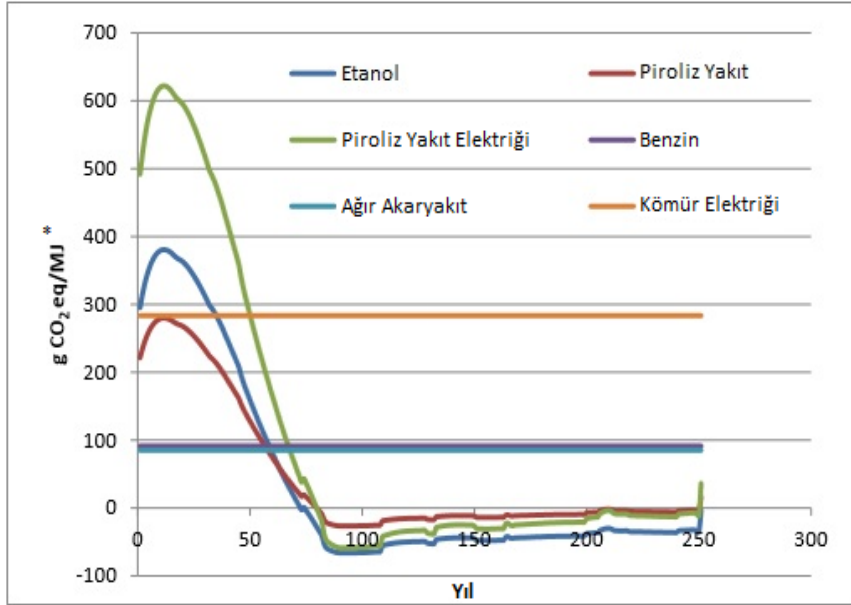
4.2.3.4. Sera gazı salınımı

Biyometanol kullanımının çevresel kirliliği önleme fonksiyonu bulursa da, biyometanol üretiminde kullanılacak hammaddenin sera gazı salınımı açısından incelenmesi önem arz etmektedir.

Sera gazı salınımına yönelik çalışmalar, biyometanol enerji kullanımı ile CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiye yer vermektedir. Biyoyakıtların kullanımındaki artışın CO₂ emisyonu ve sera gazı üzerine etkileri, çalışmaların temel hareket noktalarını oluşturmaktadır.

⁹³ Sugiyarto G. (2013). *Energy security for India: Biofuels, energy efficiency and food productivity*, Herath Gunatilake, David Roland-Holst.

Amerika'da "Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi"ne ilişkin olarak yapılan bir çalışmada⁹⁴, biyoyakıtların üretiminden ortaya çıkan sera gazları emisyonunun yaklaşık 250 yıllık periyottaki durumu karşılaştırılmıştır. Buna göre, yaklaşık ilk 60 yıl için biyoyakıtların yaydığı sera gazı miktarı fosil yakıtlara göre daha az olmaktadır (Bkz. Şekil 4.2).



Şekil 4.2. 250 yıllık süreçte etanol, piroliz yakıt ve elektriğin sera gazı salınımı, (petrol muadillerine kıyasla)

* gCO₂eq/MJ: gram Karbondioksit eşdeğeri / Mega Joule

Almanya'da, biyoyakıt kullanımının çevreye etkisini değerlendirmek amacıyla hazırlanan raporda⁹⁵ hammadde olarak mısır, şeker pancarı, soya fasulyesi ve yenilenebilir atık kullanılması durumlarında megajul başına düşen CO₂ salınımları hesaplanmış olup, aşağıdaki çizelgede bu değerler gösterilmektedir (Bkz. Çizelge 4.3).

⁹⁴ Fan, J. (2013). *Sustainable energy production in the united states: Life cycle assessment of biofuels and bioenergy*, Doktora Tezi, Michigan Technological University, ABD.

⁹⁵ IFEU. (2004). *CO₂ Mitigation through Biofuels in the Transport Sector*, Enerji ve Çevre Araştırması Enstitüsü.

Çizelge 4.3. Hammaddeye göre değişen karbon yoğunlukları

Hammadde	Toplam Karbon Yoğunluğu (gr CO ₂ /mj)
Mısır	80.7
Şeker Pancarı	73.4
Soya Fasulyesi	68.93
Yenilenebilir Atık	15

Kaynak: Enerji ve Çevre Araştırması Enstitüsü (Institut für Energie- und Umweltforschung, IFEU) (2014). "CO₂ Mitigation through Biofuels in the Transport Sector",

Toplam karbon yoğunluğu, biyoetanolün hammaddesi olarak mısır kullanıldığında en yüksektir, bunu şeker pancarı ve soya fasulyesi takip etmektedir. Yenilenebilir atıkların biyoetanol hammaddesi olarak kullanıldığı durumda ise karbon emisyonu en az olmaktadır.

Kanada'da artan sera gazı salınımının azaltılmasına yönelik olarak Levelton tarafından yapılan çalışmada, bazı hammaddelerden üretilebilecek biyoetanol miktarı hakkında bilgiye yer verilmektedir.⁹⁶ Hammadde bulunabilirliği nedeniyle Kanada'nın Ontario eyaletinin seçildiği belirtilmektedir. Bahsi geçen analiz, Güney Ontario odun selülozu hammaddelerinden biyoetanol üretimine dayanmaktadır, dolayısıyla bölgenin verim, tarım uygulamaları ve kaynak tedarik sorunları dikkate alınmıştır. Tarımsal ürünün biyoetanolle dönüştürülmesine ilişkin teknolojik süreç hakkında gerekli olan bilgi, Güney Ottawa, Ontario'da faaliyet gösteren biyoetanol üretim şirketi LOGEN tarafından sağlanmıştır. Çalışma 2000 ve 2010 yılları için olmak üzere iki zaman dilimi için yapılmıştır. Çalışmanın neticesinde, benzine %10 oranında biyoetanol katılması durumunda sera gazı salınımının %5.4 ile %6.7 oranı arasında azaldığı belirtilmektedir

⁹⁶ Henderson, S. (Ed.) (2000). *Assessment of net emissions of greenhouse gases from ethanol-blended gasolines in Canada: Lignocellulosic feedstocks, report to agriculture and agri-food Canada*, Ottawa, Ontario, Kanada: Levelton Engineering Ltd.

4.3. Ülkemizde Biyoetanol Hammaddesi Olarak Kullanılacak Tarımsal Ürünlerin Belli Kriterler Çerçevesinde İncelenmesi

Bu bölümde, literatürde yer alan kriterlerden, biyoetanol potansiyeli, tarımsal ürünün maliyeti ile dekar başına verimlilik ve biyoetanol üretim maliyeti incelenerek buğday, arpa, şeker pancarı, mısır ve patates biyoetanol üretiminde uygun hammadde seçimi açısından kıyaslanmıştır.

4.3.1. Hammaddelerin biyoetanol değerlerinin belirlenmesi

Literatürde tarımsal ürünlerin biyoetanol içeriğine ilişkin olarak birbirine yakın olmakla beraber farklılık arz eden bulgular mevcuttur. Bu bölümde söz konusu çalışmalardan bir kısmına değinilmiş ve bölümün sonunda tezde kullanılacak değerler saptanmıştır.

Aşağıda tarımsal ürünlerin biyoetanol içeriğine ilişkin literatür çalışmalarına yer verilmektedir.

Acaroğlu'nun 2007 yılında yaptığı çalışmada⁹⁷, şeker pancarı, buğday, patates, arpa ve mısırın biyoetanol potansiyeli incelenmiş ve tarımsal ürünlerin biyoetanol kapasitesi çizelgede özetlenmiştir. Anılan çalışmada ortaya çıkan değerler Çizelge 4.4'te gösterilmektedir.

⁹⁷ Acaroğlu, *a.g.e.*, 2007, s. 178.

Çizelge 4.4. Tarımsal ürünün biyoetanol değeri, Acaroğlu M.

Tarımsal Ürün	Biyoetanol Potansiyeli (Litre/Ton)
Şeker Pancarı	108
Buğday	349
Patates	91
Arpa	295
Mısır	367

Kaynak: Acaroğlu M. (2007)

Acaroğlu tarafından yapılan çalışmaya göre 1 ton şeker pancarından 108 litre, 1 ton mısırdan ise 367 litre biyoetanol üretilmektedir. Aynı miktar tarım ürününden en fazla mısırdan, en az patatesten biyoetanol üretimi sağlanabilmektedir.

Bernard Rice tarafından yapılan “Endüstriyel Ekinler ve Uygulama Alanları Avrupa Etkileşimli Ağı” (1999) raporunda ise İrlanda örneğinden hareketle tarımsal ürünlerin biyoetanol özellikleri incelenmiştir.

Bahsi geçen rapora göre; biyoetanol üretiminde kullanılacak tarımsal ürünün biyoetanol potansiyeli Çizelge 4.5'teki gibidir.

Çizelge 4.5. Tarımsal ürünün biyoetanol değeri, Rice,B.

Tarımsal Ürün	Biyoetanol Potansiyeli (Litre/Ton)
Şeker Pancarı	101
Hindiba	99
Patates	91
Buğday	369
Arpa	298
Otlak – Çimen	38,5
Saman	183
Ağaç Kabuğu – Talaş	340

Kaynak: Rice, B., (1999). "Report From The Republic of Ireland", Interactive European Network for Industrial Crops and Their Applications.

Bernard Rice tarafından yapılan çalışmaya göre 1 ton şeker pancarından 101 litre, 1 ton ağaç kabuğundan ise 340 litre biyoetanol üretilmektedir. Aynı miktar tarım ürününden en fazla buğdaydan, en az çimenden biyoetanol üretimi sağlanabilmektedir.

2011 yılında yayınlanan başka bir çalışmada⁹⁸ ise 2007 yılına ait veriler kullanılarak Türkiye’de üretilen çeşitli tahılların biyoetanol üretim potansiyelleri ve %5 ve %10 oranında biyoetanol katılması durumunda gerekli olan tahıl hasadı %leri ortaya konmuştur (Bkz. Çizelge 4.6)

⁹⁸ Melikoğlu M. ve Albostan A. (2011). Türkiye’de biyoetanol üretimi ve potansiyeli, *Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 26(1), 151-160.

Çizelge 4.6. Türkiye’de üretilen çeşitli tarım ürünlerinden biyoetanol potansiyelleri ve bu tahıllardan E5 ve E10 üretimi için gerekli olan miktarlar

Tarımsal Ürün	Üretim Miktarı (Bin Ton)	Biyoetanol Potansiyeli (Litre/Ton)	E5 üretimi için kullanılması gereken miktar (%)	E10 üretimi için kullanılması gereken miktar (%)
Arpa	7.307	250	13	23
Mısır	3.535	360	19	33
Patates	4.246	110	52	90
Şeker Pancarı	12.415	110	18	31
Buğday	17.234	340	4	7

Kaynak: M. Melikoğlu ve A. Albostan, 2011

Melikoğlu ve Albostan (2011) tarafından hazırlanan söz konusu çalışmaya göre, ülkemizde yılda 7,3 bin ton arpa üretilmektedir. 1 ton arpadan üretilebilecek biyoetanol miktarı ise 250 litredir. Benzine %5 biyoetanol katılması durumunda üretilen arpanın %13’ünün; %10 biyoetanol katılması durumunda ise %23’ü biyoetanol üretiminde kullanılmalıdır. Aynı miktar tarım ürününden en fazla mısırdan, en az şeker pancarı ve patatesten biyoetanol üretimi sağlanabilmektedir.

İngiltere’de bir Şeker Fabrikası için yapılan çalışmada⁹⁹ buğday ve şeker pancarının biyoetanol kapasitesi detaylı olarak incelenmiştir. Buna göre; söz konusu tarım ürünlerinden biyoetanol damıtılması süreci Şekil 4.3. ve 4.4’te gösterilmiştir.

⁹⁹ Mortimer, D., Alsayed, A. ve Horne, E. (2004). *Energy and greenhouse gas emissions for bioethanol production from wheat grain and sugar beet*, Resources Research Unit, Sheffield Hallam Üniversitesi School Of Environment and Development, İngiltere.

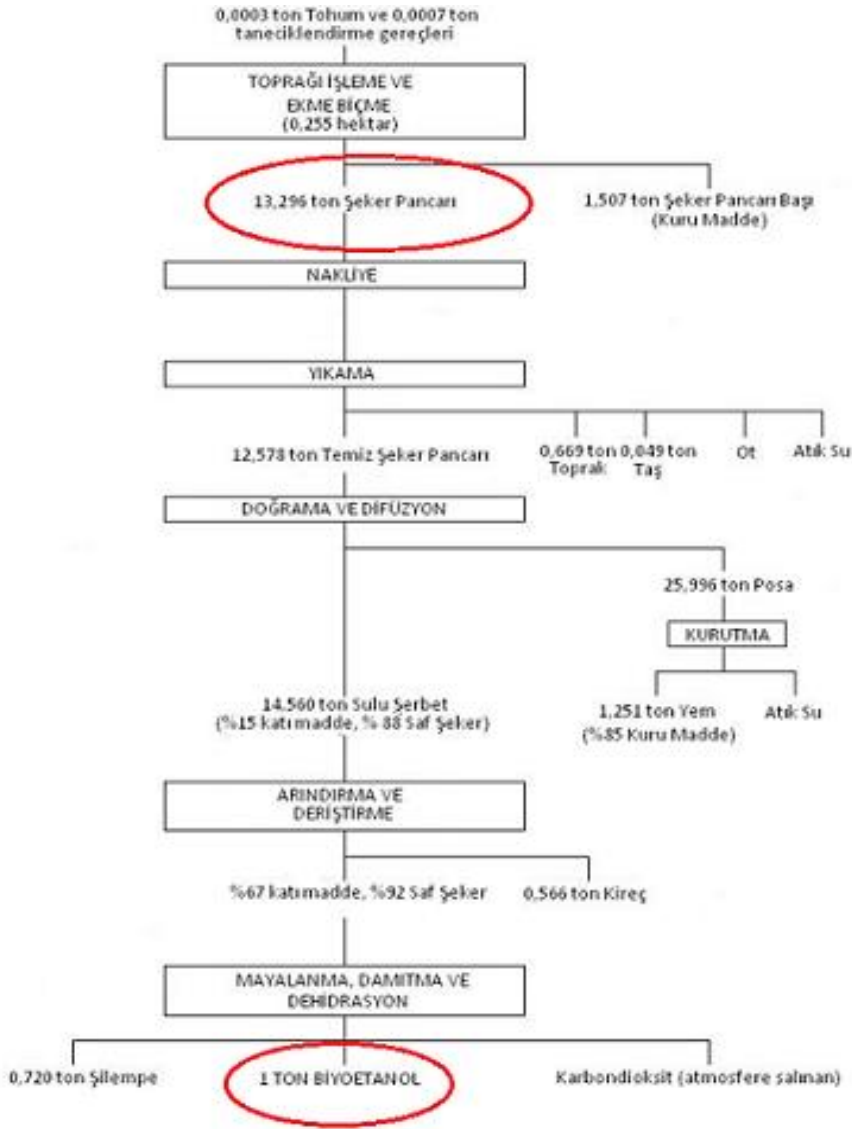


Şekil 4.3. Bir ton biyoetanol üretmek için gereken buğday miktarı

Kaynak: Mortimer ve diğerleri, 2004

Şekilde görüldüğü gibi, 1 ton biyoetanol üretmek için 3,425 ton buğday gerekmektedir. Buna göre 1 ton buğdaydan;

$1 / 3,425 = 0,292$ ton biyoetanol üretilmektedir (1).



Şekil 4.4. Bir ton biyoetanol üretmek için gereken şeker pancarı miktarı

Kaynak: Mortimer ve diğerleri, 2004

Şekilde görüldüğü gibi, 1 ton biyoetanol üretmek için 13,296 ton şeker pancarı gerekmektedir. Buna göre 1 ton şeker pancarından;

$$1 / 13,425 = 0,075 \text{ ton biyoetanol üretilmektedir (2).}$$

Bununla birlikte, söz konusu raporda biyoetanolün öz kütlesi 0,79 kg/litre olarak belirtilmiştir. Buna göre 1 ton buğdaydan;

$$0,292 \text{ ton (1) = 292 kg biyoetanol}$$

292 (kg) / 0,79 (kg/l) = 370 litre biyoetanol üretilirken

1 ton şeker pancarından

0,075 ton (2) = 75 kg biyoetanol

75 (kg) / 0,79 (kg/l) = 95 litre biyoetanol üretmektedir.

Mortimer ve diğerlerinin yaptığı çalışmada belirlenen buğday ve şeker pancarının biyoetanol potansiyeli Çizelge 4,8'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.7. Tarımsal ürünün biyoetanol değeri, Mortimer ve diğerleri

Tarımsal Ürün	Biyoetanol Potansiyeli (Litre/Ton)
Şeker Pancarı	95
Buğday	370

Kaynak: Mortimer ve diğerleri, 2004

Kanada'da artan sera gazı salınımına ilişkin olarak Levelton Mühendislik tarafından yapılan çalışmadan (2000)¹⁰⁰ elde edilen bulgular ise Çizelge 4.9'da yer almaktadır.

Çizelge 4.8. Tarımsal Ürünün Biyoetanol Değeri, Levelton Mühendislik

Tarımsal Ürün	Biyoetanol Potansiyeli (Litre/Ton)		Değişim
	2000	2010	
Mısır	470	475	%1
Dallı Darı	310	375	%20,9
Mısır Koçanı	345	420	%22
Buğday Sapı	330	400	%21,2
Saman	305	370	%21,3

Kaynak: Levelton Engineering, 2000

Levelton Mühendislik tarafından yapılan çalışmaya göre gıda teknolojilerinde yaşanan gelişmelere bağlı olarak tarımsal üründen elde edilecek biyoetanol miktarı artabilmektedir. Buna göre 2010 yılında mısırdan 2000 yılına kıyasla %1 daha fazla biyoetanol üretilmektedir. 2000-2010 yılları arası en fazla verim

¹⁰⁰ Henderson, S. (Ed.), *a.g.e.*, 2000.

artışı mısır koçanında (%22) en az ise mısırdan (%1) ortaya çıkmıştır. Yine anılan rapora göre en fazla biyoetanol mısırdan, en az samandan üretilmektedir. Bir ton mısırdan elde edilecek biyoetanol miktarı en fazla bu çalışmada ortaya çıkmaktadır. İncelenen diğer kaynaklarda bir ton mısırdan üretilebilecek biyoetanol miktarı 356 ile 399 litre arasında değişirken Levelton Mühendislik bu miktarı 475 litre olarak belirlemiştir (Bkz. Çizelge 4.13).

BBI International kuruluşu tarafından ABD'nin Maine eyaleti için hazırlanan raporda (2002)¹⁰¹ etanolün üretileceği hammadde seçimi; üretim maliyeti, bitkinin biyokütlesi (büyüklüğü), yetiştirilebilirliği, verimi, taşıma maliyetleri gibi unsurlar açısından incelenmiştir. Raporda tarım ürününün biyoetanol içeriğinin, sahip olduğu şeker (5 karbon, 6 karbon), selüloz miktarı göz önüne alınarak hesaplandığı belirtilmiştir; ancak, bu hesaplama ile ilgili detaylı bilgi verilmemiştir. BBI tarafından hazırlanan ön fizibilite raporuna göre tarımsal ürünlerin biyoetanol potansiyeli aşağıdaki Çizelgede gösterilmektedir.

Çizelge 4.9. Ürünlerin biyoetanol değeri, BBI International

Ürün	Biyoetanol Potansiyeli (Litre/Ton)
Arpa	326
Yulaf	284
Mısır	356
Tirikale	337
Tarımsal Atık	98
Orman Atığı	303
Kullanılmış Kağıt	303
Şehir Katı Atığı ve Ağaç Ürünleri	303

Kaynak: BBI International, 2002

BBI International tarafından hazırlanan söz konusu çalışmada, aynı miktar tarımsal üründen en fazla mısırdan (356 litre), en az tarımsal atıklardan (98 litre) biyoetanol üretimi gerçekleştirilmektedir.

¹⁰¹ BBI International. (2002). *State of maine ethanol Pre-feasibility study*, Maine Finans İdaresi.

Graboski tarafından hazırlanan analiz¹⁰² ise yalnızca *mısırdan* etanol üretmek için kullanılması gereken fosil yakıtların miktarını tespit etmeyi amaçlamaktadır. Anılan çalışmada etanol üretimi için kullanılan iki yöntemde de (kuru ve ıslak değirmen) mısırın nişasta kısmının etanole çevrildiği belirtilmektedir.

Tarımsal ürünün kuru ağırlığının kg biriminden karşılığı her ürün için farklıdır. Graboski'nin bu çalışmasına atıf yapan çeşitli kaynaklar, bu değer için *399 litre/ton* olduğunu belirtmektedir.

Argonne Ulaştırma Teknolojileri ve Ar-Ge Merkezi tarafından yapılan çalışmada¹⁰³ mısır bitkisinden üretilebilecek biyoetanol miktarı araştırılmıştır. Bu çalışmada dikkat çeken önemli bir husus biyoetanol üretimine özgü yetiştirilecek mısırların normal mısırlara göre daha fazla biyoetanol potansiyelinin bulunabileceğidir.

OECD Gıda, Tarım ve Balıkçılık Direktörlüğünün, tarımdaki son gelişmeler ışığında dünya geneli biyoyakıt üretiminde yaşanan gelişmeleri analiz etmesi için gerekli verileri sağlamak amacıyla Hollanda Utrecht Üniversitesi, Bilim, Teknoloji ve Toplum Bölümü, Kopernik Enstitüsü tarafından bir rapor hazırlanmıştır.¹⁰⁴ Anılan raporda dört biyoenerji kaynağı (şeker pancarı, şeker kamışı, buğday ve mısır) için literatürdeki veriler hakkında bilgiler verilmiş ve OECD ve üye ülkelerin katılımıyla oluşturulan "Aglink" ve Dünya Şeker modellerinde referans olarak kullanılacak değer hakkında tavsiyede bulunulmuştur. Daha sonra diğer biyoetanol kaynakları için referans kabul edilmesi tavsiye edilen değerler belirlenmiştir.

Söz konusu çalışmada incelenen biyoetanol kaynakları için kullanılması tavsiye edilen değerler aşağıdaki çizelgede gösterilmektedir.

¹⁰² Graboski M. (2002). *Fossil energy use in the manufacture of corn ethanol*, Ulusal Mısır Yetiştiricileri Birliği.

¹⁰³ Wang, Sarics and Santini, *a.g.m.*, 1999, s14

¹⁰⁴ Smeets, E.M.W., Junginger, H.M. ve Faaij, A. (2005). *Supportive study for the OECD on alternative developments in biofuel production across the world*, Copernicus Institute.

Çizelge 4.10. Tarımsal ürünün biyoetanol değeri, Smeets ve diğerleri

Ürün	Biyoetanol Potansiyeli (Litre/Ton)	Referans Değer Kaynağı
Şeker Pancarı	98	Elsayed, 2003
Şeker Kamışı	85	Damen, 2001
Buğday	362	Ortalama Değer
Mısır	399	Graboski, 2002
Arpa	295	--
Yerelması	95	--
Sorgum	359	--
Soya Fasulyesi	195	
Hayvansal Yağ	2,3	--
Elma	49	--
Karpuz	11	--
Dallı Darı	265	--
Patates	151	--

Kaynak: Smeets ve diğerleri, 2005

Smeets ve diğerleri tarafından hazırlanan rapora (2007) göre 1 ton şekerpancarından 98 litre biyoetanol üretimi gerçekleştirilirken 1 ton patatesten 151 litre biyoetanol üretilmektedir. Anılan çalışmada şeker pancarı, şeker kamışı, buğday ve mısır için literatürdeki bazı kaynaklara atıfta bulunulmuştur. Diğer ürünler için ise bu şekilde bir referans gösterilmemiştir. Söz konusu rapora göre 1 ton hammaddeden en fazla biyoetanol mısırdan üretilirken, hayvansal yağlardan üretilen biyoetanol miktarı oldukça düşüktür

Son olarak, karbondioksit yoğunluğuna ilişkin olarak IFEU tarafından hazırlanan raporda yer verilen buğday ve şeker pancarının biyoetanol potansiyeli Çizelge 4.12'de gösterilmektedir.¹⁰⁵

¹⁰⁵ IFEU. (2004).

4.3.1.1. Literatür çalışması ışığında biyoetanol değerleri

Bu tez çalışmasında şeker pancarı, buğday, arpa, mısır ve patates ürünlerinin biyoetanol potansiyelinin belirlenmesinde; diğer literatür çalışmalarına yer vermesi, OECD modellerinin kullanılması ve OECD üye ülkeleri tarafından kullanılmasına yönelik hazırlanmış olması nedeniyle Smeets ve diğerleri tarafından yapılan çalışma referans alınmıştır. Buna göre bu tez çalışmasında incelenecek tarımsal hammadde ile bunların biyoetanol değerleri aşağıdaki çizelgede gösterilmektedir.

Çizelge 4.13. Tarımsal ürün ve biyoetanol değeri (sonuç)

ÜRÜN	BİYOETANOL POTANSİYELİ (LİTRE/TON)
<i>Arpa</i>	295
<i>Buğday</i>	362
<i>Mısır</i>	399
<i>Patates</i>	151
<i>Şeker Pancarı</i>	98

Kaynak: Smeets ve diğerleri, 2005

4.3.2. Tarımsal ürünlerin maliyetinin incelenmesi

Bu bölümde, dekar bazında verim ve hammadde fiyatlarını tayin etmek amacıyla Türkşeker'in faaliyet raporlarında yer alan gerçekleşme rakamları kullanılmıştır. Analizde kullanılan tarımsal ürünlerin fiyat değişimlerinin eşit oranda olacağı, dolayısıyla analiz sonucunu etkilemeyeceğinden 2015 yılı için tarımsal ürünlerin fiyat güncellemesi yapılmamıştır. Ayrıca, biyoetanol fiyatları ile benzin fiyatlarının karşılaştırmasında 2013 yılı gerçekleşme rakamlarının kullanılması da tarımsal ürünleri için de 2013 yılı fiyatlarının kullanılmasında etkili olmuştur.

Bir tarım ürününün maliyetinin girdi maliyetlerinden başlanarak hesaplanmasına ilişkin olarak Eskişehir ilinde yapılan bir çalışma yol gösterici niteliktedir. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı tarafından yapılan arpa, buğday, şeker pancarı, mısır, yeşil mercimek, nohut, domates, kuru fasulye, haşhaş, kanola, kuru soğan, ayçiçeği ve aspirin gibi ürünlere ait üretim girdi maliyetlerinin belirlenmesi için yapılan bir çalışmaya göre 2012 yılı için veriler şu şekildedir:

Çizelge 4.14. Tarımsal ürünlerin üretim girdileri ve maliyeti

Üretim Girdileri ve Maliyeti (TL)					
Hammadde	Toprak İşleme ve Ekim	Bakım	Hasat, Harman ve Taşıma	Diğer Girdiler, kg	Toplam (TL)
Buğday (Kuru)*	28.52	5.38	17.33	75.50	126.73
Buğday (Sulu)	28.52	57.56	21.35	108.80	216.23
Arpa (Kuru)	28.52	5.33	16.98	69.25	120.08
Arpa (Sulu)	28.52	57.26	20.48	97.80	204.06
Şeker Pancarı	29.56	429.51	143.27	238.95	841.29
Mısır*	32.48	39.83	58	104.50	234.75

(*): Yalnızca mısır ve kuru buğday tarımı ile ilgili girdi maliyetlerine ilişkin veriler 2011 yılına aittir, diğerleri 2012 yılı verileridir.

Giderler; çeşitli giderler, arazi kirası, sermaye faizi, yönetim giderinden oluşmaktadır. Giderlerin hesaplanmasına ilişkin detaylı çizelge ekte yer almaktadır (EK 1).

Biyometanol üretim tesislerinde üretim maliyetlerinin %65'i ile %75'ini hammadde maliyetleri oluşturmaktadır.¹⁰⁶ Diğer maliyetleri ise enerji, atıkların elden çıkarılması, enzimler, mayalar, kimyasallar, işgücü, yönetim ve diğer giderler oluşturmaktadır. Türkşeker'in yaptığı maliyet analizinde, biyometanol maliyetinin %63'ünün hammadde, %9'unun işçilik ve %28'inin diğer giderlerden oluştuğu belirtilmektedir.

Bu tez çalışmasında, ülkemizde biyometanol üretiminde kullanılan tarımsal hammaddelerin fiyatları ve maliyetleri Türkşeker verileri kullanılarak karşılaştırılacaktır.

¹⁰⁶ Meyers Norris Penny LLP (2004), *Economic, Financial, Social Analysis and Public Policies for Fuel Ethanol – Phase 1*, Saskatoon, November 22

Türkşekerde rakip ürünlere ait bilgiler tablosundan 2012 yılı için patatesin fiyatları 340 TL/ton, mısırın 570 TL/ton, buğdayın 642 TL/ton, arpanın 594 TL/ton ve şeker pancarının 144 TL/ton olduğu görülmektedir. Dekar başına üretim maliyetleri ve 2013 yılı için fiyatlar Çizelge 4.16'da görülmektedir:

Çizelge 4.15. Tarımsal hammadde ürünlerinin fiyatı ve maliyeti

Hammadde	2012 yılı fiyatları (TL/ton)	2013 yılı fiyatları (TL/ton)	Üretim Maliyetleri(TL/dekar)
Arpa	594	630	188
Buğday	642	680	237
Mısır	570	602	487
Patates	340	655	960
Şeker Pancarı	144	153	640

Kaynak: Türkşeker Faaliyet Raporu 2012, 2013

Çizelgede görüldüğü gibi fiyatı en düşük olan ürün şeker pancarıdır. Diğer ürünlerin fiyatı birbirlerine yakındır. Dekar başı üretim maliyetini en yüksek olduğu tarım ürünü patates olup en ucuzu ise arpadır. Şeker pancarının dekar başına maliyeti yüksekken fiyatının düşük olması, benzer şekilde arpanın dekar başı maliyeti düşükken fiyatının yüksek olması bu ürünlerin dekar başı verimliliği konusunda bilgi vermektedir. Bir sonraki bölümde dekar başına verimlilik ve bir litre biyoetanolün maliyeti incelenmiştir.

4.3.3. Biyoetanol üretiminde ihtiyaç duyulan tarım arazisi

Bu bölümde ülkemiz biyoetanol ihtiyacının tek bir üründen karşılanması halinde ne kadar tarım arazisine ihtiyaç duyulacağı ele alınacaktır.

Ülkemiz ekilebilir tarım arazisi açısından avantajlı bir konumdadır. TÜİK tarımsal istatistiklerine göre; 2013 yılı ekilen tarım arazisi alanı 15,6 milyon hektardır (156 milyon dekar). Buna göre, ihtiyaç duyulan biyoetanolün şeker pancarından karşılanması halinde ekilebilir tahıl alanının %0,091'inin; arpadan karşılanması halinde ise %0,557'sinin kullanılması gerekmektedir (Bkz. Çizelge 4.24.).

Çizelge 4.16. 2015 yılı arz ihtiyacını karşılamak için gereken tarım arazisi, dekar

Tarımsal Ürün	İhtiyaç Duyulan Tarım Arazisi (Dekar)		Toplam Tarım Arazisi Kullanım Oranı
	1 Litre Biyoetanol	2015 Yılı	
Şeker Pancarı	1/520	142,264	0.091%
Mısır	1/454	162,946	0.104%
Buğday	1/138	536,069	0.343%
Arpa	1/85	870,324	0.557%
Patates	1/507	145,912	0.093%

Kaynak: 1 L biyoetanol üretmek için gerekli tarım arazisi bilgisi Çizelge 4.18'den; ekilebilir tarım alanına ilişkin bilgiler ise TÜİK istatistiklerinden elde edilmiştir.

Yukarıdaki çizelgeden de görüldüğü üzere, biyoetanolün tek bir hammaddeden üretilmesi halinde, en fazla tarım arazisi ihtiyacı arpada, en az şeker pancarında ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte; en çok tarım arazisine ihtiyaç duyulduğu arpada bu oranın %1'in altında kaldığı görülmektedir.

4.3.4. Biyoetanol maliyetleri ve benzin fiyatlarıyla karşılaştırması: Benzin fiyatının oluşumu

Çizelge 4.17 ve 4.18'de bir dekar araziden elde edilecek tarımsal ürün miktarı (verimlilik) ile literatür ışığında bir dekar araziden elde edilebilecek biyoyakıt miktarı gösterilmektedir.

Biyoetanol potansiyeline ilişkin veriler, OECD için hazırlanan çalışmadan¹⁰⁷ elde edilmiştir. Tarımsal ürünün verimi ve tarımsal üründen dekar başına elde edilecek biyoyakıt miktarı, 2012 ve 2013 yılları için hazırlanan Şeker Fabrikası Faaliyet Raporundan elde edilmiştir.

¹⁰⁷ Smeets ve diğerleri, 2005.

Çizelge 4.17. Bir dekar araziden elde edilen biyoyakıt miktarı, 2012

Ürün adı	Verim (kg/da)	Üretilecek Biyoetanol (%)	Elde Edilecek Biyoetanol (litre/dekar)
Şeker Pancarı	5.057	9,8	496
Mısır	1.055	39,9	421
Buğday	336	36,2	122
Arpa	260	29,5	77
Patates	3.286	15,1	496

Kaynak: Türkşeker 2013; Smeets ve diğerleri, 2005.

Çizelge 4.18. Bir dekar araziden elde edilen biyoyakıt miktarı, 2013

Ürün adı	Verim (kg/da)	Üretilecek Biyoetanol (%)	Elde Edilecek Biyoetanol (litre/dekar)
Şeker Pancarı	5.309	9,8	520
Mısır	1.137	39,9	454
Buğday	382	36,2	138
Arpa	288	29,5	85
Patates	3.357	15,1	507

Kaynak: Türkşeker 2013; Smeets ve diğerleri, 2005.

Çizelge 4.18'de görüldüğü gibi, dekar başına elde edilecek biyoetanol en fazla şeker pancarı ve patatesten ortaya çıkmaktadır. Son olarak, elde edilecek biyoetanolün maliyeti Çizelge 4.19'da gösterilmektedir.

Bir ton tarımsal ürünün maliyeti için Türkşeker faaliyet raporunda yer alan 2013 yılı kg maliyetleri kullanılmış ve 2015 yılı için tüm tarım ürünlerinin eşit

miktarda artacağı varsayımıyla ve eşit artış oranının analizi etkilemeyecek olması nedeniyle 2015 yılı için bir projeksiyon yapılmamıştır.

Aşağıdaki çizelgede ülkemiz biyoetanol ihtiyacını karşılamak üzere ne kadar tarım ürününe ihtiyaç duyulduğu ve maliyetinin ne olacağı gösterilmektedir.

Çizelge 4.19. Biyoetanol üretiminde ihtiyaç duyulan tarımsal ürün miktarı ve maliyeti^{108,109}

Tarımsal Ürün	1 Ton Üründen Elde Edilen Biyoetanol (L)	İhtiyaç Duyulan Ürün (kg)		Maliyet (TL)	
		1 Litre	2015 Yılı	1 Litre	2015 Yılı
Şeker Pancarı	98	10.20	754,872,469	1.56	115,495,488
Mısır	399	2.51	185,407,273	1.58	116,806,582
Buğday	362	2.76	204,357,740	1.88	138,963,263
Arpa	295	3.39	250,771,193	2.04	150,964,258
Patates	151	6.62	489,917,232	4.34	320,895,787

Kaynak: Türkşeker 2013; Smeets ve diğerleri, 2005.

Çizelgede görüldüğü gibi 1 litre biyoetanol üretmek için 10,2 kg şeker pancarına ihtiyaç duyulmaktayken 2,51 kg mısır, 2,76 kg buğday, 3,39 kg arpa ya da 6,62 kg patates gerekmektedir. 1 litre biyoetanolün maliyeti ise (ör. 10,2 kg şekerpancarının maliyeti) 1,56 TL ile 4,34 TL arasında değişmektedir. Aynı miktar biyoetanol üretmek için maliyeti en düşük tarımsal ürünün şekerpancarı olduğu ve ikinci sıradaki mısırın bu rakama yakın olduğu görülmektedir. Patatesten biyoetanol üretimi ise oldukça maliyetlidir.

Sonuç olarak ülkemizde biyoetanol üretimi için kullanılacak tarım ürünlerinden maliyet açısından en düşük olanı şeker pancarı ve mısır, en yüksek

¹⁰⁸ 1 Ton Üründen Elde Edilen Biyoetanol, Çizelge 4.14'ten alınmıştır. 1 L biyoetanol üretmek için kaç kg tarım ürününe ihtiyaç duyulduğu ise şu şekilde hesaplanmıştır:

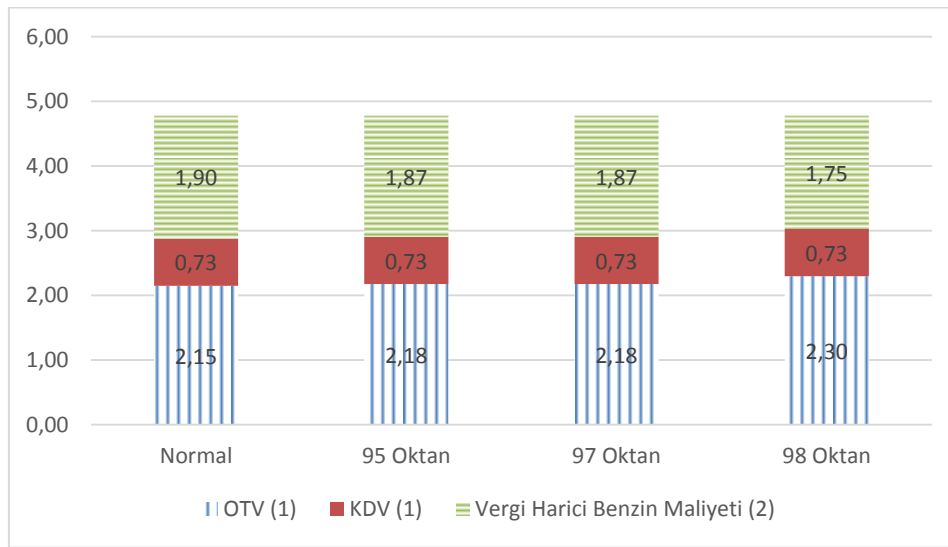
1 ton şeker pancarından 98 L ürün üretilmektedir. Buna göre 1 L biyoetanol üretmek için $(1 \text{ ton} / 98) * 1000 = 10,20$ kg şeker pancarına ihtiyaç duyulmaktadır.

¹⁰⁹ 2015 yılı için arz edilmesi gereken biyoetanol miktarına göre kaç kg tarımsal ürüne ihtiyaç duyulacağı ise Çizelge 4.2'deki verilerden yararlanılarak oluşturulmuştur. Şöyle ki:

Çizelge 4.2'ye göre 2015 yılı arz edilmesi gereken biyoetanol miktarı 73.978 L'dir. Buna göre ihtiyaç duyulan şeker pancarı miktarı $73.978 * 10,20 = 754.872$ kg'dir.

olanı ise patatestir. Buna göre, biyoetanol üretim maliyeti açısından ele alındığında, kullanılacak tarımsal ürün seçimi şu sırada olmalıdır: 1.Şeker Pancarı, 2. Mısır, 3. Buğday, 4. Arpa ve 5. Patates.

Türkiye’de akaryakıt sektöründe dolaylı vergilerin payı, tüketiciye yansıyan pompa fiyatının en önemli bölümünü oluşturmaktadır. 2013 yılında benzinde 1 litrelik pompa fiyatının ortalama 2,88 TL’sini (%60’ını) dolaylı vergiler oluşturmaktadır (Bkz. Şekil 4.5.).



Şekil 4.5. Benzin fiyat bileşenleri

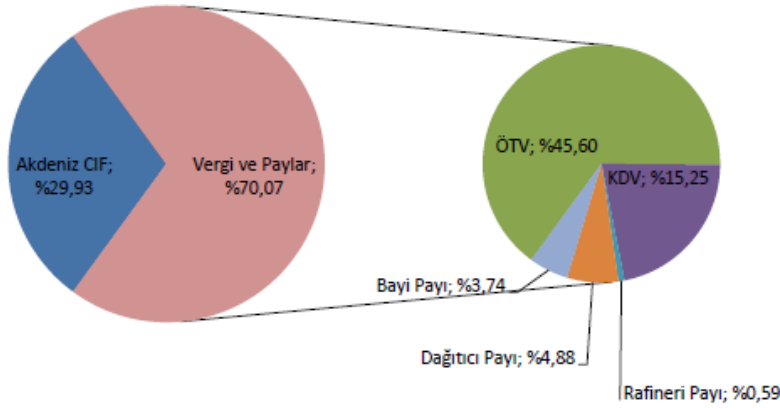
Kaynaklar: 1. Gelir İdaresi Başkanlığı, 2015, s.110,111; 2. EPDK, 2013, s.112

Benzin fiyatlarına etki eden diğer unsurlar ise Akdeniz CIF fiyatı ile rafineri, dağıtıcı ve bayi paylarıdır. Benzin ürün fiyatının dahil edilmediği durumda masrafların dağılımı Şekil 26’da gösterilmektedir.

¹¹⁰ İnternet: Gelir İdaresi Başkanlığı, 4760 sayılı Özel Tüketim Vergisi Kanunu, 2012 http://www.gib.gov.tr/fileadmin/mevzuatek/otv_oranlari_tum/11062013.htm 15.01.2015 tarihinde alınmıştır.

¹¹¹ İnternet: Gelir İdaresi Başkanlığı, 3065 sayılı Katma Değer Vergisi Kanunu, <http://www.gib.gov.tr/index.php?id=830> 15.01.2015 tarihinde alınmıştır.

¹¹² EPDK, 2013 Petrol Piyasası Sektör Raporu, sf. 164, Ankara, 2014



Şekil 4.6. Benzin fiyat oluşumunda vergi ve satış kanalları paylarının %sel dağılımı

Kaynak: EPDK, 2013 Petrol Sektörü Raporu, s. 168

2013 yılı itibariyle benzin rafineri çıkış fiyatı, vergiler, paylar ve diğer unsurların TL bazında büyüklüğü aşağıdaki çizelgede gösterilmektedir.

Çizelge 4.20. Kurşunsuz benzinin 95 oktan 2013 yılı fiyat oluşumu tablosu (ortalama, TL)

Rafineri Vergisiz	ÖTV	Gelir Payı	Akdeniz CIF Fiyatı	Rafineri Payı	Dağıtıcı Payı	Bayi Payı	Toplam KDV	Bayi Satış Fiyatı
1,46	2,1765	0,00222	1,40	0,03	0,23	0,18	0,73	4,78

Kaynak: EPDK, 2013

PETDER 2012 sektör raporunda, kurşunsuz 97 oktan benzin kullanımının bitme noktasına geldiği belirtildiğinden¹¹³ 95 oktan benzin rafineri vergisiz çıkış fiyatının biyoetanol maliyeti hesaplamaları için dikkate alınmıştır.

Çizelge 4.21. Benzin tüketimi, m³

Benzin Çeşidi	2011	2012	Fark
95 Oktan (Katkılı dahil)-m3	2.410.987	2.304.610	-4.40%
Kurşunsuz 97 ve üzeri oktanlı-m3	208.426	162.477	-22,00
Toplam Benzinler-m3	2.619.413	2.467.087	-5.8%

¹¹³ PETDER, 2012.

2012 yılında toplam benzin tüketimi 2011 yılına göre %5,8 oranında azalarak yaklaşık 2,5 milyon m³ düzeyinde olmuştur. Bu azalmada, daha düşük ÖTV uygulaması nedeniyle fiyat avantajına sahip olan oto gazın benzin tüketiminden artan miktarda pay almasının ve dizel otomobil kullanımındaki artışın önemli bir etkisi bulunmaktadır. Toplam benzin tüketimi içinde 95 oktan benzin %93,4 oran ile en fazla tüketilen yakıt cinsidir. Eski tip araçlarda kullanılan “Katkılı kurşunsuz benzin tüketiminin” büyük oranda azaldığı, hatta bitme noktasına geldiği görülmektedir.¹¹⁴

22 Eylül 2012 tarihli ve 28419 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Bakanlar Kurulu kararı ile 4760 sayılı Özel Tüketim Vergisi Kanununa ekli 1 sayılı cetvelin A ve B cetvellerinde yer alan ürünlerin ÖTV’si litre başına 30 kuruşa varan oranlarda artırılmıştır. Ülkemizde, özel tüketim vergisi üzerinden KDV de alındığından ÖTV değişikliklerinde %18 KDV etkisi de ortaya çıkmaktadır. Petrol ürünlerinin ÖTV tutarları için Ek-5’e bakınız.

Biyometanol, başta tarım olmak üzere enerjiden çevreye; ulaştırmadan ekonomiye kadar pek çok sektörün kesişen konusudur. Yerli tarım ürünlerinden üretilen biyometanolün istihdamı artırma, iş hacmini genişletme ve yeni vergi imkanları sağlama yönünden ülke ekonomisine pek çok katkısı bulunmaktadır. Bu kısımda; hammadde maliyeti, 95 oktanlı benzin rafineri çıkış fiyatı ile kıyaslanarak biyometanolün maksimum fiyatı tahmini olarak hesaplanmıştır. Ülkemizde, benzine katılması zorunlu yerli hammadde ile üretilen biyometanol miktarı (2014 yılı sonrası %3) ÖTV’den muafdir.

Çizelge 4.22. 95 oktan benzin rafineri çıkış fiyatı

Rafineri Çıkış Vergisiz Fiyat (TL)	2012	2013
En Düşük	1.30	1.38
En Yüksek	1.66	1.85
Ortalama	1.40	1.46

Kaynak: EPDK, Petrol Piyasası Sektör Raporu 2012 ve 2013.

¹¹⁴ PETDER, 2012.

95 oktan kurşunsuz benzin 2012 yılı rafineri vergisiz en düşük çıkış fiyatı 1.30 TL (Kasım 2012), en yüksek çıkış fiyatı 1.66TL (Nisan 2012), ortalama yaklaşık fiyatı 1.40 TL'dir.

Biyoeanol maliyetinin, rafineri vergisiz benzin çıkış fiyatının altında olması idealdir. Tarımsal ürün maliyetinde 2013 verileri kullanılarak hazırlanan Çizelge 4.23'te bu koşulu sağlayan bir tarım ürününün bulunmadığı; ancak, şeker pancarı, mısır ve buğday maliyetlerinin bu rakama yakın olduğu görülmektedir. Ayrıca, bu ürünlerin maliyeti 2013 yılı en yüksek benzin fiyatının altındadır.

2014 yılında petrol fiyatlarında yaşanan düşüşün devam etmesi halinde biyoeanol üretim maliyetinin benzin rafineri çıkış fiyatının üstünde seyredeceği söylenebilir. Ancak, biyoeanol üretiminin sağladığı diğer faydalar ve petrol piyasasının volatil karakteristiği göz önünde bulundurularak biyoeanol üretime teşvik edilmesinin enerji arzı güvenliğine katkıda bulunacağı değerlendirilmektedir. Ekonomik ve sosyal faydaları itibarıyla, benzinle harmanlanacak biyoeanol ÖTV'den muaf tutulmalı ve maliyet üst sınırı, benzin rafineri çıkış fiyatı ile ÖTV toplamı olarak belirlenmelidir. 2013 yılı bir litre benzin fiyatı ortalamasının 1,46 TL ve ÖTV'nin 2,18 TL olduğu göz önüne alındığında bir litre biyoeanol üretim maliyeti için üst sınırın 3,64 TL olması gerektiği düşünülmektedir. Analizde incelenen tarımsal ürünlerden patates dışındakiler bu koşulu sağlamaktadır. Bu ürünlerin maliyeti mevcut ÖTV tutarının da altındadır.

4.3.5. Biyoeanol üretiminde uygun tarım ürününün belirlenmesi

Bu bölümde, Bölüm 4.3'teki bulgular bir tabloda özetlenerek, biyoeanol üretiminde maliyet açısından avantajlı tarım ürünü tespit edilecektir. Tarımsal ürünün verimi, 1 ton üründen elde edilecek biyoeanol miktarı, buradan hareketle bir litre biyoeanol üretmek için kaç kilogram tarımsal ürüne ihtiyaç olduğu ve 2015 yılı biyoeanol arz ihtiyacı için o tarımsal üründen kaç kilogram üretilmesi gerektiği; bunun yanı sıra, bir litre ve 2015 yılı biyoeanol ihtiyacının karşılanmasının kaç TL'ye malolacağı; son olarak da bunlar için ihtiyaç duyulacak tarım arazisinin büyüklüğü Çizelge 4.23'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.23. Biyoetanol üretiminde ihtiyaç duyulan tarımsal ürün miktarı, verim, tarım arazisi ve maliyeti^{115,116117}

Tarımsal Ürün	Verim (kg/da)	1 Ton Üründen Elde Edilen Biyoetanol (L)	İhtiyaç Duyulan Ürün (kg)		Maliyet (TL)		İhtiyaç Duyulan Tarım Arazisi (Dekar)	
			1 Litre	2015 Yılı	1 Litre	2015 Yılı	1 Litre	2015 Yılı
Şeker Pancarı	5.309	98	10.20	754,872,469	1.56	115,495,488	1/520	142,264
Mısır	1.137	399	2.51	185,407,273	1.58	116,806,582	1/454	162,946
Buğday	382	362	2.76	204,357,740	1.88	138,963,263	1/138	536,069
Arpa	288	295	3.39	250,771,193	2.04	150,964,258	1/85	870,324
Patates	3.357	151	6.62	489,917,232	4.34	320,895,787	1/507	145,912

Kaynak: Türkşeker 2013; Smeets ve diğerleri, 2005.

Şeker pancarı açısından Çizelge 4.23 incelendiğinde; bir dekar tarlaya şeker pancarı ekimi yapıldığında 5.309 ton şeker pancarı üretimi yapılabildiği görülmektedir. 1 ton şeker pancarından 98 litre biyoetanol ortaya çıkmakta, 1 litre biyoetanol üretimi için ise 10,2 kg şeker pancarına ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla 2015 yılı biyoetanol arz ihtiyacının karşılanması için yaklaşık 755.000 ton şeker pancarı üretilmelidir. 1 litre biyoetanol üretiminde kullanılacak 10,2 kg şeker pancarının maliyeti 1,56 TL olup 2015 yılı ihtiyacı için oluşacak hammadde maliyeti 115 milyon TL'dir. 2015 yılı biyoetanol üretiminin şeker pancarından yapılması halinde 142 bin dekarlık araziye ihtiyaç duyulmaktadır.

Çizelge 4.23'te görüldüğü gibi, biyoetanol üretiminde ton bazında en verimli ürün mısır; maliyeti en düşük olan ürün ise şeker pancarıdır. Şeker pancarı ayrıca dekar bazında en verimli tarım ürünüdür.

¹¹⁵ 1 Ton Üründen Elde Edilen Biyoetanol, Çizelge 4.14'ten alınmıştır. 1 L biyoetanol üretmek için kaç kg tarım ürününe ihtiyaç duyulduğu ise şu şekilde hesaplanmıştır:

1 ton şeker pancarından 98 L ürün üretilmektedir. Buna göre 1 L biyoetanol üretmek için $(1 \text{ ton} / 98) * 1000 = 10,20$ kg şeker pancarına ihtiyaç duyulmaktadır.

¹¹⁶ 2015 yılı için arz edilmesi gereken biyoetanol miktarına göre kaç kg tarımsal ürüne ihtiyaç duyulacağı ise Çizelge 4.2'deki verilerden yararlanılarak oluşturulmuştur. Şöyle ki:

Çizelge 4.2'ye göre 2015 yılı arz edilmesi gereken biyoetanol miktarı 73.978 L'dir. Buna göre ihtiyaç duyulan şeker pancarı miktarı $73.978 * 10,20 = 754.872$ kg'dir.

¹¹⁷ Tarımsal ürün fiyatları için s.83'teki Çizelge 4.15'teki fiyatlardan 2013 yılı baz olarak alınmıştır.

Bununla birlikte şeker pancarı ile mısırın biyoetanol üretim maliyetleri birbirine oldukça yakındır. Ayrıca mısırın teknolojik ilerlemelerle biyoetanol veriminin artırılacağı bilinmektedir. Çizelge 4.24'te en düşük maliyetli tarımsal ürün ile bahsi geçen beş tarımsal ürünün fiyat farkı gösterilmektedir.

Çizelge 4.24. Maliyeti en düşük tarımsal ürün ile incelenen tarımsal ürünlerin karşılaştırılması

Şeker Pancarı	En Düşük Maliyet	Tarımsal Ürünün Maliyeti	Fark (%)
Şeker Pancarı	115.495.488	115.495.488	0%
Mısır	115.495.488	116.806.582	1%
Buğday	115.495.488	138.963.263	20%
Arpa	115.495.488	150.964.258	31%
Patates	115.495.488	320.895.787	178%

Buğday ve arpa ülkemizde yaygın olarak üretilmesi nedeniyle biyoetanol üretiminde değerlendirilebilir. Ancak Çizelge 4.24'te gösterilen maliyet farkına dikkat edilmesi gerekmektedir. Patates ise biyoetanol üretimi için en maliyetli tarım ürünüdür ve biyoetanol üretiminde kullanılması önerilmemektedir.

Benzin fiyatlarıyla karşılaştırıldığında, benzin rafineri çıkış fiyatlarında son zamanlarda yaşanan düşüşler neticesinde biyoetanol üretim maliyetleri daha yüksek olabilmektedir; ancak, patates dışındaki dört tarım ürünü için biyoetanol üretim maliyeti ÖTV'nin altındadır. Biyoetanol üretimini teşvik etmek ve ekonomik ve sosyal faydalarından yararlanmak amacıyla biyoetanol maliyet tavanının benzin rafineri çıkış fiyatı ile ÖTV toplamı olarak belirlenmesi gerekmektedir.

Tarım arazisi kullanımına bakıldığında ise en fazla tarım arazisine ihtiyaç duyulan üründe bile kullanılacak arazi, toplam tarım arazisinin binde 5'i civarında olmaktadır. Bu nedenle, uygun tarım ürünü seçiminde tarım alanı kullanımından çok uygun maliyet kriterinin göz önünde bulundurulması gerektiği düşünülmektedir.

5. SONUÇ

Ülkelerin kullandığı enerji miktarı, gelişmişlik düzeylerini gösteren temel göstergelerden biri olarak kabul edilir. Dünyamızda, toplam nüfusun yaklaşık %14'ü sanayileşmiş ülkelerde yaşarken, dünyadaki toplam enerjinin yaklaşık %60'ını tüketmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde yaşayanlar ise toplam enerjinin sadece %40'ını tüketmektedir. Yine gelişmekte olan ve gelişmiş ekonomiler ayrımında baktığımızda, enerji yoğunluğu, gelişmiş ülkelerde düşme eğilimi içindeyken gelişmekte olan ekonomilerde, iktisadi gelişme sürecinde olmalarının sonucu, artmaktadır. Bir başka ifade ile \$1 GDP yaratabilmek için gelişmekte olan ekonomiler, gelişmiş ekonomilere göre daha fazla enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Diğer taraftan, kişi başına enerji tüketimleri açısından bakıldığında durum tam tersidir. Gelişmiş ekonomilerde kişi başına enerji tüketimi, otomobil sahibi olma oranının daha yüksek olması, konutlarda kullanılan elektronik araç sayısının fazlalığı, aydınlanmanın daha fazla olması gibi nedenlerden dolayı, gelişmekte olan ülkelere göre daha yüksektir.

Diğer taraftan, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde, başta nüfus artışının etkisi ile enerji tüketimindeki artış beraberinde bazı problemleri de getirmektedir. Bunların başında, fosil yakıtlardan elde edilen enerjinin gittikçe azalması ve enerji kullanımının yarattığı çevresel faktörler gelir. Söz konusu bu küresel ısınmanın getireceği geri dönüşü oldukça zor olan zararların önüne geçmek ve enerji ihtiyacının sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla küresel çapta çeşitli girişimlerde bulunmaktadır. Hâlihazırda 160 ülkeyi ve sera gazı salınımının %55'ten fazlasını kapsayan Kyoto Protokolü bunlardan en bilinenleridir. .

Küresel ısınmaya karşı oluşturulan Kyoto Protokolü'ne göre, sera gazı salınımlarının düşürülme girişimleri, tüm dünyada yenilenebilir alternatif enerji kaynaklarına yoğun ilgi gösterilmesine neden olmaktadır. Bu çerçevede geliştirilen yöntemlerden biri de, tarımsal ürünlerden elde edilen biyoetanol enerjisidir.

Gerek küresel ısınmayla mücadelede önemli katkılar sağlaması gerekse enerji arz güvenliğine katkıda bulunması; dolayısıyla ekonomik, sosyal ve politik faydaları nedeniyle, biyoetanol üretimine verilen önem zaman içinde artmıştır.

Günümüzde biyoetanol, daha çok ulaşım alanında, fosil yakıt türevlerine alternatif olarak veya bu tür yakıtlarla harmanlanarak kullanılmaktadır. Bu çerçevede biyoetanol üretimine önem veren çoğu ülkede, akaryakıtlara belli bir oranda biyoetanol katılması zorunlu hale bile getirilmiştir. Örneğin, ABD ve Kanada gibi petrol üretiminde de önde gelen ülkelerde bu oran %5'in üzerindedir. Buna karşın ülkemizde bu oran, %3'dür. Bu haliyle bile önemli bir katkı içeren bu enerji türünün, yeni teknolojik gelişmelerle otomobillerin daha yüksek oranlarda biyoetanol kullanabilir hale geleceği önümüzdeki dönemlerde, öneminin daha da artacağını bekleyebiliriz. Dolayısıyla, biyoetanol üretimine ağırlık verilmesinin ve uygun tarımsal ürünün belirlenerek maliyet etkin biyoetanol üretim stratejisinin hayata geçirilmesinin, özellikle enerji ithalatçısı olan ülkemiz açısından ayrı bir öneme sahip olduğu açıktır.

Enerji kullanımında dışa bağımlı ülkemizde, biyoetanol üretimine ilişkin yapılacak çalışmalara katkı sağlamak amacıyla hazırlanan bu tez çalışmasında, ülkemizde hâlihazırda biyoetanol üretimi yapılmakta olan ve/veya çeşitli ülkelerde biyoetanol hammaddesi olarak kullanılan arpa, buğday, mısır, patates ve şeker pancarı incelenmiş ve en düşük maliyetli tarım ürünü tespit edilmeye çalışılmıştır.

Bu tez çalışmasında, literatürden faydalanılarak, biyoetanol üretiminde uygun hammaddenin seçiminde; tarımsal özelliklere ait kriterler arasından “dekar başına verimlilik”; hammaddenin biyoetanol özelliklerinden “biyoetanol potansiyeli”, sosyal ve iktisadi özelliklere ait kriterler arasından ise “biyoetanol hammadde maliyeti” incelenmiş ve ülkemiz için uygun hammadde seçimi bu kriterlere göre yapılmıştır.

Uygun hammaddenin seçimi için ülkemizdeki yıllık benzin tüketim değerlerinden ve benzine katılması zorunlu oranlardan hareketle 2014 ve 2015 yılları için gerekli olan biyoetanol miktarı bulunmuştur. Tarımsal hammaddeden

üretilebilecek biyoetanol miktarlarının tespitinde ise yine literatürden hareketle, OECD ülkeleri için hazırlanmış olan rapor referans alınmıştır. Daha sonra ülkemizde biyoetanol üretiminde kullanılan tarımsal hammaddeler için gerekli tarım arazisi miktarları hesaplanarak ekili dikili arazi içindeki oranlar ortaya konmuştur.

Sonuç olarak, enerji açısından dışa bağımlı ekonomilerin yanı sıra net petrol ihraç eden ülkelerin bile ulusal bir biyoetanol stratejisinin bulunması, biyoetanolün enerji arz güvenliğini sağlamadaki önemini, bunun yanı sıra, bölgesel kalkınma ve çevre kirliliğini azaltma rollerini açık bir şekilde göstermektedir. Enerji ihtiyacını çok büyük oranlarda ithal eden, başka bir deyişle, enerjide dışa bağımlı olan ülkemizde benzine katılması zorunlu oranın artırılması, bu bağlamda mevzuatta değişikliklerin yapılması ve uygulamanın sıkı denetime tabi tutulması önerilmektedir. Yapılan incelemeler sonunda biyoetanol üretim maliyetinin en düşük olduğu tarım ürününün şeker pancarı olduğu, mısırın üretim maliyetinin ise şeker pancarına yakın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Hâlihazırdaki benzin rafineri çıkış fiyatı, birim biyoetanol maliyetinden daha düşük olsa da benzin fiyatlarının değişken karakteristiği ve biyoetanolün getireceği diğer faydalar dikkate alındığında, bu enerji türünün önemi ağırlık kazanmaktadır. Bu çerçevede, biyoetanolün, anlamlı bir enerji girdisi olarak kabul edilebilmesi, öncelikle elde edilebilir birim fiyatlarına bağlı olacaktır. Buna göre, biyoetanol üretim maliyetinin üst sınırı, benzin rafineri çıkış fiyatı ile ÖTV toplam tutarını geçmemelidir. Yapılan analizde; biyoetanolün şeker pancarı, mısır, arpa ve buğdaydan üretilmesi hainde bu kriter sağlanmaktadır. Ancak, şeker pancarı ve mısırın maliyet yönünden daha avantajlı olduğu tespit edildiğinden biyoetanolün üretiminde bu tarımsal ürünler öncelikle değerlendirilmelidir. Bunun yanı sıra biyoetanol üretimi desteklenmeli, üretilen biyoetanol için maliyetin üzerine bir fiyattan alım garantileri verilmeli veya benzine karşılaştırılması zorunlu biyoetanol oranı Kanada ve ABD örneklerinde olduğu gibi %5 veya bunun üzerine çıkarılmalıdır. Böylece tarım arazisi ve tarımsal ürün çeşitliliği açısından zengin olan ülkemizin bu potansiyelinden daha fazla yararlanılmalı ve yenilenebilir enerji üretiminin avantajlarından faydalanılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Acaroğlu, M. (2007). *Alternatif enerji kaynakları*, Ankara: Nobel Yayınları, s. 291
- Adıgüzel, A.O. (2013). Biyoetanolün genel özellikleri ve üretimi için gerekli hammadde kaynakları, *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 2(2), 204-220
- Alkan, M.N. (2015). AB Enerji Güvenliği ve Ukrayna Meselesi. *Karadeniz Araştırmaları*, (44), 217.
- Ammous, S. H. (2011). *Alternative energy science and policy: Biofuels as a case study*. Columbia University.
- Ar, F. (2013, 7-10 Mart). Dünyada ve Türkiye’de Biyoetanol Sektörü, TUSAF Buğday-Un, İklim Değişikliği, Yeni Trendler.
- Arı, İ. (2010). *İklim değişikliği ile mücadelede emisyon ticareti ve Türkiye uygulaması*, Uzmanlık Tezleri, DPT, Ankara.
- Ashlie B., Raymond L., Sawicki V., Wegener D.T. (2010). *Public Attitudes toward Political and Technological Options for Biofuels*, Elsevier, 3414-3425.
- Aswathanarayana, U., Harikrishnan, T. and Thayyib Sahini, K.M. (2010). Green energy technology, economics and policy, London: Taylor & Francis Group.
- Bacanlı, Ü.G. (2006). *Türkiye’de enerji kaynakları ve hidroelektrik enerjinin önemi*. Türkiye 10. Enerji Kongresi, Bildiriler Kitabı, I, 91-99.
- Ballonoff, P. (2014). A fresh look at climate change. *Cato Journal*, 34(1).
- Baydar, H. (2012). *Tarla bitkileri (Genel)*. Hasan Baydar Süleyman Demirel Üniversitesi. Ziraat Fakültesi, Isparta.
- BBI International (2002). *State of maine ethanol Pre-feasibility study*, Maine Finans İdaresi.
- Boddey, R.M., Soares, L., Alves, B. and Urquinaga, S. (2008). *Biofuels, solar and wind as renewable energy systems*, 321-356.
- Çevre ve Orman Bakanlığı. (2008). *KYOTO protokolü esneklik mekanizmaları ve diğer uluslararası emisyon ticaret sistemleri*, 13.05.2008 tarihli Özel İhtisas komisyon Raporu, Ankara.
- Denholm, P. (2004). *Environmental and policy analysis of renewable energy enabling technologies*, Ph.D. Thesis, University of Wisconsin-Madison. ABD.
- Dooley T. (2011). *Economic, Energy, and Environmental Alternative Analysis of Process Models for Producing Bioethanol from Sugar Beet Pulp and Rice Straw*, M. S. Thesis, University of California, Davis, Proques, ABD.

- Ekonomi Bakanlığı (2013). *2012 Yılında Enerji-Dışı Emtia Piyasaları*, Ankara
- EPDK, *2013 Petrol Piyasası Sektör Raporu*, sf. 164, Ankara, 2014
- Fan, J. (2013). *Sustainable energy production in the united states: Life cycle assessment of biofuels and bioenergy*, Doktora Tezi, Michigan Technological University, ABD.
- GAIN (2014b). *Biofuels Annual*, Report No: IN3073, New Delhi, 2014
- Galarraga,I., Gonzalez-Eguino, M. and Markandya, A. (2011). *Handbook of sustainable energy*. Edward Elgar Publishing Limited.
- Gilau, A. (2006). *Optimal energy options under clean development mechanism: renewable energy projects for sustainable development and carbon emission reduction*, Pennsylvania: Pittsburgh.
- Global Agricultural Information Network (GAIN) (2014a). *Biofuels Annual Canada*, Report No: IN3073, Ottawa
- Graboski M. (2002). *Fossil energy use in the manufacture of corn ethanol*, Ulusal Mısır Yetiştiricileri Birliği.
- Gupta, A., & Verma, J. P. (2014). Sustainable bio-ethanol production from agro-residues: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 550-567.
- Hatunoğlu, E. (2010). *Biyoyakıt politikalarının tarım sektörüne etkileri*, Uzmanlık Tezi, DPT, Ankara.
- Henderson, S. (Ed.) (2000). *Assessment of net emissions of greenhouse gases from ethanol-blended gasolines in Canada: Lignocellulosic feedstocks, report to agriculture and agri-food Canada*, Ottawa, Ontario, Kanada: Levelton Engineering Ltd.
- Hepbaşı, A. (2010). “*Enerji Verimliliği ve Yönetim Sistemi: Yaklaşımlar ve Uygulamalar*”, Ege Üniversitesi, İzmir
- Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli(IPCC) 4. Değerlendirme Raporu
- IFEU. (2004). *CO₂ Mitigation through Biofuels in the Transport Sector*, Enerji ve Çevre Araştırması Enstitüsü.
- IPCC (2007). *2007th Assessment Report: Climate Change Mitigation*
- İnternet: BP (2014). [http:// www.bp.com /en/global/ corporate/ about- bp/ energy economics/ statistical-review-of-world-energy/statistical-review-downloads.html](http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/statistical-review-downloads.html) 20 Ocak 2015 tarihinde alınmıştır.

- İnternet: *Dünya Bankası* (2014a).
<http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD> 20 Ocak 2015 tarihinde alınmıştır.
- İnternet: *Dünya Bankası* (2014b).
<http://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL> 20 Ocak 2015 tarihinde alınmıştır.
- İnternet: *Dünya Bankası* (2014c),
<http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD?display=graph>, 20 Ocak 2015 tarihinde alınmıştır.
- İnternet: EPDK (2014). <http://www.epdk.org.tr/index.php/petrol-piyasas/mevzuat?id=1314> 03 Ocak 2015 tarihinde alınmıştır.
- İnternet: Ethanol Production in Brazil, www.worldfoodprize.org 28.03.2015 tarihinde alınmıştır.
- İnternet: Ethanol Production Mandates, E85 prices.com, 28.03.2015 tarihinde erişilmiştir.
- İnternet: Gelir İdaresi Başkanlığı, 3065 sayılı Katma Değer Vergisi Kanunu, <http://www.gib.gov.tr/index.php?id=830> 15.01.2015 tarihinde alınmıştır.
- İnternet: Gelir İdaresi Başkanlığı, 4760 sayılı Özel Tüketim Vergisi Kanunu, 2012 http://www.gib.gov.tr/fileadmin/mevzuatek/otv_oranlari_tum/11062013.htm 15.01.2015 tarihinde alınmıştır.
- İnternet: <http://sugarcane.org/sugarcane-products/ethanol>, Erişim Tarihi: 28.03.2015.
- İnternet: http://tr.wikipedia.org/wiki/Fosil_yak%C4%B1tlar 12 Ocak 2015 tarihinde alınmıştır.
- İnternet: <http://www.bloomberg.com/news/articles/2011-10-06/world-s-top-10-sugar-producing-countries-in-2010-2011-table-> 28.03.2015 tarihinde alınmıştır.
- İnternet: http://www.classroom-energy.org/energy_09/3.html, 1 Ocak 2015 tarihinde alınmıştır.
- İnternet: <http://www.energy4me.org/energy-facts/energy-sources/>, 15 Ocak 2015 tarihinde alınmıştır.
- İnternet: <http://www.ethanolindia.net/> 28.03.2015 tarihinde alınmıştır.
- İnternet: <http://www.ethanolrfa.org/exchange/entry/expanding-american-ethanol-to-china/> 28.03.2015 tarihinde alınmıştır.

İnternet: <http://www.un-energy.org/stories/38-ethanol-fuel-in-brazil> 28.03.2015 tarihinde alınmıştır.

İnternet: Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <http://www.mgm.gov.tr/> 23 Ocak 2015 tarihinde alınmıştır.

İnternet: TEMA. www.tema.org.tr/web_14966-2_1/index.aspx, 23.01.2014 tarihinde alınmıştır.

İnternet: TÜİK, Çevre İstatistikleri Sorularla Resmi İstatistik Dizisi-8

İnternet: Avrupa Birliği Bakanlığı, <http://www.ab.gov.tr/index.php?p=80&l>, Erişim Tarihi: 28.03.2015.

İnternet adresi: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü resmi internet sitesi, Erişim Tarihi: 29.03.2015.

Kadioğlu, M. (2001). *Bildiğimiz havaların sonu, küresel iklim değişimi ve Türkiye*, İstanbul: Güncel Yayıncılık.

Kang, L. (2014, Oct 14 -15,). *Biofuel experiences in china governance and market development updates*, The 6th Stakeholder Plenary Meeting of EBTP, Brussels.

Karmakar A., Karmakar, S., Mukherjee, S. (2010). Properties of various plants and animals feedstocks for biodiesel production. *Bioresource Technology*, 101, 7201-7210.

Kedron, P. (2012). *An analysis of the evolution of renewable energy production: The role of firms, institutions and markets*. PhD Thesis, Newyork State University, ABD.

Kınver, M. (2006). *Biofuels look to the next generation*, BBC News.

Koç, E. ve Şenel, M.C. (2013). Dünyada ve Türkiye’de enerji durumu, genel değerlendirme. *Mühendis ve Makine*, 54(639), 32-44

Külebi, A. (2007). *Türkiye’nin enerji sorunları ve nükleer gereklilik*. Ankara: Bilgi Yayınevi.

Külekçi, Ö.Ç. (2009). Yenilenebilir enerji kaynakları arasında jeotermal enerjinin yeri ve Türkiye açısından önemi. *Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi*, 2, 83-91.

Lopez-Menendez, A., Perez, R., Moreno, B. (2014). “*Environmental Costs and Renewable Energy: Re-Visiting the Environmental Kuznets Curve*”. cilt:145, sf:368-373.

Madaeni, S. (2012). *Challenges in renewable energy integration*, PhD Thesis, The Ohio State University Industrial and Systems Engineering, ABD

- Maguire, M. (2012). *The influence and ethics of interest groups on policy incentives for clean energy development*, Master's Thesis, Georgetown Üniversitesi, ABD.
- Mareen, D. (2007). *Renewable energy projects, when appropriately researched and configured, can they be an acceptable alternative to fossil fuels for producing energy?*. Master's Thesis. State University of New York Empire State College, ABD
- Melikoğlu M. ve Albostan A. (2011). Türkiye'de biyoetanol üretimi ve potansiyeli, *Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 26(1), 151-160.
- Meral, R. ve Saydan Kanberoğlu, G. (2012). Tahıllardan Enerji Üretimi. *Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech*, 2(3): 61-68.
- Meyers Norris Penny LLP (2004), Economic, Financial, Social Analysis and Public Policies for Fuel Ethanol – Phase 1, Saskatoon, November 22.
- Mojović, L., Pejin, D., Rakin, M., Pejin, J., Nikolić, S., & Djukić-Vuković, A. (2012). How to improve the economy of bioethanol production in Serbia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(8), 6040-6047.
- Mortimer, D., Alsayed, A. ve Horne, E. (2004). *Energy and greenhouse gas emissions for bioethanol production from wheat grain and sugar beet*, Resources Research Unit, Sheffield Hallam Üniversitesi School Of Environment and Development, İngiltere.
- Mously, D. (2006). *Renewable energy in developing countries: A case study for egypt*, Master's Thesis, Royal Roads University, Kanada.
- National Corn Growers Association, World of Corn. Unlimited Possibilities, 2013
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı (2010, Ekim). *Rio Sözleşmeleri kapsamında Türkiye'nin Ulusal Kapasitesini Değerlendirme Projesi Bilgilendirme Kitapçığı*, Ankara
- Pimentel, D. (2008). *Biofuels, solar and wind as renewable energy systems*. New York: Springer
- Rajvanshi, N. (2010). *Evaluation of assessment methods for bioethanol production*. University of Florida.
- Renewable Fuels Association (RFA). (2012). Accelerating Industry Innovation.
- Robalino-Lopez, A., Mena-Nieto, A., Garcio-Ramos, J. (2014). Studying the relationship between economic growth, CO₂ emissions and the environmental Kuznets curve in Venezuela (1980-2025). *Renewable and Sustainable energy Reviews*, 41, 602-614.

- Šantek, B., Gwehenberger, G., Šantek, M. I., Narodoslowsky, M., & Horvat, P. (2010). Evaluation of energy demand and the sustainability of different bioethanol production processes from sugar beet. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(11), 872-877.
- Sarucan, A. ve Atak, M. (2014). A cost efficient and environmental restricted optimization of the Turkish energy supply system. *Energy Sources*, 10(1), 1-7.
- Schill, S. R. G. M. (2013). *Ford announce E15 Compatibilty with New Models*, Ethanol Producer Magazine.
- Schmitz A., Moss C.B., Schmitz T.G. (2007). Ethanol: No free lunch, *Journal of Agricultural and Food Industrial Organization* 5(2).
- Smeets, E.M.W., Junginger, H.M. ve Faaij, A. (2005). *Supportive study for the OECD on alternative developments in biofuel production across the world*, Copernicus Institute.
- Sugiyarto G. (2013). *Energy security for India: Biofuels, energy efficiency and food productivity*, Herath Gunatilake, David Roland-Holst.
- Sun, J.W. (2003), Three types of decline in energy intensity—an explanation for the decline of energy intensity in some developing countries, *Energy Policy*, 31, 519–526
- Thompson, W. and Meyer, S. (2013). *Global food security second generation biofuelse and food crops: Co-products or Competitors?*, Elsevier.
- Tokgoz, S., Elobeid, A., Fabiosa, J., Hayes, D., Babcock, B., Yu, T-H., Dong, F., Hart, C. ve Beghin, J. (2007). *Emerging biofuels: Outlook of Effects on U.S. grain, oilseed, and livestock markets*. CARD Staff Report 07-SR 101, Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University, Ames, IA.
- US DOE, (2006). *Ethanol Markets Penetration, Alternative Fuels and Advanced Vehicles*, Data Center.
- Wang M., Sarics C. ve Santini D. (1999). Effects of fuel ethanol use on fuel-cycle energy and greenhouse gas emissions, *Center for Transportation Research*, s. 14.
- Yan, J. (2014). Innovative and Sustainable Solutions of Clean energy Technologies and Policies, *Applied Energy*, (136), 756-758.

EKLER

EK-1.

Çizelge EK-1. Fabrikalar itibariyle şeker pancarı ve rakip ürünlere ait bilgiler (2012 Yılı)

ÜRÜN ADI	ETUT SAYISI	TOPLAM ÜRETİM MASRAFLARI	VERİM	MALİYET	ÜRÜN FİYATI	NET GELİR	
		(TL / da)	(ton / da)	(TL / ton)	(TL / ton)	(TL / ton)	(TL / da)
		[1]	[2]	[3] = [1] / [2]	[4]	[5] = [4] - [3]	[6] = ([2]*[4]) - [1]
Şeker Pancarı	130	639,88	5,057	126,49	144,03	17,54	88,88
Anason	1	433,80	0,105	4.131,43	6.000,00	1.868,57	196,20
Arpa (Genel)	20	188,39	0,260	724,58	594,00	-130,58	-33,95
Arpa (Sulu)	5	198,53	0,324	612,75	608,00	-4,75	-1,54
Arpa (Susuz)	15	183,91	0,250	735,64	587,00	-148,64	-37,16
Ayçiçeği	5	308,84	0,255	1.203,29	1.540,00	336,71	85,86
Buğday (Genel)	59	237,09	0,338	705,63	642,00	-63,63	-21,38
Buğday (Sulu)	25	266,46	0,379	703,06	649,00	-54,06	-20,49
Buğday (Susuz)	34	221,08	0,302	732,05	638,00	-96,05	-29,01
Çeltik	7	784,18	0,742	1.056,82	1.095,00	38,18	28,33
Çer.Ayçiçeği	2	311,85	0,200	1.559,25	2.400,00	840,75	168,15
Domates	3	1.851,38	7,567	244,66	385,00	120,34	910,58
K.Fasulye	2	424,48	0,235	1.806,30	3.750,00	1.943,70	456,77
Haşhaş	4	531,92	0,100	5.319,20	2.758,00	-2.561,20	-256,12
Havuç	2	1.140,50	4,800	247,93	425,00	177,07	814,50
Karpuz	1	508,50	5,000	101,30	250,00	148,70	743,50
Kavun	2	382,53	1,940	188,87	185,00	-1,87	-3,83
Mısır	5	488,80	1,055	461,42	570,00	108,58	114,55
Silajlık Mısır	3	483,60	4,750	101,81	135,00	33,19	157,85
Ot	1	90,00	0,300	300,00	600,00	300,00	90,00
Pamuk	2	621,35	0,450	1.380,78	1.760,00	379,22	170,85
Patates	10	959,70	3,288	292,08	340,00	47,94	157,54
Sarımsak	1	2.207,10	0,750	2.942,80	4.000,00	1.057,20	792,90
Soğan	8	1.072,54	3,958	270,98	376,00	105,02	415,87
Taze Fasulye	1	1.304,89	1,700	767,58	1.000,00	232,42	395,11
Tur.Hiyar	1	1.938,92	2,800	744,97	900,00	155,03	403,08
Tütün	2	1.036,43	0,150	6.909,53	11.750,00	4.840,47	726,07
Nohut	1	227,88	0,080	2.848,50	3.500,00	651,50	52,12
Tohumluk Mısır	1	447,90	0,300	1.493,00	2.380,00	887,00	266,10
Yonca	1	249,70	0,550	454,00	1.000,00	546,00	300,30

Kaynak: Türkşeker, 2012

EK-2

Çizelge EK- 2. Fabrikalar itibariyle şeker pancarı ve rakip ürünlere ait bilgiler (2013 Yılı)

ÜRÜN ADI	ETÜT SAYISI	TOPLAM ÜRETİM MASRAFLARI	VERİM	MALİYET	ÜRÜN FİYATI	NET GELİR	
		(TL / da) [1]	(ton / da) [2]	(TL / ton) [3] = [1] / [2]	(TL / ton) [4]	(TL / ton) [5] = [4] - [3]	(TL / da) [6] = ([2]*[4])-[1]
Şeker Pancarı	130	706,51	5,309	133,08	153,18	20,10	106,72
Anason	1	520,75	0,110	4.734,09	6.000,00	1.265,91	139,25
Arpa (Genel)	18	197,85	0,288	686,98	630,00	-56,98	-16,41
Arpa (Sulu)	5	221,14	0,359	615,99	630,00	14,01	5,03
Arpa (Susuz)	13	194,16	0,274	708,61	620,00	-88,61	-24,28
Ayçiçeği	6	295,66	0,290	1.019,52	1.080,00	60,48	17,54
Buğday (Genel)	58	252,58	0,382	661,20	680,00	18,80	7,18
Buğday (Sulu)	26	299,59	0,426	703,26	700,00	-3,26	-1,39
Buğday (Susuz)	32	222,12	0,340	653,29	660,00	6,71	2,28
Çeltik	7	875,42	0,726	1.205,81	1.420,00	214,19	155,50
Çer.Ayçiçeği	2	447,73	0,177	2.529,55	4.450,00	1.920,45	339,92
Domates	3	2.025,50	7,500	270,07	365,00	94,93	712,00
K.Fasulye	2	471,75	0,220	2.144,32	5.000,00	2.855,68	628,25
Haşhaş	4	626,12	0,103	6.078,83	4.688,00	-1.390,83	-143,26
Havuç	2	1.252,45	4,500	278,32	565,00	286,68	1.290,05
Karpuz	1	573,10	5,000	114,62	300,00	185,38	926,90
Kavun	2	485,22	2,133	227,48	240,00	12,52	26,70
Mısır	6	530,34	1,137	466,44	602,00	135,56	154,13
Silajlık Mısır	4	462,45	4,729	97,79	113,00	15,21	71,93
Ot	1	104,00	0,500	208,00	450,00	242,00	121,00
Pamuk	2	684,50	0,465	1.472,04	1.690,00	217,96	101,35
Patates	9	1.151,22	3,357	342,93	655,00	312,07	1.047,62
Sarımsak	1	2.151,67	0,850	2.531,38	3.500,00	968,62	823,33
Soğan	6	1.164,94	4,450	261,78	333,00	71,22	316,91
Taze Fasulye	1	1.138,45	1,520	748,98	950,00	201,02	305,55
Tur.Hiyar	1	1.924,70	2,400	801,96	1.000,00	198,04	475,30
Tütün	2	1.151,75	0,145	7.943,10	13.500,00	5.556,90	805,75
Nohut	1	249,39	0,075	3.325,20	3.900,00	574,80	43,11
Tohumluk Mısır	1	531,90	0,420	1.266,43	2.020,00	753,57	316,50
Yonca	1	269,14	0,600	448,57	750,00	301,43	180,86

Kaynak: Türkşeker, 2013

EK-3

Çizelge EK-3. Şeker pancarından biyoetanol üretim maliyeti (2012-2013, Eskişehir İli örneği)

Yapılan İşlemler	İşlem Zamanı ve Sayısı	Harcanan İşgücü		Materyal	Birim	Birim Fiyatı (TL)	Tutar (TL)	Açıklama	
		İnsan	Makine						
TOPRAK İŞLEME VE EKİM									
Derin sürüm	Ağu-Eyl	1	0,59	0,59	2,00	Da	4,08	11,11	2-3 gövdeli pulluk
İkinci Sürüm	Şub-Mart		0,14	0,14	1,50	Da	4,08	6,82	Kazayağı
Üçleme	Eyl-Ekim	1	0,14	0,14	1,50	Da	4,08	6,82	Tırmık
Ekim+Gübreleme	Eyl-Ekim	1	0,08	0,08	1,00	Da	4,08	4,41	Mibzer
Ekim+Gübreleme	Eyl-Ekim		0,08			Sa	5,00	0,40	Ekim Yardımcı
TOPLAM			1,03	0,95				29,56	
BAKIM İŞLERİ									
Gübreleme	Mar-Nis	1	0,09	0,09	0,50	Da	4,08	2,49	Gübreleme makinası
Gübreleme	Mar-Nis		0,09			Sa	5,00	0,45	Yardımcı
İlaçlama	May-Ağus	1	0,08	0,08	0,50	Da	4,08	2,04	İlaçlama makinası
İlaçlama	May-Ağus		0,08			Sa	5,00	0,40	Yardımcı
Sulama	Haz-Eylül	4	12,00	1,80	3,00	Da	4,08	328,13	Motopomp+İşçilik
Çapalama-Tekleme-Çapa	May-Haz-Tem	3	8,00			Sa	4,00	96,00	Kadın İşçi Elle
TOPLAM			20,34	1,97				429,51	
HASAT-HARMAN-TAŞIMA									
Söküm-Toplama-Baş Kesme	Kasım-Aralık	1	24,00			Sa	4,00	96,00	Kadın İşçi Elle
Yükleme Boşaltma	Kasım-Aralık		1,50			Sa	5,00	7,50	Erkek İşçi Elle
Taşıma	Temmuz		0,05	0,05		Da	0,01	39,77	Traktör-Römork
TOPLAM			25,55	0,05				143,27	
ÇEŞİTLİ GİRDİLER									
Tohum					0,20	Kg	140,00	28,00	Sertifikalı
Gübre (P2O5)					35,00	Kg	1,16	40,60	%12-30-12 Kompoze
Gübre(N)					30,00	Kg	1,08	32,40	%46 Üre
Gübre (N)					10,00	Kg	0,95	29,45	%33 A.Nitrat
Arazi Koruma Ücreti		1				Da	1,50	1,50	ÇMK Derneği
İlaç					0,50	Kg	140,00	70,00	Herbisit
Su		1				Da	37,00	37,00	Sulama Birliği
TOPLAM								238,95	
MASRAFLAR TOPLAMI									
								841,29	
ORTAK GİDERLER									
Çeşitli Giderler								42,06	
Arazi Kirası								150,00	
Sermaye Faizi								51,67	
Yönetim Gideri								31,00	
TOPLAM								274,73	
GENEL TOPLAM			1,32	0,81				1.116,02	

Kaynak: www.tarim.gov.tr/BUGEM/Belgeler/Duyurular/Doküman%202013.docx

EK-4**KYOTO PROTOKOLÜNÜN İLGİLİ MADDELERİ ve EKLERİ****6. MADDE**

1. Ek-I'deki herhangi bir Taraf, 3. Madde'deki taahhütlerini yerine getirmek amacıyla, aşağıdaki şartlara uyduğu takdirde, ekonominin herhangi bir sektöründe, insan faaliyetlerinin neden olduğu sera gazlarının kaynaklardan salımlarının azaltımını ya da insan kökenli yutaklarca uzaklaştırılmasının arttırılmasını amaçlayan projelerden elde edilen salım azaltım birimlerini diğer herhangi bir Tarafa, aşağıdaki şartlarda aktarabilir veya edinebilir:

(a) Böyle bir projenin, ilgili Tarafların onayını alması gerekmektedir;

(b) Böyle bir projenin, kaynaklarca salımların azaltılmasının ya da yutaklarca uzaklaştırılmasının arttırılmasına ilâve katkı sağlaması gerekmektedir;

(c) 5. ve 7. Maddeler hükmündeki yükümlülöklere uymuyor ise, herhangi bir salım azaltım birimi alamayacaktır;

(d) Salım azaltım birimlerinin edinilmesi, 3. Madde hükmündeki taahhütlerin yerine getirilmesine yönelik olarak ölkö içi faaliyetleri tamamlayıcı olacaktır.

2. İşbu Protokol'ün Taraflar toplantısı olarak işlev gören Taraflar Konferansı, ilk oturumunda veya ondan sonraki mümkün olabilen en kısa sürede, doğrulama ve raporlama dahil olmak üzere, işbu Madde'nin uygulanması için gerekli rehber ilkeleri ayrıntılı olarak bir kere daha inceleyecektir.

3. Ek-I'de yer alan bir Taraf, tüzel kişileri, kendi sorumluluğu altında, işbu Madde hükmünde, salım azaltım birimlerinin oluşturulması, aktarılması ya da edinilmesine yönelik faaliyetlere katılmaya yetkili kılabilir.

4. Ek-I'de yer alan bir Taraf için işbu Madde'de atıfta bulunulan şartların uygulanmasına dair bir sorun 8. Madde'nin ilgili hükümlerine uygun olarak belirlenirse; uygunluk sorunu çözülene kadar, böyle birimlerin bir Tarafça 3. Madde'deki taahhütlerini karşılamada kullanılmaması şartıyla, salım azaltım birimlerinin aktarılması ve edinilmesi, sorun tespit edildikten sonra devam edebilir.

12.5. MADDE

Her bir proje faaliyetinden elde edilen salım azaltımları, işbu Protokol'ün Taraflar toplantısı olarak işlev gören Taraflar Konferansı'nca atanacak yetkili kuruluşlar tarafından aşağıdaki hususlar esas alınarak onaylanacaktır:

(a) İlgili her bir Taraf'ın kabul ettiği gönüllü katılım;

(b) İklim değişikliğinin azaltılması ile ilgili gerçek, ölçülebilir ve uzun vadeli yararlar;

(c) Onaylı proje faaliyetleri olmadığında ortaya çıkacak salımların azaltımına ilâve bir katkıda bulunma.

17. MADDE

Taraflar Konferansı, özellikle salım ticaretine ilişkin doğrulama, raporlama ve hesap verilebilirlik için, ilgili prensipleri, yöntemleri, kuralları ve rehber ilkeleri belirleyecektir. EK-B'de yer alan Taraflar, 3. Madde'deki taahhütlerini yerine getirmek amacıyla salım ticaretine katılabilirler. Böyle bir ticaret, o Madde'deki sayısallaştırılmış salım sınırlandırma ve azaltım taahhütlerini karşılamak amacına yönelik ülke içi eylemleri tamamlayıcı olacaktır.

KYOTO PROTOKOLÜ EK-A

Sera Gazları

Karbondiyoksit (CO₂)
Metan(CH₄)
Nitröz Oksit(N₂O)
Hidrofluorokarbonlar (HFCs)
Perfluorokarbonlar (PFCs)
Kükürt heksaflorür (SF₆)
Sektörler/Kaynak Kategorileri

Enerji

Yakıt Yanması
Enerji endüstrileri
İmalat endüstrileri ve inşaat
Ulaştırma
Diğer sektörler
Diğer

Yakıtlardan kaynaklanan kaçak salım

Katı yakıtlar
Petrol ve doğal gaz
Diğer

Endüstriyel işlemler

Mineral ürünler
Kimyasal ürünler
Metal üretimi
Diğer üretim

Halokarbonlar ve kükürt heksaflorürlerin üretimi
Halokarbonlar ve kükürt heksaflorürlerin tüketimi
Diğer

Çözücü ve diğer ürün kullanımı

Tarım

Bağırsak fermantasyonu
Çiftlik gübresi yönetimi
Çeltik yetiştiriciliği
Tarımsal topraklar
Öngörölmüş çayırların yakılması
Tarımsal kalıntıların tarlada yakılması
Diğerleri

Atık

Arazide katı atık bertarafı
Atık su işleme
Atık yakma
Diğer

KYOTO PROTOKOLÜ EK-B

Taraf	Sayıllaştırılmış salım sınırlandırma ya da azaltım taahhüdü (Baz yıl ya da dönemin %si olarak)
Avustralya	108
Avusturya	92
Belçika	92
Bulgaristan*	92
Kanada	94
Hırvatistan*	95
Çek Cumhuriyeti	92
Danimarka	92
Estonya*	92
Avrupa Topluluğu	92
Finlandiya	92
Fransa	92
Almanya	92
Yunanistan	92
Macaristan*	94
İzlanda	110
İrlanda	92
İtalya	92
Japonya	94
Letonya*	92
Lihtenştayn	92
Litvanya*	92
Lüksemburg	92
Monako	92
Hollanda	92
Yeni Zelanda	100

Norveç	101
Polonya*	94
Portekiz	92
Romanya*	92
Rusya Federasyonu	100
Slovakya*	92
Slovenya*	92
İspanya	92
İsveç	92
İsviçre	92
Ukrayna*	100
Büyük Britanya Birleşik Krallığı ve Kuzey İrlanda	92
Amerika Birleşik Devletleri	93

*: Piyasa ekonomisine geçiş sürecinde olan ülkeleri ifade etmektedir.

EK-5

Petrol ürünlerinin ÖTV tutarı

Ürün	Birim	ÖTV Tutarları (TL)			14.09.2011- 22.09.2012 Tarihleri Arası Değişim (TL)
		14.09.2011	18.05.2012	22.09.2012	
Benzin	Litre	1,8915	1,8765	2,1765	0,285
Motorin	Litre	1,3045	1,2945	1,5945	0,29
Gaz yağı	Litre	0,7605	0,7605	0,9367	0,1762
Biyodizel	Litre	0,91	0,91	1,1209	0,2109
LPG Otogaz	Kilogram	1,278	1,278	1,578	0,3
Madeni yağ	Kilogram	1,056	1,056	1,3007	0,2447
Müstahzar	Kilogram	1,056	1,056	1,3007	0,2447
Katkı	Kilogram	2,0135	1,9985	2,2985	0,3
Solvent	Kilogram	2,0135	1,9985	2,2985	0,3

Kaynak: PETDER 2012

ÖZGEÇMİŞ**Kişisel Bilgiler**

Soyadı, adı : KUTLUER, Seda
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 10.12.1986 / Merzifon
Medeni hali : Bekar
Telefon : -
Faks : -
e-mail : sedakutluer@gmail.com

Eğitim Derecesi

Lisans

Okul/Program

Ankara Üniversitesi
Siyasal Bilgiler Fakültesi

Mezuniyet yılı

2009

İş Deneyimi, Yıl

2011

Çalıştığı Yer

SGK Başkanlığı

Görev

Sosyal Güvenlik Uzmanı

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Yüzme



GAZİ GELECEKTİR..

