

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KİMYA ANABİLİM DALI**

**TRABZON İLİNDE ATIK YAĞLARIN BİYODİZEL ELDESİNDE**  
**KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Ozan SAĞIR**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde**  
**"YÜKSEK LİSANS (KİMYA)"**

**Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 29/05/2018**  
**Tezin Savunma Tarihi : 27/06/2018**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Kamil KAYGUSUZ**

**Trabzon 2018**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Kimya Anabilim Dalında  
Ozan SAĞIR Tarafından Hazırlanan**

**TRABZON İLİNDE ATIK YAĞLARIN BİYODİZEL ELDESİNDE  
KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 05/06/2018 gün ve 1756 sayılı  
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
olarak kabul edilmiştir.**

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Prof. Dr. Kamil KAYGUSUZ**

**Üye : Doç. Dr. Sedat KELEŞ**

**Üye : Doç. Dr. Duygu ÖZDEŞ**

**Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ  
Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

Bu çalışma, bulunduğumuz bölgede yenilenebilir enerji ve önemi, atık yağlar ve çevresel etkileri, atık yağlardan biyodizel üretimi gibi konulara toplumumuzun ilgisini, bölgemizin atık yağ potansiyelini, bu potansiyelin değerlendirilebilecek olduğu alanları belirlemek ve en önemlisi ilerleyen dönemlerde bölgemizde yapılacak olan atık yağ konulu çalışmalara ışık tutabilmesi amacıyla yapılmıştır.

Bu çalışma sırasında bana bütün bilgi, birikim ve tecrübesiyle her türlü imkan ve desteği sağlayan çok değerli Hocam Prof. Dr. Kamil KAYGUSUZ' a, bilgi paylaşımı ve çalışmama vermiş olduğu desteklerden ötürü Ortahisar Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğü'nde görev yapmakta olan Çevre Mühendisi Sayın Gökçe İPEK Hanıma, hiçbir yardımı benden esirgemeyen kıymetli dostum ve Trabzon Çevre ve Şehircilik Bakanlığı personeli, Çevre Mühendisi Alpaslan BABACAN'a, ankete katılarak samimi düşüncelerini bizimle paylaşan bütün öğrencilere ve ev hanımlarına, tüm eğitim hayatım boyunca üzerimde emeği olan bütün hocalarıma ve maddi, manevi varlıklarını hiçbir zaman esirgemedi beni destekleyen aileme bütün kalbi duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

Ozan SAĞIR  
Trabzon 2018

## **TEZ ETİK BEYANNAMESİ**

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Atık Yağlardan Biyodizel Eldesi ve Trabzon İlinin Biyodizel Hammaddesi Bakımından Değerlendirilmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Kamil KAYGUSUZ’un sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 27/06/2018

Ozan SAĞIR

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ .....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	VII
SUMMARY .....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	IX
TABLolar (ÇİZELGELER) DİZİNİ.....	X
GRAFİKLER DİZİNİ .....	XI
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	XII
1. GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Enerji .....	1
1.3. Fosil Kökenli Yakıt Kullanımından Kaynaklanan Çevre Sorunları.....	3
1.4. Bitkisel Yağlar.....	7
1.4.1. Bitkisel Atık Yağlar.....	9
1.4.2. Bitkisel Atık Yağların Çevresel Etkileri .....	9
1.5. Yenilenebilir Enerji Kaynakları .....	10
1.6. Dizel Motorlarda Yakıt Olarak Bitkisel Yağ Kullanımının Tarihsel Gelişimi ....	14
1.7. Biyodizelin Dünyadaki Durumu .....	15
1.8. Motor Yakıtı Olarak Biyodizel.....	17
1.8.1. Biyodizel Nedir?.....	17
1.8.2. Biyodizelin Üstünlükleri .....	17
1.8.3. Biyodizelin Dezavantajları .....	18
1.8.4. Biyodizelin Yaşamsal Döngü Analizi .....	19
1.8.5. Enerji Bilançosu .....	20
1.8.6. Biyodizelin Diğer Kullanım Alanları .....	21
1.9. Biyodizel Üretimi .....	22
1.9.1. Biyodizel Üretiminde Kullanılan Hammaddeler.....	22

1.9.1.1.	Hayvansal Yağlar .....	22
1.9.1.2.	Bitkisel Yağlar .....	22
1.9.1.3.	Atık Yağlar .....	23
1.9.2.	Biyodizel Üretiminin Temelleri.....	23
1.9.3.	Biyodizel Üretim Yöntemler .....	24
1.9.3.1.	Seyreltme .....	24
1.9.3.2.	Mikroemülsiyonlar .....	24
1.9.3.3.	Piroliz .....	24
1.9.3.4.	Hidroişlem .....	24
1.9.3.5.	Transesterleşme (Alkoliz).....	25
1.9.3.6.	Süperkritik Akışkanlarla Transesterleşme.....	27
1.9.4.	Kimyasal Proses .....	29
1.9.5.	Biyodizelin Çevresel Özellikleri .....	29
1.10.	Türkiye’de Biyodizele Ait Mevzuatlar.....	31
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	33
3.	BULGULAR .....	34
3.1.	Anket .....	34
3.1.1.	Öğrenci Gruplarına Uygulanan Anket.....	34
3.1.2.	Ev Hanımlarına Uygulanan Anket .....	48
3.2.	Ortahisar Belediyesi’nin Yaptığı Çalışmalar.....	52
4.	YORUM .....	54
5.	ÖNERİLER .....	56
6.	KAYNAKLAR.....	58
7.	EKLER .....	62
7.1	Ek -1 .....	62
7.2	Ek -2 .....	64

## ÖZGEÇMİŞ

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

TRABZON İLİNDE ATIK YAĞLARIN BİYODİZEL ELDESİNDE  
KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Ozan SAĞIR

Karadeniz Teknik Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Kimya Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Kamil KAYGUSUZ

2018, 65 Sayfa

Fosil kaynaklı yakıtların çevreye vermiş olduğu zararlar insanoğlunu daha temiz ve sağlıklı enerji arayışına yönlendirmiştir. Bu arayış yenilenebilir enerji kavramını ortaya çıkarmıştır. Güneş, rüzgar, jeotermal, hidrolik, dalga enerjilerinin yanı sıra biyodizel de yenilenebilir enerji kaynağı olarak önem kazanmıştır. Biyodizel; temel olarak bitkisel ve hayvansal yağların dizel yakıtına dönüştürülmesidir. Biyodizel üretiminde hammadde olarak atık yağların kullanılması birçok alanda önem arz etmektedir.

Yapılan bu çalışmada Trabzon Ortahisar Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğünün yürütmüş olduğu kampanyalara paralel olarak, ortaokul, lise ve üniversite öğrencileriyle ve ev hanımlarıyla anketler yapılmış, ve bu anketler vasıtasıyla ailelerimizin yenilenebilir enerji, atık yağlar ve zararları, biyodizel ve kullanım alanları hakkındaki bilgileri değerlendirilmiş ve Trabzon'un biyodizel potansiyeli ve bu potansiyelin nasıl değerlendirilebileceği hususunda araştırmalar yapılmıştır.

Sonuç olarak ailelerimizin yenilenebilir enerji, atık yağlar ve biyodizel konusunda yeterli bilgi birikimine sahip olmadığı, Trabzon'da azımsanmayacak derecede biyodizel hammaddesi potansiyelinin olduğu, gerekli çalışmaların yapılması ve bu hammaddenin işlenmesi durumunda, hem çevresel hem de maddi kazançların olacağı ve bu kazançların sağlık ve ekonomi açısından önce bölgeye sonra ülkeye önemli faydalar sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yenilenebilir Enerji, Biyodizel, Atık Yağ, Anket

Master Thesis

SUMMARY

INVESTIGATION OF WASTE OIL UTILIZATION TO PRODUCE BIODIESEL IN  
TRABZON CITY

Ozan SAĞIR

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Chemistry Graduate Program  
Supervisor: Prof. Dr. Kamil KAYGUSUZ  
2018, 65 Pages

The fossil' harmful effects on the environment have led to the search for cleaner and healthier energy. This quest reveals renewable energy sources. In addition to solar, wind, geothermal and hydraulic, wave energies, biodiesel has also gained importance as a renewable energy source. Biodiesel is basically the conversion of vegetable and animal oil to diesel fuel. The use of waste oil as raw materials in biodiesel production is very significant in many fields.

In the study it was conducted a poll with secondary, high school and university students and housewives in parallel with a campaign which Trabzon Ortahisar Municipality Cleaning Services Management carried out. It was evaluated families' knowledge about renewable energy, waste oil, and their harms, biodiesel and its usage field by the way of poll. And, it was made researches about the biodiesel potential of Trabzon and how the potential can be utilized.

As a result, it has been thought that families have not got knowledge enough about renewable energy, waste oil and biodiesel, and there is remarkable biodiesel raw material potential in Trabzon, and if the necessary studies are made and the raw material is operated, it will become earnings both environmentally and financially in addition, the earnings will provide significant benefits for the region first, and then for the country in terms of financial and health.

**Key Words:** Renewable Energy, Biodiesel, Waste Oil, Poll



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Enerji türleri .....	3
Şekil 2. Ülkelerin yaydığı CO <sub>2</sub> emisyonları.....	5
Şekil 3. Türkiye’de yıllara göre kişi başı sera gazı emisyonu.....	5
Şekil 4. Karayolundan kaynaklı CO <sub>2</sub> emisyonunun yakıt türlerine göre dağılımı .....	7
Şekil 5. Atık yağların çevreye ve yer altı su kaynaklarına karışması .....	9
Şekil 6. Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığı .....	12
Şekil 7. Biyoyakıtların hammadde kaynakları ve dönüştürülme yöntemleri.....	13
Şekil 8. Avrupa Birliği ülkelerinin yıllara göre biyodizel üretim miktarları .....	17
Şekil 9. Petrodizelin enerji dengesi .....	21
Şekil 10. Biyodizelin enerji dengesi .....	21
Şekil 11. Transesterleşme tepkimesi .....	25
Şekil 12. Transesterleşme tepkimesinin basamakları .....	26
Şekil 13. Biyodizel döngüsü .....	30
Şekil 14. Katılımcıların eğitim düzeyi .....	34
Şekil 15. Öğrencilere “Yenilenebilir enerji, Yeşil Enerji, Temiz Enerji” kavramlarının sorulması .....	35
Şekil 16. Öğrencilere Enerji kavramının sorulması .....	35
Şekil 17. Öğrenci gruplarına ‘Enerji Verimliliği’ teriminin sorulması .....	36
Şekil 18. Öğrenci gruplarına yenilenebilir enerjinin öneminin sorulması .....	37
Şekil 19. Öğrenci gruplarına Çevre – enerji ilişkisinin sorulması.....	37
Şekil 20. Öğrenci gruplarına fosil yakıtların ömrünün sorulması .....	38
Şekil 21. Öğrenci gruplarının biyodizel hakkındaki görüşleri .....	39
Şekil 22. Öğrenci gruplarının biyodizel eldesi hakkında görüşler .....	40
Şekil 23. Öğrenci gruplarının bir litre atık yağın kaç litre temiz suyu kirlettiği hakkındaki düşünceleri.....	40
Şekil 24. Öğrenci gruplarının buldukları ilde toplanan atık yağ miktarı hakkındaki düşünceleri.....	41
Şekil 25. Öğrenci gruplarının enerji kaynaklarımızı değerlendirmemiz hakkındaki düşünceleri.....	42
Şekil 26. Öğrenci gruplarının ülkemizi enerji kaynakları bakımından değerlendirmesi .....	42

Şekil 27. Öğrenci gruplarının fosil yakıtlarının enerji ihtiyacını karşılaması hakkındaki düşünceleri.....	43
Şekil 28. Öğrenci gruplarının fosil yakıtlarının çevreye zararı hakkındaki düşünceleri.....	43
Şekil 29. Öğrenci gruplarının fosil yakıtlara alternatif enerji kaynağının olup olmadığı yönündeki düşünceleri .....	44
Şekil 30. Öğrenci gruplarının biyokütlenin enerji olarak kullanılmasına yönelik düşünceleri .....	44
Şekil 31. Öğrenci gruplarının atık yağların çevreye zararı hakkındaki düşünceleri .....	45
Şekil 32. Öğrenci gruplarının atık yağların toplanılmasına yönelik düşünceleri .....	45
Şekil 33. Öğrenci gruplarının akıt yağların araç yakıtı olarak kullanılabilmesine yönelik düşünceleri .....	46
Şekil 34. Ev Hanımlarına haftada kaç kez kızartma yaptıklarının sorulması .....	48
Şekil 35. Ev Hanımlarına kızartma için haftada kaç litre bitkisel yağ kullandıklarının sorulması.....	48
Şekil 36. Ev Hanımlarına aynı yağda kaç kere kızartma yaptıklarının sorulması .....	49
Şekil 37. Ev Hanımlarına atık yağları neden biriktirdiklerinin sorulması .....	49
Şekil 38. Ev Hanımlarına yıllık toplanan atık yağ hakkındaki tahminleri .....	50
Şekil 39. Ev Hanımlarına kullanılmış yağın çevreye zararlı olup olmadığını sorulması.....	50
Şekil 40. Ev Hanımlarına atık yağların ne kadar temiz suyu kirlettiğinin sorulması.....	51
Şekil 41. Ev Hanımlarına ‘Yenilenebilir enerji, Temiz enerji ve yeşil enerji’ kavramlarının sorulması.....	51
Şekil 42. Ev Hanımlarına kullanılmış yağlardan araçlar için yakıt elde edilip edilemeyeceğinin sorulması .....	52

## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa No

Tablo 1. Dünya birincil enerji talebi ve senaryosu .....	1
Tablo 2. 2000 – 2014 yılları için sektörlere göre toplam sera gazı emisyonları .....	6
Tablo 3. Türkiye’de Sera gazı emisyonlarının sektörlere göre yüzdesel dağılımı .....	6
Tablo 4. 2014 yılı ulaştırmadan kaynaklı sera gazı emisyonları miktarı .....	6
Tablo 5. Türkiye’de yıllara göre yağlı tohum üretim miktarları .....	8
Tablo 6. Türkiye yağlı tohum kalemleri ithalatı .....	8
Tablo 7. Yıllara göre yağlı tohum ve türevleri ithalatı .....	8
Tablo 8. Türkiye’nin yıllara göre enerji üretimi dağılımı .....	11
Tablo 9. Türkiye’nin yıllara göre enerji tüketimi dağılımı .....	12
Tablo 10. Dünya’da biyodizel üretimi .....	16
Tablo 11. Petrodizel ve Biyodizelin bazı özelliklerinin karşılaştırılması .....	19
Tablo 12. Enerji dengesi/enerji yaşamsal döngü envanteri .....	20
Tablo 13. Biyodizel üretim yöntemlerinin karşılaştırılması .....	28
Tablo 14. Öğrenci gruplarının enerji türlerinin çevreye zararları hakkında düşünceleri .....	46
Tablo 15. Öğrenci gruplarının enerji ihtiyacının karşılanmasında yararlanılan enerji türleri hakkındaki görüşleri .....	47
Tablo 16. Trabzon Ortahisar Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğü’nün yıllara göre toplamış olduğu atık yağ miktarı .....	53
Tablo 17. Trabzon Ortahisar Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğü’nün ev hanımlarına yönelik yapmış olduğu yarışmada toplanan atık yağ miktarları ve yarışmaya katılan ev hanımı sayısı .....	53
Tablo 18. Trabzon ili liman başkanlıklarına kayıtlı küçük tekne sayısı .....	56

## KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
AKAKDO	: Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği Ve Ormancılık
B100	: % 100 saf biyodizel
BGh	: Özgöl yakıt tüketimi
EBB	: Avrupa Biyodizel Kurulu ( European Biodiesel Board)
HC	: Hidrokarbon
HDC	: Hidrokarboksilasyon
HDO	: Hidrooksitletme
LCA	: Yaşamsal döngü analizi ( Life Cycle Analysis)
NO <sub>x</sub>	: Azot oksit
PM	: Partiköl Madde
SO <sub>x</sub>	: Kükört oksit
SPSS	: Sosyal Bilimler için İstatistik Paketi (Statistical Package for the Social Sciences)
YAME	: Yağ Asidi Metil Esteri

## **1. GENEL BİLGİLER**

### **1.1. Giriş**

Enerji, toplumsal ve ekonomik kalkınmanın temel kaynaklarından birisidir. Günümüzde ülkelerin kişi başına düşen enerji kaynaklarının gelişmişliklerinin bir ölçüsü olarak kabul edilmektedir (Kaygusuz, 1999). Dünya var oldukça insanoğlu enerjiye ihtiyaç duymuş ve bütün gereksinimlerini karşılamak için enerjiden faydalanmıştır. Enerji gereksinimi teknolojik gelişmelere, teknolojik gelişmeler de insanoğlunu farkı enerji kaynaklarına yönlendirmiştir. Enerji ve teknolojideki bu paralellik insanoğlunu fosil yakıtlardan enerji elde etmeye yönlendirmiş, fosil yakıtların ömrünün kısa oluşu ve çevreye verdiği zararlar da enerji kaynağı olarak sonsuz ve yenilenebilir (temiz) enerji arayışlarını beraberinde getirmiştir. Son yıllarda fosil yakıtların zararlarının ciddi boyutlara ulaşması ve insanoğlunun hızlı tüketim alışkanlığından dolayı yenilenebilir enerji ve geri dönüşümün önemi daha da artmaktadır.

Bu çalışma, Trabzon Ortahisar Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğü'nün yürütmüş olduğu kampanyalara paralel olarak, bulunduğumuz bölgede yenilenebilir enerji ve önemi, atık yağlar ve çevresel etkileri, atık yağlardan biyodizel üretimi gibi konulara toplumumuzun ilgisini, bölgemizin atık yağ potansiyelini, bu potansiyelin değerlendirilebilecek olduğu alanları belirlemek ve en önemlisi ilerleyen dönemlerde bölgemizde yapılacak olan atık yağ konulu çalışmalara ışık tutabilmesi amacıyla yapılmıştır.

### **1.2. Enerji**

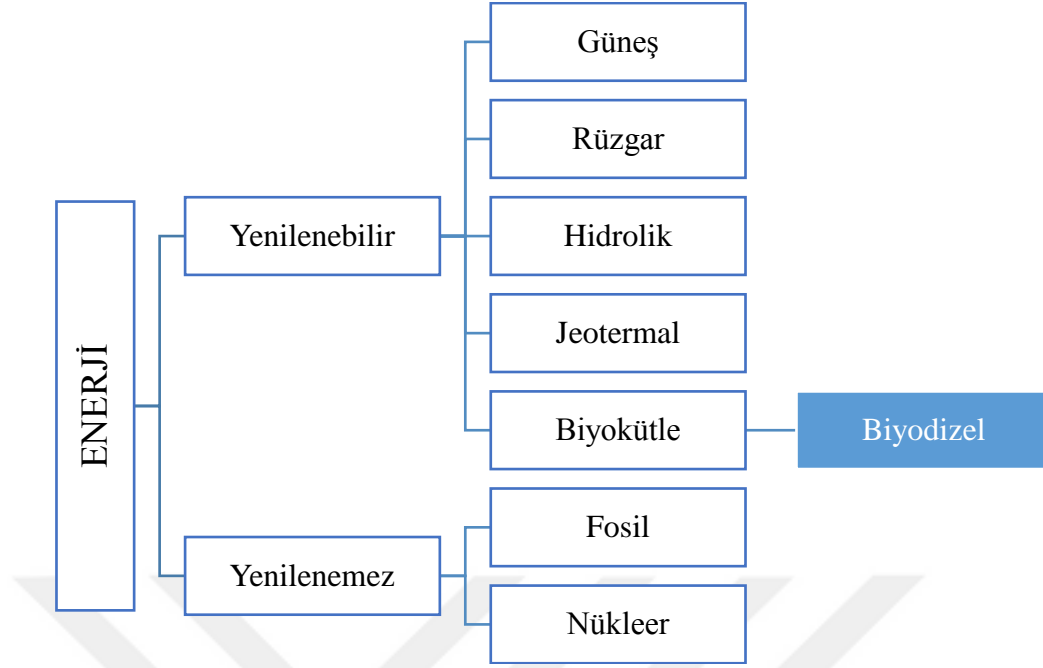
Enerji, en basit tanımıyla maddelerin iş yapabilme kabiliyetidir. Dünya'daki bütün enerjilerin kaynağı olarak güneş enerjisi gösterilmekte ve diğer enerjilerin tümünün "Güneş Enerjisi" kaynaklı, dönüşüm (transformasyon) enerjisi olduğu ifade edilmektedir. (Saadi vd, 2016) Enerji kaynakları, esas olarak "Birincil (Primer) Enerji Kaynakları" ve "İkincil (Sekonder) Enerji Kaynakları" olarak iki grupta incelenmektedir. Günümüzde belli bir kullanım potansiyeli olan ve teknolojik gelişmelere paralel olarak pratikte insanoğlu

tarafından faydalanılabilen enerji kaynaklarına “yeni” ve süreklilik arz eden kaynaklara da “yenilenebilir, tekrarlanabilir” enerji kaynakları denilir (Öğüt ve Oğuz, 2006).

Tablo 1’de görüldüğü gibi 2012 yılında Dünya’da tüketilen enerjinin, nükleer enerji dahil %86’sı fosil kaynaklıdır ve bu oranın 2020’de %85’e, 2040 yılında ise %82’ye düşeceği öngörülmektedir (IEA, 2014). Fosil kökenli (petrol, kömür vb.) yakıtların emisyon değerlerinin çevre açısından uygun olmayışı, gelecek için yeni önlemleri ve arayışları zorunlu kılmaktadır. Nüfusun yoğun olduğu bölgelerde bu kirletici yakıtlar, insan sağlığı açısından çok önemli problemlere yol açmaktadır. Özellikle küresel ısınmanın tehlikeli boyutlara ulaşması, günümüzde kullanılan enerjilerin “Temiz ve Sürdürülebilir” olmasını zorunlu kılmaktadır (Öğüt ve Oğuz, 2006).

Tablo 1. Dünya birincil enerji talebi ve senaryosu (IEA, 2014)

	<b>2012</b>	<b>2020</b>	<b>2040</b>
<b>Kömür</b>	3879	4211	4448
<b>Petrol</b>	4194	4487	4761
<b>Gaz</b>	2844	3182	4418
<b>Nükleer</b>	642	845	1210
<b>Hidrolik</b>	316	392	535
<b>Biyoenerji</b>	1344	1554	2002
<b>Diğer Yenilenebilir Enerjiler</b>	142	308	918
<b>Toplam</b>	13361	14979	18292
<b>Fosil yakıt yüzdesi</b>	%86	%85	%82



Şekil 1. Enerji türleri (Öğüt ve Oğuz, 2006)

Şekil 1’de görülen enerji kaynakları içerisinde biyokütle enerjisinin, tükenme riskinin olmaması, her ülkede bulunabilmesi, ülkelerin birbirine bağımlı kalmaması gibi avantajları nedeniyle öne çıkmaktadır. Diğer yandan sıvı biyokütle içerisinde yer alan “BİYODİZEL” dizel taşıtların motor yakıtı olarak kullanabilme özelliğinden dolayı değer ve yaygınlık kazanmaktadır.

### 1.3. Fosil Kökenli Yakıt Kullanımından Kaynaklanan Çevre Sorunları

Geçen 150 yıl içerisinde petrolün çıkartılması ve yakıt olarak üretilmesi amacıyla rafine edilmesi konusunda çok önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Bu gelişmelere paralel olarak, benzin, motorin ve fuel-oil gibi yakıtların kullanım alanları ve kullanım miktarı hızla artmıştır. Bu aşırı talep sonucundaki fazla tüketim, ekonomik, siyasi ve çevre açısından ciddi sorunları da beraberinde getirmiştir.

Son yıllarda yapılan çalışmaların ışığında petrol rezervlerine yenilerinin eklenememesi tüketim açısından önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Fosil yakıtların ülke ekonomileri üzerinde oluşturduğu baskı ve ülkelerin bağımsızlığını tehdit eden olumsuzluklara sahip olmasının yanında çok önemli bir problem de bu yakıtların aşırı kullanımının neden olduğu çevre kirliliğidir. Özellikle fosil yakıtların çevreyi kirleten

emisyona değerlerinin yüksek oluşu bu yöndeki problemi tetiklemede ve bu problem sadece ülkeleri değil tüm dünyayı ilgilendirmektedir. Yine yapılan çalışmalara göre fosil yakıtların kullanımının atmosferdeki karbondioksit (CO<sub>2</sub>) miktarını da arttırdığı bilinen bir gerçektir. CO<sub>2</sub> miktarındaki bu artış evre kirliliği yanında küresel ısınmayı da beraberinde getirmektedir. (Raja vd, 2017) Bu durum evre konusunda çalışmalar yapan uzmanlarca çok önemli bir evre sorunu olarak tespit edilip ‘Sera Etkisi’ olarak ifade edilmektedir. Küresel ısınmanın dünyanın geleceğini tehdit etmesi, ülkeleri acil önlemler almaya yönelmiş; bu çalışmaların sonucunda ‘‘Rio Sözleşmesi’’ ve ‘‘Kyoto Protokolünün’’ hayata geçirilmesi yönündeki çalışmalar hızlanmıştır. (UNFCCC, 1998)

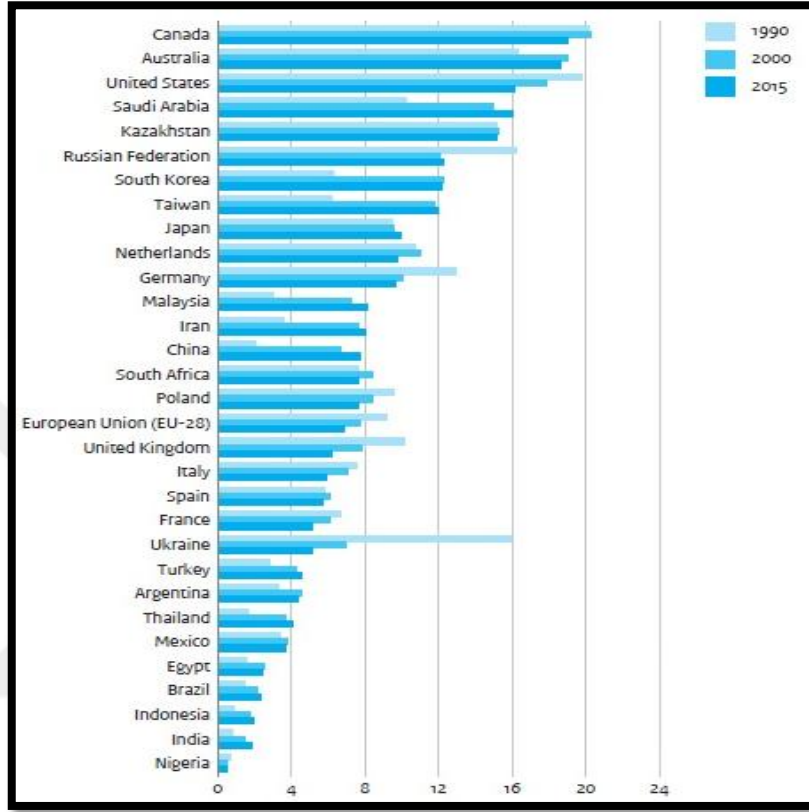
Diğer taraftan içten yanmalı motorlar her yıl milyonlarca ton CO<sub>2</sub>’i atmosfere salmakta ve çok önemli bir evre problemine yol açarak başta insanlar olmak üzere tüm canlıların sağlığını tehdit etmektedir. Fosil yakıtların en büyük zararı atmosferdeki kirletici emisyonları arttırırken aynı anda serbest oksijen miktarını azaltmasıdır. Şekil 2’de ülkelerin yaydığı CO<sub>2</sub> miktarları görülmektedir. Bu Şekle bakıldığı zaman gelişmiş ülkelerin çevreyi daha fazla kirlettiği görülmektedir. Dolayısıyla bu evre felaketini önlemenin ilk adımı fosil yakıtların kullanımını azaltmak bununla beraber temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını arttırmaktır.

Diğer taraftan Şekil 3’te Türkiye’de yıllara göre sera gazı emisyonunun değişimi verilmektedir. Şekil 3’e bakıldığı zaman ülkemizin sera gazı kirletici miktarları dünyadaki pek çok ülkeye göre daha az boyuttadır. Tablo 2’de ise ülkemizdeki sektörlere göre toplam sera gazı emisyonları verilmektedir. Tablo 2’de de görüldüğü gibi emisyon değerleri yıllara göre artış göstermektedir. Bunu azaltmanın yolu ülkemizde bir an önce temiz ve yenilenebilir enerjinin kullanım miktarının hızlı bir Őekilde arttırılmasıdır. Bu durum hem cari açığı hem de evre kirliliğini azaltacaktır.

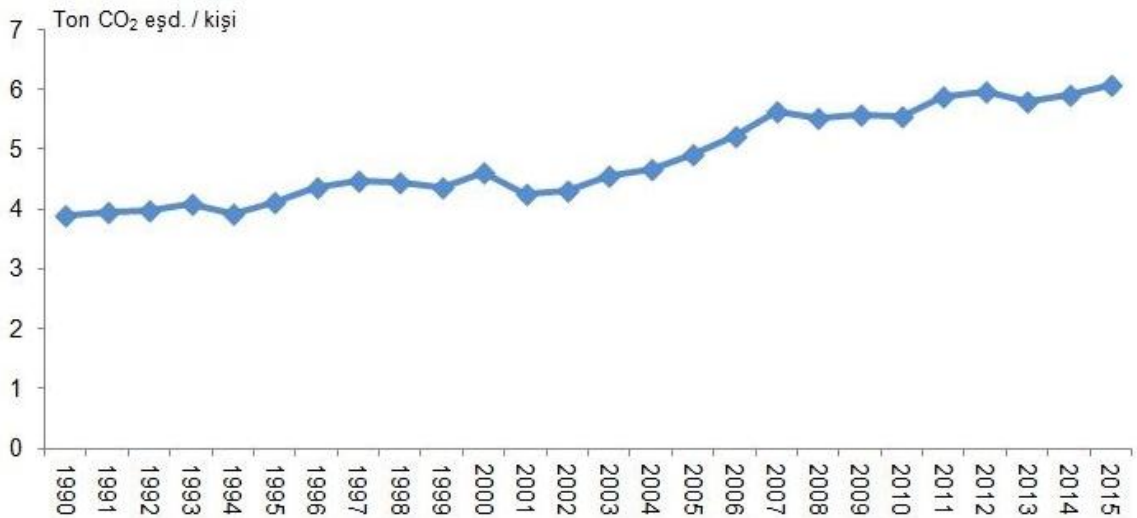
Tablo 3’te ülkemizdeki sera gazı emisyonlarının sektörlere göre yüzdesel dağılımı, Tablo 4’te 2014 yılı ulaştırmadan kaynaklı sera gazı emisyonları miktarı ve Şekil 4’te ise ülkemizde karayolundan kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonunun yakıt türlerine göre dağılımı verilmektedir. Bu tablolardan ve Şekilden görüldüğü gibi fosil kaynaklı yakıtların tüketim miktarlarının yıllara göre artması, emisyon miktarlarını da arttırarak evre kirliliğini arttırmaktadır. Bu durum insan sağlığını olumsuz yönde etkilediği için, ülkemizde, son yıllarda evre kirliliğine bağlı olarak meydana gelen hastalıklarda (solunum yolu hastalıklarında) hızlı bir artış gözlenmektedir. Şekil 4’te de görüleceği gibi ulaşımda



kullanılan yakıtlardan, dizel yakıt çevreyi en çok kirleten yakıttır. Dolayısıyla dizel yakıtlara biyodizel katılması meydana gelen olumsuz emisyon değerlerinde azalmaya yol açabilir.



Şekil 2. Ülkelerin yaydığı CO<sub>2</sub> emisyonları (Olivier vd., 2016)



Şekil 3. Türkiye’de yıllara göre kişi başı sera gazı emisyonu (URL-1, 2017)

Tablo 2. 2000–2014 yılları için sektörlere göre toplam sera gazı emisyonları (CO<sub>2</sub> eşdeğeri M ton), (URL-1, 2017)

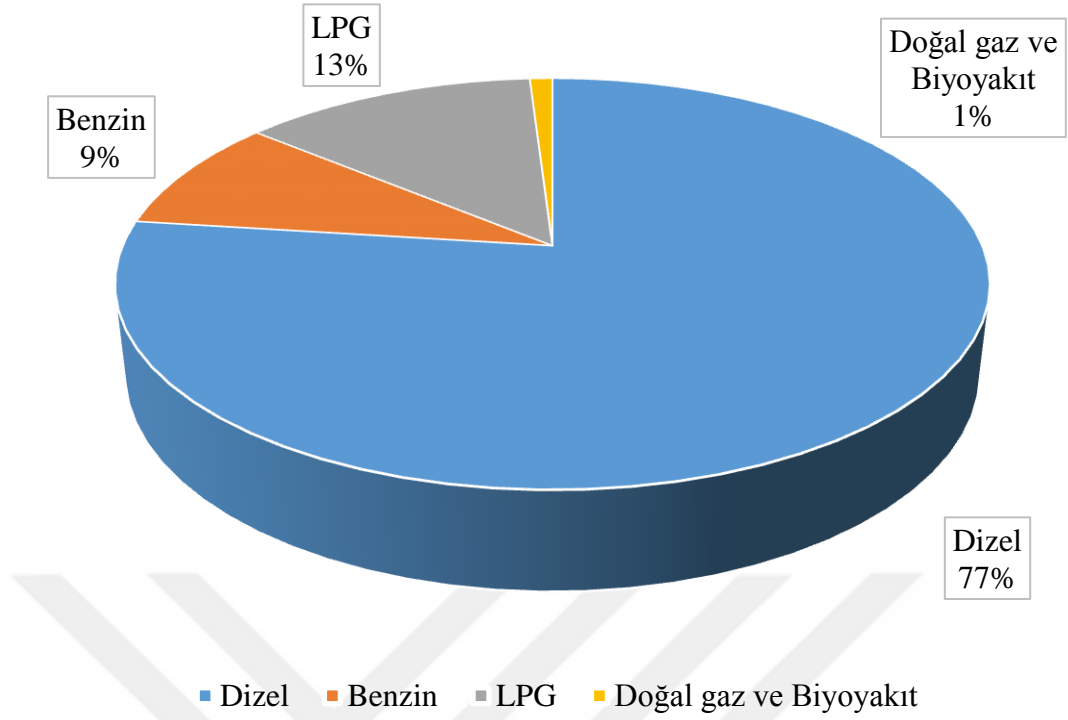
	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
<b>ENERJİ</b>	214	252	286	298	321	310	339
<b>ENDÜSTRİYEL İŞLEMLER VE ÜRÜN KULLANIMI</b>	28	37	51	58	62	63	62
<b>TARIMSAL FAALİYETLER</b>	39	37	39	41	45	49	49
<b>ATIK</b>	14	16	18	18	18	16	16
<b>TOPLAM</b>	295	342	394	415	446	438	466

Tablo 3. Türkiye’de Sera gazı emisyonlarının sektörlere göre yüzdesel dağılımı (AKAKDO hariç), (URL-1, 2017)

	2000	2005	2010	2012	2013	2014
<b>ENERJİ</b>	72	73	72	72	71	72
<b>ENDÜSTRİYEL SÜREÇLER VE ÜRÜN KULLANIMI</b>	9	11	13	13	14	13
<b>TARIM</b>	13	11	10	10	11	10
<b>ATIK</b>	5	5	4	4	3	3

Tablo 4. 2014 yılı ulaşırmadan kaynaklı sera gazı emisyonları miktarı (Bin Ton CO<sub>2</sub> eşdeğeri) (URL-2, 2018)

Bin Ton CO <sub>2</sub> eşdeğeri	<b>EMİSYON MİKTARI</b>
<b>HAVAYOLU</b>	4.090
<b>KARAYOLU</b>	67.070
<b>DEMİRYOLU</b>	563
<b>DENİZYOLU</b>	1.350
<b>DİĞER</b>	628
<b>TOPLAM</b>	73.700



Şekil 4. Karayolundan kaynaklı CO<sub>2</sub> Emisyonunun yakıt türlerine göre dağılımı (URL-2, 2018)

#### 1.4. Bitkisel Yağlar

Bitkisel yağlar sanayi sektörünün çeşitli kısımlarında (gıda, yem, boya) sıvı ve katı formda kullanılmaktadır. Bunun yanında biyodizel ve biyogaz üretiminde hammadde olarak kullanıldığı için bitkisel yağlar enerji üretiminde de kullanılabilir. Tablo 5, Tablo 6 ve Tablo 7’de ülkemizde yağlı tohum ve türevlerinin üretimi, ithalatı ve bu ürünlerin ticari hacmi görülmektedir. Tablolardan da anlaşılacağı üzere ülkemiz enerjide olduğu gibi yağlı tohum ihtiyacında da kendine yetebilen bir ülke değildir ve petrolden sonra en büyük ithalat kalemini yağlar ve türevleri oluşturmaktadır.

Tablo 5. Türkiye’de yıllara göre yağlı tohum üretim miktarları (Bin ton), (URL 1 ve 3, 2017)

<b>TÜRKİYE YAĞLI TOHUM ÜRETİMİ (Bin ton)</b>										
	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Ayçiçek Tohumu</b>	700	900	800	1.000	950	1.050	1.400	1.200	1.200	1.250
<b>Pamuk Tohumu</b>	1.300	1.200	850	1.150	1.500	1.250	950	1.200	1.000	1.100
<b>Soya Fasülyesi</b>	36	34	39	55	75	112	180	153	161	165
<b>Kolza Tohumu</b>	28	82	112	110	88	100	102	112	120	125
<b>Aspir Tohumu</b>	2	7	20	26	18	20	45	76	70	58
<b>TOPLAM</b>	2.066	2.223	1.821	2.341	2.631	2.532	2.677	2.741	2.551	2.698

Tablo 6. Türkiye yağlı tohum kalemleri ithalatı (URL 1 ve 3, 2017)

<b>TÜRKİYE YAĞLI TOHUM KALEMLERİ İTHALATI (BİN TON)</b>										
	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Soya Fasülyesi</b>	1.230	1.239	974	1.756	1.298	1.195	1.074	2.008	2.255	2.175
<b>Kolza Tohumu</b>	245	216	158	307	122	150	137	437	249	239
<b>Ayçiçeği Tohumu</b>	613	474	586	662	911	754	711	557	340	382
<b>Pamuk Tohumu</b>	7	20	5	20	0	0	20	2	0	0
<b>TOPLAM</b>	2.095	1.949	1.723	2.735	2.331	2.099	1.942	3.004	2.844	2.796

Tablo 7. Yıllara göre yağlı tohum ve türevleri ithalatı (URL 1 ve 3, 2017)

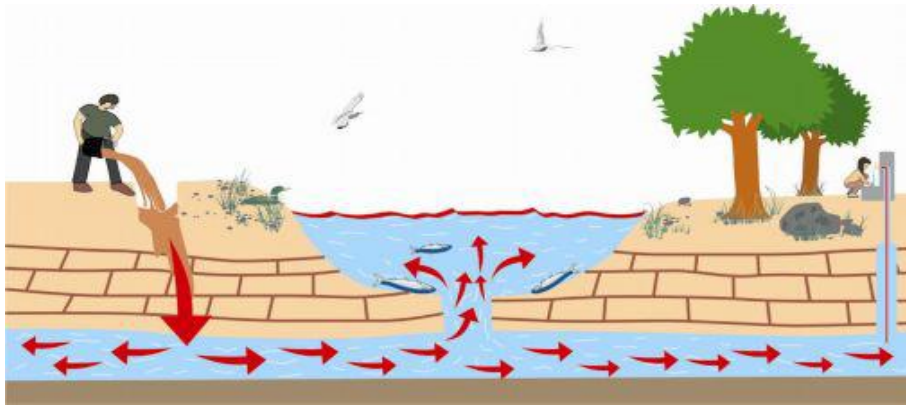
<b>YILLAR İTİBARIYLA YAĞLI TOHUM VE TÜREVLERİ İTHALATI (MİLYON DOLAR)</b>										
	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Yağlı Tohum</b>	874	1.304	910	1.393	1.358	1.249	1.245	1.800	1.417	1.401
<b>Hamyag</b>	648	1.456	944	801	1.338	1.632	1.602	1.890	1.663	1.590
<b>Küspe</b>	171	234	204	296	426	755	808	596	420	444
<b>TOPLAM</b>	1.693	2.994	2.058	2.490	3.122	3.636	3.655	4.286	3.500	3.435

### 1.4.1. Bitkisel Atık Yağlar

Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği kapsamında, bitkisel atık yağın tanımı bitkisel ham yağ rafine sanayinden çıkan tank dibi tortu ve yağlı topraklar, kullanılmış kızartmalık yağlar, çeşitli tesislerin yağ tutucularından çıkan yağlar ve kullanım süresi geçmiş olan bitkisel yağlar şeklinde yapılmaktadır (ÇOB, 2010).

### 1.4.2. Bitkisel Atık Yağların Çevresel Etkileri

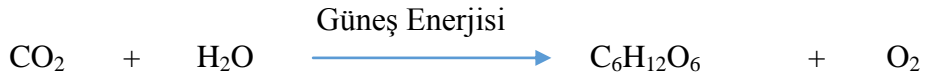
Atık yağlar çevreye zarar verici (ekotoksik) özelliğe sahiptir. Şekil 5'te de görüldüğü gibi herhangi bir yolla çevreye bulaşan atık yağ bir süre sonra topraktan suya ulaşmakta ve suya ulaşan atık yağ hemen hemen bütün yer altı su kaynaklarımıza karışmakta hem çevreyi kirletmekte hem de canlı hayatını olumsuz etkilemektedir. Ayrıca suya karışan atık yağlar zamanla kanalizasyon sistemlerine zarar vermekte, su arıtma tesislerinde tıkanmalara ve kirliliğin artmasına sebep olmaktadır. Bu durum ilave harcamalara yol açmakta ve maliyeti arttırmaktadır. Yapılan araştırmalar dikkate alındığında su kirliliğinin %25'ine atık bitkisel ve hayvansal yağların sebep olduğu görülmektedir. Çevreye dökülen bitkisel ve hayvansal atık yağlar, denizlere, göllere ve akarsulara ulaştığında suyun kirlenmesine ve sudaki oksijenin azalmasına sebep olmaktadır. Bütün bu olumsuzluklar başta balıklar olmak üzere ortamdaki diğer canlılara da zarar vermektedir. Ayrıca atık bitkisel yağlar, sudan daha az yoğun olduğu için su yüzeyinde birikir ve yüzeyde bir film tabakası oluşturur. Bunun sonucunda sudaki oksijen oranı azaltacağından, suda yaşayan bütün canlılar için olumsuz yaşam ortamı oluşturacaktır.



Şekil 5. Atık yağların çevreye ve yer altı su kaynaklarına karışması (ÇOB, 2010)

### 1.5. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji, kaynağı sonsuz enerjidir. Yeryüzünde her elementin miktarı sınırlıdır, ancak enerjinin miktarı sonsuzdur. Yeryüzündeki bütün enerjilerin kaynağı olarak güneş enerjisi kabul edilmektedir. Nitekim bitkiler aşağıdaki fotosentez reaksiyonuna uygun olarak karbondioksit ve suyu, güneş enerjisi yardımıyla hidrokarbonlara dönüştürürler.



Fosil yakıtların oluşması milyonlarca yıl sürdüğü halde, biyoyakıtların oluşması birkaç ayla ifade edilir. Türkiye’de yıllara göre enerji üretim ve tüketim miktarları Tablo 8 ve Tablo 9’da verilmiştir. Şekil 6’da ise ülkemizin enerjide dışa bağımlılığının yıllara göre değişimi verilmiştir. Tablolardan ve şekilden görüleceği gibi ülkemiz enerji ithal eden bir ülke durumundadır ve ülkemizin enerjiye olan ihtiyacı yıllar geçtikçe artmaktadır.

Şekil 6’da son 30 yılımız dikkate alındığında enerji ithalatımız 1990 yılına göre % 50 oranına artmıştır. Çağımızın teknolojik imkanları (cep telefonları, bilgisayarlar, ısıtma sistemler vb.) ve ilerleyen yıllarda daha yaygın olarak kullanılacağı düşünülen teknolojik araçların (elektrikli araba) gelişimi dikkate alındığında enerji ihtiyacımızın artacak olduğunu söyleyebiliriz.

Bütün bu olası teknolojik gelişmeler dikkate alındığında günümüzde %75 seviyelerinde olan enerjide dışa bağımlılık oranının ilerleyen yıllarda daha da artması kuvvetle ihtimaldir. Hem enerji ihtiyacımızı karşılamak, hem ekonomik açıdan kazanç sağlamak hem de çevremizi korumak adına yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarının kullanımı ve geliştirilmesi konusunda ciddi adımlar atmamız gerekmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları çok çeşitlidir. Örneğin benzinli motorlarda kullanılabilen Etil Alkol veya Biyoetanol (biyolojik-tarımsal malzemeden elde edilen etil alkol) bunlardan birisidir. Fotovoltaik piller (PV) güneş enerjisinden elektrik üretiminde kullanılırlar. Rüzgar tribünleri ise rüzgardan enerji üreten makinelerdir. Ayrıca bitkisel yağlarda yenilebilir enerji kaynağı olarak dikkate alınırlar (Öğüt ve Oğuz, 2006).

Yenilenebilir enerji esaslı yakıtların karbon dengesi pozitifdir. Yenilenebilir enerji esaslı yakıtların (biyodizel, biyoetanol) yanması sonucu ortaya çıkan CO<sub>2</sub>, bitkiler

tarafından tutulur. Bitkiler CO<sub>2</sub>'i karbon ve oksijene parçaladıktan sonra oksijeni atmosfere geri bırakırlar. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını doğadaki CO<sub>2</sub> emisyonunun dengede kalmasını sağlar.

Ayrıca yenilenebilir enerji kullanımı, ülkemizin enerjideki dışa bağımlılığını azaltacağından hem döviz tasarrufu sağlanmış olur hem de yeni iş alanlarının açılmasına imkan sağlar (Öğüt vd., 2005).

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alan biyokütle enerjisinin hammadde kaynakları, orman ürünleri, tarım ürünleri, evsel ve sanayi atıklarıdır (Halek vd, 2013) Biyokütle yakıtları, katı, sıvı ve gaz şeklinde olabilir. Odun, kömür, zeytin çekirdeği ve diğer atıklar, katı biyokütle grubu içinde sayılmaktadır. Biyokütleden uygun kimyasal yöntemlerle elde edilen başlıca biyoyakıtlar şunlardır:

- Biyoetanol • Biyometanol • Biyodimetiler • Biyoyağ • **Biyodizel**

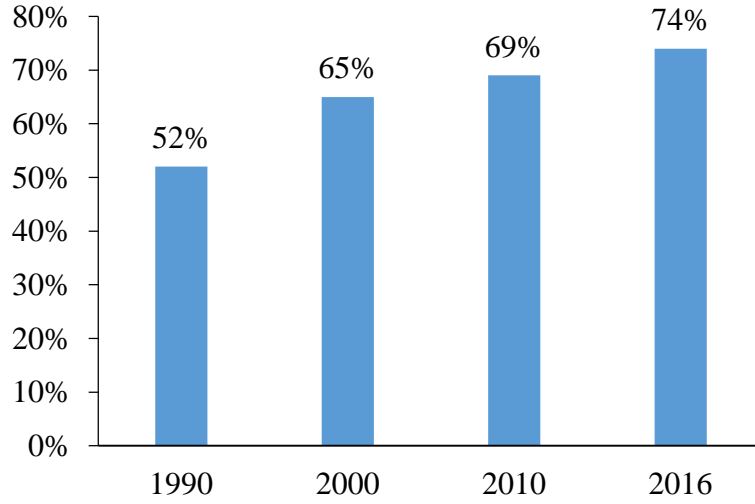
Şekil 7'de biyolojik atıkların uygun işlemlerden geçirildikten sonra elde edildiği yakıtlar ve yakıtların kullanım alanları görülmektedir.

Tablo 8. Türkiye'nin yıllara göre enerji üretimi dağılımı (Bin Ton Eşdeğer Petrol) (BP, 2017)

	1990	2000	2010	2016
<b>KÖMÜR</b>	12,4	12,5	17,5	15,5
<b>PETROL</b>	3,61	2,73	2,65	2,70
<b>DOĞALGAZ</b>	0,18	0,53	0,56	0,30
<b>BİYOENERJİ VE ATIKLAR</b>	7,21	6,51	4,56	2,84
<b>NÜKLEER</b>	—	—	—	—
<b>HİDROLİK</b>	1,99	2,66	4,46	5,78
<b>RÜZGAR</b>	—	0,00	0,25	1,33
<b>JEOTERMAL</b>	0,43	0,68	1,97	6,03
<b>GÜNEŞ</b>	0,03	0,26	0,43	0,92
<b>TOPLAM</b>	25,8	25,9	32,4	35,4

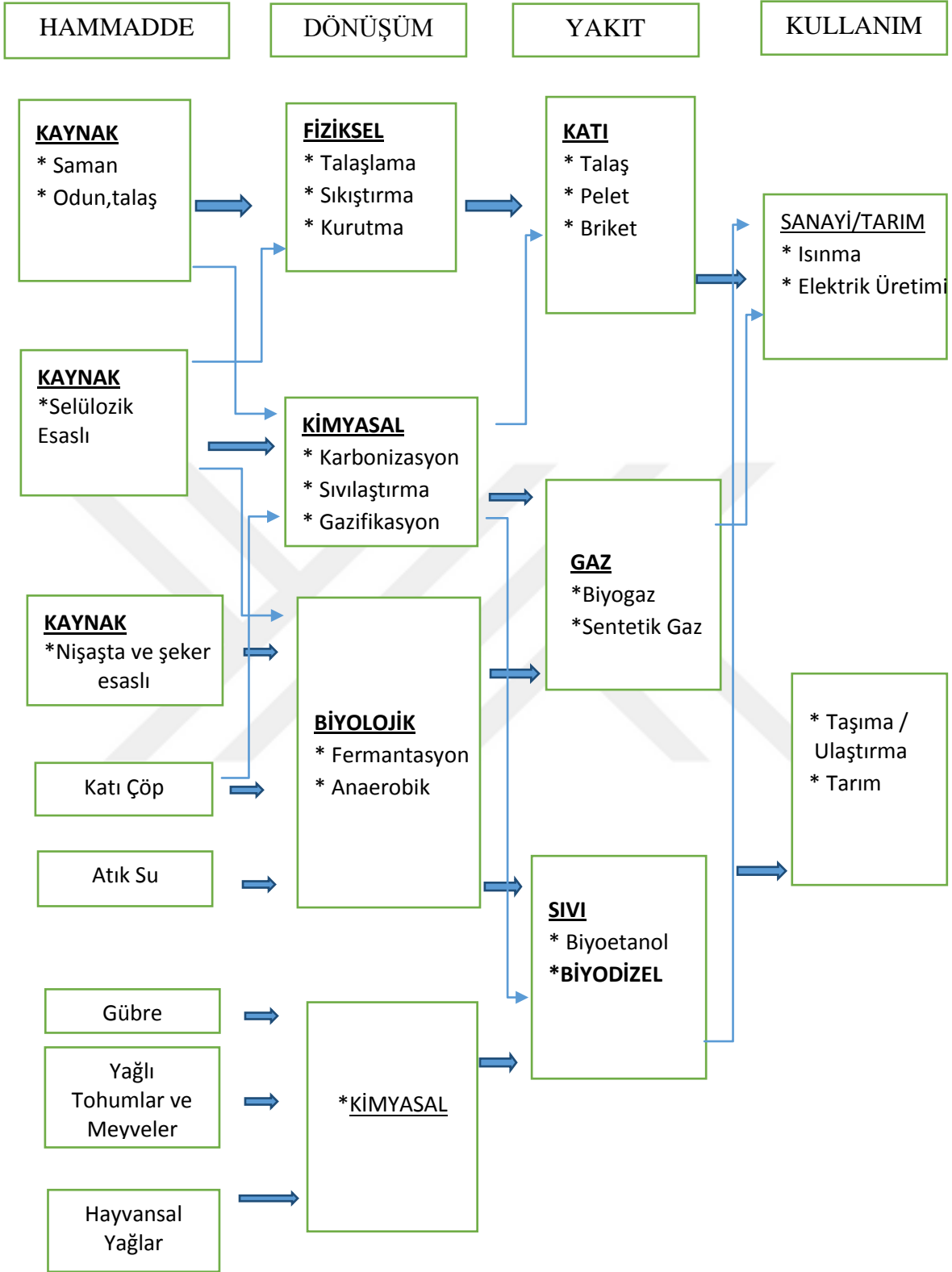
Tablo 9. Türkiye'nin Yıllara Göre Enerji Tüketimi Dağılımı (Bin Ton Eşdeğer Petrol) (BP, 2017)

	1990	2000	2010	2016
<b>KÖMÜR</b>	16,9	22,51	32,17	38,4
<b>PETROL</b>	23,4	30,4	31,5	42,2
<b>DOĞALGAZ</b>	2,86	12,6	31,4	38,3
<b>BİYOENERJİ VE ATIKLAR</b>	7,21	6,51	4,56	2,84
<b>NÜKLEER</b>	—	—	—	—
<b>HİDROLİK</b>	1,99	2,66	4,46	5,78
<b>RÜZGAR</b>	—	0,00	0,25	1,33
<b>JEOTERMAL</b>	0,43	0,68	1,97	6,03
<b>GÜNEŞ</b>	0,03	0,26	0,43	0,92
<b>TOPLAM</b>	52,8	75,7	107	136



Şekil 6. Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı (Bin Ton Eşdeğer Petrol) (BP verilerine göre hesaplanmıştır) (BP, 2017)





Şekil 7. Biyoyakıtların hammadde kaynakları ve dönüştürülme yöntemleri (Öğüt ve Oğuz, 2006)

## 1.6. Dizel Motorlarda Yakıt Olarak Bitkisel Yağ Kullanımının Tarihsel Gelişimi

Literatür bilgilerine göre bitkisel kökenli yağın yakıt olarak kullanımı Rudolf Diesel'in 10 Ağustos 1900 yılında Paris Fuarında sergilediği ve yer fıstığı yağı ile çalışmak üzere tasarladığı motora kadar uzanmaktadır. Rudolf Diesel o tarihte "bitkisel yağlar önemli motor yakıtıdır, bugün için önemsiz görünse de ileride bitkisel yağların önemi anlaşılacaktır" demiştir. Bu fuarda, dizel motor herhangi bir zorlukla karşılaşılmadan belirtilen yağla çalıştırılmış ve yapılan testlerde özgül yakıt tüketimi 240 gr/BGh ve yağın ısı değeri 8600 kalori/kg olarak ölçülmüştür. Dizel motorlardaki benzer çalışmalar St. Petersburg'da bitkisel ve hayvansal yağlarla devam etmiştir. Motor için gerekli olan çok miktardaki yağlar özellikle Afrika'daki kolonilerden sağlanmıştır (Öğüt ve Oğuz, 2006). Bitkisel yağlar II. Dünya Savaşı sırasında bazı ülkelerce acil durum yakıtı olarak kullanılmıştır. Yine bu yıllarda ikiz yakıt projeleri Ohio State Üniversitesinde pamuk ve mısır yağının petrodizel ile karışımı alanında yoğunlaşmıştır. Müteakip yıllarda, enerji güvenliği ve egzoz emisyonlarının azaltılması çalışmaları sürdürülmüştür. (Demirbas, A., 2009)

Bitkisel yağların motorlarda doğrudan yakıt olarak kullanımının yol açtığı zorluklar, bu alanda yeni arayışları başlatmış ve Walton 1939 yılında 'Chem.Abstr.' Dergisinde yayımlanan makalesinde bitkisel yağların yapısındaki trigliserid ve serbest yağ asidi ayırımına dikkat çekmiştir. Diğer taraftan bünyede bulunan gliserinin motor yakıtı olmadığından bahsetmiştir. Bu ifadeler diğer araştırmacılar tarafından gliserolün bünyeden uzaklaştırılması biçiminde anlaşılmıştır. (Öğüt ve Oğuz, 2006)

Bugün biyodizel olarak bilenen yakıt ile ilgili ilk resmi doküman 31 Ağustos 1937'de Brüksel Üniversitesinden G.Chavanne tarafından 442.87 patent numarası ile yapılan çalışmadır. Bu çalışmada biyodizel; Palm Yağı Etilesteri olarak tanımlanmıştır. Burada asit katalizörlü transesterifikasyon yöntemi kullanılmıştır. Üretilen yakıt 1938 yazında Brüksel ile Leuven arasında çalışan ticari araçlarda kullanılmıştır. Bu kullanımda petrodizelden yegâne farklılık viskozite olarak değerlendirilmiştir. Viskoziteyi azaltmak adına ayçiçeği metil esteri alanında çalışmalar yürütülmüştür. Etil ya da metil ester ismi 1988 yılında basılan bir makalede "biodiesel" olarak isimlendirilmiş ve bu terim Dünya da yaygınlık kazanmıştır (Knothe, 2001).

Bitkisel esaslı yağların dizel motorlardaki uygulamasının ilk başlatıcısı olan Rudolf Diesel'in yerfıstığı yağı ile çalışmak üzere tasarladığı ve Paris Fuarında sergilediği tarih

olan 10 Ağustos Dünya’da “Biyodizel Günü” olarak kutlanmaya başlanmıştır. Bu konu ile ilgili ülkemizdeki ilk faaliyet de Ankara Ticaret Odasının ev sahipliğinde 10 Ağustos 2005 tarihinde Özel Kamu ve Üniversite temsilcilerinin katılımıyla Ankara’da “Dünya Biyodizel Günü” kutlamasıdır.

### **1.7. Biyodizelin Dünyadaki Durumu**

Üçüncü Milenyumun Yakıtı olarak tanıtılan biyodizelin kullanımı tüm dünyada giderek yaygınlaşmaktadır. Tablo 10’da Dünya’daki mevcut biyodizel üretimi verilmektedir. Hali hazırda Biyodizel; Avrupa ve Amerika’da ticari olarak üretilmektedir. Avrupa’nın bu alandaki aktif ülkeleri Avusturya, İtalya, Almanya ve Fransa’dır. Şekil 8’de Avrupa Birliği ülkelerinin yıllara göre biyodizel üretim miktarları verilmiştir. (Luque vd, 2017)

Biyodizele uygulanan verginin azaltılması biyodizel üretimini ve kullanımını yaygınlaştırmakta ve çevresel kaygılardan dolayı biyodizel pazarı süratle büyümektedir. Biyodizelin yaygınlaşmamasındaki önemli sebeplerden biri maliyet olup, biyodizel maliyetinin %75’i hammaddeye aittir. Biyodizelin petrodizelle rekabeti için öncelikle hammadde maliyetinin düşürülmesi gerekmektedir.

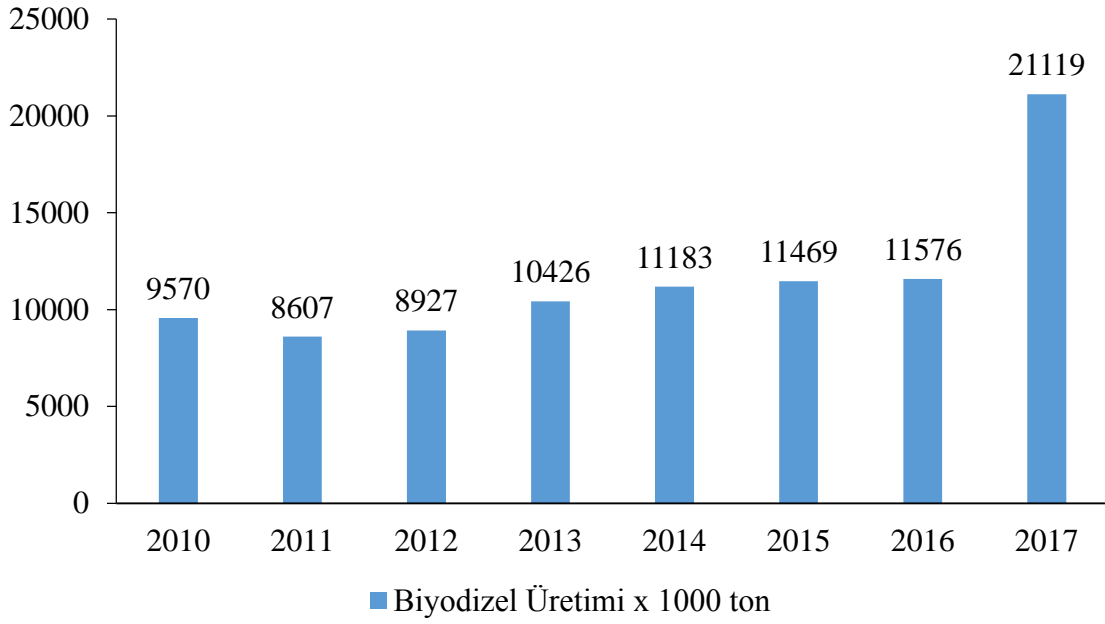
Avrupa biyodizel endüstrisinin önde gelen üyeleri, kendilerini organize etmek maksadıyla “Avrupa Biyodizel Kurulunu” (EBB) kurdular. Genel merkezi Brüksel’de bulunan bu kurulun ana görevi, AB ülkelerinde biyodizel kullanımını yaygınlaştırmaktır. Bu hedefe ulaşmak için EBB aşağıdaki işlevleri yerine getirmektedir. (EBB, 1997)

- AB ve diğer uluslararası teşkilatlar nezdinde üyeleri temsil etmek;
- Konuya ilişkin bilimsel, teknolojik, ekonomik, hukuki çalışmaları ve araştırma faaliyetlerini teşvik etmek;
- Bilgi toplamak, analiz etmek ve yaymak;
- Biyodizel endüstrisinin karşılaştığı problemleri incelemek ve bu problemlerin çözümü için ekonomik, siyasi, hukuki, kurumsal ve teknik düzeyde çözümler önermek.

Avrupa Biyodizel Kurulu’nun 12 tam üyesi, başta Almanya, Avusturya, Fransa ve İtalya olmak üzere tüm Avrupa çapında biyodizel üretimi yapmakta olup Avrupa’nın toplam biyodizel üretiminin yaklaşık %90’ı bu ülkeler tarafından gerçekleştirilmektedir. (Luque vd, 2017)

Tablo 10. Dünya’da Biyodizel Üretimi ( Bin Ton Eşdeğer Yağ) (BP, 2017)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Amerika</b>	28044	31184	29808	31057	32890	33849	35779
<b>Kanada</b>	859	950	1017	1056	1188	1142	1160
<b>Arjantin</b>	1670	2234	2295	2014	2644	2038	2828
<b>Meksika</b>	14	13	15	58	58	58	58
<b>Brezilya</b>	16866	14403	14739	17114	18005	19332	18552
<b>Kolombiya</b>	455	572	627	650	676	693	626
<b>Avusturya</b>	391	390	390	374	329	381	419
<b>Belçika</b>	603	664	562	547	574	556	558
<b>Finlandiya</b>	301	208	263	330	367	445	446
<b>Fransa</b>	2353	1935	2145	2306	2541	2519	2226
<b>Almanya</b>	3022	2967	3031	2770	3460	3191	3198
<b>İngiltere</b>	304	322	303	517	403	310	351
<b>İtalya</b>	678	486	298	457	585	582	583
<b>Hollanda</b>	391	674	1276	1495	1756	1675	1680
<b>Polonya</b>	439	414	652	697	750	940	898
<b>Portekiz</b>	284	330	276	274	301	321	298
<b>İspanya</b>	1312	851	620	749	1030	1122	1148
<b>Avustralya</b>	222	223	239	202	169	157	144
<b>Çin</b>	1584	1970	2103	2346	2609	2653	2053
<b>Türkiye</b>	0,9	1,3	1,7	2,3	2,8	3,9	5,2
<b>Hindistan</b>	123	210	229	268	349	410	505
<b>Güney Kore</b>	511	309	283	321	337	385	404



Şekil 8. Avrupa Birliği ülkelerinin yıllara göre biyodizel üretim miktarları (URL-4, 2017)

## 1.8. Motor Yakıtı Olarak Biyodizel

### 1.8.1. Biyodizel Nedir?

Biyodizel: “Bitkisel yağların ham ya da kullanılmışlarından ve hayvansal yağlardan kimyasal yöntemler yardımıyla üretilen biyoyakıtlar kapsamında olan, çevre dostu ve yenilenebilir nitelikli sıvı halde bir yakıttır”. Uygulamada, biyomotorin, yeşil enerji, yeşil dizel, süper dizel, dizel-bi ya da halk deyiimiyle “yağ mazotu” isimleriyle de anılmaktadır.

### 1.8.2. Biyodizelin Üstünlükleri

Biyodizel; gün geçtikçe petrodizele göre kullanım miktarı giderek artmaktadır. Bunun başlıca sebepleri:

- Yenilenebilir özelliklidir ve yöresel imkanlarla üretilebilir.
- Biyolojik olarak ayrışabilir ve zehirli değildir. Yapılan deneylere göre kolzadan elde edilmiş biyodizelin 21 günde %99,6 oranında ayrıştığı görülmüştür.
- Emisyonlarında karbonmonoksit, partikül madde, yanmamış hidrokarbon daha azdır ve aromatik bileşikler ile kükürt hemen hemen hiç yoktur.

- Petrodizelle karşılaştırıldığında atmosferdeki CO<sub>2</sub>'in birikimi çok az olacağından bu durum sera etkisine neden olmaz. Çünkü biyodizelin yanması sonucunda açığa çıkan CO<sub>2</sub>, biyodizelin elde edildiği bitkilerin fotosentez reaksiyonu sırasında atmosferden alınarak bitkiler tarafından kullanılır.
- Parlama noktası petrodizele göre daha yüksek olduğundan biyodizelin taşınması ve kullanımı daha güvenlidir.
- Biyodizel belli karışım oranlarına kadar motorda kullanımında herhangi bir değişikliğe ihtiyaç duymaz ve motor yağlanmasını iyileştirir.
- Oksijen içeriği fazla olduğu için, yanma verimi yüksektir.

### 1.8.3. Biyodizelin Dezavantajları

Biyodizelin yukarıda belirtilen avantajlarına rağmen dezavantajları da vardır. Bunlar;

- Isıl değeri petrodizele göre birazcık düşüktür. Bu durum motordaki yanma sonucunda bir miktar güç kaybına yol açar.
- Azot oksit emisyonları petrodizele göre biraz daha yüksektir. Ancak bu sorun yanma sıcaklığını azaltarak (yanmanın 1-3°C geciktirilmesi ile sağlanabilir veya katalitik konvertör kullanılarak) aşılabılır (Zhang, 2002).
- Yakıt tüketimi hacim esasında %11, ağırlık esasında ise %5-6 daha fazla olmaktadır.
- Saf (B100) kullanım durumunda ise motor malzemelerinde özellikle yakıt donanımındaki hortum, bağlantı elemanı ve contaların uygun malzeme ile değiştirilmesi gerekir.

Petrodizel ve Biyodizelin bazı özelliklerinin karşılaştırılması Tablo 11'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde yakıtların özellikleri bakımından birbirlerine bazı noktalarda üstünlükleri olmasına rağmen bir yakıtın diğer yakıt türüne baskın bir üstünlüğünün olmadığı açıktır.

Tablo 11. Petrodizel ve Biyodizelin bazı özelliklerinin karşılaştırılması (Öğüt ve Oğuz, 2006)

<b>Yakıt Özelliği</b>	<b>Petrodizel</b>	<b>Biyodizel</b>
Yakıt Standardı	ASTM D 975	ASTM PS 121
Yakıt Bileşimi	C <sub>10</sub> -C <sub>21</sub> HC	C <sub>12</sub> -C <sub>22</sub> YAME
Alt ısıl değer (MJ/l)	36,6	32,6
Kinematik viskozite	1,3 – 1,4	1.9 – 6.0
Özgül ağırlık ( 15 °C )	0,85	0.88
Su (ppm)	161	Max %0.05
Karbon ( Ağırlığın % si )	87	77
Hidrojen ( Ağırlığın % si )	13	12
Oksijen ( Ağırlığın % si )	0	11
Kükürt ( Ağırlığın % si )	Max %0.05	0.00– 0.0024
Kaynama Noktası (°C )	188 – 343	182 – 338
Parlama Noktası (°C )	60 – 80	100 – 170
Bulutlanma Noktası (°C )	-15 .... +5	-3 .... +12
Akma Noktası (°C )	-35 .... -15	-15 .... +10
Setan sayısı	40 – 55	48 – 65
Hava/ Yakıt oranı	15	13.8

#### 1.8.4. Biyodizelin Yaşamsal Döngü Analizi

Yaşamsal döngü analizi (Life Cycle Analysis, LCA), bir ürünün hammadde üretiminden başlayarak, mamul haline gelinceye kadar geçirdiği safhaları, kullanımını ve kullanım sonrası neden olduğu atıkları kapsar. Her bir aşamadaki enerji bilançosu ve çevreye etkileri incelenir. Yoğun sanayileşmenin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini önleme düşüncesinden hareketle geliştirilen LCA için ISO 14040 standardı uygulamaya sokulmuştur. LCA çevreye etki değerlendirmesi açısından en etkili araçtır ve LCA'nın başarısı doğal olarak verilerin sağlıklı olmasına bağlıdır. LCA da enerji bilançosu, karbon çevrimi ( Sera gazı emisyonu) ve diğer emisyonlar analitik olarak incelenmektedir. (Lohse, 2018)

Enerji bilançosunun oluşturulmasında hammaddenin üretimi, yağ elde etme amacıyla işlenmesi biyodizel üretimi, taşınması ve nihai kullanım aşamasında harcanan enerjiler hesaba katılmaktadır.

Sera gazı etkisi olan CO<sub>2</sub> ayrı incelenmekte, emisyonlar bölümünde de CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, ve Partikül madde incelemesi yapılmaktadır (Öğüt vd., 2006).

### 1.8.5. Enerji Bilançosu

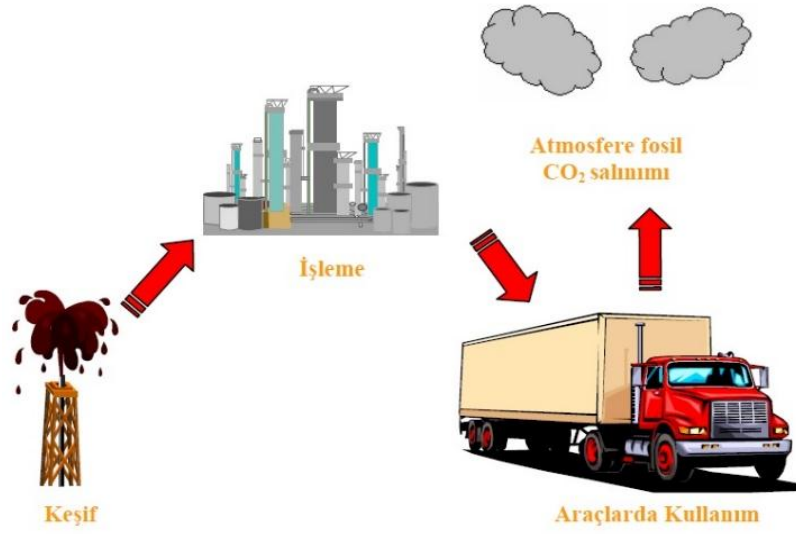
Biyodizel enerji bilançosu açısından da avantajlıdır. Biyodizelin elde edildiği bitkinin yetiştirilmesi, yağ ve yakıt eldesi aşamaları dikkate alındığında, enerji bilançosunda 2,5:1'lik oran olduğu enerjinin, gübreleme, ilaç, ekstraksiyon ( yağ eldesi), rafine, kimyasal işlem ve biyodizelin taşınması dahil harcanan enerjiden 2.5 kat fazla olduğudur. Bu nedenle, biyodizel pozitif bir enerji bilançosuna sahiptir (Acaroğlu vd., 2000).

Tablo 12'de yakıt türlerinin Enerji dengesi / Yaşamsal döngü envanteri verilmiştir. Tablodan da anlaşılacağı üzere biyodizel diğer yakıt türlerine göre çok daha avantajlı bir yakıt türüdür. Şekil 9 ve Şekil 10'da petrodizel ve biyodizelin döngüsü gösterilmektedir. Şekil 9 'da petrodizelin araçlarda kullanımı ile tam bir döngü olmadığı, petrodizel kullanımından sonra açığa çıkan CO<sub>2</sub>'nin direk atmosfere salındığı açıkça görülmektedir. Şekil 10'da ise araçlarda biyodizel kullanılması durumunda açığa çıkan CO<sub>2</sub>'nin fotosentez yapan bitkiler tarafından kullanılarak tam bir döngü sağlandığı görülmektedir.

Tablo 12. Enerji dengesi/enerji yaşamsal döngü envanteri (URL-5, 2016)

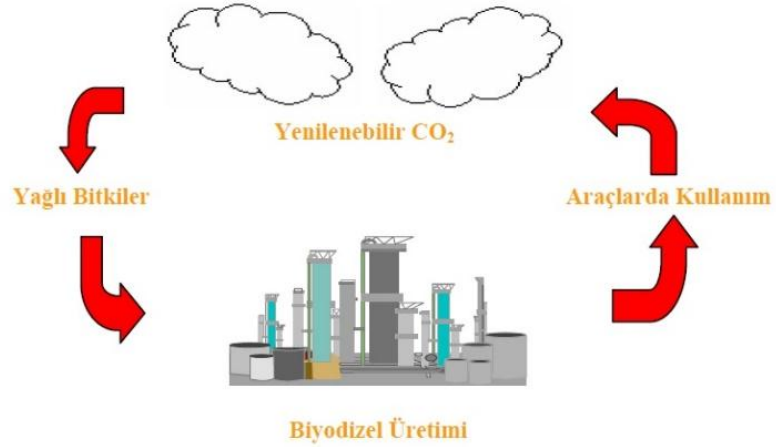
Yakıt	Enerji Verimi	Net Enerji
<b>Benzin</b>	0.805	% - 19,5
<b>Dizel</b>	0.843	% - 15,7
<b>Etanol</b>	1.34	% 34
<b>Biyodizel</b>	3.20	% 220





Şekil 9. Petrodizelin enerji dengesi (Öğüt ve Oğuz, 2006)

◆ Fosil kaynaklı CO<sub>2</sub> yok; küresel ısınma yok



Şekil 10. Biyodizelin enerji dengesi (Öğüt ve Oğuz, 2006)

### 1.8.6. Biyodizelin Diğer Kullanım Alanları

Biyodizelin motor yakıtı olarak kullanımı dışında sayısız kullanım alanı vardır. Bunların başlıcaları şunlardır:

- Soba, fener ve diğer ısıtıcılarda,
- Model uçaklarda
- Kalorifer kazanlarında

- Yapışkan kimyasal, sprey boyaların ve otomobillerin istenmeyen boyaların temizlenmesinde çözücü olarak,
- Motor parçalarındaki yağ ve kurumun temizlenmesinde,
- Çok amaçlı makine yağlayıcısı olarak,
- Tuğla üretiminde ve çömlekçilikte,
- Araziye ya da suya kazaen dökülen petrolün temizlenmesinde,
- Jeneratör yakıtı olarak,
- İnşaat kalıplarının sıvanmasında,
- Hidrolik sıvısı olarak
- Demiryolu yağlayıcısı olarak
  - Gıda işletmelerinin yakıt ihtiyacının karşılanmasında kullanabilmektedir (Öğüt ve Oğuz, 2006).

## **1.9. Biyodizel Üretimi**

### **1.9.1. Biyodizel Üretiminde Kullanılan Hammaddeler**

Hayvansal yağlar, bitkisel yağlar, atık yağlar ve yağ teknolojileri yan ürünleri (depo dibi tortuları gibi), biyodizel üretiminde kullanılan temel hammaddelerdir.

#### **1.9.1.1. Hayvansal Yağlar**

Hayvansal yağlar yüksek asit değerine sahip olduğundan buldukları ortamda yüksek kirletici potansiyelleri vardır. Dolayısıyla çevresel açıdan tehdit oluşturmaktadır. Bu yüzden hayvansal yağların düşük kalitedeki kısımlarının ticari olarak biyodizele dönüştürülmesi hem enerji kaynağı sağlaması bakımından hem de çevre temizliği bakımından önemli ve iyi bir fırsattır (Cunha vd., 2013).

#### **1.9.1.2. Bitkisel Yağlar**

Bitkisel yağların motor yakıtı olarak kullanılması 1900'lü yıllara dayanmaktadır. Dizel motorunun mucidi olarak bilinen Rudolf Diesel, 1900 yılında düzenlenen Paris'teki

Dünya Sergisinde fıstık yağı ile çalıştırdığı dizel motorunu sergilemiştir. Bitkisel yağlar, bir dönem motor yakıtı olarak kullanılmış olsa dahi 1920'lerin sonuna doğru, petrol endüstrisinin gelişimi yüzünden ilgi petrol ve petrol ürünlerine kaymış, bitkisel yağların motor yakıtı olarak kullanılması cazibesini kaybetmiştir (Alptekin ve Çanakçı, 2006).

### **1.9.1.3. Atık Yağlar**

Biyodizel üretimi için bitkisel ve hayvansal yağlar gibi biyolojik ve yenilenebilir kaynakların kullanılması birçok yönden faydalı olsa da bu ürünlerin yüksek fiyatları büyük bir sorun oluşturmaktadır (Sabudak ve Yıldız, 2010). Bu durum kullanılmış kızartma yağların, atık hayvansal yağların, bitkisel yağ rafinasyonu ürünleri (soap-stock) gibi ucuz ürünlerin biyodizel için hammadde olarak değerlendirilmesi fikrini geliştirmiştir (Felizardo vd., 2006). Evlerde ve sanayide kullanılan yağların, atıkları gün geçtikçe artmakta ve oluşan bu atık yağlardan kaynaklanan çevre sorunları, dünya çapında giderek büyüyen bir problem haline gelmektedir. Atık kızartma yağlarının uygun yöntemlerle, yeniden kullanılabilir bir forma dönüştürülmesi hem ekonomik açıdan hem de çevresel açıdan yarar sağlayacaktır (Sabudak ve Yıldız, 2010).

Atık bitkisel yağların, ham yağlarla kıyaslandığında 2 – 3 kat daha ucuz oluşu, biyodizel üretiminde değerlendirilmesi üretim maliyetinin azaltılması açısından önemli bir yoldur (Morais vd., 2010). Atık yağların biyodizel üretiminde ham madde olarak kullanılması, atık yağlardan kaynaklanan çevre sorununu ortadan kaldıracaktır (Huynh vd., 2011).

### **1.9.2. Biyodizel Üretiminin Temelleri**

Biyodizelin hammaddesi, hayvanlardan ve bitkilerden elde edilen ham yağlar ve ham yağların kullanımından sonra oluşan atık yağlardır. Temel prensip olarak yağlardan biyodizel eldesi yağın içerisindeki esterle gliserini ayırma işlemine dayanmaktadır. (Öğüt ve Oğuz, 2006) Yağlardan biyodizel eldesi için; seyreltme, mikroemülsiyonlar oluşturma, piroliz, hidroişlem, transesterleşme (alkoliz), süperkritik akışkanlarla transesterleşme yöntemleri kullanılır.

### **1.9.3. Biyodizel Üretim Yöntemleri**

#### **1.9.3.1. Seyreltme**

Bitkisel yağların dizel motorlarda yakıt olarak kullanılabilmesi için normal dizel yakıtta göre fazla olan viskozitelerinin azaltılması gerekir. Bunun içinde bitkisel yağlara belli oranda dizel yakıt karıştırılarak seyreltilmesi gerekir (Bartan, 2009).

#### **1.9.3.2. Mikroemülsiyonlar**

Mikroemülsiyon; birbirine karışmayan iki sıvının yüzey aktif bir madde yardımıyla 0,01–0,1 mikron çapında damlacıklar oluşturmasıdır. Bitkisel yağın viskozitesini düşürebilmek amacıyla metanol, etanol gibi kısa zincirli alkollerle mikroemülsiyon oluşturulur. Bu yöntemle yağın viskozitesi düşürülebilir ancak alkollerin setan sayısının düşük olmasından dolayı, oluşturulan emülsiyonun setan sayısı da düşük olacaktır ve sonuç olarak karışım düşük sıcaklıklarda ayrışma eğilimi gösterecektir. Bu durum oluşan yakıt için bir dezavantaj oluşturacaktır (Bartan, 2009; Ma ve Hanna, 1999).

#### **1.9.3.3. Piroliz**

Piroliz; havasız veya oksijensiz bir ortamda bir maddenin, ısı yardımıyla, başka bir maddeye dönüştürülmesidir. Bu olay sırasında uzun zincirli yapı, daha küçük yapılar oluşturabilmek amacıyla kırılır. Biyodizel ham maddesi olan yağların pirolizlenmesi mümkündür fakat bu yöntem pahalı bir yöntemdir (Bartan, 2009; Ma ve Hanna, 1999).

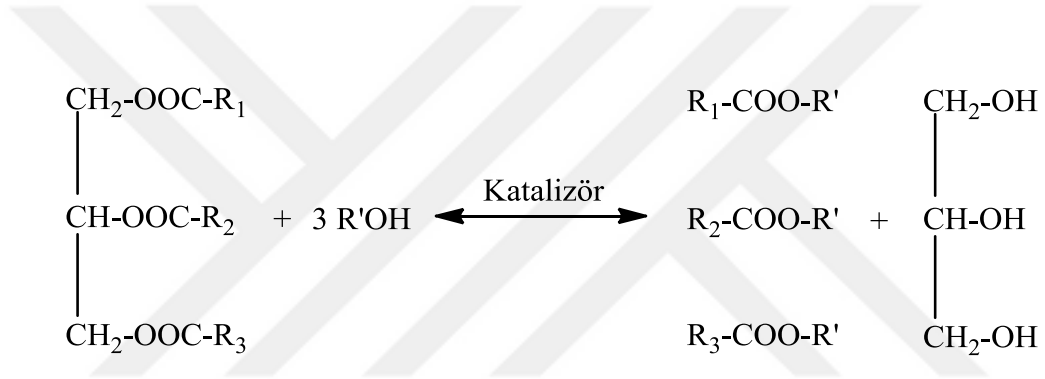
#### **1.9.3.4. Hidroişlem**

Biyodizel üretimindeki bir başka alternatif yöntem hidroişlem olup hidrokarbonlar; hidrooksijenleme (HDO) ve, hidrokarboksilasyon (HDC) reaksiyonlarıyla üretilir. HDO reaksiyonu ile meydana gelen alkanlar, orijinal yağ asidi gibi çift karbon sayısına sahiptirler (16 veya 18). Su ve propan yan ürünüdür. HDC tepkimesi sonucunda tek sayıda

karbon (orijinal yağ asidi zincirinden bir eksik) üretilir ve yan ürün olarak CO, CO<sub>2</sub> ve propan meydana gelir (Filho vd., 1993).

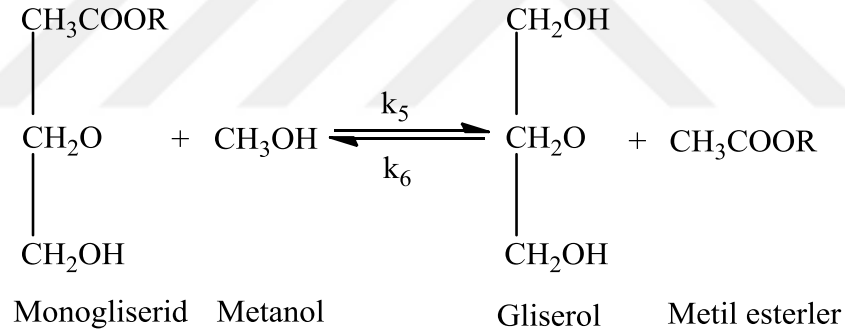
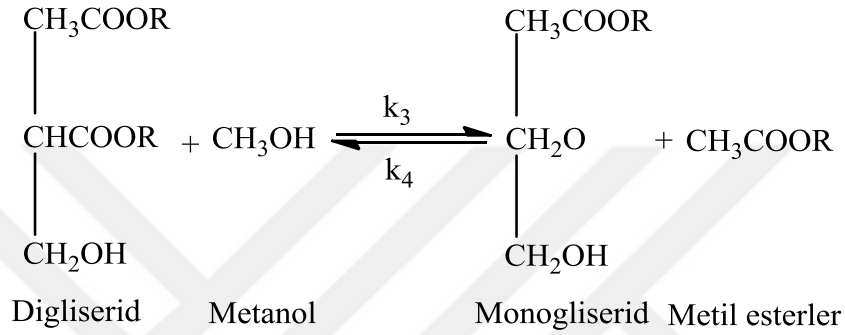
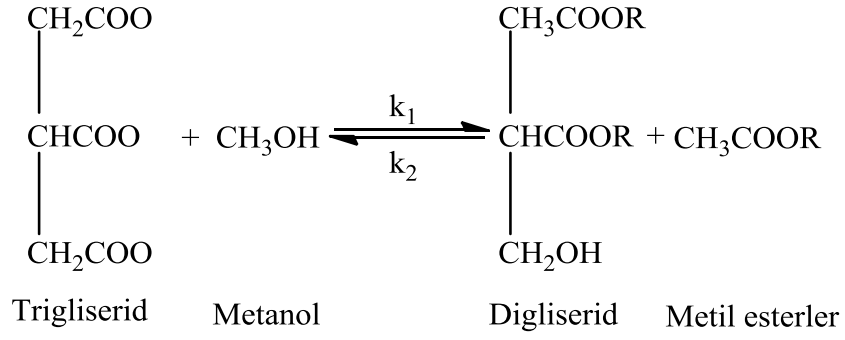
### 1.9.3.5. Transesterleşme (Alkoliz)

Transesterleşme, biyodizel hammaddelerinin bir katalizör eşliğinde alkol ile reaksiyona girip ester ve gliserol oluşumu ile sonuçlanan tepkimedir. Bir başka ifadeyle; transesterleşme, esterin bir formunun farklı bir formuna dönüşmesi demektir. Stokiyometrik olarak transesterleşme tepkimesi Şekil 11'de görülmektedir (Meher vd., 2006).



Şekil 11. Transesterleşme tepkimesi (R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> ve R' alkil gruplarını temsil etmektedir)

Şekil 11'de verilen tepkime sırasıyla Şekil'12 de gösterildiği gibi üç ardışık denge tepkimesinden oluşur.



Şekil 12. Transesterleşme tepkimesinin basamakları

Transesterleşme reaksiyonu, tersinir bir reaksiyon olduğundan ortamda fazla miktarda alkol bulunması reaksiyonun ürünler tarafına kaymasına sebep olur. Metanol, etanol, propanol, bütanol ve amil alkol transesterleşmede kullanılabilen alkoller olarak sayılabilir. Transesterleşme reaksiyonlarında en çok kullanılan alkoller metanol ve etanoldür. Hem kısa zincirli hem de polar bir alkol olan metanol ayrıca düşük maliyeti, fiziksel ve kimyasal avantajlarından dolayı çokça kullanılan bir alkoldür (Leung ve Guo, 2006).

### 1.9.3.6. Süperkritik Akışkanlarla Transesterleşme

Biyodizel üretimindeki bir başka alternatif yöntem ise süperkritik koşullarda metanol ile yapılan transesterleşmedir. Bu reaksiyon sırasında katalizör kullanılmaz (Demirbaş, 2002; Saka ve Kusdiana, 2001). Reaksiyon oldukça hızlıdır, 10 dakikada % 50-95 dönüşüme ulaşılabilir, fakat bu tepkime yüksek sıcaklık (250-400 °C) ve basınçta (1200 psi) gerçekleştiği için yüksek enerji ve üretim maliyeti sorunu söz konudur (Al-Zuhair, 2007; Gerpen vd., 2004). Bu olumsuz duruma karşı katalizörsüz süperkritik yöntemde standart transesterleşmeye karşı üstünlükleri de vardır. Katalizörlü transesterleşme tepkimesinde serbest yağ asidi ve su oluşumu olumsuz bir durumdur çünkü tepkime ortamında sabun oluşur bu da katalizörün etkinliğini kaybetmesine sebep olur. Oysa katalizörsüz süperkritik yöntemde su varlığı tepkimenin yürümesini sağlar. Katalizörsüz süperkritik yöntem çevre dostu bir yöntemdir. Katalizör kullanılmadığı için üretim sonrası metil ester karışan katalizör ve oluşan sabunun ayrılmasına ihtiyaç duyulmadığından ayırma işlemi kolay olur. Bu sayede atık su, asidik ve alkali madde bulundurmaz. Ayrıca katalizörsüz süperkritik yöntem 2 ila 4 dakikada dengeye gelirken, katalizörlü transesterleşme tepkimesinin dengeye ulaşması saatler sürer. Bu bakımdan da süperkritik yöntem daha avantajlıdır (Saka ve Kusdiana, 2001).

Tablo 13'te biyodizel üretim yöntemlerinin karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo13. Biyodizel üretim yöntemlerinin karşılaştırılması (Leung ve Guo, 2006)

<b>Yöntem</b>	<b>Direk Kullanma ve Seyreltme</b>	<b>Mikroemülsiyonlar</b>	<b>Piroliz</b>
<b>Tanım</b>	Bitkisel yağın direk dizel yakıt olarak kullanılması veya dizel yakıtla karıştırarak kullanılması	İki karışmayan sıvı ve bir veya daha fazla iyonik veya iyonik olmayan amfifilden kendiliğinden oluşan 1-150mm büyüklüğünde Mikro yapılardan oluşan optikçe izotrop akışkanın koloidal denge dağılımı	Uzun zincirli ve Doymuş biyokütlenin ısı ile biyodizel dönüşümü
<b>Avantaj</b>	Sıvının doğası taşınabilirlik Isı kapasitesi (dizel yakıtın % 80'i kadar)	Yanma sırasında daha iyi spreyleme Daha düşük viskoziteli yakıt	Petrol kaynaklı benzin ve dizel yakıtlara kimyasal benzerlik
<b>Dezavantaj</b>	Yüksek viskozite Düşük uçuculuk Doymamış hidrokarbon zincirlerinin reaktifliği	Daha düşük setan sayısı Düşük enerji kapasitesi	Tepkime için fazla enerji tüketimi ve bundan dolayı yüksek maliyet
<b>Motordaki Problemler</b>	Kok oluşumu Karbon kalıntısı	Düzensiz enjektör iğnesinin yapışması; tam yanmanın gerçekleşmemesi Ağır karbon kalıntıları; yağlama yağının viskozitesi artar	-----



#### 1.9.4. Kimyasal Proses

Transesterifikasyon; bitkisel yağlardan biyodizel üretimi işlemidir. Temel olarak hidrokarbon zincirinin başka bir moleküle bağlanmış molekülün yani esterin, bir şeklinin diğer bir şekle dönüşümünü ifade eder. Bitkisel yağlar, trigliserid olarak adlandırılır. Gliserin bitkisel yağı kalın ve yapışkan yapar. Transesterifikasyon sırasında gliserin bitkisel yağdan uzaklaştırılır, böylece yağ daha ince hale gelir ve viskozitesi azalır. Biyodizel üretiminin esası, bitkisel yağın içerisindeki esterle gliserini ayırma işlemidir. Trigliseridi parçalamak içinde katalizörler kullanılır. Bu işlem için yaygın olarak NaOH ya da KOH kullanılmaktadır. NaOH piyasada kostik soda olarak bilinir ve daha çok tanecikli halde bulunur. Biyodizel üretiminde kullanılacak kostik saf olmalıdır. KOH, NaOH'a göre biraz daha az zehirli etkiye sahiptir. Biyodizel üretiminde katalizör olarak KOH kullanıldığında gliserinin içerisinde bulunan potasyum, potasyum fosfatlı gübrenin bileşenidir. Katalizörler deri, göz ve akciğerlere zarar verebilir. İçildiğinde ise hayati tehlike söz konusu olabilir. Reaksiyonda serbest kalan esterler, alkolle birleşir. Katalizör ise gliserinle birleşir.

Bitkisel yağ bir asittir. Alkol ve katalizörler ise baz karakterlidir. Biyodizel reaksiyonunda kullanılan katalizörün miktarı, bitkisel yapın pH değerine bağlı olmaktadır. Bitkisel yağın bünyesinde bulunan yağlar, asit karakterli olduğu için yağ asidi olarak adlandırılırlar.

Biyodizel üretiminde kullanılacak hammaddenin, serbest yağ asidi oranı reaksiyonun meydana gelmesi açısından önemli bir parametredir. Kullanılmış atık kızartma yağının serbest yağ asit oranı, yeni yağa göre daha fazladır. Serbest yağ oranının fazlalığı, bitkisel yağın jelleşme sıcaklığını artırır. Biyodizel üretiminde serbest yağ asitlerini ortadan kaldırmak önemli bir ihtiyaçtır. Kullanılmış atık kızartma yağının serbest yağ asit oranı yeni yağa göre daha fazla olduğu için, bu durumda nötralizasyon amacıyla daha çok katalizör kullanılır (Öğüt ve Oğuz, 2006).

#### 1.9.5. Biyodizelin Çevresel Özellikleri

Şekil 13'te de görüldüğü gibi biyodizel, bitkisel yağlardan elde edilir. Bitkilerde doğadaki CO<sub>2</sub> 'i fotosentez yolu ile dönüştürüp karbon döngüsünü sağlar. Dolayısıyla biyodizelin yakıt olarak kullanılması, sera etkisine olumsuz katkı sağlamaz. Yakıt olarak

kullanılan biyodizelden açığa çıkan CO<sub>2</sub>, biyodizel üretiminde hammadde kaynağı olarak kullanılan bitkiler tarafından en fazla bir yıl içinde geri alınacaktır. Bu durum biyodizelin en önemli çevresel üstünlüklerinden biridir. Çünkü fosil yakıtlardan geri alınamayan CO<sub>2</sub> emisyonları sera gazı etkisiyle, Dünya'nın en önemli sorunlarından biri olan küresel ısınmaya sebep olmaktadır. Biyodizel kullanımı, fosil yakıt kullanımına nazaran çok daha az CO<sub>2</sub> emisyonuna sebep olacağından ve açığa çıkan CO<sub>2</sub> emisyonunun bir yıl içinde geri alınacağından sera gazı etkisi ve bununla beraber gelen diğer çevresel sorunların gün geçtikçe azalmasına katkı sağlayacaktır.

- Biyodizelin, suya karışması durumunda, 28 gün sonra %95'i çözünürken, benzer durumda dizel yakıtın yüzde 40'ı çözünebilmektedir.



Şekil 13. Biyodizel döngüsü (URL-6, 2016)

Bakteriler tarafından kolayca ayrıştırılabilen biyodizel çevre dostu yakıt olup ayrıca içerdiği kükürt miktarı, dizel yakıtlara oranla çok daha düşüktür. Bu da dizel yakıtlar yerine biyodizel kullanılması, asit yağmuru gibi olumsuz çevresel etkilerin oluşmasını önler.

- Ayrıca CO emisyonlarının düştüğü, partikül madde ve yanmamış hidrokarbon (HC) salınımının daha az olduğu ispatlanmıştır.
- Biyodizelin gerek saf halde gerekse dizel yakıtla karışım halinde kullanımı ile CO, HF, PM, SO<sub>x</sub> ve CH<sub>4</sub> emisyonlarında azalma, NO<sub>x</sub> ve HCl emisyonlarında ise artma

görülmektedir.

- Egzoz gazı emisyonu bakımından da biyodizel, dizel yakıttan daha üstündür. Her iki yakıtın egzoz gazı emisyonu incelendiğinde CO, HC, PM, SO<sub>x</sub> emisyonlarının biyodizel de daha az, NO<sub>x</sub> emisyonlarının ise fazla olduğu görülmektedir.
- Dizel yakıtı kullanımıyla oluşan sülfür emisyonu biyodizel kullanımında oluşmamakta ve dizel yakıtından gelen kirlilik temizlenmektedir.
- Biyodizel kullanımında oluşan karbon monoksit emisyonu dizel yakıtı göre % 48 daha azdır.
- Yakıtlardan ya da farklı kirleticiler tarafından havaya karışan partiküller insan sağlığını tehlikeye atmaktadır. Biyodizel,dizel yakıtlarla kıyaslandığında, biyodizelin açığa çıkardığı partikül miktarı dizel yakıtlardan % 47 daha azdır.
- Biyodizel kullanımı dizel yakıt kullanımıyla karşılaştırıldığında; biyodizel kullanımında oluşacak olan yanmamış hidrokarbon % 67, CO<sub>2</sub> emisyonu % 80, kanserojen etki gösteren aromatik hidrokarbonlar % 75 - % 90 oranında dizel yakıtı göre daha azdır.
- Biyodizel kullanımının başka önemli bir avantajı da kükürt içermemesidir. Bu özelliği sayesinde kükürt dioksit emisyonu oluşturmayacağından kanser yapıcı zararlı etkenler dizel yakıtı göre azalmakta ve kanser riski % 90'a varan oranlarda düşmektedir (URL-6, 2016).
- ABD Çevre Koruma Ajansı biyodizelin kullanımının; hava ve su kalitesinin artırılması, atık yağların azaltılması ve atıkların meydana getirecek olduğu çevresel riskin azaltılması yönünde önemli olduğunu belirtmiştir (URL-7, 2016).

### **1.10. Türkiye’de Biyodizele Ait Mevzuatlar**

Ülkemizde, 20.12.2003 tarihinde ve 25322 Sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 5015 Sayılı Petrol Piyasası Kanununun 2. Maddesi 5.Fıkrasında yer alan ‘Akaryakıt: Benzin türleri, nafta (hammadde, solvent nafta hariç), gazyağı, jet yakıtı, motorin türleri, fuel-oil türleri ile Kurum tarafından belirlenen diğer ürünler’ ifadesiyle ilk kez biyodizele atıf yapılmıştır (Öğüt ve Oğuz, 2006; R.G. 20.12.2003). Ayrıca 18.05.2005 tarihli 25819 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan ‘Enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasına dair yönetmelikte ‘biyoyakıt ve hidrojen gibi alternatif yakıt kullanımının özendirilmesine ve idari yaptırımlara ilişkin usul ve esasları yönetmelik kapsamındadır (R.G. 18.05.2005)

12.04.2006 tarihli, 26137 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan ‘Petrol Piyasasında Ulusal Marker Uygulamasına İlişkin’ yönetmelikte biyodizel üretimi yapan işletme lisansı sahiplerinin uyması gereken kurallar belirtilmiştir (R.G. 12.04.2006)

17.05.2014 tarihli ve 29003 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Sera Gazı Emisyonların Takibi” hakkındaki yönetmelikte “Biyokütle: Bitkisel ve hayvansal maddeleri içeren tarım ve ormancılık ile balıkçılık ve su kültürü gibi faaliyetlerden kaynaklanan ürün, atık ve kalıntıların biyolojik olarak ayrışabilen kısımları, sanayi ve belediye atıklarının biyolojik olarak ayrışabilen kısımları, biyosiviler ve biyoyakıtlar” şeklinde tanımlanmıştır. Yine bu yönetmelikte biyokütle üretimi yapan tesislerin yönetmelik dışında tutulduğu belirtilmiştir. Ayrıca biyokütle emisyon faktörünün sıfır kabul edildiği belirtilmiştir (R.G. 17.05.2014)

06.06.2015 tarihli ve 29378 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Bitkisel Atık Yağların Kontrolü” yönetmeliğinde “biyodizel; her türlü biyolojik orijinli yağlar ile hayvansal yağların bir katalizatör eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile (metanol veya etanol) reaksiyonu sonucunda açığa çıkan ve yakıt olarak kullanılan ürün” olarak tanımlanmıştır. Bu yönetmelikte bitkisel atık yağların oluşumundan ortadan kaldırılmasına kadar çevre ve insan sağlığına zarar verilmeden yönetiminin sağlanması, yönetiminde gerekli teknik ve idari standartların oluşturulması ve buna yönelik prensip, politika ve programların belirlenmesine ilişkin usul ve esasları düzenlenmiştir (R.G. 06.06.2015).

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Trabzon ilinde atık yağların biyodizel eldesinde kullanılabilirliğini araştırmak amacıyla yürütölen bu çalışmada ilimizde enerji, biyodizel ve atık yağlar konusunda toplumumuzun farkındalık seviyesini görebilmek amacıyla Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyoloji Bölümünün yönlendirmesiyle bir anket hazırlandı. (Ek-1) Hazırlamış olduğumuz anket nüfus yoğunluğuna göre belirlemiş olduğumuz bir ilçede ortaokul ve lise öğrencilerine uygulandı. Ayrıca aynı anket eğitim seviyesi arttıkça konu hakkındaki farkındalığın nasıl değiştiğini görebilmek amacıyla Karadeniz Teknik Üniversitesi öğrencilerine gönüllölük esasına göre uygulandı. Toplumumuza yeterli bilgilendirme yapıldığı takdirde konuya olan yaklaşımların nasıl değiştiğini görebilmek amacıyla da Ortahisar Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğünün ev hanımlarına yönelik yapmış olduğu sunumlar esas alınarak yine Ortahisar Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğünün başlatmış olduğu atık yağ toplama yarışmasına katılan ev hanımlarına yönelik anket çalışması yapıldı. ( Ek -2)

Uygulanan anketlerin sonuçları Karadeniz Teknik Üniversitesi İstatistik ve Bilgisayar Bilimleri Bölümünün yönlendirmesiyle SPSS programı kullanılarak değerlendirilmiştir.

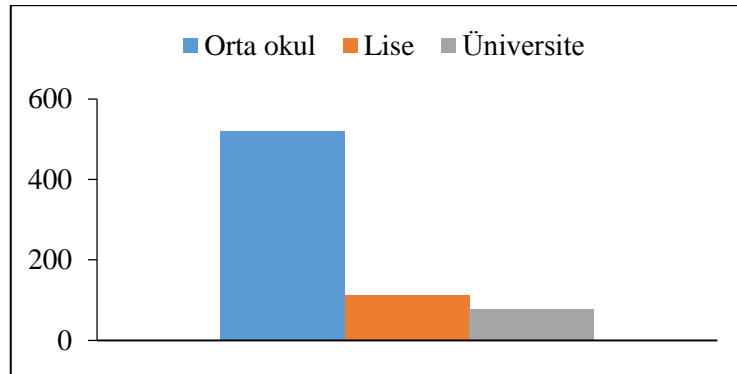
### 3. BULGULAR

Yenilenebilir enerji ve önemi, atık yağlar ve çevresel etkileri, atık yağlardan biyodizel üretimi gibi konularda ortaokul, lise ve üniversite düzeyindeki öğrencilerin bilgi seviyesini ve Ortahisar Belediyesi Çevre Temizlik İşleri Müdürlüğü'nün yapmış olduğu bazı çalışmalara paralel olarak ev hanımlarının konuya yaklaşımlarını görmek amacıyla hazırlanmış olduğumuz anket soruları ve ankete katılanların vermiş oldukları cevaplar ve ayrıca Ortahisar Belediyesi Çevre Temizlik İşleri Müdürlüğü'nün Ortahisar'da yürütmüş olduğu atık yağ toplama kampanyasının sonuçları bu bölümde ele alınacaktır.

#### 3.1. Anket

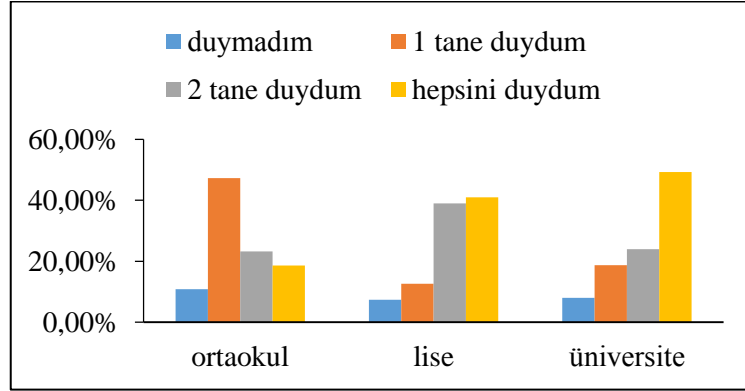
Anketlerimiz toplamda 751 kişiye uygulanmıştır. Katılımcılardan 521 kişi ortaokul, 113 kişi lise, 77 kişi üniversite öğrencisi ve 40 kişi de ev hanımıdır. Öğrenci gruplarına uygulanan anket okullarına ziyarete gidilerek yüz yüze, ev hanımlarına ise telefon yardımıyla ulaşılarak telefonda soru cevap şeklinde uygulanmıştır. Ev hanımlarına demografik soruları sorulmamıştır.

##### 3.1.1. Öğrenci Gruplarına Uygulanan Anket



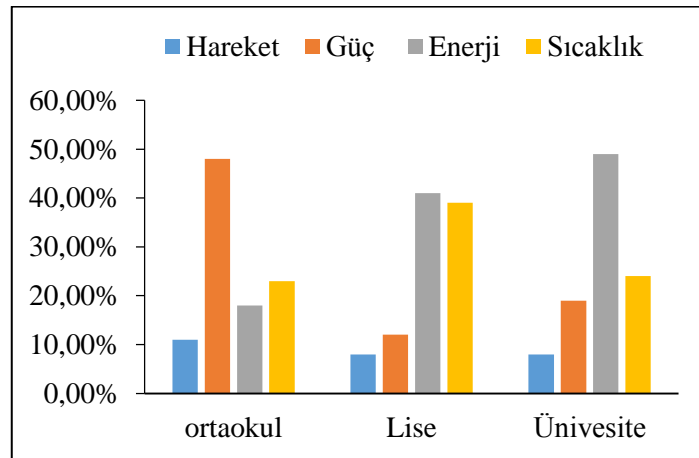
Şekil 14. Katılımcıların eğitim düzeyi

Katılımcıların %75'i ortaokul, %15'i lise, %10'u üniversite öğrencisidir.



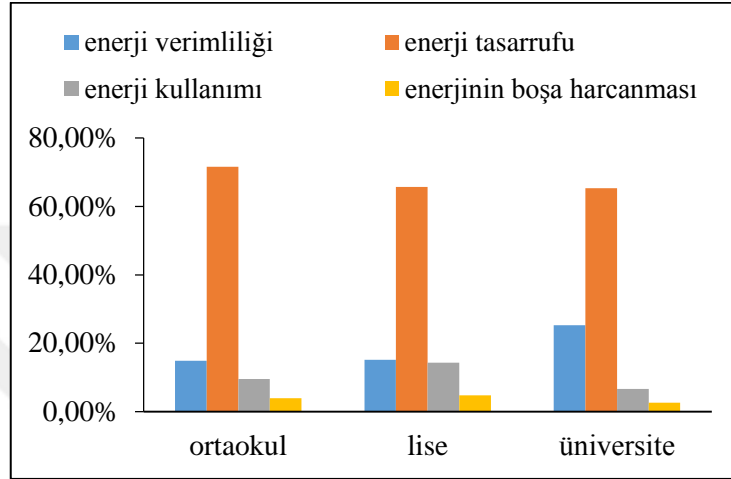
Şekil 15. Öğrencilere “Yenilenebilir enerji, Yeşil Enerji, Temiz Enerji” kavramlarının sorulması

Yenilenebilir enerji, Yeşil Enerji, Temiz Enerji" bu terimleri daha önce duydunuz mu? Sorusuna ortaokul öğrencilerinin yaklaşık %19'u Hepsini duyduğunu belirtmiştir. Lise öğrencilerinden hepsini duydum diyen öğrenci oranı % 41 iken, üniversite öğrencilerinde bu oran yaklaşık %50'dir. Kavramlardan iki tanesini duydum diyen öğrenci oranı ortaokulda %23, lisede %39 üniversitede %24'tür. Kavramlardan yalnızca bir tanesini duydum diyen öğrenci oranı ortaokulda %47, lisede %13, üniversitede ise %19'dur. Kavramlardan hiç birini duymadığını belirten öğrenci oranı ortaokulda %10, lisede %7, üniversitede ise %8'dir.



Şekil 16. Öğrencilere Enerji kavramının sorulması

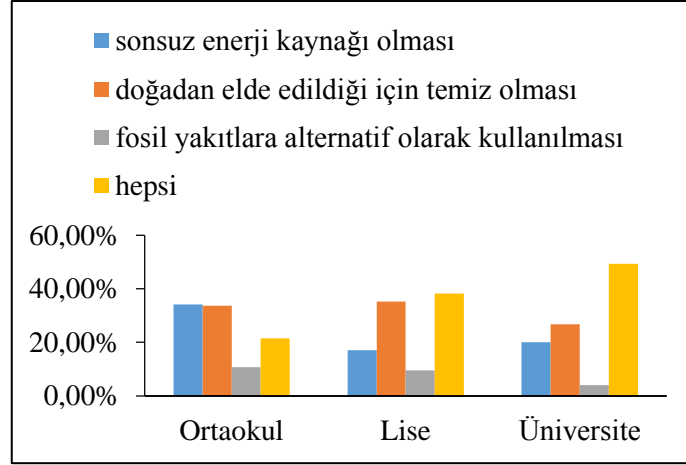
“En basit tanımıyla iş yapabilme kabiliyetine .....denir.” sorusuna ortaokul öğrencilerinin % 11’i ‘Hareket’, %48’i ‘Güç’, %18’i ‘Enerji’, % 23’ü ‘Sıcaklık’, cevabını vermiştir. Aynı soruya lise öğrencilerinin % 8’i ‘Hareket’, %12’si ‘Güç’, %41’i ‘Enerji’ ,% 39’u ise ‘Sıcaklık’, cevabını vermiştir. Üniversite öğrencilerinin % 8’i ‘Hareket’, %19’u ‘Güç’, %49’u ‘Enerji’, % 24’ü ise ‘Sıcaklık’ cevabını vermiştir.



Şekil 17. Öğrenci gruplarına ‘Enerji Verimliliği’ teriminin sorulması

“.....üretimde, konforumuzda ve iş gücümüzde herhangi bir azalma olmadan enerjiyi verimli kullanmak, israf etmemektir. Aynı işi daha az enerji kullanarak yapmaktır.” sorusuna; ortaokul öğrencilerinin % 15’i ‘Enerji Verimliliği’, %72’si ‘Enerji Tasarrufu’, % 10’nu ‘Enerji Tasarrufu’, %4’ü ise ‘Enerjinin Boşa Harcanması’ cevabını vermiştir. Aynı soruya lise öğrencilerinin % 15’i ‘Enerji Verimliliği’, %66’sı ‘Enerji Tasarrufu’, % 14’ü ‘Enerji Tasarrufu’, %5’i ise ‘Enerjinin Boşa Harcanması’ cevabını vermiştir. Üniversite öğrencilerinin % 25’i ‘Enerji Verimliliği’, %65’i ‘Enerji Tasarrufu’, % 6’sı ‘Enerji Tasarrufu’, %3’ü ise ‘Enerjinin Boşa Harcanması’ cevabını vermiştir.



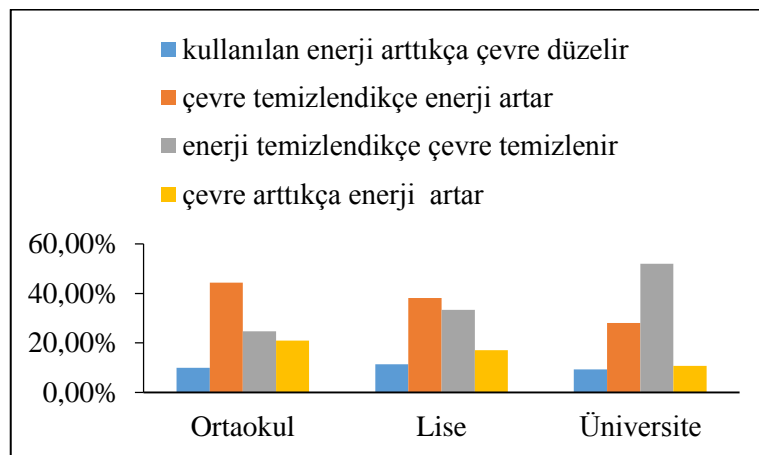


Şekil 18. Öğrenci gruplarına yenilenebilir enerjinin öneminin sorulması

“Yenilenebilir enerjinin önemi nedir?” sorusuna ortaokul öğrencilerinin % 34,ü ‘Sonsuz enerji kaynağı olması’, %34’ü ‘doğadan elde edildiği için temiz olması’, % 11’i ‘fosil yakıtlara alternatif olarak kullanılması’, %21’i ise ‘hepsi’ cevabını vermiştir.

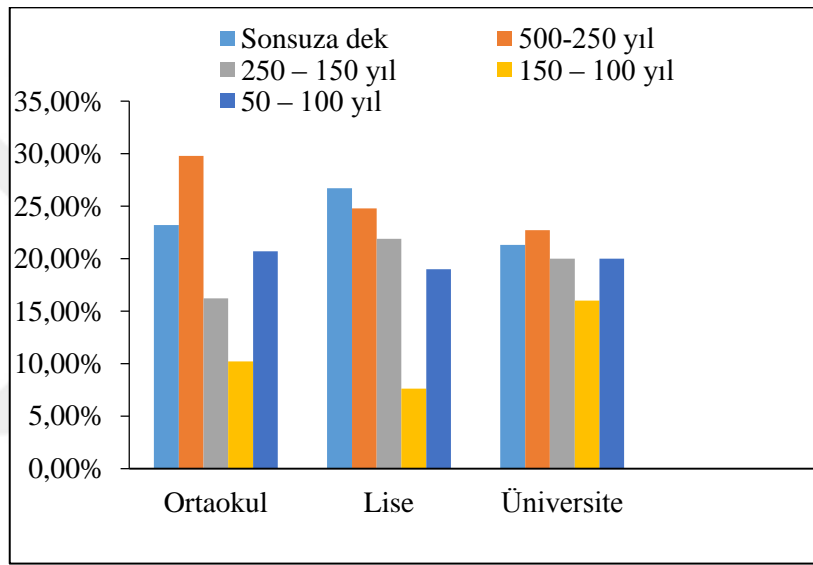
Lise öğrencilerinin % 17’si ‘Sonsuz enerji kaynağı olması’, %35’i ‘doğadan elde edildiği için temiz olması’, % 10’u ‘fosil yakıtlara alternatif olarak kullanılması’, %38’i ise ‘hepsi’ cevabını vermiştir.

Üniversite öğrencilerinin % 20’si ‘Sonsuz enerji kaynağı olması’, %27,si ‘doğadan elde edildiği için temiz olması’, % 4’ü ‘fosil yakıtlara alternatif olarak kullanılması’, %49’u ise ‘hepsi’ cevabını vermiştir.



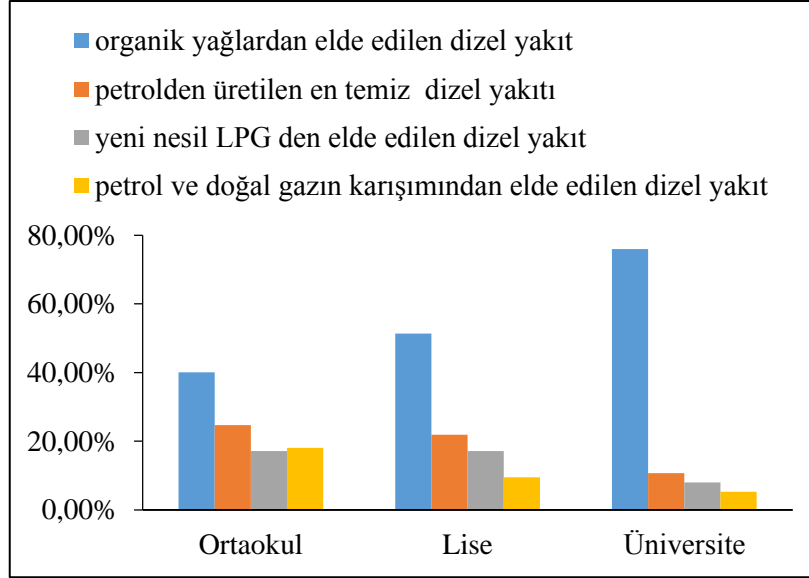
Şekil 19. Öğrenci gruplarına çevre – enerji ilişkisinin sorulması

Çevre – enerji arasındaki ilişki nedir? sorusuna ortaokul öğrencilerinin % 10'u 'Kullanılan enerji arttıkça çevre düzelir' %44'ü 'Çevre temizlendikçe enerji artar' %25'i 'Enerji temizlendikçe çevre temizlenir' %21'i 'Çevre arttıkça enerji artar'. cevabını vermiştir. Lise öğrencilerinin % 11'ü 'Kullanılan enerji arttıkça çevre düzelir' %38'i 'çevre temizlendikçe enerji artar' %33'ü 'Enerji temizlendikçe çevre temizlenir' %17'si 'Çevre arttıkça enerji artar' cevabını vermiştir. Ortaokul öğrencilerinin % 9'u 'Kullanılan enerji arttıkça çevre düzelir' %28'i 'çevre temizlendikçe enerji artar' %52'si 'Enerji temizlendikçe çevre temizlenir' %11'i 'Çevre arttıkça enerji artar' cevabını vermiştir.



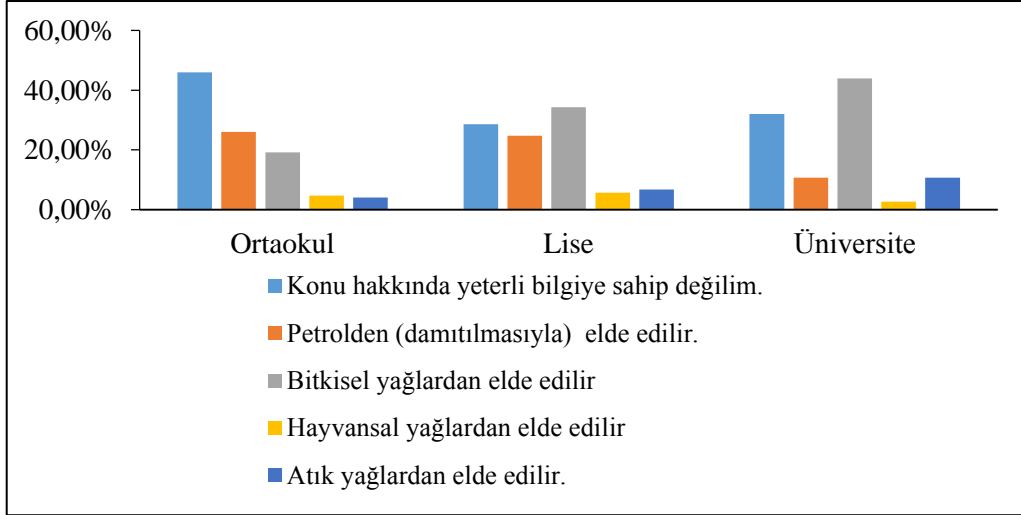
Şekil 20. Öğrenci gruplarına fosil yakıtların ömrünün sorulması

Sizece fosil yakıtların ömrü ne kadardır? Sorusuna; Ortaokul öğrencilerinin %23'ü 'Sonsuza dek', %30'u '500 – 250 yıl', %16'sı '250 – 150 yıl', %10'u '150 – 100 yıl', %21'i '50 – 100 yıl' cevabını vermiştir. Lise öğrencilerinin %27'si 'Sonsuza dek', %30'u '500 – 250 yıl', %22'si '250 – 150 yıl', %8'i '150 – 100 yıl', %19'u '50 – 100 yıl' cevabını vermiştir. Üniversite öğrencilerinin %21'i 'Sonsuza dek', %23'ü '500 – 250 yıl', %20'si '250 – 150 yıl', %16'sı '150 – 100 yıl', %20'si '50 – 100 yıl' cevabını vermiştir.



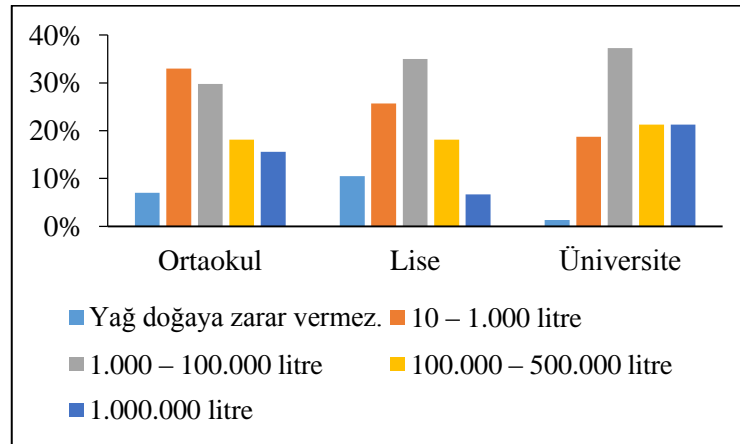
Şekil 21. Öğrenci gruplarının biyodizel hakkındaki görüşleri

Biyodizel nedir? Sorusuna; Ortaokul öğrencilerinin %40'ı 'Organik yağlardan elde edilen dizel yakıt', %25'i 'petrolden üretilen en temiz dizel yakıtı', %17'si 'Yeni nesil LPG den elde edilen dizel yakıt', %18'i 'petrol ve doğal gazın karışımından elde edilen dizel yakıt' cevabını vermiştir. Lise öğrencilerinin %51'i 'Organik yağlardan elde edilen dizel yakıt', %22'si 'petrolden üretilen en temiz dizel yakıtı', %17'si 'Yeni nesil LPG den elde edilen dizel yakıt', %10'u 'petrol ve doğal gazın karışımından elde edilen dizel yakıt' cevabını vermiştir. Üniversite öğrencilerinin %76'sı 'Organik yağlardan elde edilen dizel yakıt', %11'i 'petrolden üretilen en temiz dizel yakıtı', %8'i 'Yeni nesil LPG den elde edilen dizel yakıt', %5'i 'petrol ve doğal gazın karışımından elde edilen dizel yakıt' cevabını vermiştir.



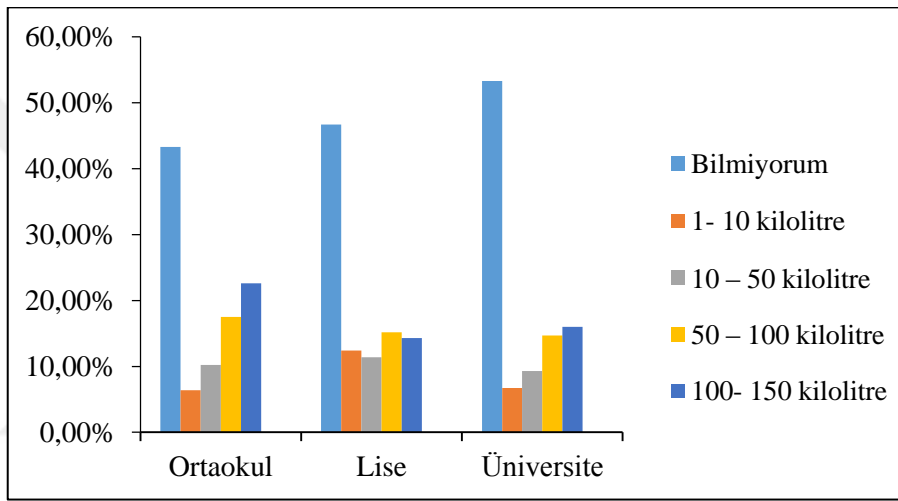
Şekil 22. Öğrenci gruplarının biyodizel eldesi hakkında görüşler

Biyodizel nasıl elde edilir? sorusuna ortaokul öğrencilerinin %46'sı 'Konu hakkında yeterli bilgiye sahip değilim.', %26'sı 'Petrolde (damıtılmasıyla)', %19'u 'Bitkisel yağlardan' %5'i 'Hayvansal yağlardan' % 4'ü de 'Atık yağlardan elde edilir' cevabını vermiştir. Lise öğrencilerinin %29'u 'Konu hakkında yeterli bilgiye sahip değilim.', %25'i 'Petrolde (damıtılmasıyla)', %34'ü 'Bitkisel yağlardan', %6'sı 'Hayvansal yağlardan', %7'si de 'Atık yağlardan elde edilir' cevabını vermiştir. Üniversite öğrencilerinin %32'si 'Konu hakkında yeterli bilgiye sahip değilim.', %11'i 'Petrolde (damıtılmasıyla)', %44'ü 'Bitkisel yağlardan', %3'ü 'Hayvansal yağlardan' % 11'i de 'Atık yağlardan elde edilir' cevabını vermiştir.



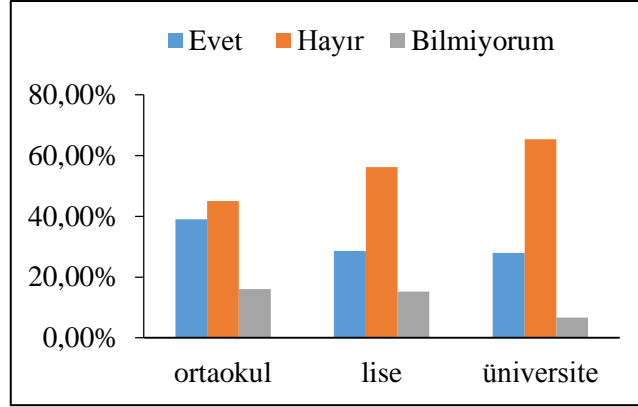
Şekil 23. Öğrenci gruplarının bir litre atık yağın kaç litre temiz suyu kirlettiği hakkındaki düşünceleri

1 litre yağ kaç litre temiz suyu kirletir? Sorusuna ortaokul öğrencilerinin %7'si 'Yağ doğaya zarar vermez' , %33'ü '10 – 1.000 litre', %30'u '1.000 – 100.000 litre', %18'i '100.000 – 500.000 litre', %16'sı '1.000.000 litre' cevabını vermiştir. Lise öğrencilerinin %11'i 'Yağ doğaya zarar vermez' , %25'i '10 – 1.000 litre', %35'i '1.000 – 100.000 litre', %18'i '100.000 – 500.000 litre', %7'si '1.000.000 litre' cevabını vermiştir. Üniversite öğrencilerinin %2'si 'Yağ doğaya zarar vermez', %19'u '10 – 1.000 litre', %37'si '1.000 – 100.000 litre', %21'i '100.000 – 500.000 litre', %21'i '1.000.000 litre' cevabını vermiştir.



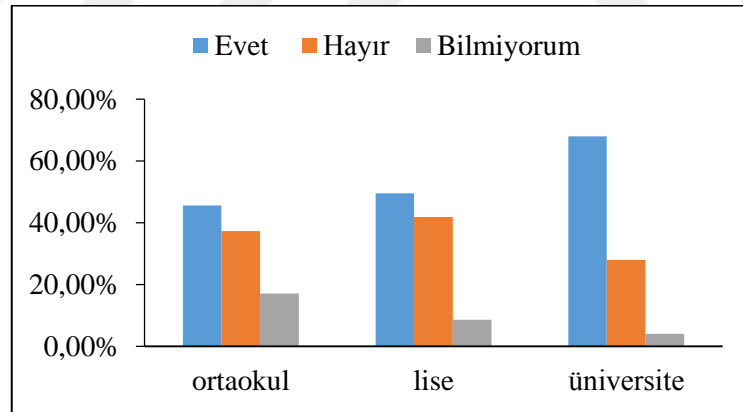
Şekil 24. Öğrenci gruplarının buldukları ilde toplanan atık yağ miktarı hakkındaki düşünceleri

Sizce bulunduğumuz ilde yılda ortalama kaç kilolitre (ton) yağ toplanmaktadır? Sorusuna Orta okul öğrencilerinin %43'ü 'Bilmiyorum' %6'sı '1- 10 kilolitre' %10'u '10 – 50 kilolitre' %17'si '50 – 100 kilolitre' %22'si '100- 150 kilolitre' cevabını vermiştir. Lise öğrencilerinin %46'sı 'Bilmiyorum' %12'si '1- 10 kilolitre', %11'i '10 – 50 kilolitre' %15'i '50 – 100 kilolitre', %14'ü '100- 150 kilolitre' cevabını vermiştir. Üniversite öğrencilerinin %53'ü 'Bilmiyorum' %7'si '1- 10 kilolitre', %9'u '10 – 50 kilolitre' %15'i '50 – 100 kilolitre', %16'sı '100- 150 kilolitre' cevabını vermiştir.



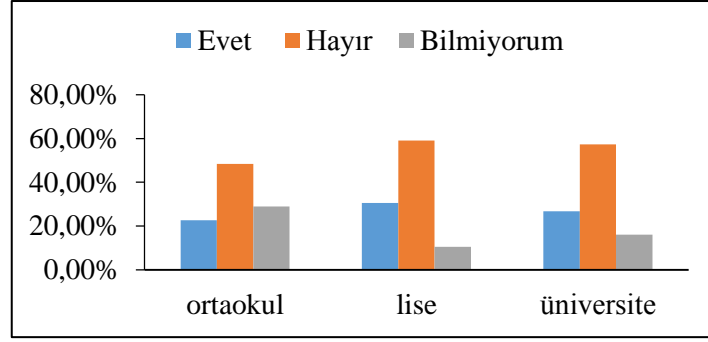
Şekil 25. Öğrenci gruplarının enerji kaynaklarımızı değerlendirmemiz hakkındaki düşünceleri

Sizce ülkemiz kendi enerji ihtiyacını kendi kaynaklarından karşılayabiliyor mu? Sorusuna; ortaokul öğrencilerinin %39'u evet cevabını verirken, evet oranı lise öğrencilerinde %29 üniversite öğrencilerinde ise %28'dir. Hayır diyen öğrenci, oranı ortaokulda %45 lisede %56, üniversitede ise %65'tir. Konu hakkında bilgisi olmayan öğrenci oranı ise ortaokulda %16, lisede %15, üniversitede ise %7'dir.



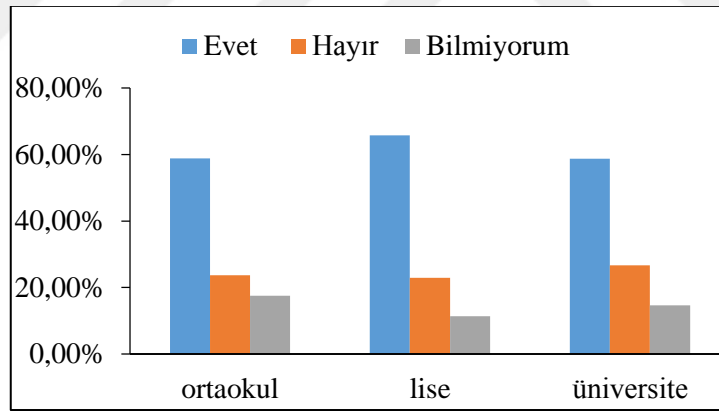
Şekil 26. Öğrenci gruplarının ülkemizi enerji kaynakları bakımından değerlendirmesi

Ülkemiz enerji kaynakları bakımından zengin midir? Sorusuna ortaokul öğrencilerinin %45'i evet cevabını verirken, evet oranı lise öğrencilerinde %50 üniversite öğrencilerinde ise %68'dir. Hayır diyen öğrenci, oranı ortaokulda %48, lisede %59, üniversitede ise %57'dir. Konu hakkında bilgisi olmayan öğrenci oranı ise ortaokulda %17, lisede %9, üniversitede ise %4'tür.



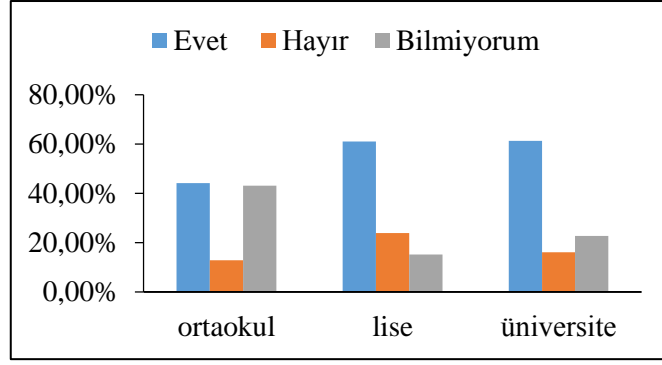
Şekil 27. Öğrenci gruplarının fosil yakıtlarının enerji ihtiyacını karşılaması hakkındaki düşünceleri

Artan dünya nüfusu dikkate alındığında, fosil yakıtlar gerekecek olan enerji ihtiyacını karşılayabilir mi? Sorusuna ortaokul öğrencilerinin %23'ü evet cevabını verirken, evet oranı lise öğrencilerinde %30 üniversite öğrencilerinde ise %27'dir. Hayır diyen öğrenci, oranı ortaokulda %48 lisede %59, üniversitede ise %57'dir. Konu hakkında bilgisi olmayan öğrenci oranı ise ortaokulda %29, lisede %10, üniversitede ise %16'dır.



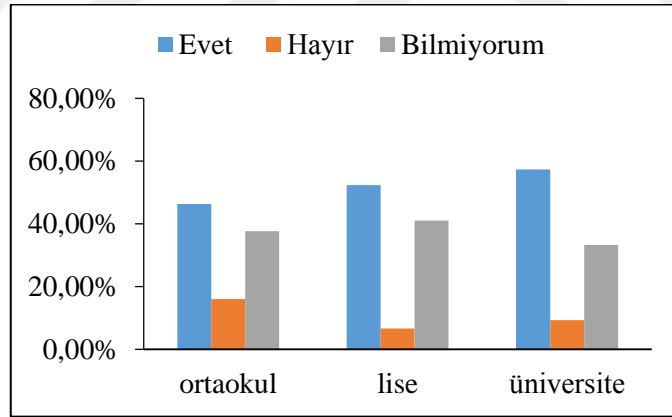
Şekil 28. Öğrenci gruplarının fosil yakıtlarının çevreye zararı hakkındaki düşünceleri

Fosil yakıtlar çevreye zarar verir mi? Sorusuna ortaokul öğrencilerinin %59'u evet cevabını verirken, evet oranı lise öğrencilerinde %65, üniversite öğrencilerinde ise %59'dur. Hayır diyen öğrenci, oranı ortaokulda %24, lisede %23, üniversitede ise %27'dir. Konu hakkında bilgisi olmayan öğrenci oranı ise ortaokulda %17, lisede %11, üniversitede ise %15'tir.



Şekil 29. Öğrenci gruplarının fosil yakıtlara alternatif enerji kaynağının olup olmadığı yönündeki düşünceleri

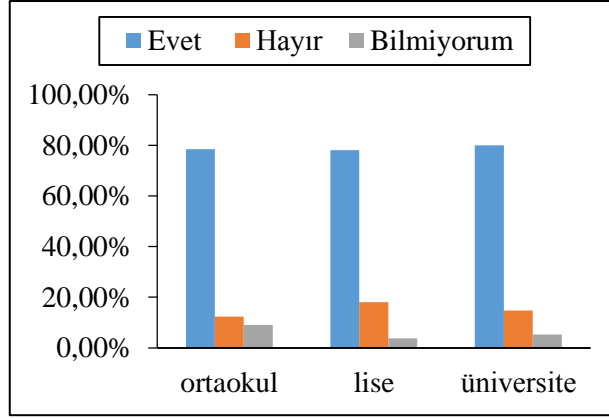
Fosil yakıtlara alternatif enerji kaynakları var mıdır? Sorusuna ortaokul öğrencilerinin %44'ü evet cevabını verirken, evet oranı lise ve üniversite öğrencilerinde %61'dir. Hayır diyen öğrenci, oranı ortaokulda %13, lisede %24, üniversitede ise %16'dır. Konu hakkında bilgisi olmayan öğrenci oranı ise ortaokulda %43, lisede %15, üniversitede ise %23'tür.



Şekil 30. Öğrenci gruplarının biyokütlenin enerji olarak kullanılmasına yönelik düşünceleri

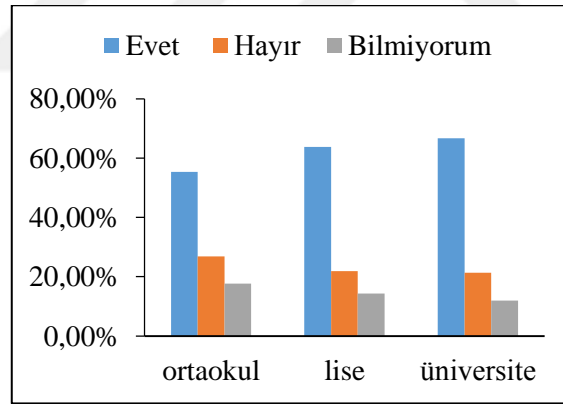
Biyokütle enerji kaynağı olarak kullanılabilir mi? Sorusuna ortaokul öğrencilerinin %46'sı evet cevabını verirken, evet oranı lise öğrencilerinde %52 üniversite öğrencilerinde ise %57'dir. Hayır diyen öğrenci, oranı ortaokulda %16, lisede %7, üniversitede ise %9'dur. Konu hakkında bilgisi olmayan öğrenci oranı ise ortaokulda %38, lisede %41, üniversitede ise %33'tür.





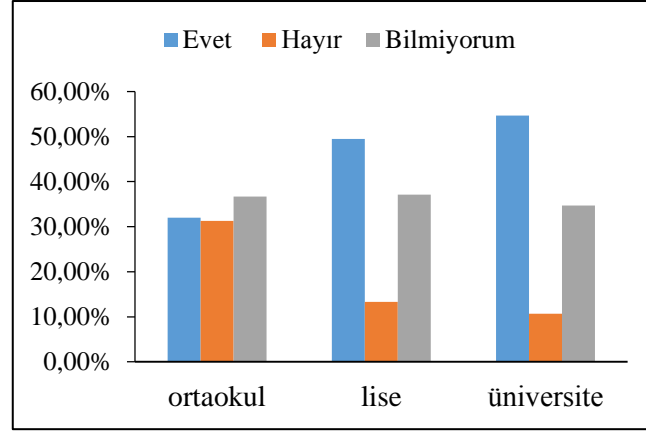
Şekil 31. Öğrenci gruplarının atık yağların çevreye zararı hakkındaki düşünceleri

Kullanılmış (atık) yağlar çevreye zararlı mıdır? Sorusuna ortaokul ve lise öğrencilerinin %78'i evet cevabını verirken, üniversite öğrencilerinde ise 80'dir. Hayır diyen öğrenci, oranı ortaokulda %12, lisede %18, üniversitede ise %15'tir. Konu hakkında bilgisi olmayan öğrenci oranı ise ortaokulda %9, lisede %4, üniversitede ise 5'tir.



Şekil 32. Öğrenci gruplarının atık yağların toplanılmasına yönelik düşünceleri

Kızırtma yağlarının (atık yağların) belediyeler tarafından toplandığını biliyor musunuz? sorusuna ortaokul öğrencilerinin %55'i evet cevabını verirken, evet oranı lise öğrencilerinde %64, üniversite öğrencilerinde ise %67'dir. Hayır diyen öğrenci, oranı ortaokulda %27, lisede %22, üniversitede ise %21'dir. Konu hakkında bilgisi olmayan öğrenci oranı ise ortaokulda %18, lisede %14, üniversitede ise %12'dir.



Şekil 33. Öğrenci gruplarının akıt yağların araç yakıtı olarak kullanılabileceğine yönelik düşünceleri

Atık yağlardan araçlar için yakıt elde edilebilir mi sorusuna; ortaokul öğrencilerinin %32'si evet cevabını verirken, evet oranı lise öğrencilerinde %50, üniversite öğrencilerinde ise %55'tir. Hayır diyen öğrenci, oranı ortaokulda %31, lisede %13, üniversitede ise %11'dir. Konu hakkında bilgisi olmayan öğrenci oranı ise ortaokulda %37, lisede %37, üniversitede ise %35'tir.

Tablo 14. Öğrencilerin enerji türlerinin çevreye zararları hakkında düşüncelerinin yüzdesel değerleri

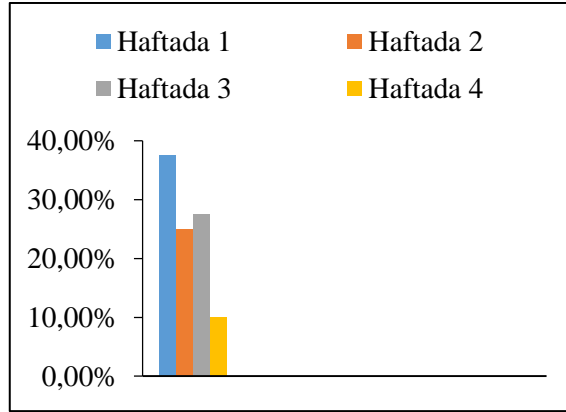
	Çok Zararlı	Genellikle Zararlı	Kısmen Zararlı	Az Zararlı	Zararsız
Nükleer Enerji	52	15	13	12	8
Biyokütle Enerjisi	19	12	25	18	26
Hidrolik Enerji	15	13	22	21	29
Rüzgar Enerjisi	7	5	7	14	67
Güneş Enerjisi	6	7	6	10	71
Doğal Gaz	25	15	22	18	20
Kömür	41	19	18	11	11
Petrol	46	18	18	9	9

Ülkemizdeki enerji ihtiyacının karşılanmasında verilen enerji çeşitlerinin kullanımını en azdan en çoğa doğru sıralayınız sorusuna öğrencilerin tamamının verdikleri cevaplar yüzdesel olarak Tablo 14 ve Tablo 15'teki gibidir.

Tablo 15. Öğrenci gruplarının enerji ihtiyacının karşılanmasında yararlanılan enerji türleri hakkındaki görüşlerinin yüzdesel değerleri

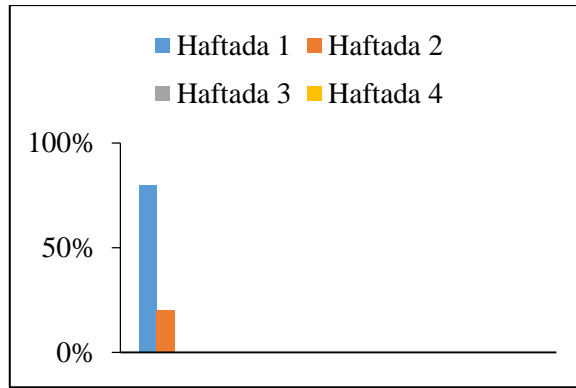
	En Az	Nadiren	Kısmen	Genellikle	En çok
Nükleer Enerji	40	18	17	12	13
Biyokütle Enerjisi	32	30	17	14	7
Hidrolik Enerji	22	31	22	14	11
Rüzgar Enerjisi	20	20	23	12	25
Güneş Enerjisi	12	18	20	12	38
Doğal Gaz	11	14	21	25	29
Kömür	3	6	20	26	45
Petrol	13	9	13	16	49

### 3.1.2. Ev Hanımlarına Uygulanan Anket



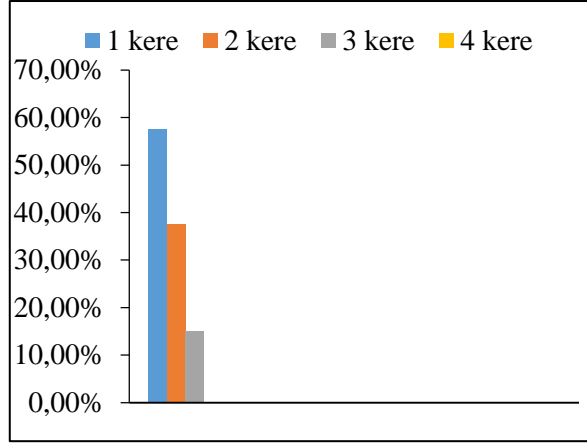
Şekil 34. Ev Hanımlarına haftada kaç kez kızartma yaptıklarının sorulması

Ev hanımlarıyla yapılan ankette “Haftada kaç kere kızartma yapıyorsunuz?” sorusuna ev hanımları tarafından %38 oranında ‘haftada bir’, %25 oranında ‘haftada iki’, %27 oranında ‘haftada üç’, %10 oranında ‘haftada dört kez’ kızartma yapıyorum şeklinde cevap verildi.



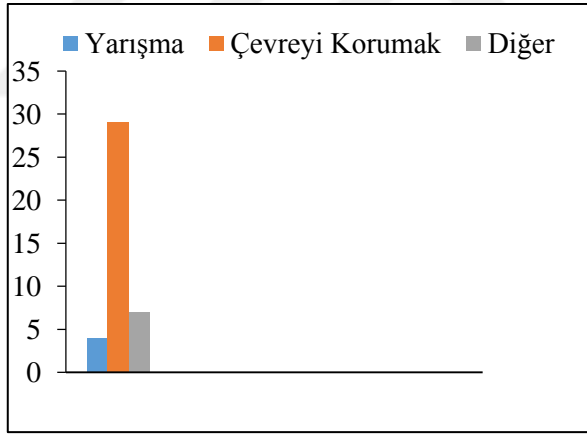
Şekil 35. Ev Hanımlarına kızartma için haftada kaç litre bitkisel yağ kullandıklarının sorulması

Ev hanımlarıyla yapılan ankette “Kızartma için haftada kaç litre yağ kullanıyorsunuz?” sorusuna ev hanımları tarafından %80 oranında ‘bir litre’, %20 oranında ‘iki litre’ kullanıyorum şeklinde cevap verildi.



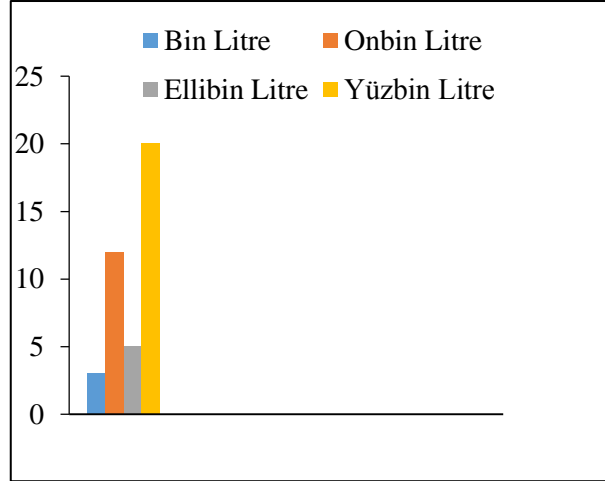
Şekil 36. Ev Hanımlarına aynı yağda kaç kere kızartma yaptıklarının sorulması

Ev hanımlarıyla yapılan ankette “Kızartma yağını kaç kere kullanıyorsunuz?” sorusuna ev hanımları tarafından %57 oranında ‘bir kere’, %38 oranında ‘iki kere’, %15 oranında ‘üç kere ’ kullanıyorum şeklinde cevap verildi.



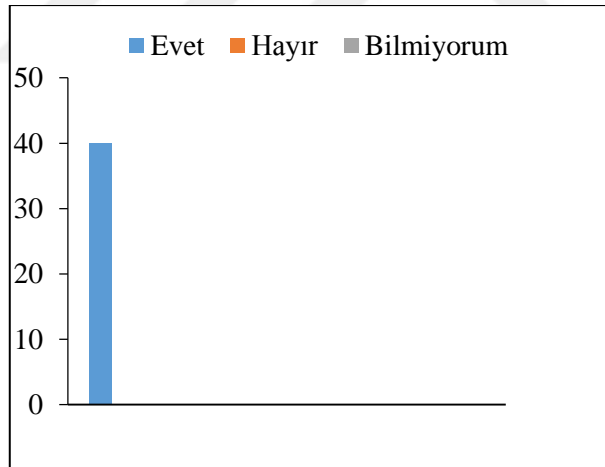
Şekil 37. Ev Hanımlarına atık yağları neden biriktirdiklerinin sorulması

Ev hanımlarıyla yapılan ankette “Kızartma yağlarını toplamanızın sebebi nedir?” sorusuna ev hanımları tarafından %10 oranında ‘yarışma’ için , %73 oranında ‘çevreyi korumak’ için, %17 oranında ‘diğer sebepler’ den ötürü kızartma yağlarını topluyorum şeklinde cevap verildi.



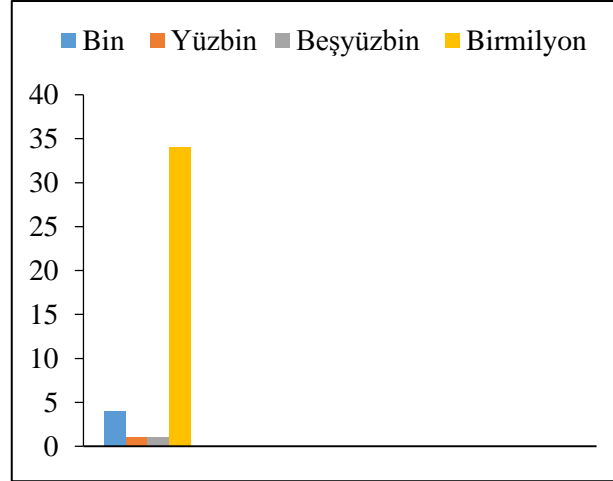
Şekil 38. Ev Hanımlarına yıllık toplanan atık yağ hakkındaki tahminleri

Ev hanımlarıyla yapılan ankette “Sizce bu yıl kaç litre yağ toplanmıştır?” sorusuna ev hanımları tarafından %8 oranında ‘bin litre’, %30 oranında ‘on bin litre’, %12 oranında ‘elli bin litre’, %50 oranında ‘yüz bin litre’ yağ toplanmıştır şeklinde cevap verildi.



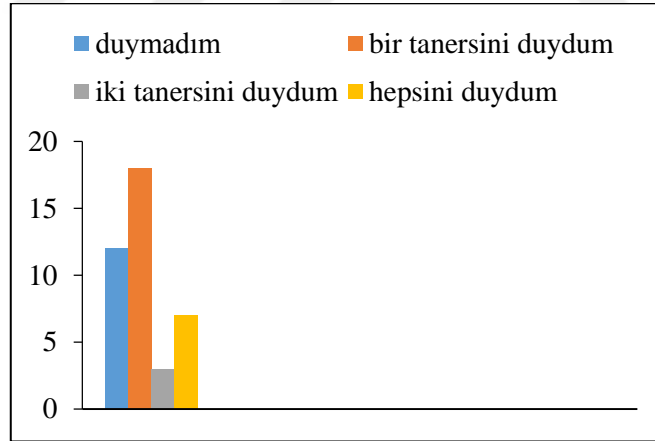
Şekil 39. Ev Hanımlarına kullanılmış yağın çevreye zararlı olup olmadığının sorulması

Ev hanımlarıyla yapılan ankette “Kullanılmış yağ çevreye zararlı mıdır?” sorusuna ev hanımları tarafından %100 oranında ‘Evet’ atık yağlar çevreye zararlıdır şeklinde cevap verildi.



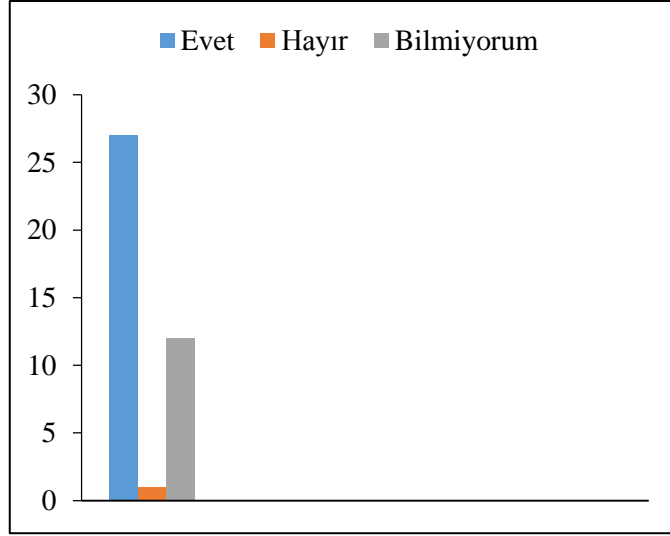
Şekil 40. Ev Hanımlarına atık yağların ne kadar temiz suyu kirlettiğinin sorulması

Ev hanımlarıyla yapılan ankette “Sizce 1 litre atık yağ kaç litre suyu kirletir?” sorusuna ev hanımları tarafından %9 oranında ‘bin litre’, %3 oranında ‘yüz bin litre’, %3 oranında ‘beş yüz bin litre’, %85 oranında ‘bir milyon litre’ suyu kirletir şeklinde cevap verildi.



Şekil 41. Ev Hanımlarına ‘Yenilenebilir enerji, Temiz enerji ve yeşil enerji’ kavramlarının sorulması

Ev hanımlarıyla yapılan ankette “Yenilenebilir enerji, Temiz enerji ve yeşil enerji” kavramlarını daha önce duydunuz mu?” sorusuna ev hanımları tarafından %30 oranında ‘duymadım’, %45 oranında ‘bir tanesini duydum’, %7 oranında ‘iki tanesini duydum’, %18 oranında ‘hepsini duydum’ şeklinde cevap verildi.



Şekil 42. Ev Hanımlarına kullanılmış yağlardan araçlar için yakıt elde edilip edilemeyeceğinin sorulması

Ev hanımlarıyla yapılan ankette “Kullanılmış yağlardan araçlar için yakıt elde edilebilir mi?” sorusuna ev hanımları tarafından %68 oranında ‘Evet’, %2 oranında ‘Hayır’, %30 oranında ‘bilmiyorum’ şeklinde cevap verildi.

### 3.2. Ortahisar Belediyesi’nin Yaptığı Çalışmalar

Trabzon Ortahisar Belediyesi 2009 yılından itibaren bitkisel atık yağ toplanmasını desteklemekte bunun için çeşitli çalışmalar yürütmektedir. Tablo 16’da da görüldüğü gibi 2009 yılından günümüze kadar devam eden bitkisel atık yağ toplama çalışmalarına paralel olarak toplanan atık yağ miktarı her geçen yıl artmaktadır. Tablo 17’de Trabzon Ortahisar Belediyesi’nin 2015 yılından itibaren ev hanımlarına yönelik yapmış olduğu yarışma kapsamında toplanan atık yağ miktarları verilmiştir.



Tablo 16. Trabzon Ortahisar Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğünün yıllara göre toplamış olduğu atık yağ miktarı

Yıl	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Toplam
Toplanan Atık Yağ (ton)	67,5	48,9	70	80	88	109	111	122	130,5	826,9

Tablo 17. Trabzon Ortahisar Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğünün ev hanımlarına yönelik yapmış olduğu yarışmada toplanan atık yağ miktarları ve yarışmaya katılan ev hanımı sayısı

Yıl	2015	2016	2017	2018*
Katılımcı Ev hanımı sayısı	30	206	150	100
Toplanan Atık Yağ (litre)	506	3850	4120	2225

\*2018 yılında ilk 6 aylık dilimde yarışmaya katılan ev hanımı sayısı ve toplanan atık yağ miktarı. Görüşmenin yapıldığı sırada kampanya devam etmekteydi.

#### 4. YORUM

Öğrenci gruplarına yönelik yapılan anketleri değerlendirdiğimizde, öğrencilerin genel itibariyle atık yağların zararları, atık yağlardan biyodizel eldesi hakkında bir takım bilgiye sahip olduğu görünmektedir. Eğitim seviyesi arttıkça konu hakkında bilinç düzeyinin arttığı yorumunu yapabilirsek de genel itibariyle verilen cevaplar beklenen seviyenin altındadır.

Yenilenebilir enerji, yeşil enerji, temiz enerji, gibi kavramların bilinirliği %50'nin üzerindeyken, enerji, enerji verimliliği kavramlarının ve çevre enerji ilişkisinin bilinirliği %50'nin altında kalmıştır. Fosil yakıtların ilerleyen yıllarda enerji ihtiyacını karşılamada yetersiz kalacağı ve çevreye zararlı olduğunun bilinirliği yüzde ellinin üzerindeyken fosil yakıtların ortalama ömrünün 100 – 150 yıl aralığında olacağının bilinirliği yaklaşık %20'dir. Atık yağların çevreye zararlı olduğu ve belediye tarafından toplandığının bilinirliği yüzde elli oranındayken, 1 litre atık yağın 1 milyon litre temiz suyu kirlettiği ve belediye tarafından toplanan atık yağ miktarının 100 tondan fazla olduğunun bilinirliği %20 seviyelerindedir. Ülkemizin enerji kaynakları bakımından zengin olması, enerji kaynaklarımızı verimli kullanamayışımız, fosil yakıtlara alternatif kaynakların varlığı ve biyokütleden enerji elde edilebileceğinin bilinirliği yaklaşık yüzde elli seviyelerinde iken, biyodizelin ne olduğunun bilinirliği yüzde ellinin altında, bitkisel ve atık yağlardan biyodizel üretildiği %20 ve biyodizelin araç yakıtı olarak kullanılabildiğinin bilinirliği yaklaşık %40 seviyelerindedir.

Öğrenci gruplarına yönelttiğimiz bazı soruları ev hanımlarına uyguladığımız ankette kullandık. Ev hanımlarının aynı sorulara karşı farkındalıklarının daha fazla olduğunu gördük. %75'inin çevreyi korumak amacıyla yağ biriktirdiğini öğrendik. Yenilenebilir enerji, yeşil enerji ve temiz enerji gibi kavramların bilinirliği %70, atık yağların çevreyi kirlettiğinin bilinirliği %85, 1 litre yağın 1 milyon litre temiz suyu kirlettiğinin bilinirliği %85 ve atık yağlardan araç yakıtı elde edilebileceğinin bilinirliğini %67 seviyelerindedir.

Yapılan anketlerden ve Ortahisar Belediyesinin yürütmüş olduğu çalışmalardan, biyodizel ve atık yağlar konusunda ev hanımlarına, öğrencilere ve esnaflara yönelik

yapılacak olan bilgilendirmelerin arttırılması toplanan atık yağ miktarının da artacağını düşündürmektedir.



## 5. ÖNERİ

Atık yağlar hakkında öncelikle okullardan başlayarak yapılacak olan seminerler, sunumlar, öğrencilere verilecek olan proje ödevleri öğrencilerimizin bu konuda daha bilinçlenmesini sağlayacaktır. Ayrıca televizyonda gösterilecek kamu spotları, sokaklarda reklam panolarında atık yağların önemini belirten afişlerin kullanılması, vatandaşlara konu hakkında dağıtılacak el ilanları, mahalle muhtarlıklarında yapılacak toplantılarla esnaflara ve ev hanımların yapılacak sunumlar sayesinde toplumumuzun atık yağlar konusunda daha çok bilinçlenmiş olacaktır. Halkımızı atık yağları biriktirmek konusunda daha çok bilgilendirdiğimiz takdirde daha çok atık yağ toplamamız sağlanacaktır. Gün geçtikçe kişi başına düşen içilebilir su miktarının azalması dikkate alınırsa atık yağların biriktirilmesi içilebilir suların korunması açısından büyük önem kazanmaktadır. Ayrıca atık yağları biriktirilirse drenaj kanallarında meydana gelen tıkanmaları da azalacaktır.

Bölgemizde biyodizel üretim tesisi kurulması durumunda toplanan atık yağlar bu tesislerde hammadde olarak kullanılabilir ve bölgemizde biyodizel üretimi yapılabilir. Üretilen biyodizel bölgemizde bulunan küçük balıkçı teknelerinde yakıt olarak kullanılabilir. İlimizde liman başkanlığına kayıtlı küçük tekne sayısı Tablo 18'de belirtilmiştir.

Tablo 18. Trabzon ili liman başkanlıklarına kayıtlı küçük tekne sayısı (M. Özçelik, kişisel görüşme, Şubat 2018)

<b>Trabzon</b>	<b>Sürmene</b>	<b>Vakfıkebir</b>	<b>Toplam</b>
1696	364	337	2397

Liman başkanlığı tarafından verilen bilgiler esas alınarak yapılan hesaplamalara göre;

- Küçük balıkçı teknelerinin ortalama beygir gücü 15hp ( beygir gücü)
- 1 hp saatte ortalama 100 – 150 ml yakıt yakar.
- 2397 küçük tekne x 15hp/ tekne = 35,955 hp
- 35,955hp x 0,15 L = 5393,25 litre / saat yakıt.
- 2017 yılında Trabzon Ortahisar Belediyesi Temizlik İşleri Müdürlüğü tarafından toplanan 130,5 ton yakıt biyodizele çevrilirse;

130.500 litre biyodizel elde edilir. Elde edilen biyodizel küçük balıkçı teknelerinde kullanılırsa; 130500 litre: 5393 beygir = 24,2 saat

- Bir balıkçı teknesinin günde ortalama 3 saat çalıştığı dikkate alınırsa  $24,2: 3 = 8,06$  günlük taka yakıtı atık yağlardan karşılanabilir.
- Trabzon ili Ortahisar Belediyesinin nüfusu 2017 verilerine göre 332,504 tür.
- Bir ailenin ortalama 4 kişiden oluştuğunu varsayılırsa Trabzon'da yaklaşık 75bin aile bulunmaktadır.
- Ortahisar belediyesinin atık yağ toplama kampanyasına katılım oranı 200 aile / 75 bin aile = % 0,2 seviyesindedir.

Daha kapsamlı çalışmalar yaparak halkımızı, esnafımızı bu konuda bilinçlendirdiğimiz takdirde toplanan atık yağ miktarının artacağını düşünmekteyiz. Toplanan atık yağları biyodizele dönüştürülmesi ve üretilen biyodizelin en azından bölgemizdeki balıkçı teknesinde kullanılması durumunda hem atık yağların çevreye verecek olduğu zararlar önlenir, hem de petrodizel yakıtın sebep olduğu hava ve su kirliliğinin önüne geçilmiş olur. Ayrıca dizel yakıtlara harcanan döviz miktarının azalması ülke ekonomisine önemli katkı sağlayacaktır.

Yapılan çalışmalara göre atık yağlardan biyodizel eldesi amacıyla kurulan bir üretim tesisinin kendini 10 – 12 yılda amorti edebildiği dikkate alındığında, (Varanda vd., 2011) bu çalışmanın ülke genelinde kullanılabilir nitelikte olduğu düşünülmektedir. Pilot bölgeler oluşturularak, bölgelerin tarım ya da hayvancılık alanındaki potansiyellerine göre kurulacak olan biyodizel üretim tesisleri çiftçiye ucuz dizel satma imkânı sağlayacağı gibi kurulan tesisler birçok kişiye istihdam alanı oluşturacaktır.

## KAYNAKLAR

- Acaroğlu, M., Türkoğlu, N. ve Öğüt, H.,2000. Energy Balance for Winter Rape-00 (Canola) Production In Middle Anatolia, 1.World Energy for Biomass Congress, Temmuz, Sevilla, Bildiriler Kitabı: 226 - 229.
- Alptekin, E. ve Çanakçı, M., 2006. Biyodizel ve Türkiye'deki Durumu, Mühendis ve Makine, 47, 561, 57-64.
- Al-Zuhair, S., 2007. Production of Biodiesel: Possibilities and Challenges, Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 1, 57–66.
- Bartan, A., 2009. Biyodizel Üretiminde Heterojen Katalizör Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi. G. Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ç.O.B., Bitkisel Atık Yağların Kontrolü, Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü.  
[http://www.cygm.gov.tr/cygm/files/yayinlar/kitap/bitkisel\\_atik\\_yaglarin\\_yonetimi\\_kitapci.pdf](http://www.cygm.gov.tr/cygm/files/yayinlar/kitap/bitkisel_atik_yaglarin_yonetimi_kitapci.pdf) 17 Mayıs 2018.
- B.P., Statistical Review of World Energy, British Petroleum.  
<https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf>. 17 Mayıs 2018.
- Cunha, A., Feddern, V., De Prá, M., C., Higarashi, M., M., Abreu, P., G., ve Coldebella, A., 2013. Synthesis and Characterization of Ethylic Biodiesel from Animal Fat Wastes, Fuel, 105, 228-234.
- Demirbaş, A., 2002. Biodiesel from Vegetable Oils via Transesterification in Supercritical Methanol., Energy Conversion and Management, 43, 17, 2349-2356.
- Demirbas, A. 2009. Biofuels securing the planet's future energy needs, Energy Convers. Manag., 50, 2239-2249.
- Dias, J., M., Alvim-Ferraz, M., C., M. ve Almeida, M., F., 2009., Production of Biodiesel from Acid Waste Lard, Bioresource Technology, 100, 24, 6355-6361.
- Dias, J., M., Alvim-Ferraz, M., C., M. ve Almeida, M., F., Diaz, J., D., M., Polo, M., S. ve Utrilla, J., R., 2012. Selection of Heterogeneous Catalysts for Biodiesel Production from Animal Fat, Fuel, 94, 418-425.
- Encinar, J., M., Sánchez, N., Martínez, G. ve García, L., 2011. Study of Biodiesel Production from Animal Fats with High Free Fatty Acid Content, Bioresource Technology, 102, 23, 10907-10914.
- European Biodiesel Board (EBB), 1997

- Farrauto, R., J. ve Bartholomew , C., H., 1997. Fundamentals of Industrial Catalytic Processes, London: Chapman & Hall, 754 s.
- Felizardo, P., Correia, M., J., N., Raposo, I., Mendes, J., F., Berkemeier, R. ve Bordado, J., M., 2006. Production of Biodiesel from Waste Frying Oils, Waste Management, 26, 5, 487-494.
- Gerpen, J., V., Shanks , B., Pruszko, R., Clements , D. ve Knothe, G., 2004. Biodiesel Production Technology. National Renewable Energy Laboratory, Colorado, 110 s.
- Halek, F. ve Delavari, A., 2013. Production of biodisel as a renewable energy source from castor oil, Clean Techn Environ Policy, 15, 1063-1068.
- Huynh, L., Kasim, N., S. ve Ju, Y., 2011. Biodiesel Production from Waste Oils, Biofeels: Alternative Feedstock and Conversion Processes,. Elsevier, Chapter 16, 375-396.
- International Energy Agency (IEA), World Energy Outlook, Paris, 2014.
- Kaygusuz, K., 1999. Energy and Water Potential of Southeastern Anatolia Project (GAP), Energy Sources, 21, 10, 913-922.
- Knothe, G., Historical Perspectives on Vegetable Oil Based Diesel Fuels. [https://www.oakland.edu/Assets/upload/docs/Energy/inform\\_Nov\\_2001.pdf](https://www.oakland.edu/Assets/upload/docs/Energy/inform_Nov_2001.pdf) 18 Mayıs 2018.
- Kusdiana, D. ve Saka, S., 2004. Two-step Preparation for Catalyst-free Biodiesel Fuel Production, Applied Biochemistry and Biotechnology, 115, 1-3, 781-791.
- Leung, D., Y., C. ve Guo, Y., 2006. Transesterification of Neat and Used Frying Oil: Optimization for Biodiesel Production,. Fuel Processing Technology, 87, 10, 883-890.
- Leung, D., Y., C., Wu, X. ve Leung, M., K., H., 2010. A Review on Biodiesel Production Using Catalysed Transesterification,. Applied Energy, 87, 4, 1083-1095.
- Lohse, C., 2018. Environmental impact by hydrogeothermal energy generation in low-enthalpy regions, Renewable Energy, 128, 509-519
- Lopez, D., E., Suwannakarn, K., Bruce, D., A. ve Goodwin, J., G., 2007. Esterification and Transesterification on Tungstated Zirconia: Effect of Calcination Temperature,. Journal of Catalysis, 247, 1, 43-50.
- Lotero, E., Liu, Y., Lopez, D., E., Suwannakarn, K., Bruce, D., A. ve Goodwin, J., G., 2005. Synthesis of Biodiesel via Acid Catalysis,. Industrial Engineering Chemistry Research, 44, 14, 5353-5363.
- Luque, R. ve Melero, J.A. 2017, Advances in Biodiesel Production: Processes and Technologies, Woodhead Publishing, Oxford, UK.

- Maa, F. ve Hanna, M., A., 1999. Biodiesel Production: A review, Bioresource Technology, 70, 1, 1-15.
- Meher, L., C., Sagar, D., V. ve Naik , S., N., 2006. Technical Aspects of Biodiesel Production by Transesterification: A Review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 10, 3, 248-268.
- Morais, S., Mata, T., M., Martins, A., A., Pinto, G., A. ve Costa, C., A., V., 2010. Simulation and Life Cycle Assessment of Process Design Alternatives for Biodiesel Production from Waste Vegetable Oils,. Journal of Cleaner Production, 18, 13, 1251-1259.
- Moser, B., R., 2009. Biodiesel Production, Properties, and Feedstocks, In *Vitro Cellular Development Biology-Plant*, 45, 229-266.
- Öğüt, H. ve Oğuz, H., 2006. Üçüncü Milenyum Yakıtı Biyodizel, Nobel Yayın Dağıtım, 2. Baskı, Ankara, 190 s.
- Öğüt, H., Eryılmaz, T. ve Akınerdem, F., Oğuz, H., 2005. Tarımsal Kaynaklı Biyoyakıtlar (Biyometanol ve Biyodizel), Konya Ticaret Borsası Dergisi, 8, 19, 26-29.
- Filho, G., N., R., Brodzki, G. ve Djega-Mariadassou, G., 1993. Formation of Alkanes, Alkylcycloalkanes and Alkylbenzenes During the Catalytic Hydrocracking of Vegetable Oils, Fuel, 72, 4, 543-549.
- Saadi, A., Becherif, M. ve Ramadan H.S., 2016. Hydrogen production horizon using solar energy in Biskra, Algeria, International Journal of Hydrogen Energy, 41, 21899-21912.
- Sabudak, T. ve Yildiz, M., 2010. Biodiesel Production from Waste Frying Oils and Its Quality Control, Waste Management, 30, 5, 799-803.
- Saka, S. ve Kusdiana, D., 2001. Biodiesel Fuel from Rapeseed Oil as Prepared in Supercritical Methanol,. Fuel, 80, 2, 225-331.
- Raja, K., Selvam, A.J., Kannan, M.T., Rupesh, P.L., 2017. Exhaust gas heat utilization in ic engines using pre-heater, International Journal of Mechanical Engineering and Technology, 8(8), 1321-1326.
- Resmi Gazete, 5015 Sayılı Petrol Piyasası Kanunu, Başbakanlık Basımevi 25322, 1.
- Resmi Gazete Enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasına dair yönetmelik, Başbakanlık Basımevi 25819, 1 - 17 - 20 - 21.
- Resmi Gazete Petrol Piyasasında Ulusal Marker Uygulamasına İlişkin' yönetmelik.(26137), 12.04.2006, 3.
- Resmi Gazete Sera Gazı Emisyonların Takibi” hakkındaki yönetmelik. (29003), 17.05.2014, 1-5.



Resmi Gazete, Bitkisel Atık Yağların Kontrolüne dair yönetmelik. (29378), 06.06.2015, 1-7.

UNFCCC, 1998. Kyoto protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change.

URL-1, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21582>. Sera gazı Emisyon Envanteri, 2014. 17 Nisan 2017.

URL-2, <http://www.udhb.gov.tr/images/istatistik/2003-2016.pdf>. İstatistiklerle Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme. 17 Mayıs 2018.

URL-3, <http://www.bysd.org.tr/Istatistikler.aspx>. Bitkisel Yağ Arz ve Talebi. 01 Mart 2017.

URL-4, <http://www.ebb-eu.org/stats.php#>. Avrupa Birliği Biyodizel Endüstrisi İstatistikleri. 01 Mart 2017.

URL-5, <http://www.mda.state.mn.us/ethanol/balance.html>. 7 Kasım 2016.

URL-6, <http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyodizel.aspx>. Yenilenebilir enerji-Biyodizel. 10 Aralık 2016.

URL-7, <https://www.epa.gov/enforcement/western-dubuque-biodiesel-llc-clean-air-act-settlement>. 10 Aralık 2016.

Varanda, M., G., Pinto, G. ve Martins, F., 2011, Life Cycle Analysis of Biodiesel Production, Fuel Processing Technology, 92, 5, 1087-1094.

Yin, J., Xiao, M. ve Song, J., 2008. Biodiesel from Soybean Oil in Supercritical Methanol with Co-solvent, Energy Conversion and Management, 49, 5, 908-912.

Zhang, Y., 2002. Design and Economic Assessment of Biodiesel Production from Waste Cooking Oil, M.A. Sc. Thesis. University of Ottawa, Canada.

## 7. EKLER

### 7.1 Ek -1

**Sevgili Arkadaşlar,**

**Katılmış olduğumuz bu anket, çalışmakta olduğumuz bilimsel araştırma konusunun önemli bir bölümünü oluşturmaktadır.**

**Amacımız ortaokul, lise ve üniversite çağındaki gençlerimizin temiz ve yenilenebilir enerji hakkındaki bilgi düzeyini belirlemek ve dünyada popülarlığını arttırmakta olan bu alana ilgi çekmektir.**

**Ayrıca gelecekte yapılması muhtemel çalışmalara da zemin hazırlamaktır.**

**Verceğiniz cevablarınızın doğruluğundan ve verdiğiniz cevaplar doğrultusunda size herhangi bir not değerlendirmesi yapılmayacaktır.**

**İlgininizi yaptığımız çalışmamızın değerini arttıracaktır.**

**Katılımınız için teşekkür ederim.**

**Soyadınızla**

**Kımyogur Ozan SAĞIR**

Cinsiyetiniz:

Kadın  Erkek

Yaşınız:

9 – 14  
 15 – 18  
 19 – 25  
 26 – 30  
 30 üstü

Eğitim Durumunuz:

Ortaokul  
 Lise  
 Ünlisau  
 Lisans  
 Lisansüstü

1. "Yenilenebilir Enerji, Yeşil Enerji, Temiz Enerji" bu terimleri daha önce duydunuz mu?

Hayır, duymadım.  
 1 tanesini duydum  
 2 tanesini duydum  
 Hepisini duydum

2. En basit tanımla iş yapabilirne kabiliyetine **değer** (başlığı tamamlayınız)

hareket  
 güç  
 enerji  
 sıcaklık

3. **Üretilebilir, korunmaz ve iş gücümüzde herhangi bir azalma olmadan enerjiyi verimli kullanmak, israf etmemektir. Aynı işi daha az enerji kullanarak yapmaktır. (başlığı tamamlayınız)**

enerji verimliliği  
 enerji tasarrufu  
 enerji kullanımı  
 enerjinin boşta harcanması

4. Yenilenebilir enerjinin önemi nedir?

**(size göre uygun cümleyi işaretleyiniz)**  
 temiz enerji kaynağı olması  
 doğadan elde edildiği için temiz olması  
 fosil yakıtlara alternatif olarak kullanılması  
 hepsi

5. Çevre – enerji arasındaki ilişki nedir?

**(size göre en uygun cümleyi işaretleyiniz)**  
 kullanılan enerji arttıkça çevre düzenli  
 çevre temizlendikçe enerji artar  
 enerji temizlendikçe çevre temizlenir  
 çevre arttıkça enerji artar

6. **Yenilenebilir** nedir?

**(size göre en uygun cümleyi işaretleyiniz)**  
 organik yağlardan elde edilen dizele yakıt  
 petrolden üretilen en temiz dizele yakıt  
 yeni nesil LPG den elde edilen dizele yakıt  
 petrol ve doğal gazın karışımından elde edilen dizele yakıt

7. Sizce fosil yakıtların ömrü ne kadardır?

Sonsuza dek  500 – 250 yıl  
 250 – 150 yıl  150 – 100 yıl  
 50 – 100 yıl

8. **Yenilenebilir** enerji elde edilir? (Birden fazla işaretleme yapabilirsiniz)

Kumu hakkında yeterli bilgiye sahip değilim.  
 Petrolden (damıtılmasıyla) elde edilir.  
 Bkiksel yağlardan elde edilir  
 Hayvansal yağlardan elde edilir  
 Atık yağlardan elde edilir.

9. 1 litre yağ kaç litre temiz suyu kirletir?

Yağ doğaya zarar vermez.  
 10 – 1.000 litre  
 1.000 – 100.000 litre  
 100.000 – 500.000 litre  
 1.000.000 litre

10. Sizce bulduğumuz ide yıldı ortalama kaç **kilobate** (ton) yağ toplandı?

Bilmiyorum  
 1- 10 **kilobate**  
 10 – 50 **kilobate**  
 50 – 100 **kilobate**  
 100- 150 **kilobate**

## Ek – 1'in devamı

14. Aşağıdaki tabloyu size uygun biçimde doldurunuz.

	EVET	HAYIR	BİLGİ-YORUM
1. Sizde ülkemiz kendi enerji ihtiyacını kendi kaynaklarından karşılayabiliyor mu?			
2. Ülkemiz enerji kaynakları bakımından zengin midir?			
3. Artan dünya nüfusu dikkate alındığında, fosil yakıtlar gerekecek olan enerji ihtiyacını karşılayabilir mi?			
4. Fosil yakıtları çevreye zarar verir mi?			
5. Fosil yakıtlara alternatif enerji kaynakları var mıdır?			
6. Biyokütle, yaşayan ya da yakın zamanda yaşamış canlılardan elde edilen fosilleşmiş tüm biyolojik malzemenin genel adıdır. Biyokütle enerji kaynağı olarak kullanılabilir mi?			
7. Kullanılmış yağlar ( atık yağlar ) çevreye zararlı mıdır?			
8. Kızartma yağlarının (atık yağların) belediyeler tarafından toplandığını biliyor musunuz?			
9. Kullanılmış kızartma yağından araçlar için yakıt elde edilebilir mi?			

13. Aşağıdaki enerji kaynaklarını çevreye verdikleri zararları aşağıda olarak puanlayınız.  
( en az 0-5 en az zararlı:1 puan)

	1	2	3	4	5
Petrol					
Kömür					
Doğalgaz					
Güneş					
Büyük					
Hidrolik					
Biyokütle					
Nükleer					

11. Aşağıda verilen enerji kaynaklarını kullanım sıklığına göre puan veriniz.  
(En çok kullanılan 5 puan, en az kullanılan 1 puan. Birden fazla seçeneğe aynı puanı verebilirsiniz)

	1	2	3	4	5
Petrol					
Kömür					
Doğalgaz					
Güneş					
Büyük					
Hidrolik					
Biyokütle					
Nükleer					

12. Aşağıda verilen yenilenebilir enerji kaynaklarını ülkemizdeki kullanım sırasına göre puanlayınız.  
(En çok kullanılan 5 puan, en az kullanılan 1 puan. Birden fazla seçeneğe aynı puanı verebilirsiniz)

	1	2	3	4	5
Güneş					
Büyük					
Hidrolik					
Biyokütle					
Dalga					
Jeotermal					

## 7.2 Ek -2

Uygulanan ev hanımı	Haftada kaç kere kızartma yapıyorsunuz?	Kızartma için kaç litre yağ kullanıyorsunuz?	Kızartma yağını kaç kere kullanıyorsunuz?	Kızartma yağlarını toplamanızın sebebi nedir?	Sizce bu yıl kaç litre yağ toplandı?	Kullanılmış yağ çevreye zararlı mıdır?	Sizce 1 litre atık yağ kaç litre suyu kirletir?	Yenilenebilir enerji, temiz enerji, yeşil enerji bu kavramları daha önce duydunuz mu?	Kullanılmış yağlardan araçlar için yakıt elde edilebilir mi?	<a href="#">bilmiyorum</a>	<a href="#">bilmiyorum</a>	<a href="#">bilmiyorum</a>	<a href="#">bilmiyorum</a>	<a href="#">bilmiyorum</a>				
										Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır				
										Evet	Evet	Evet	Evet	Evet				
1	1	1	1	Yanışma	bin	Evet	Bin	Hayır	1	2	hepsi	Bir milyon	2					
														Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
														Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
2	1	1	1	Yanışma	bin	Evet	Bin	Hayır	1	2	hepsi	Bir milyon	2					
														Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
														Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
3	1	1	1	Yanışma	bin	Evet	Bin	Hayır	1	2	hepsi	Bir milyon	2					
														Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
														Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
4	1	1	1	Yanışma	bin	Evet	Bin	Hayır	1	2	hepsi	Bir milyon	2					
														Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
														Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
5	1	1	1	Yanışma	bin	Evet	Bin	Hayır	1	2	hepsi	Bir milyon	2					
														Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
														Evet	Evet	Evet	Evet	Evet

## ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Trabzon' da doğdu, ilköğrenimini Araklı Merkez İlkokulu, orta öğrenimini Sürmene Hasan Sadri YETMİŞBİR Anadolu Lisesi'nde ve lise öğrenimini Araklı Anadolu Öğretmen Lisesi' nde tamamladı. 2009 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fatih Eğitim Fakültesi Kimya Bölümünden, 2010 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümünden mezun oldu. 2011 yılında Biyokimya Anabilimdalı' nda yüksek lisans öğrenimine başladı. 2015 yılında Fizikokimya Anabilimdalı'na geçiş yaptı. Şu an Araklı Taş Geçit Haşılı Ortaokulunda ücretli öğretmen olarak görev yapmakta ve iyi derecede İngilizce başlangıç seviyesinde Almanca bilmektedir

