



**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HATAY İLİNDE YAKACAK OLARAK KULLANILAN PİRİNANIN
KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

KADRIYE HATİPOĞLU

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
ARALIK-2017**



**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HATAY İLİNDE YAKACAK OLARAK KULLANILAN PİRİNANIN
KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

KADRIYE HATİPOĞLU

**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
ARALIK-2017**

**HATAY İLİNDE YAKACAK OLARAK KULLANILAN PİRİNANIN KALİTE
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Kadriye HATİPOĞLU
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yrd. Doç. Dr. Cengiz KARACA danışmanlığında hazırlanan bu tez **19/12/2017** tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Cengiz KARACA
Başkan

Prof. Dr. Hasan Hüseyin ÖZTÜRK
Üye

Yrd. Doç. Dr. Ömer EREN
Üye

Kod No:

Prof. Dr. Erdal SERTKAYA
Enstitü Müdürü

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 15763

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

19.12.2017

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

İmza

Kadriye HATİPOĞLU

ÖZET

HATAY İLİNDE YAKACAK OLARAK KULLANILAN PİRİNANIN KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Çalışmada; Hatay ilinde yakacak olarak satışa sunulan pirinanın kalite özellikleri ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yayınladığı katı yakıtların kontrolü tebliğinde Ek-1 Katı Yakıt Özellikleri tanımlarında Tablo-6 Pirina Briketi Özelliklerine uygun olup olmadığı kontrol edilmiştir. Bu amaçlarla materyal olarak çeşitli işletmelerden alınan pirinanın özgül kütle, nem içeriği, yağ miktarı, su alma direnci, deformasyon kuvveti direnci, ısı değeri ve kül içeriği belirlenmiştir. Uygulanan yöntemler sonucuna göre işleme lisansına sahip imalatçılar tarafından üretilen briketlerin tebliğde belirtilen sınır değerlere göre üretildiği tespit edilmiştir. Fakat üretim lisansı olmayan üreticiler tarafından üretilen prina briketlerinin yağ içeriği ve ısı değeri özellikleri bakımından tebliğe uymadığı belirlenmiştir. Tebliğde bulunan Na içeriği ve nem içeriği kriterlerine tüm örnekler uymaktadır.

2017, 57 sayfa

Anahtar Kelimeler: Pirina, Briket Kalitesi, Hatay

ABSTRACT

DETERMINATION OF QUALITY CHARACTERISTICS OF OLIVE POMACE USED AS A FUEL IN HATAY PROVINCE

In this study; it was checked the quality characteristics of the olive pomace which offered for sale as a fuel in the province of Hatay and whether it is appropriate with the communiqué of solid fuels control published by the Ministry of Environment and Urbanization in accordance with Table-6 Olive Pomace Briquette Specifications in Annex-1 Solid Fuel Specification Definitions. For these purposes the specific mass, moisture content, amount of oil, water absorption resistance, deformation force resistance, thermal value and ash content of the olive pomace taken from various manufactures were determined. According to conclusion of the methods applied, it has been determined that briquettes produced by the manufacture having processing license are produced in accordance with the communiqué. But the olive oil pomace briquettes produced by the manufactures without processing license has been determined that does not comply with the communiqué in terms of oil content and heating value. All examples comply with the communiqué in terms of the Na content and moisture content.

2017, 57 pages

Key Words: Olive pomace, briquette quality, Hatay

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez konusunun belirlenmesinde, araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmayı yönlendiren ve her türlü yardımı esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Cengiz KARACA 'ya sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmaları sırasında tüm bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan MKÜ Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'na, maddi destek veren MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna (Proje No: 15763) ve isimlerini burada zikredemediğim ama yardımlarını esirgememiş herkese içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında maddi manevi desteklerini esirgemeyen babama, anneme ve abime çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
1 GİRİŞ.....	1
1.1 Dünya Enerji Üretimi ve Tüketimi	1
1.2 Türkiye’deki Enerji Üretimi ve Tüketimi	5
1.3 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye’deki Durumu	8
1.3.1 Biyokütle Enerjisinin Türkiye’de Kullanımı.....	10
1.4 Zeytinyağı Üretim Atığı (Pirina)	13
1.5 Katı Yakıtların Kontrolü Tebliği’ne göre Pirina Briketinin Özellikleri	22
1.6 Çalışmanın Amacı ve Önemi.....	23
2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	24
3 MATERYAL ve YÖNTEM.....	27
3.1 Materyal	27
3.2 Yöntem	27
3.2.1 Özgül Kütle	28
3.2.2 Nem İçeriği.....	29
3.2.3 Yağ Miktarının Belirlenmesi.....	30
3.2.4 Sodyum (Na) İçeriğinin Belirlenmesi	30
3.2.5 Su Alma Direnci.....	31
3.2.6 Deformasyon Kuvveti Direnci	32
3.2.7 Isıl Değerlerini Belirleme.....	33
3.2.8 Kül İçeriği Belirleme.....	33
3.2.9 Elementel Analiz	34
4 ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	35
4.1 Özgül Kütle, Nem ve Yağ İçeriğinin Belirlenmesi	35
4.2 Sodyum (Na) İçeriği Analiz Sonuçları	36
4.3 Elementel Analiz Sonuçları	36
4.4 Isıl değer ve Kül İçeriği Analiz Sonuçları	38
4.5 Su Alma Direnci	38
4.6 Deformasyon Testi.....	40
5 SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	43
6 KAYNAKLAR.....	45

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Türkiye'nin genel enerji üretiminin kaynaklara göre dağılımı	7
Çizelge 1.2. Biyokütle türlerinin katı yakıt olarak sınıflandırılması.....	11
Çizelge 1.3. Biyokütle veya biyokütle yakıtlarının üstünlükleri ve olumsuzlukları.....	12
Çizelge 1.4. Değişik zeytinyağı üretim yöntemlerinden elde edilen ham pirinaların nem ve yağ yüzdeleri	17
Çizelge 1.5. Ham Pirinanın temel karakteristikleri	17
Çizelge 1.6. Yakıt olarak kullanılacak pirinanın özellikleri	19
Çizelge 1.7. Hatay ilinin 5 yıllık ortalama yağlık zeytin üretimi, pirina miktarı ve enerji değerleri	22
Çizelge 1.8. Pirina briketinin özellikleri	23
Çizelge 4.1. Briket örneklerinin Özgül Kütle, Nem ve Yağ İçeriği Değerleri.....	35
Çizelge 4.2. Na analiz değerleri	36
Çizelge 4.3. Elementel analiz değerleri.....	37
Çizelge 12. Biyokütlenin Elementel Analizi.....	37
Çizelge 4.5. Alt ısı değer, Üst ısı değer ve Kül içeriği	38
Çizelge 5.1. Pirina briketi üzerinde analizi yapılan özellikler	43

ŞEKİLLER DİZİNİ

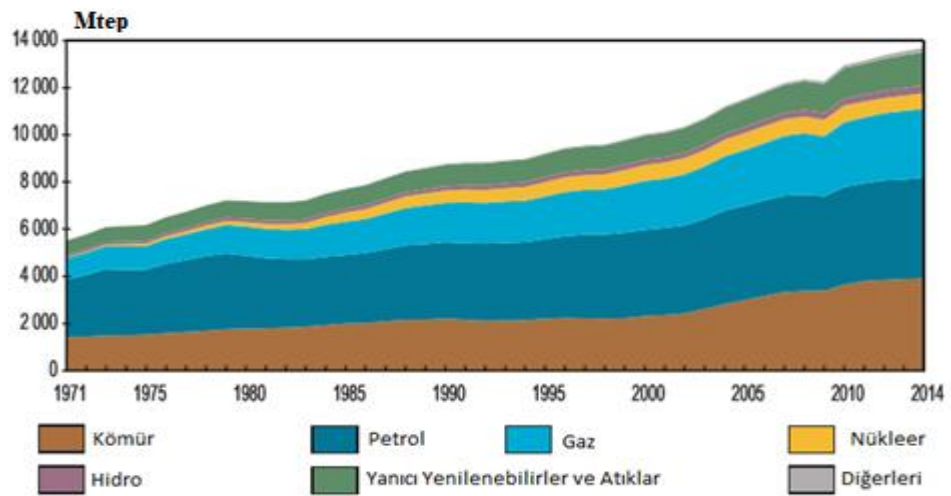
Şekil 1.1. Yıllara göre dünyanın toplam birincil enerji üretimi	1
Şekil 1.2. Dünyanın birincil enerji üretiminin yakıtlara göre dağılımı	2
Şekil 1.3. OECD ülkeleri toplam birincil enerji üretimi	2
Şekil 1.4. OECD ülkelerinin birincil enerji üretiminin yakıtlara göre dağılımı.....	3
Şekil 1.5. Yıllara göre dünya enerji tüketimi	3
Şekil 1.6. Dünya enerji tüketiminin yakıtlara göre dağılımı	4
Şekil 1.7. Fosil yakıtların Dünya'ya yaydığı CO ₂ emisyonları.....	4
Şekil 1.8. Fosil yakıtların yaydığı emisyonun yakıtlara göre dağılımı	5
Şekil 1.9. Dünya CO ₂ salınımının bölgelere göre dağılımı.....	5
Şekil 1.10. Türkiye'nin 2000 yılından sonraki enerji tüketimi	6
Şekil 1.11. Dünya enerji talebi ve yenilenebilir enerji kaynakları	8
Şekil 1.12. 2014 yılında Türkiye'de kullanılan birincil enerji kaynaklarının dağılımı.....	9
Şekil 1.13. Türkiye'de elektrik enerjisi kurulu gücü.....	9
Şekil 1.14. Biyokütle enerjisi kaynaklarının sınıflandırılması.....	10
Şekil 1.15. Türkiye'de Yıllara Göre Zeytin Üretimi.....	13
Şekil 1.16. Türkiye'de İllere Göre Zeytin Ağacı Sayısı	14
Şekil 1.17. Zeytinyağı üretim yöntemleri	15
Şekil 1.18. Zeytinyağı üretim sistemi	15
Şekil 1.19. Pirinanın briket haline getirilmeden önce ve sonrası	16
Şekil 1.20. Doğu Akdeniz Bölgesi zeytin üretiminin illere göre dağılımı.....	20
Şekil 1.21. Hatay'ın pirina atık miktarının ilçelere göre dağılımı	20
Şekil 1.22. Hatay'ın pirina enerji potansiyelinin ilçelere göre dağılımı	21
Şekil 3.1. Hatay'da pirina üreten firmalardan rastgele toplanan örnekler	27
Şekil 3.2. Özgül kütlenin belirlenmesi.....	29
Şekil 3.3. Nem içeriği belirlenmeye hazırlanan örnekler.....	29
Şekil 3.4. Soxhlet cihazı	30
Şekil 3.5. MP-AES cihazı	31
Şekil 3.6. Materyal test cihazı (LLOYD LRK Plus).....	32
Şekil 3.7. Kalorimetre cihazı.....	33
Şekil 4.1. Briket örneklerinin zamanla su alma değerleri	39
Şekil 4.2. Briket örneklerinin suya daldırıldıktan sonraki görüntüleri	39
Şekil 4.3. Briketin deformasyon testi	40
Şekil 4.4. P ₁ pirina örneğinin deformasyon kuvveti.....	40
Şekil 4.5. P ₂ pirina örneğinin deformasyon kuvveti	41
Şekil 4.6. P ₃ pirina örneğinin deformasyon kuvveti	41

1 GİRİŞ

Dünya nüfusu arttıkça yıllık enerji ihtiyacı da nüfus artışına paralel olarak hızla artmaktadır. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte ham petrol ve doğal gaz fiyatlarındaki artışlar, kömür kullanan tesislerin çevre üzerindeki olumsuz etkileri yenilenebilir enerji kaynaklarının daha etkin kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Dünya mevcut enerji tüketiminin % 90'ını fosil yakıtlar karşılamaktadır. Fosil yakıtların yanması sonucu oluşan ve atmosfere verilen kirletici emisyonlarla beraber sera etkisi yaratarak iklim değişikliğine neden olan CO₂ emisyonları çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu olumsuz etkiler yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının önemini arttırmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ile hem enerji ihtiyacı karşılanmakta hem de çevre dostu enerji üretimi gerçekleştirilmektedir. Gelişmiş veya gelişmekte olan ülkeler değişik enerji kaynakları kullanarak fosil yakıt kullanımını azaltmayı hedeflemişlerdir.

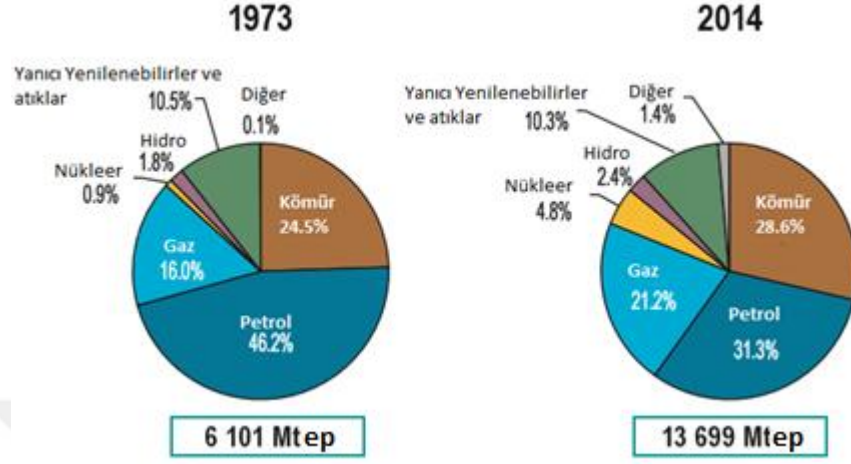
1.1 Dünya Enerji Üretimi ve Tüketimi

Dünya'nın toplam birincil enerji üretimi 1970'li yıllardan 2014 yılına kadar sürekli artma eğilimi göstermiştir. Bu durumun en büyük nedeni artan nüfusla beraber enerjiye daha fazla ihtiyaç duyulmasıdır (Şekil 1.1).



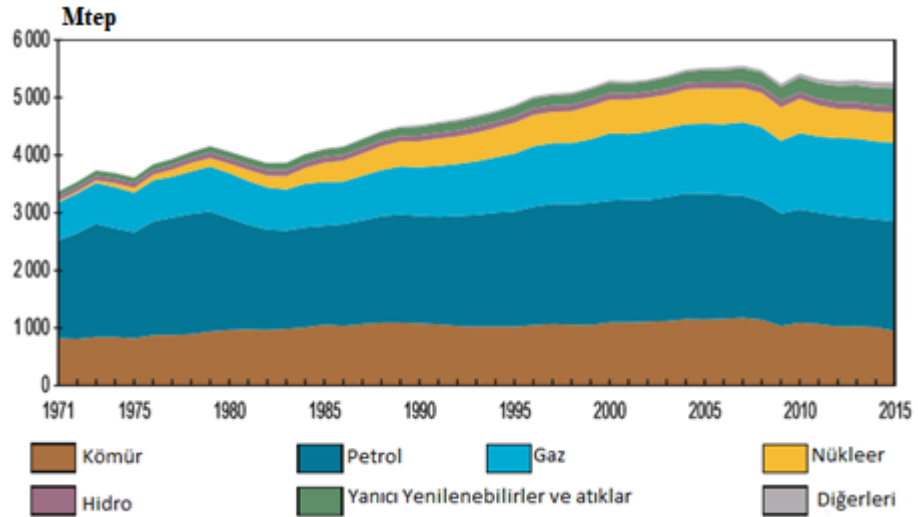
Şekil 1.1. Yıllara göre dünyanın toplam birincil enerji üretimi (Mtep) (IEA, 2016)

Yaklaşık olarak iki katına çıkan birincil enerji üretim miktarında en büyük artış petrolde görülmektedir. Yanıcı yenilenebilirler ve atıklarda ise azalma görülmektedir (Şekil 1.2).



Şekil 1.3. Dünyanın birincil enerji üretiminin yakıtlara göre dağılımı (Mtep)(IEA, 2016)

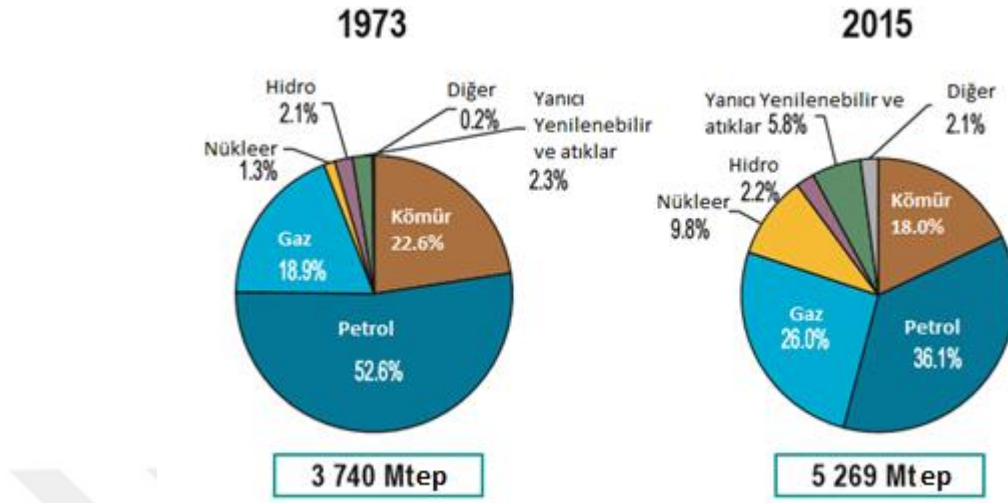
OECD ülkeleri toplam birincil enerji üretim miktarında 1970'li yıllardan günümüze genel olarak artma eğilimiyle birlikte dalgalanmalar görülmektedir (Şekil 1.3).



Şekil 1.4. OECD ülkeleri toplam birincil enerji üretimi (Mtep) (IEA, 2016)

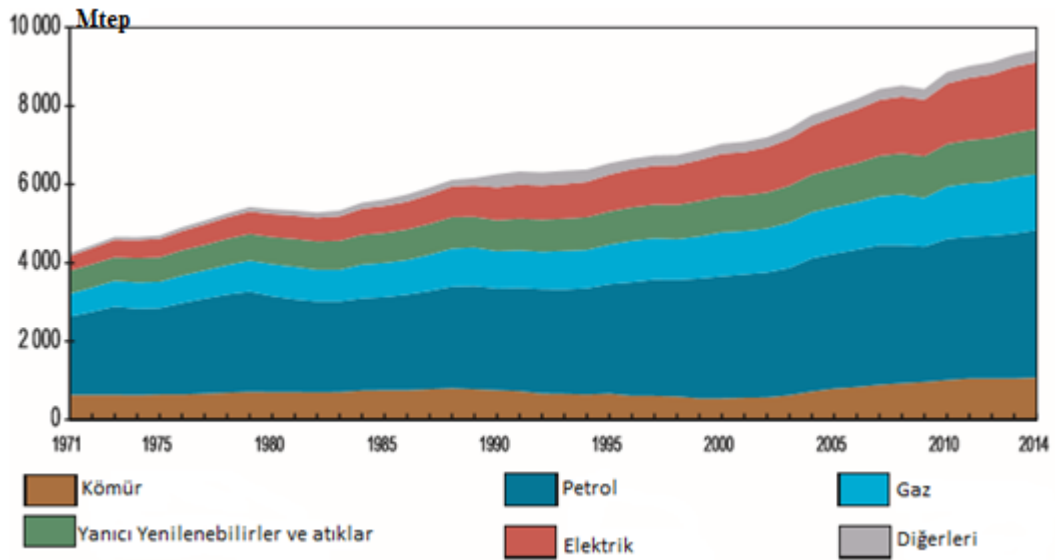
OECD ülkelerindeki birincil enerji üretiminin yakıtlara göre dağılımına bakıldığında petrolde büyük oranda azalma görülmektedir ve yanıcı yenilenebilirler ve

atıkların üretim miktarında ise artma görülmüştür. Bu durumda OECD ülkelerinde fosil yakıtların kullanımının azaltılmaya çalışıldığı görülmektedir (Şekil 1.4).



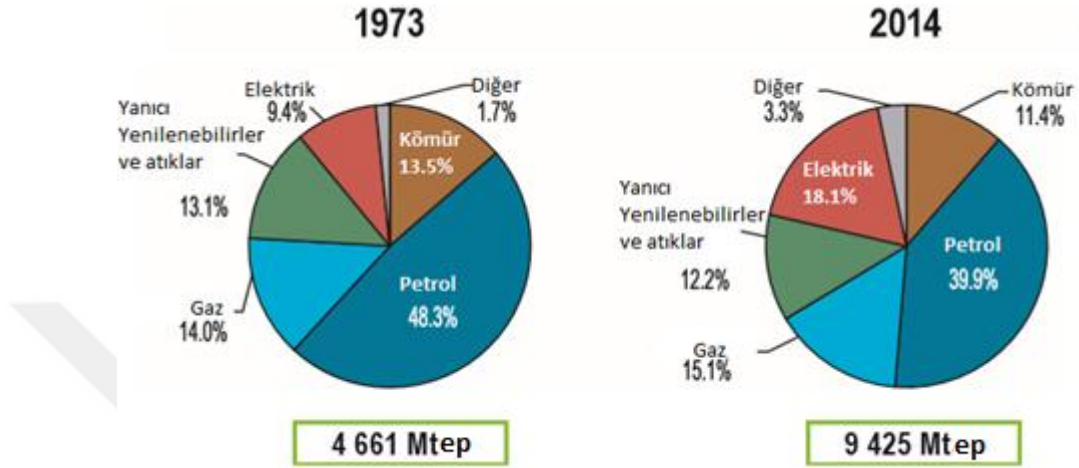
Şekil 1.5. OECD ülkelerinin birincil enerji üretiminin yakıtlara göre dağılımı (Mtep) (IEA, 2016)

1971 yılından 2014 yılına kadar geçen süre boyunca dünya enerji tüketim miktarı yaklaşık olarak iki kat artmıştır (Şekil 1.5). Tüketim miktarının artmasında da en önemli sebepler nüfusun ve teknoloji kullanımının artmasıdır.



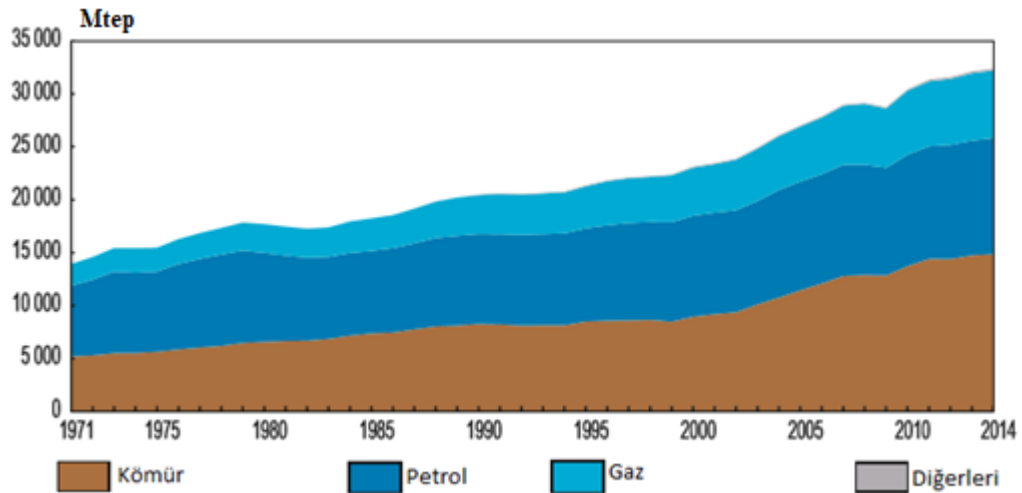
Şekil 1.6. Yıllara göre dünya enerji tüketimi (Mtep) (IEA, 2016)

Dünya enerji tüketiminin yakıtlara göre dağılımında en büyük pay petrol olmakla birlikte elektrik tüketim miktarında yaklaşık olarak iki kata yakın bir artış görülmektedir. Yanıcı yenilenebilirler ve atıkların tüketim miktarında ise azalma olmuştur (Şekil 1.7).



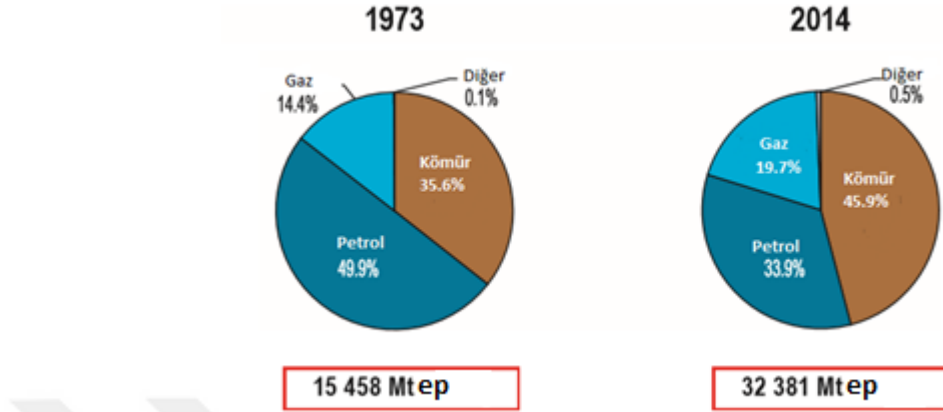
Şekil 1.8. Dünya enerji tüketiminin yakıtlara göre dağılımı (Mtep) (IEA, 2016)

Dünya enerji üretim ve tüketiminde en büyük pay fosil yakıtlara aittir. Fosil yakıtların kullanımının artmasıyla birlikte fosil yakıtların Dünya'ya yaydığı CO₂ emisyonları yıllar geçtikçe giderek artmaktadır (Şekil 1.9).



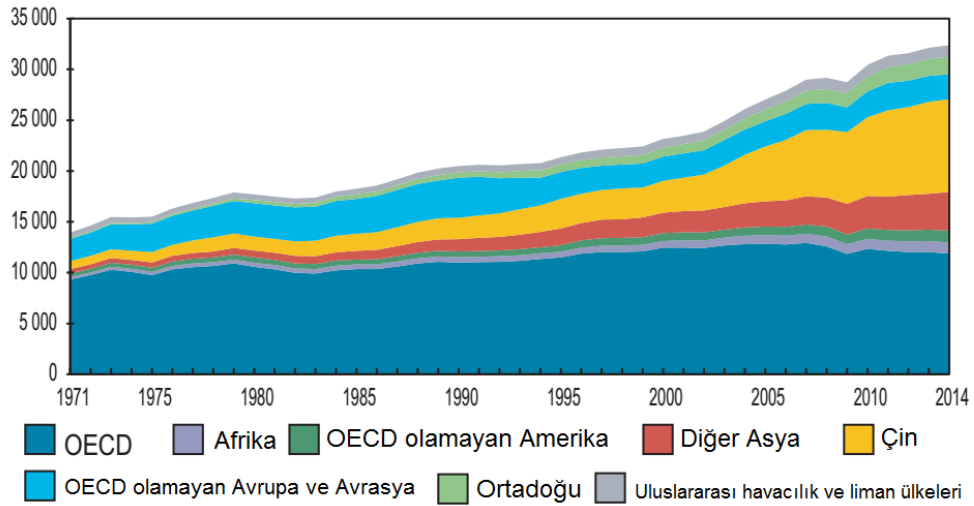
Şekil 1.10. Fosil yakıtların Dünya'ya yaydığı CO₂ emisyonları (IEA, 2016)

1973 yılında fosil yakıtların Dünya'ya yaydığı emisyon miktarı en fazla petrolde görülürken 2014 yılına gelindiğinde ise yerini kömüre bırakmaktadır (Şekil 1.8). Bu durumun sonucu olarak hava kirliliği de yıllar geçtikçe artmaktadır.



Şekil 1.11. Fosil yakıtların yaydığı emisyonun yakıtlara göre dağılımı (IEA, 2016)

OECD ülkelerindeki CO₂ emisyonu diğer bölgelere göre daha az bir paya sahiptir (Şekil 1.9).

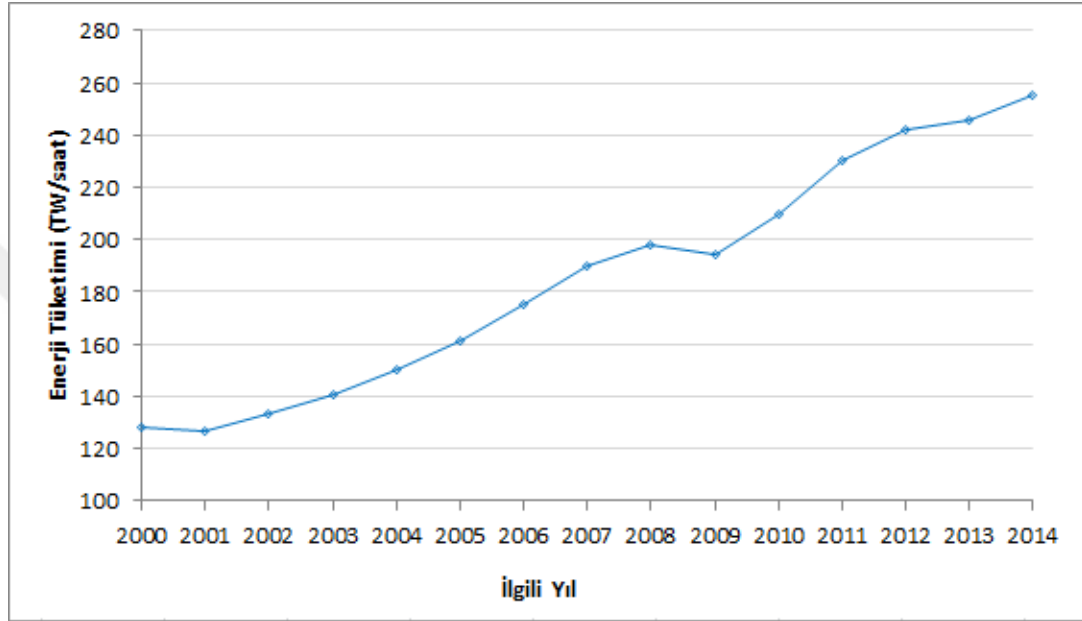


Şekil 1.12. Dünya CO₂ emisyonunun bölgelere göre dağılımı (IEA, 2016)

1.2 Türkiye'deki Enerji Üretimi ve Tüketimi

Türkiye ekonomik ve sosyal kalkınma ve sanayileşme yönünden gelişmekte olan bir ülke olduğu için, enerjiye olan ihtiyaç 2000 yılından 2014 yılına kadar sürekli

artmıştır (Şekil 1.10) ve dolayısıyla birinci öncelik enerjiye olan bu ihtiyacın karşılanmasıdır. Enerji ihtiyacının yeterli düzeyde sağlanabilmesinde ise zaman zaman sıkıntı yaşanmaktadır. Bu sorunlar, yerli enerji kaynaklarının ve üretim kapasitesinin sınırlı olmasından, enerji talebinin hızla artmasından ve başta petrol ve doğal gaz olmak üzere enerjide dışa bağımlı olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 1.13. Türkiye'nin 2000 yılından sonraki enerji tüketimi (EMO, 2016)

Türkiye çok çeşitli birincil enerji kaynaklarına sahip bir ülkedir. Türkiye'de taşkömürü, linyit, asfaltit, ham petrol, doğal gaz, uranyum ve toryum gibi fosil kaynak rezervleri ile hidrolik enerji, jeotermal enerji, güneş enerjisi, deniz dalga enerjisi, biyokütle enerji gibi tükenmez kaynak potansiyelleri bulunmaktadır. Türkiye'nin, dünyada halen yoğun olarak kullanılan fosil kaynakların, özellikle akışkan fosil yakıtların görünür rezervleri yeterli düzeyde değildir. Türkiye'nin, özellikle akışkan fosil yakıtların görünür rezervleri yeterli düzeyde olmamasına rağmen kömür, jeotermal ve hidrolik enerji rezerv ve potansiyeli dünya kaynak varlığının % 1'i civarındadır.(DEK-TMK, 2016).

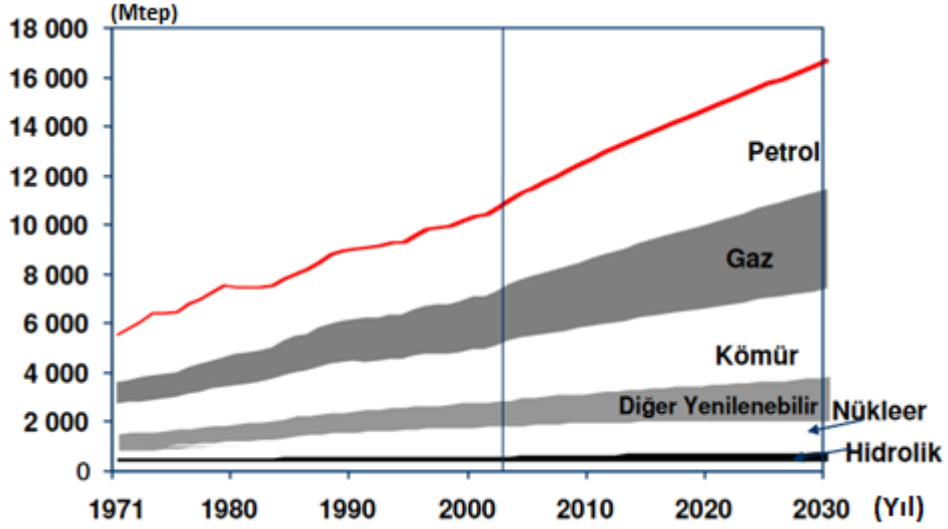
Çizelge 1.1' de 2012-2015 yılları arasında Türkiye'nin birincil enerji kaynakları üretim miktarları verilmiştir ve zamanla üretim miktarının arttığı görülmektedir (ETKB Mavi Kitap, 2016) .

Türkiye'nin genel enerji tüketiminin 2012-2015 yılları arasında kaynaklara göre dağılımına bakıldığında bazı fosil yakıtların üretiminde azalma görülmüştür. Yenilenebilir enerji kaynaklarının üretiminde ise doğrusal bir artış görülmektedir (Çizelge 1.1)

Çizelge 1.2. Türkiye'nin genel enerji üretiminin kaynaklara göre dağılımı (ETKB Mavi Kitap, 2016)

Birincil Kaynaklar	2012	2013	2014	2015
Fuel Oil (Bin Ton)	981,3	1.192,50	1.662,90	980,4
Motorin (Bin Ton)	657,4	546,3	482,4	1.243,60
İthal Kömür (Bin Ton)	29.210,50	29.453,70	35.086	39.986
Doğalgaz (10 ⁶ m ³)	104.499,20	105.116,30	120.576	99.218
Asfaltit (Bin Ton)	849,5	731,7	954,2	1.078,50
Taş Kömürü (Bin Ton)	3.264,20	3.338,60	3.607,10	3.765,40
Linyit (Bin Ton)	34.688,90	30.262,00	36.615,40	31.335,70
Hidrolik (GWh)	57.871,70	59.420,50	40.644,70	67.145,80
Jeotermal (GWh)	899,3	1.363,50	2.364,00	3.424,50
Rüzgar (GWh)	5.860,80	7.557,50	8.520,10	11.652,50
Güneş (Bin Tep)			17,4	194,1
Diğer(Atık+Pirolitik Yağ) (Bin Ton)	720,8	1171,2	1432,6	1758,2
Genel Toplam	239503,6	240.153,80	251.962,80	261782,7

Fosil yakıt rezervlerinin zamanla azalması, enerji arzını tek başına karşılayamaması ve sera etkisine neden olmasından dolayı yeni enerji kaynakları arayışına girilmiştir. Fosil yakıtların yanması sonucu oluşan ve atmosfere verilen kirletici emisyonlarla beraber sera etkisi yaratarak iklim değişikliğine neden olan CO₂ emisyonları çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle ısı değerleri düşük, kül ve kükürt içerikleri yüksek olan kalitesiz yerli linyitlerin kullanılması, hava kirliliğini artırmaktadır. Bu olumsuz etkiler yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının önemini artırmaktadır. Bugün gelişmiş veya gelişmekte olan ülkeler kendi olanakları içinde değişik enerji kaynaklarının kullanılmasına öncelik vermektedirler (Karaca, 2009).

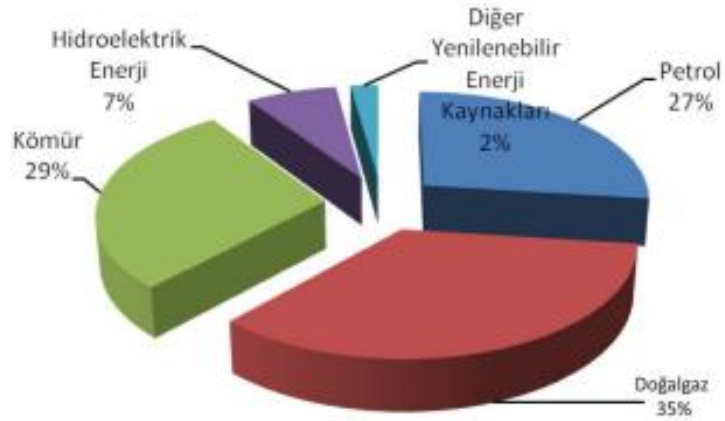


Şekil 1.14. Dünya enerji talebi ve yenilenebilir enerji kaynakları (Karaosmanoğlu, 2006)

Uluslararası Enerji Ajansı tarafından yapılan çalışmaya göre, 2000-2030 yılları arasında fosil enerji kaynaklarının payının % 85, petrol ve doğalgaz payının ise % 60 seviyelerinde olacağı öngörülmektedir (Şekil1.11). Yenilenebilir enerji payı % 15 düzeyinde olacaktır. Bir başka deyişle fosil-yenilenebilir enerji birlikte, fosil enerji büyük payı ile yan yana bulunacaktır. Yenilenebilir enerjinin payı, kaynakları zengin ve hızla programları uygulamaya alan ülkelerde daha yüksek oranlara ulaşabilir. Yenilenebilir enerji kaynaklar içinde en büyük teknik potansiyele, biyokütle sahiptir ve biyoyakıt teknolojisi kapsamında, bu kaynaklar doğrudan veya dönüşüm ürünleri ile değerlendirilebilmektedir. (Karaosmanoğlu, 2006)

1.3 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye'deki Durumu

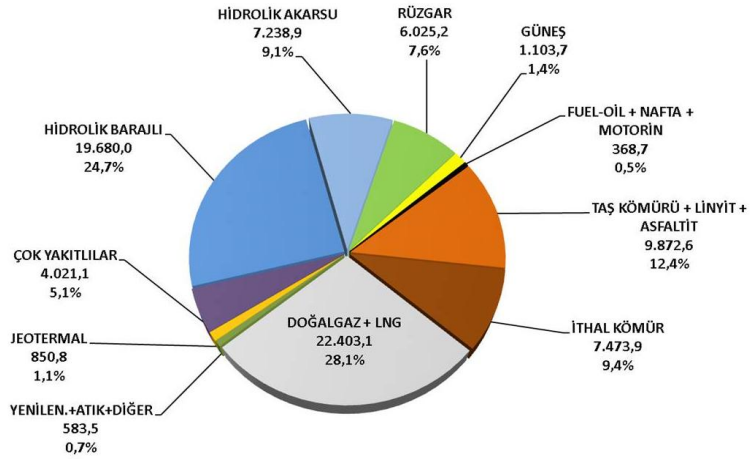
Yenilenebilir enerji kaynakları, doğada var olup direkt olarak kullanılabilen, fosil kaynaklı (kömür, petrol ve karbon türevi) olmadığı için kullanılırken CO₂ emisyonu az bir seviyede gerçekleşen, çevreye zararı diğer enerji kaynaklarına göre daha az olan, sürekli olarak yenilenebilen enerji kaynaklarından oluşmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi enerji kaynakları girmektedir.



Şekil 1.15. 2014 yılında Türkiye’de tüketilen birincil enerji kaynaklarının dağılımı (IEA, 2016)

Türkiye’de 2014 yılında toplam birincil enerji tüketim miktarı 125,33 Mtep olarak belirlenmiş ve bu tüketimin yenilenebilir ve yenilenemez türdeki birincil enerji kaynaklarına göre dağılımı Şekil 1.12’de verilmiştir.

Birincil enerji tüketiminin kaynaklara göre dağılımı sırasıyla, doğalgaz (% 34,9), kömür (% 28,6), petrol (% 27), hidrolik enerji (% 7,3) ve diğer yenilenebilir enerji (% 2,2) şeklinde görülmüştür. Burada yenilenebilir enerji kaynakları olarak rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, biyokütle enerjisi ve jeotermal enerji dikkate alınmıştır (Şekil 1.12).



KURULU GÜÇ (04/2017) : 79.621,4 MW

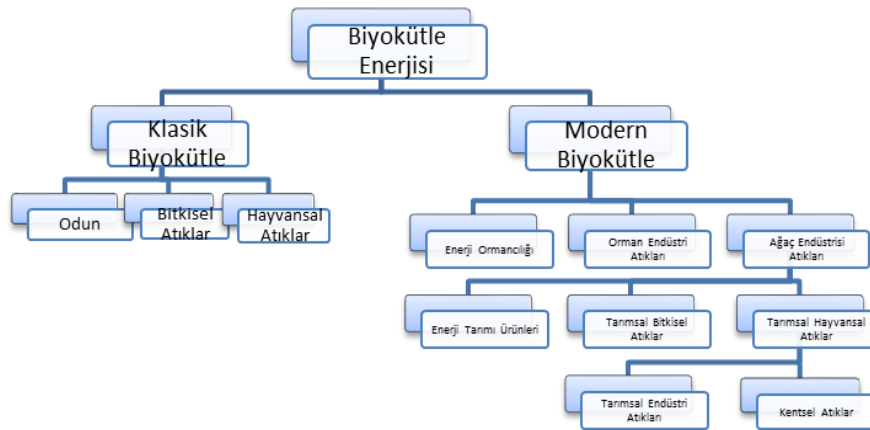
Şekil 1.16.Türkiye’de elektrik enerjisi kurulu gücü (TEİAŞ, 2017)

Şekil 1.13 'te verilen Türkiye'deki elektrik enerjisi kurulu gücü incelendiğinde kullanılan elektrik enerjisinin en büyük payını (% 28,1) doğalgaz oluşturmaktadır. İkinci en büyük pay ise % 24,7 oranla barajlar tarafından üretilen hidrolik enerjidir. Yenilenebilir enerji kaynakları ve atıklara bakıldığında % 0,7 oranla en son sırada yer almaktadır (Şekil 1.13).

1.3.1 Biyokütle Enerjisinin Türkiye'de Kullanımı

İnsanoğlunun alternatif enerji kaynaklarını kullanması, yüzyıllar önce başlamış olmasına rağmen, günümüze geldiğinde, bu kaynakların teknolojik gelişmelerle birlikte biçim ve isim değiştirdikleri görülmektedir. Yüzyıllardır ısınma ve yemek pişirme amaçlı kullanılan kaynaklar, günümüz dünyasında biyokütle adını almış ve kendi içerisinde bile değişik sınıflandırmalara konu olmuştur. Artan teknolojik gelişmeler ve enerji gereksinimi nedeniyle hızla gelişen biyokütle kaynakları ve kullanımı, dikkatlerin bu kaynaklar üzerine çekilmesine neden olmuştur.

Biyokütle kaynakları ile ilgili olarak değişik sınıflandırmalar ve tanımlamalar yapılmakla birlikte, basit olarak ısınma ve pişirme amaçlı olarak odun ile bitki ve hayvan atıklarının kullanıldığı kaynaklar olarak tanımlanabilir. Bununla birlikte, modern biyokütle kaynaklarını tanımlamak istendiğinde; enerji ormancılığı ürünleriyle orman ve ağaç ürünleri artıkları, enerji tarımı bitkileri, tarım kesimindeki bitkisel ve hayvansal atıklar, kentsel atıklar, tarıma dayalı endüstri atıklarının bu kaynaklar kapsamında değerlendirilmesi dikkat çekmektedir. (Şekil 1.14)



Şekil 1.17. Biyokütle enerjisi kaynaklarının sınıflandırılması

Biyokütle enerjisi; yetiştiriciliğe dayalı olduğu için yenilenebilir, çevre dostu, yerli ve yerel bir kaynak olarak önem kazanmaktadır. Biyokütle enerjisi kullanımı klasik ve modern olmak üzere iki grupta incelenir. Klasik biyokütle enerjisi, geleneksel ormanlardan elde edilen yakacak odun ve yakacak olarak kullanılan bitki ve hayvan atıklarından oluşur. (Ültanır, 1998)

Genel olarak biyokütle enerjisi; doğada yaygın olarak mevcut tarımsal kökenli ürünlerden; değişik fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerle üretilen, ticari özelliğe sahip, temel ve belirli özellikleri standartlaştırılmış olan katı, sıvı ve gaz halindeki bitkisel enerji kaynaklarıdır (Taşyürek ve Acaroğlu, 2007).

Dünya’da çeşitli formlarda bulunabilen biyokütle enerjisi farklı yöntemler kullanılarak birçok sektörde biyoenerji üretiminde kullanılabilmektedir. Odun, odun artıklarının ve elyafın endüstri sektöründe, enerji bitkilerinin, kısa süreli rotasyon bitkilerinin ve tarımsal atıkların tarım sektöründe, ormanlardan elde edilen atıklarının elektrik, ısınma, ısı-güç üretimi ve diğer biyoenerji çeşitlerinin üretiminde kullanıldığı görülmektedir (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.3. Biyokütle türlerinin katı yakıt olarak sınıflandırılması (Öztürk, H.H., 2008).

Biyokütle Grubu	Biyokütle Alt Grubu, Türü ve Çeşidi
1.Odun ve Odunsu Biyokütle	Gövde, dal, kabuk, yonga, briket, pelet
2.Otsu ve Tarımsal Biyokütle	Yıllık ve çok yıllık, doğal ve işlenmiş ürünler: otlar ve çiçekler, samanlar, diğer atıklar
3.Suda Yaşayan Biyokütle	Tuzlu veya tatlı su yosunları
4.Hayvan ve İnsan Atığı Biyokütle	Hayvan ve insan dışkıları
5.Endüstriyel Biyokütle Atıkları	Belediye, hastane atıkları, endüstri atıkları
6.Biyokütle Karışımları	Yukarıdaki türlerin karışımları

Klasik biyokütle enerji kullanımının temel özelliği, ilk elden gelişmişine kadar çeşitli yakma araçları ile biyokütle materyalden enerjinin direkt yanma tekniği ile elde edilmesidir. Sanayileşmemiş kırsal toplumlarda kullanımı yaygındır. Modern biyokütle kaynakları, enerji ormancılığı ürünleri ile orman ve ağaç endüstrisi atıkları, enerji tarımı ürünleri, tarım kesiminin bitkisel ve hayvansal atıkları, kentsel atıklar, tarımsal endüstri atıkları biçiminde sıralanır.

Çizelge 1.4. Biyokütle veya biyokütle yakıtlarının üstünlükleri ve olumsuzlukları (Öztürk, H.H., 2008).

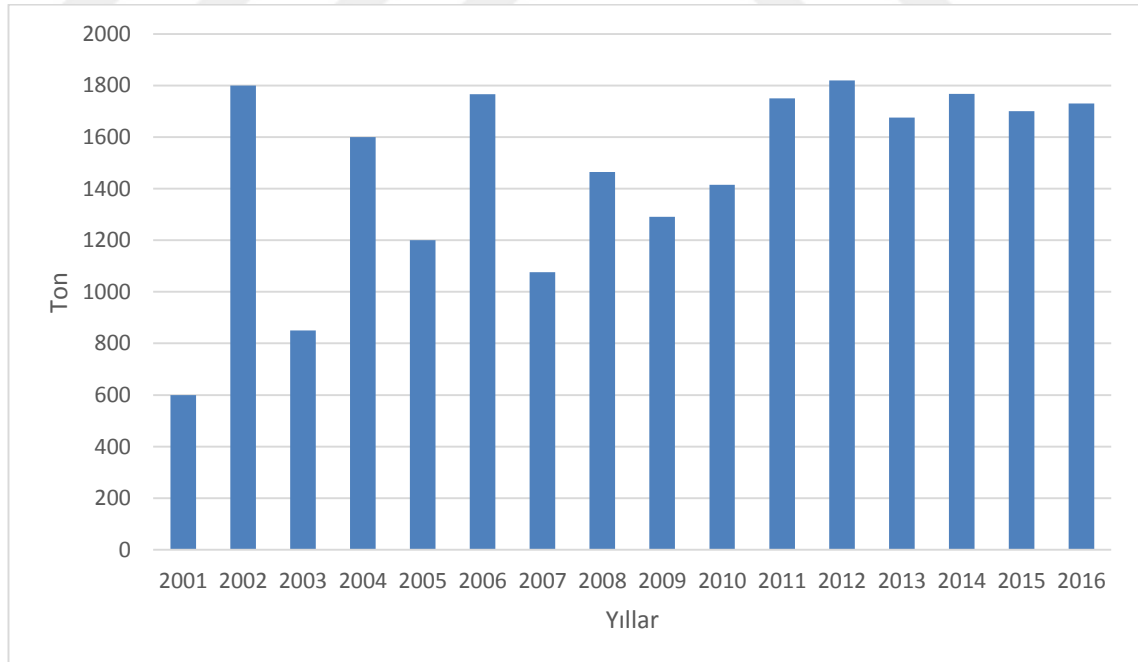
Üstünlükleri	Olumsuzlukları
Doğal biyokütle yenilenebilir bir enerji kaynağıdır.	Yaşam döngüsü değerlendirmesi bakımından biyokütle yakıt için tamamlanmamış yenilenebilir bir enerji kaynağıdır.
CO ₂ bakımından nötr dönüşüm gerçekleşir ve iklim değişikliğine olumlu katkıları vardır.	Dünya genelinde sınıflandırma sistemleri, standartları ve kabul edilmiş teknoloji eksiktir.
Kül, C, S, N ve iz elementler genel olarak düşüktür.	Bileşimi, özellikleri ve kalitesi değişkendir ve bu konularda yeterli bilgi yoktur.
Uçucu madde, Ca, H, Mg, O ve P içerikleri normal olarak yüksektir.	Nem, Cl, K, Na, Mn, ve bazı iz element içerikleri genellikle yüksektir.
Dönüşüm süresince reaktivitesi fazladır.	Enerji yoğunluğu düşüktür.
Zararlı emisyonlar (CH ₄ , CO ₂ , NO _x , SO _x , iz elementler) azaltılmıştır ve atıklar ayrılmıştır.	Besin ve besin üretimi ile rekabet halindedir.
Bazı yararlı bileşenler, yanma süresince kül tarafında tutulur.	Toprağın zarar görmesi ve biyolojik çeşitliliğin kaybolması olasılığı vardır.
Miktarı fazladır ve kısmen ucuz bir kaynaktır.	Bertaraf etme süresince koku, potansiyel salımlar ve zararlı bileşenlerin yayılması söz konusu olabilir.
Yakıt kaynaklarının çeşitlendirilmesini ve enerji güvenliği sağlar.	Isıl işlem süresince potansiyel teknolojik sorunlar ortaya çıkabilir.
Yeni iş olanakları yaratarak kırsal kalkınmaya katkı sağlar.	Isıl işlem süresince zararlı emisyonların açığa çıkma olasılığı vardır.
Okyanusların, düşük kaliteli toprakların potansiyel kullanımını sağlar, bozulmuş alanların restorasyonunu sağlar.	Toplama, taşıma, depolama ve ön-işleme giderleri fazladır.
Biyokütle atıkların azalımı sağlanır.	Bölgesel dağınıklık söz konusudur.
Çözücü, gübre, nötrleştirici ajan ve yapı malzemelerinin üretimi ve belirli element ve bileşiklerin geri kazanılması veya kısmi sentezi için ucuz kaynaktır.	Atık ürünlerden temiz bir şekilde yararlanılamayabilir.

Gelişmekte olan ülkelerde karşılaşılan çevre problemlerinden en önemlisi katı atıklar ve katı atıkların yönetimindeki aksaklıklardır. Katı atık yönetiminde esas hedef, katı atıkların miktarını en aza indirmek, atık hacmini azaltmak ve çevreye olan zararı en aza indirmektir (Tosun, 2003).

Ülkemizde gerek tarımsal ürünleri işleyen, gerekse tarımsal aktivitede bulunan çeşitli işletmelerden her yıl önemli oranda ve değişik özelliklere sahip organik atıklar ortaya çıkmaktadır. Bu atıklardan biri de zeytin bitkisinden elde edilen zeytinyağı eldesinden sonra arta kalan zeytin katı atığı olan pirinadır. Zeytinyağı üretiminde yan ürün olan pirinanın endüstriyel ve enerji amaçlı kullanımı bulunmakla birlikte tarımda organik bir girdi olarak değerlendirilmesi önemlidir.

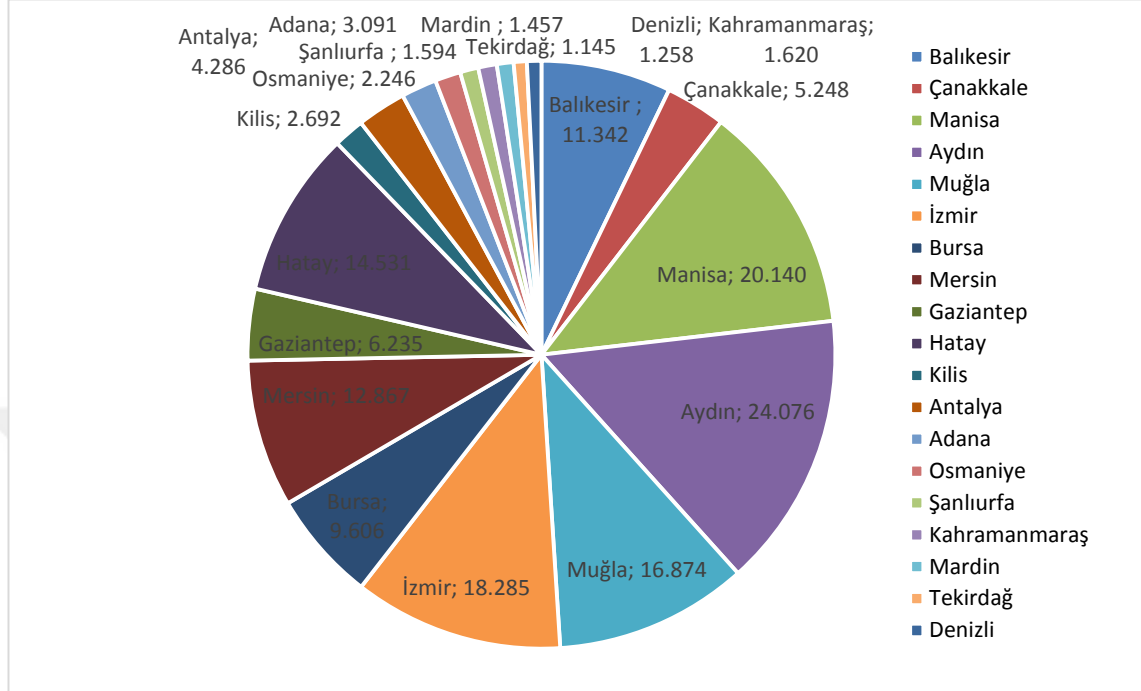
1.4 Zeytinyağı Üretim Atığı (Pirina)

Zeytin, ülkemizde Ege, Akdeniz, Marmara ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde yaygın olarak yetişen ve Olea europa olarak bilinen zeytin ağacının meyvesidir. Derinlere uzayan kökleri sayesinde kalkerli, çakıllı, taşlı ve kurak topraklarda yetiştirilmeye elverişli olan zeytin ağacı için en verimli ortam yazları sıcak, kışları ise ılıman geçen iklimlerdir. Zeytin ağacı ışığı, güneşi ve 15 derece üstündeki sıcaklığı sever. Yıllık ortalama 220 mm yağış zeytin ağacının verimli bir şekilde büyümesi için yeterlidir. Zeytin ağacı genellikle rakımı düşük coğrafyalarda yetişir. Ortalama boyu 4-10 m, gövde genişliği 40-50 cm olan zeytin ağacı bir yıl bol, bir yıl az ürün verir. Çiçek verme mevsimi kuzey yarım kürede Nisan - Haziran ayları arasındadır. Yeşil zeytinler Ağustos ayı sonunda Kasım ayı başına kadar olan süre içinde olgunlaşır. Dünya zeytin üretici ülkeleri arasında; ağaç varlığı açısından Türkiye dördüncü, alan açısından da altıncı sırada yer alır. Böylece dünya zeytinyağı üretimine % 8 oranında katkıda bulunur, sofralık zeytin üretiminde de İspanya'dan sonra ikinci, tüketimde ise birinci sırada yer alır (TÜİK, 2016).



Şekil 1.18. Türkiye’de yıllara göre zeytin üretimi (Ton) (TÜİK, 2016)

Ülkemiz 845.541 ha alanda 173.758 adet zeytin ağacı varlığı ile dünyada 4. sırada yer almaktadır (TÜİK, 2016).

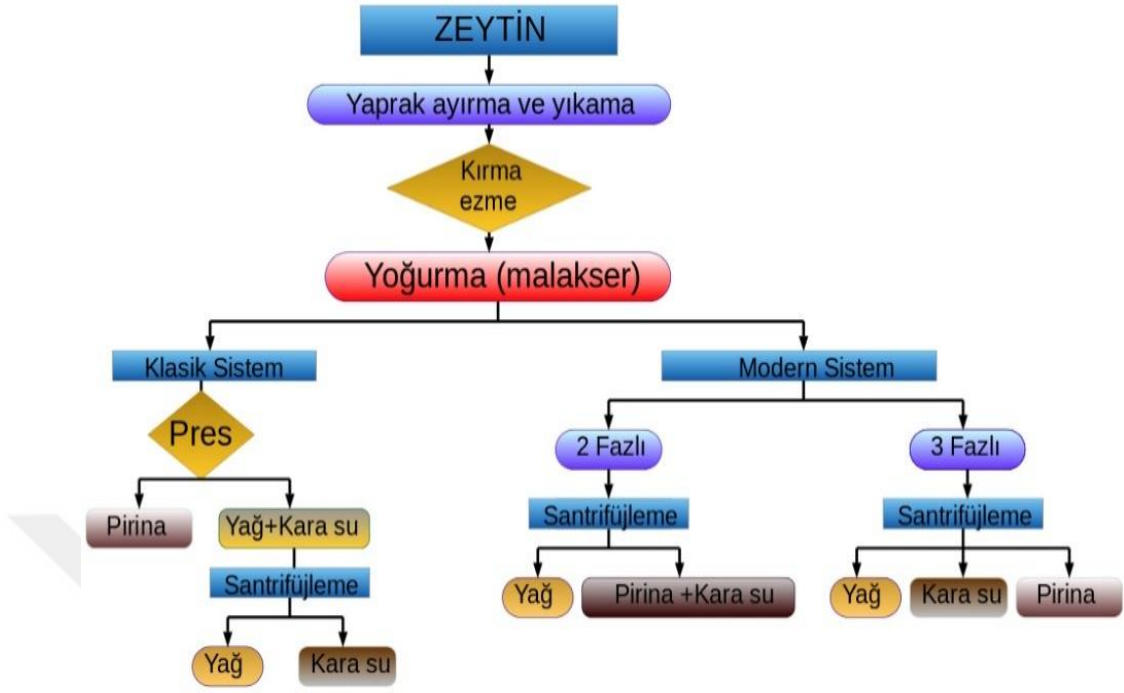


Şekil 1.19. Türkiye’de illere göre zeytin ağacı sayısı (TÜİK, 2016)

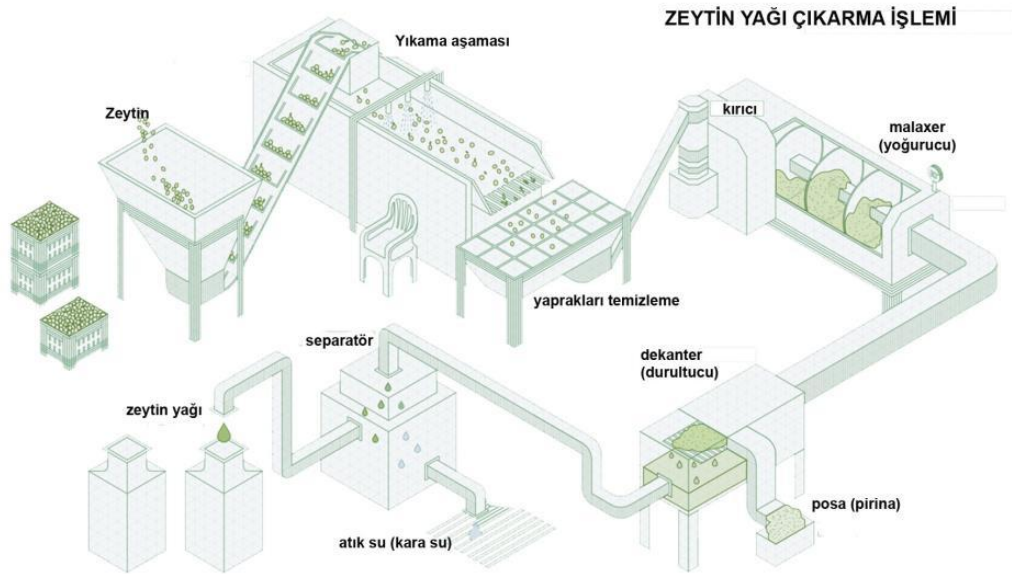
Şekil 1. 16’ daki grafikte Türkiye’de illere göre zeytin ağacı sayısı verilmiştir. Buna göre Hatay ilinde 2016 yılında 14.531 adet zeytin ağacı bulunmaktadır.

Toplam 81 ilimizin % 45’inde (36 il) zeytin üretimine rastlanmaktadır. Ülkemizde zeytin yetiştiriciliğinde yağlık zeytin üretimin % 49’u Ege Bölgesinde, % 26,6’sı Akdeniz Bölgesi’nde, % 12,1’i Marmara Bölgesi’nde ve % 12,3’ü Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde gerçekleştirilmektedir (TÜİK, 2016).

Zeytinyağı üretiminde klasik ve modern üretim yöntemleri olmak üzere iki yöntem mevcuttur. Her iki yöntemde de yağın yanı sıra kara su ve pirina olarak isimlendirilen atıklar oluşmaktadır. Zeytinler ezilerek hamur haline getirilir. Daha sonra bu hamur sıkılır veya prestan geçirilir. En sonunda ise yağ, zeytin meyvesinin suyundan (karasu) ayrıştırılır. 19. yüzyılın başında ise teknolojinin gelişmesiyle hidrolik pres makinelerine geçilmiştir. Bugün hidrolik pres makinelerinin yanı sıra, zeytin hamuruna hiç pres uygulamadan merkezkaç kuvvetiyle zeytinyağı elde etmeyi sağlayan makineler de kullanılmaktadır. Bunların içinde de en yaygını “kontinü sistemi”dir.



Şekil 1.20. Zeytinyağı üretim yöntemleri (Karaca ve ark., 2015)



Şekil 1.21. Zeytinyağı üretim sistemi (Karaca ve ark., 2015)

Pirina zeytinyağı fabrikalarının bir atığı olup Akdeniz ülkelerinde görülen önemli bir biyokütledir. Zeytinyağı üretiminden geriye kalan zeytin çekirdeği ve posasından oluşan bir katı atıktır. Zeytinyağı üretim teknolojisine göre % 2-12 yağ içeren “ham pirina”, yağı alındıktan sonra “yağsız prina” adını almaktadır.



Şekil 1.22. Pirinanın briket haline getirilmeden önce ve sonrası

Pirina içerdiği yağ oranı, yakıt maliyetinin birincil yakıtlara göre düşük olması, kül içeriğinin (yaklaşık % 1,5) düşük olması, artığın tamamen değerlendirilerek ekolojik dengenin korunması, yanma sonucu oluşan emisyonların fosil yakıtlara göre daha az olması, depolama problemlerinin yaşanmaması gibi avantajlarından dolayı zeytin üretiminin tamamına yakınının gerçekleştirildiği Akdeniz ülkeleri için hem ekonomik değere sahip bir ürün hem de önemli bir biyoyakıt kaynağıdır.

Pirina hayvan yemi katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Besin değeri olarak 1,6 kg pirina 1 kg kepeğe karşılık gelmektedir. Toksik madde içermeyen ve organik madde içeriği yüksek olan kompostlanmış pirina bahçe bitkilerinin yetiştirilmesinde ve toprağın güçlendirilmesinde kullanılmaktadır. Pirinadan fermantasyon yoluyla lipaz enzimi elde edilmektedir. Hidroliz edildikten sonra damıtılarak aktif karbon, metanol ve asetik asit elde edilir. Pirinanın içerdiği yüksek lignin içeriği nedeniyle diğer biyokütlelere göre piroliz yoluyla aktif karbon elde edilmesinin daha uygun olduğu belirlenmiştir. Furfural eldesinde de pirina kullanılmaktadır. Türkiye’de yağı alınmış pirina sadece yakıt olarak kullanılmaktadır (Akın, 2005).

İçeriği bakımından önemli bir biyokütle yakıtı olarak kullanılabilir. Ortalama 100 kg zeytinden 20-25 kg zeytinyağı ve 40-45 kg yağ prina elde edilebilmektedir. Geleneksel pres veya sürekli santrifüjleme işlemi uygulayan

zeytinyağı fabrikalarından elde edilmesine bağlı olarak iki tip prina çeşidi bulunmaktadır. Söz konusu iki tip prina sırasıyla % 25-30 ve % 45-55 nem içermeleri ile birbirinden ayrılmaktadır. Modern sürekli sistemlerden elde edilen prina klasik sistemlerden gelen prinaya oranla daha çok nem ve daha az yağ içerdiği için daha düşük ticari değer taşımaktadır (Başkan, 2010).

Farklı zeytinyağı üretim yöntemlerinden elde edilen pirinaların nem ve yağ yüzdeleri Çizelge 1. 4 'de verilmiştir.

Çizelge 1.5. Farklı zeytinyağı üretim yöntemlerinden elde edilen ham pirinaların nem ve yağ yüzdeleri (Akın, 2005)

Yağ Alma Yöntemi	Nem (%)	Yağ (%)
Hidrolik Pres	25-40	8,0 – 12,0
Süper Pres	20-30	4,5 – 12,0
Santrifüjleme	38-60	1,8 – 6,0

Çizelge 1. 5'te ham pirinanın temel karakteristik özellikleri verilmiştir.

Çizelge 1.6. Ham Pirinanın temel karakteristikleri (Akın, 2005)

Parametreler	Miktar aralığı
Nem(%)	55,6 – 74,5
pH (suda)	4,86 – 6,45
Elektriksel iletkenlik (dS/m)	0,88 – 4,76
Organik madde (g/kg)	848,9 - 976
Lignin (g/kg)	323 – 556,5
Selüloz (g/kg)	140,2 - 249
Hemiselüloz (g/kg)	273 – 415,8
Toplam organik karbon (g/kg)	495 – 539,2
Toplam azot (g/kg)	7 – 18,4
C / N oranı	28,2 – 72,9
Toplam yağ (g/kg)	77,5 – 194,6
Suda çözülebilir karbonhidratlar (g/kg)	12,9 - 164

Çizelge 1.7 (Devam). Ham Pirinanın temel karakteristikleri (Akın, 2005)

Suda Çözülebilir fenoller (g/kg)	6,2 – 23,9
Fosfor (g/kg)	0,7 – 2,2
Potasyum (g/kg)	7,7 – 29,7
Kalsiyum (g/kg)	1,7 – 9,2
Magnezyum (g/kg)	0,7 – 3,8
Sodyum (g/kg)	0,5 – 1,6
Demir (g/kg)	78 – 1462
Bakır (g/kg)	12 – 29
Mangan (g/kg)	5 – 39
Çinko (g/kg)	10 – 37

Pirina üretim tipine göre ya da kullanım amaçlarına göre çeşitli şekillerde olabilir. Bunlardan bazıları şöyledir (Akın, 2005):

Çekirdek: Bitkinin içinde büyüyüp gelişir. Isınma yapı malzemesi (briket) ya da aktif karbon yapılabilir.

Ham zeytin keki: İlk preslenme sonucu oluşan kalıntılardır. Bu çamur keki az miktarda yağ içerir. Daha ileri proseslerde işleme sokulmuyorsa bu kek çoğunlukla ısınma, hayvan yem kaynağı ya da zeytinlikler içinde samana dönüşür.

Tükenmiş zeytin keki: Ham zeytin kekinden geriye kalan kalıntıdaki yağ hekzan gibi çözücülerle ekstrakte edilebilir. Bu kek çoğunlukla ısınma, hayvan yem kaynağı ya da zeytinlikler arasında samana dönüşebilir.

Ezilmiş zeytin keki: Tüm zeytin çekirdeklerinden arındırılmış ileri proseslerden kalıntı püredir. Bu kalıntı püre yüksek miktarda su içerir ve depolanması ve atılması güçtür.

Pirinanın elementel analizinin belirlenmesi, yakılacağı sistemlerin özellikleri, yakıtın yakılması durumunda baca gazı kirleticilerinin belirli sınırlar arasında olması gerekmektedir. Pirinanın yakıt olarak kullanılması durumunda elementel analizinin ne olacağı Çizelge 1.6 ‘ da verilmiştir (Akın, 2005).

Çizelge 1.8. Yakıt olarak kullanılacak pirinanın özellikleri (Akın, 2005)

Parametreler	Değer
Nem (%)	20
Kül (%)	2,97
Yağ (%)	2,5
Uçucu Madde (%)	72
Karbon (%)	45,3
Oksijen (%)	27,6
Hidrojen (%)	5,9
Azot (%)	1,85
Toplam Kükürt (%)	0,15
Alt ısııl değeri (kcal/kg)	4.480
Üst ısııl değeri (kcal/kg)	4.847

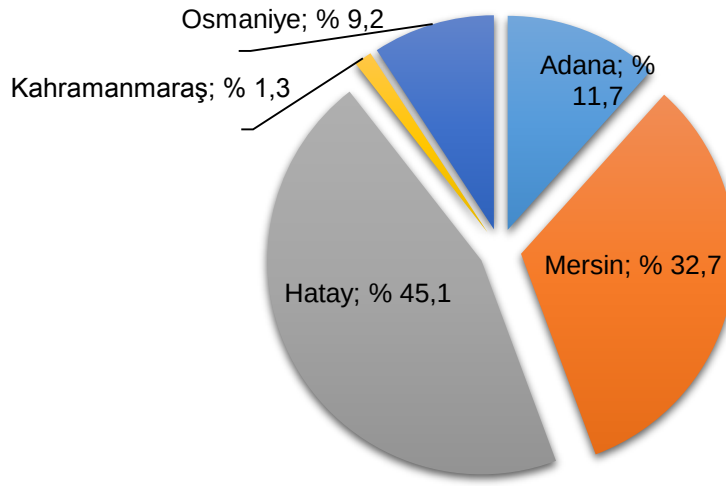
Yakıt olarak kullanılmasının avantajları

- Üretilen birim enerji başına düşen yakıt maliyetinin birincil yakıtlara göre düşük olması,
- Depolanmadan kaynaklanan bir sorun olmaması yani birkaç sene önceki prinanın dahi kullanılabilmesi,
- Kül içeriğinin (yaklaşık % 1.5) düşük olması,
- Atığın tamamen değerlendirilerek ekolojik dengenin korunması,
- Yanma sonucu oluşan emisyonların fosil yakıtlara göre daha az olması,
- 800’den fazla küçük ve orta ölçekte yağ sıkma işletmesinin olmasından kaynaklanan katı atık miktarı ve depolama problemlerinin yaşanmaması,

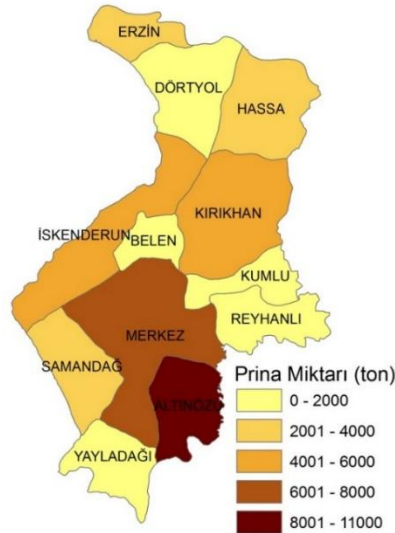
Dezavantajları

- Üretimin yapıldığı yerlerde kullanılması gerekliliği (nakliye masraflarının enerji üretim maliyetine olumsuz etkisi),
- Üretimin mevsimlik olması (zeytin hasadı Kasım-Mart ayları arasında gerçekleşir),
- Zeytin meyvesinin “var” ve “yok” yılına bağlı olarak prina üretiminin sürekliliğinin olmamasıdır.

Hatay'ın zeytin yetiştiriciliği yapan güney illeri arasında önemli bir potansiyel bulunmaktadır. Yörede zeytin üretim alanının her geçen gün arttığı görülmektedir. Yaklaşık olarak 12 milyon civarında zeytin ağacının bulunduğu kentte, 430 bin dekarlık bir alanda zeytin yetiştiriciliği yapılmaktadır. Zeytin ekim alanlarının her geçen gün arttığı Hatay'da Gemlik, Savrani, Halhalı, Sarı Haşabi, Karamani, Topak gibi çeşitler ağırlıkta bulunmaktadır (Karaca ve ark., 2015).

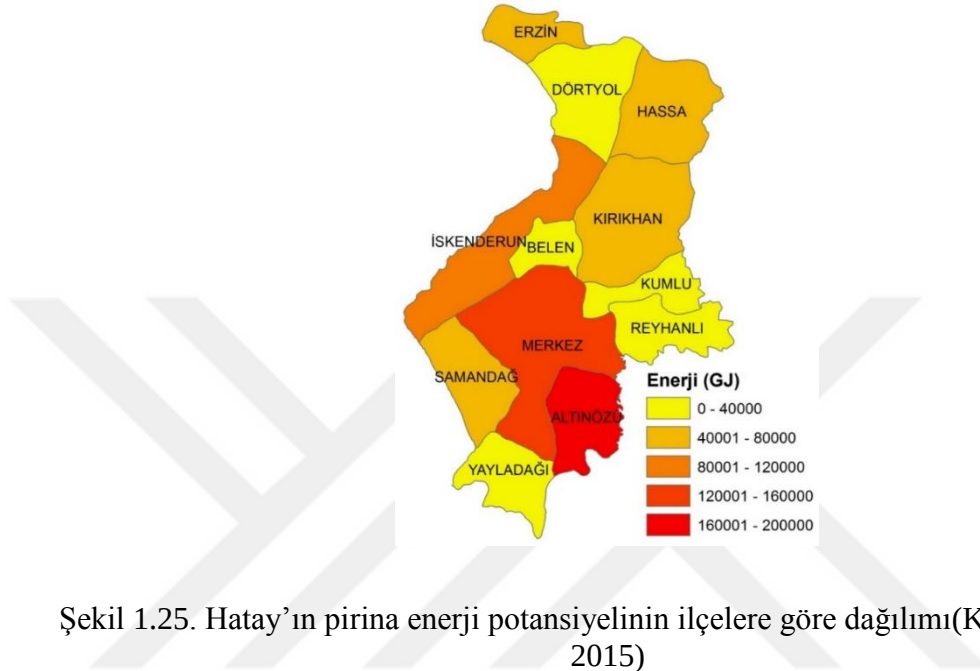


Şekil 1.23. Doğu Akdeniz Bölgesi zeytin üretiminin illere göre dağılımı



Şekil 1.24. Hatay'ın pirina atık miktarının ilçelere göre dağılımı(Karaca ve ark., 2015)

Hatay'ın yağlık zeytin üretiminde en büyük payı Altınözü (% 26) ve Antakya (% 19) ilçeleri almaktadır. Bu iki ilçedeki zeytinyağı fabrikalarının toplam prina üretimi yaklaşık 18 bin tonu bulmaktadır. Bununda enerji değeri karşılığı ise 320 TJ, yani 7500 ton petrole eşdeğerdir. (Karaca ve ark., 2015)



Şekil 1.25. Hatay'ın pirina enerji potansiyelinin ilçelere göre dağılımı(Karaca ve ark., 2015)

Hatay'ın yağlık zeytin üretiminin beş yıllık ortalaması yaklaşık 130 bin olarak belirlenmiştir. Bu miktarın işlenmesi sonucunda ortaya çıkan ve yakacak olarak kullanılabilir durumda olan pirina miktarı ise 39 bin ton olarak hesaplanmıştır. Hatay'da zeytinyağı çıkarma sonucunda ortaya çıkan pirina atıklarının toplam enerji potansiyeli 700 TJ' ü bulmaktadır. Bu enerji potansiyelinin petrol eşdeğeri ise 16700 tona karşılık gelmektedir. (Karaca ve ark., 2015)

Hatay ilindeki Sanayi ve Ticaret Odalarının kayıtlarına göre toplamda 54 adet zeytinyağı fabrikalarının ilçelere göre dağılımı şu şekildedir. Altınözü'nde 26, Antakya'da 16, Kırıkhan-Hassa' da 9, Yayladağı'nda 2 ve Samandağ'da 1 fabrika olarak dağılım göstermektedir. Bu işletmelerin toplam kurulu kapasiteleri yaklaşık olarak 58 bin ton zeytinyağı üretebilecek durumdadır. (Karaca ve ark., 2015)

Zeytinden elde edilecek prina ve yağ miktarı zeytin çeşidi, yetiştirme tekniği ve yağ işleme yöntemine bağlı olarak değişiyor olsa da, ortalama 100 kg zeytinden 20-25 kg zeytinyağı ve 40-45 kg prina elde edilebilmektedir.

Çizelge 1.9. Hatay ilçelerinin 5 yıllık ortalama yağlık zeytin üretimi, pirina miktarı ve enerji değerleri(Karaca ve ark., 2015)

İlçeler	Üretim (ton/yıl)	Pirina (ton)	Enerji (GJ)
Antakya	24.907	7.472	134.500
Altınözü	33.846	10.154	182.767
Belen	1.767	530	9.544
Erzin	7.748	2.324	41.838
Hassa	8.468	2.540	45.726
İskenderun	16.439	4.932	88.771
Kırıkhan	14.581	4.374	78.740
Reyhanlı	4.703	1.411	25.396
Samandağı	11.475	3.442	61.963
Yayladağı	5.150	1.545	27.812

Elde edilen pirinanın nem ve yağ içeriği de üretim yöntemine göre değişmektedir. 3 fazlı sistemde üretilen pirinanın içeriğinde % 2-6 arasında yağ ve % 35-50 arasında nem bulunmaktadır. Pirinanın yakıt olarak kullanılabilmesi için bu değerlerin düşürülmesi gerekmektedir. Katı Yakıtların Kontrolü Tebliğine göre yakıt pirinasının yağının % 1,5'in altına neminin ise % 15'in altına indirilmesi gerekmektedir.

1.5 Katı Yakıtların Kontrolü Tebliği'ne göre Pirina Briketinin Özellikleri

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yayınladığı katı yakıtların kontrolü tebliğinde Ek-1 Katı Yakıt Özellikleri tanımlarında Tablo-6 Pirina Briketi Özellikleri aşağıda Çizelge 1.8'de verilmiştir.

Ayrıca bu tebliğde briketlerde; nişasta, bitkisel parafin veya melas (pancar küspesi) gibi bağlayıcı maddeler kullanılabileceği bilgisi de bulunmaktadır.

Çizelge 1.10. Pirina briketinin özellikleri

Özellikleri	Sınır Değerler
Alt Isıl Değer (kuru bazda)	3700** Kcal/kg (min.)
Nem (orijinalde)	% 15 (max.)
Yağ (kuru bazda)	% 1.5 (max.)
Sodyum (Na) (Kuru bazda)	300 ppm (max)
Boyut	6 mm (min.) (6mm'den küçük ağırlıkça % 5'i geçemez, ancak mekanik beslemeli yakma tesisleri için % 50'ye kadar olabilir.)

* Zeytin çekirdeğinde boyut hariç olmak üzere pirina briketi özellikleri aranır.

** Pirina briketinin alt ısı değeri 3700 Kcal/kg ve üstü olanlar köy ve beldeelerde, 4000 Kcal/kg ve üstü olanlar 2. Grup il ve ilçelerde kullanılır.

1.6 Çalışmanın Amacı ve Önemi

Hatay ilinde yakacak olarak satışa sunulan pirina briketinin Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yayınladığı katı yakıtların kontrolü tebliğinde Ek-1 katı yakıt özellikleri tanımlarında Tablo-6'da pirina briketi özellikleri referans alınarak tebliğde verilen sınırlar içerisinde olup olmadığı ve pirina briket kalitesi araştırılmıştır. Ayrıca Hatay ilinde yakacak olarak satışı yapılan pirinaların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenerek pirina briketinin kalitesi belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda Hatay ilinde yakacak olarak satılan pirinaları gerek yasal gerekse bilimsel olarak mevcut durumu saptanmıştır. Bu çalışmanın sonuçları gerek bu konudaki denetim yetkisine sahip kurumlara ve gerekse bu konuda ticari faaliyet gösteren kuruluşlara bilimsel bir kaynak sağlayacaktır.

2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Cabrera ve ark. (1996), zeytinyağı fabrikası atık suları ile toprağı direkt olarak sulayarak, suyun korunacağını ve gübreleme yapılabileceğini ileri sürmektedirler. Çalışmada uygulamanın normalde 800 m³/ha' dan daha az alanlar için faydalı olduğu belirtilmektedir. Atık sudaki phytotoksik etkinin faydalı olabilmesi için gerekli sınırlara zeytinyağı fabrikası atık sularındaki polyphenol ve tuz ihtivası neden olduğu belirtilmektedir.

Demichelli ve Bontoux (1996), çalışmalarında zeytin kekinin çiftlik hayvanlarındaki fayda payını araştırmışlardır. % 20 zeytin keki ile birleştirmenin çiftlik hayvanlarında semizliğe ulaşmada payı olduğunu belirtmişlerdir. Zeytin keki ile birleştirme koyunlarda organ kütlelerinde artış olarak etkili olmuştur.

Masghouni ve Hassairi (2000), zeytinyağı endüstrisi ürünlerinden enerji kullanımı konulu çalışmalarında, zeytinyağı çıkarma endüstrisinden oluşan EFC (Exhaust Foot Cake)' nin enerji karakteristiklerini tanımlamışlardır. Çalışmada tuğla biçiminde imal edilen yanabilir katı atıkların ekonomik faydaları anlatmışlardır.

Tekin (2000), yaptığı çalışmada su içinde ince öğütülmüş zeytin posası karıştırılması ile elde edilen bir bulamaçtan 37 °C 'de 1 litre hacmindeki anaerobik çürütücüler kullanılarak biyogaz üretimini araştırmıştır. Bir başlangıç kültürü, yerel bir depolama bölgesinden elde edilmiş ve bu sıcaklıkta 10 gün içinde bulamaca eklemiştir. Biyogaz üretim oranları toplam katı madde değiştirilerek harç içinde konsantrasyon ve yarı-sürekli sindirim esnasında hidrolik tutma süresini belirlemiştir. Maksimum hızı ortalama çürütme hacminin litresi başına l-biyogaz 0,70 l olduğunu saptamıştır. Biyogaz metan içeriğı hem toplu hem de yarı- çalışır vaziyette iken geri kalan esas karbondioksit olmak üzere % 75-80 aralığında olduğu belirlemiştir.

Yaman ve ark.(2001), çalışmalarında briketlemede yakıt briketi oluşturulması için, zeytin artığı ve kağıt fabrikası atığı kullanmışlardır. Bu amaçla, her iki biyokütle örneklerinin parçacık boyutları 250 mm azalmış ve daha sonra çevre sıcaklığında 150 ile 250 MPa arasında bir basınç altında çelik kalıpla briketlemiştir. Parçalama endeksi, basınç dayanımı, ve elde edilen briket su direnci üzerinde biyokütle örnekleri ve briket basınç nem içeriğinin etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada sadece zeytin atığı ile üretilen brikette mekanik mukavemetin yeterince yüksek olmadığını

görmüşlerdir. Öte yandan, güçlü briketlerin kağıt fabrikası atıkları kullanılarak üretildiği sonucuna varmışlardır. Zeytin atığı elyafı kağıt fabrikası atığı ile harmanlandığı zaman, yeterince yüksek bir mekanik kuvvete sahip olan briketler üretilebileceğini saptamışlardır.

Cliffe ve Patumsawad (2001), pirinin akışkan yataklı kazanda kömür ile birlikte yakılması çalışmasında, zeytinyağı üretim atıklarının akışkan yataklı kömür ile tutuşma olasılığının atık kullanımı ile aynı derecede enerji kaynağı oluşturduğu tanımlamışlardır.

Bayram ve Dumanoglu (2002), pirina yakma sistemlerinde karbon monoksit emisyonlarını azaltacak uygun yakma koşulları sağlamak için çalışmalar yapmışlardır. Karbon monoksit bir eksik yanma ürünüdür. Aynı zamanda yanmamış hidrokarbonun da bulunması tam yanmanın sağlanamadığını göstermektedir. CO emisyonlarının bu kadar yüksek olması kullanılan kazanların kömüre göre projelendirilmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Pirinin bileşimindeki yüksek orandaki uçucu maddelerin ani olarak gazlaşması ve ani olarak kazanı terk etmesi sonucu tam yanma sağlanamamaktadır. 150 kW ısı kapasiteli kazanda otomatik yakıt besleme ve ikincil hava uygulanarak denemeler yapmışlardır. Pirina yakılan kazan çıkışında verilen ikinci hava ile kazanda yanma işlemini tamamlayamayan uçucu maddelerin tekrar yanmasını amaçlamışlardır. Yapılan uygulama sonunda kazanda gazlaşan eksik yanma ürünlerinin yüksek sıcaklıkta daha uzun süre kalması sağlanarak CO emisyonlarının azaldığını görmüşlerdir. CO emisyonlarının uygun yakma koşulları sağlanarak 50 mg/m³ değerine düşürülmesinin mümkün olduğu belirlemişlerdir.

Güneysu (2003), pirinin aktif karbon üretimi için hammadde olarak kullanılması sonucu ekonomiye kazandırılması, atıkların azaltımı dolayısıyla çevreye olan zararlı etkileri en aza indirilmesi amacıyla yaptığı çalışmada pirinin uygun piroliz koşullarında değişen sıcaklıklarda (500 - 800 °C) karbonizasyonu sağlandığını saptamıştır. Yüzey alanını arttırmak için ise % 5 ile % 25 arasında değişen oranlarda çinkoklorür ilavesiyle aktivasyon sağlandığını belirtmiştir.

Demirbaş ve İlten (2004), çalışmalarında zeytinyağı fabrikalarından çıkan üç zeytin atığının (zeytin küspesi, zeytin çekirdek+kabuğu ve zeytin çekirdeği) tahmini analizi, elementel analizi, üst ısı değeri ve kül bileşimi analitik metotlarla belirlemişlerdir. Atıkların yanma analizleri için yakıt özellikleri fiziksel, kimyasal, ısı

ve mineral özelliklerine göre uygun gruplara ayrılabilmiş. Seçilmiş örneklerin karbon içerikleri % 53–55 arasında değişmekte olduğunu belirlemişlerdir. Çeşitlerin hidrojen içeriği % 6,5-6,9 arasında, oksijen içeriği % 35,5-36,5 arasında değişmektedir. Kükürt % 0,1 den az ve azot % 0,4-0,9 arasında değişmektedir. Bu çalışma sonucunda zeytin atıklarının piroliz ve sıvılaştırma dönüşümlerine uygun olduğu kararına varmışlardır. Sıvılaştırma verimi sıvılaştırma sıcaklığının artmasıyla yükselmektedir. Genelde pirolizden ve katalitik sıvılaştırma işleminden elde edilen sıvılaştırma verimi diğer termokimyasal yöntemlerden elde edilenlerden daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Doymaz ve ark. (2004) yaptığı araştırmalar sonucunda pirinanın % 10-35 nem, % 6-15 yağ, % 7-13 protein, % 32-42 karbonhidrat, % 27-42 selüloz ve % 3-8 külden oluştuğunu saptamışlardır. Yüksek nem içeriğine sahip olan pirina, bir miktar da yağ içermektedir. Pirinadan çözücü ekstraksiyon ile yağ elde edilmeden önce içeriğindeki nemin uzaklaştırılması gerektiğini ve kurutma işleminden sonra nemin % 5-8 değerinde olduğunu belirtmişlerdir.

Oktay (2006), ülkedeki pirina kullanımı potansiyelini incelemiştir. Ortalama olarak 150.000 ton petrol eşdeğerine karşılık gelen 360.000 tondan fazla olduğu tahmin edilen pirina 2000-2001 sezonunda Türkiye'de üretilmiştir. Geleneksel pirina yakıtlı kazanlarda yapılan yanma deneylerinden elde edilen değerlerden CO-emisyon değerleri 1,800 ila 10,000 mg / m³ arasında değişmektedir. Böyle akışkan yataklı, ikincil hava kaynağı ile alttan beslemeli stoker vb. gibi uygun yakma sistemlerinde verimli enerji üretimi için kullanılması gerektiğini ve baca gazının değerlerinin belirlenmesi için hesaplamada ısıtma yüzeyleri kullanılabileceğini belirtmiştir.

3 MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Hatay ilinde zeytinyağı üretimi yapan işletmelerde; zeytinyağı çıkarıldıktan sonra kalan zeytin posası ve çekirdeği, makineyle sıkıştırılıp odun kalıbı haline getirilerek pirinaya dönüştürülmektedir. Belli kriterlere göre elde edilen ürün yakacak olarak satışa sunulmaktadır. Zeytinin yetiştiriciliğinin yaygın olduğu bu bölgede yakacak olarak kullanılmaktadır.

Çalışmada ana materyal olarak Hatay ilinde yakacak olarak satışa sunulan, zeytinyağı atığı olan pirina kullanılmıştır. Materyal olarak çeşitli işletmelerden alınan pirinalar P harfiyle isimlendirilmiştir. P₁₁, P₁₂, P₁₃, P₂₁, P₂₂, P₂₃, P₃₁, P₃₂, P₃₃ olmak üzere toplamda 9 örnek üzerinde çalışılmıştır.

P₁₁, P₁₂, P₁₃: Pirina işleme lisansına sahip olan bir X firmasına ait hammaddenin farklı bir firma tarafından briquete dönüştürülmüş hali

P₂₁, P₂₂, P₂₃: Pirina işleme lisansına sahip olan bir Y firmasına ait hammaddenin aynı firma tarafından briquete dönüştürülmüş hali

P₃₁, P₃₂, P₃₃: Pirina işleme lisansına sahip olmayan lisanssız briquet üreten üç farklı firmadan alınan örnekler



Şekil 3.1. Hatay’da pirina üreten firmalardan rastgele toplanan örnekler

3.2 Yöntem

Çalışmada Hatay’da pirina imalatı yapan firmalardan toplanan yakacak olarak kullanılan pirina briketlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla özgül kütle, nem içeriği, yağ içeriği, sodyum içeriği, su alma direnci, deformasyon kuvveti, ısıl değer, kül içeriği ve elementel analiz yöntemleri kullanılmıştır.

3.2.1 Özgül Kütle

Briketlerin özgül kütlelerinin belirlenmesi için su taşıma yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde briketlerin su almasını önlemek için dış yüzeyleri özgül kütlesi 930 kg/m³ olan parafinle (mum) kaplanmıştır. Kaplama yapılmadan önce briketlerin kütleleri ölçülmüştür. Parafinle kaplı briketlerin kütleleri ölçülerek kaydedilmiştir. Parafin kaplı briketler silme su ile dolu bir kaba tamamı ile batırılıp çıkarılmış ve briketlerin kaptan taşıdıkları suyun kütlesi ölçülmüştür. Taşan suyun hacmi parafinli briket hacmi olarak kaydedilmiştir. Briketlerin özgül kütlesi aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\rho = \frac{M}{V} \dots\dots\dots(1)$$

ρ : Materyalin Özgül Kütlesi (kg/m³)

M : Materyalin Kütlesi (kg)

V : Kabın Hacmi (m³)’ dir.

$$V_{briket} - V_{taşan su} = \frac{M_{par.briket} - M_{briket}}{\rho_{par.}} \dots\dots\dots(2)$$

$$\rho_{briket} = \frac{M_{briket}}{V_{briket}} \dots\dots\dots(3)$$

M_{briket} : Briketin Kütlesi (kg)

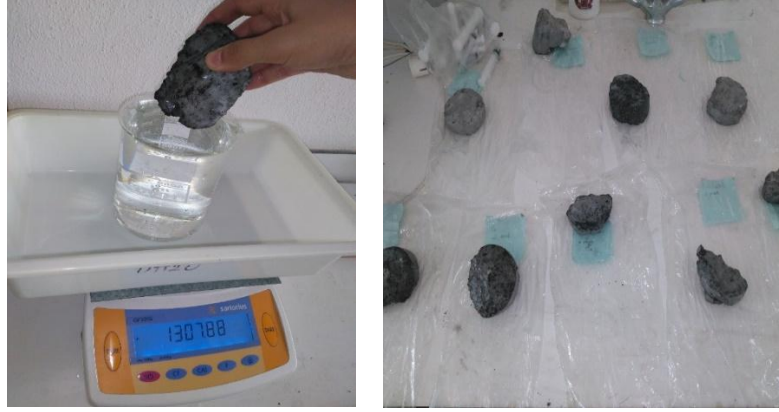
$M_{par.briket}$: Parafin Kaplı Briketin Kütlesi (kg)

V_{briket} : Briketin Hacmi (m³)

$V_{taşan su}$: Taşan Suyun Hacmi (m³)

$\rho_{par.}$: Parafinin Özgül Kütlesi (930 kg/m³)

ρ_{briket} : Briketin Özgül Kütlesi (kg/m³)



Şekil 3.2.Özgöl kütlenin belirlenmesi

3.2.2 Nem İçeriği

Materyalin nem içeriklerinin belirlenmesi amacıyla 105 ° C sıcaklıkta 24 saat kurutma fırınında (etüv) bekletilmiştir. Kurutulmadan önceki ve sonraki ölçülen kütleler aşağıdaki eşitlikte kullanılarak yaş bazda nem içerikleri belirlenmiştir.

$$N_{yaş} = \frac{M_{yaş} - M_{kuru}}{M_{yaş}} \times 100 \dots \dots \dots (4)$$

Burada;

$N_{yaş}$: Materyalin Nem İçeriği (%)

$M_{yaş}$: Materyalin Yaş Kütlesi (kg)

M_{kuru} : Materyalin Kuru Kütlesi (kg) ‘dir.



Şekil 3.3.Nem içeriği belirlenmeye hazırlanan örnekler

3.2.3 Yağ Miktarının Belirlenmesi

Pirinanın içerdği yağ miktarının belirlenmesinde sokselet (soxhelet) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde ilk olarak numune etüvde 105 °C’de 1-2 saat bekletilmiştir daha sonra ekstraktöre alınmış ve yeterli miktarda çözücü (solvent) ilave edilmiştir. Kaynama noktasının hemen altındaki sıcaklığa kadar ısıtılmıştır. Çözücü buharları yoğunlaştırıcıya ulaştığında damlalar halinde kartuşun üzerine düşmeye başlamıştır. Ekstraktördeki çözücü miktarı sifon seviyesine ulaştığında, çözücü çözdüğü yağ ile birlikte balona boşalır. Numunedeki yağın tamamı alınıncaya kadar sifon yapmaya devam ettirilmiştir.



Şekil 3.4.Soxhelet cihazı

3.2.4 Sodyum (Na) İçeriğinin Belirlenmesi

Sodyum içeriği belirlenirken ön işlem olarak yağ yakma işlemi uygulanmıştır. Yağ yakma işleminde, analizi yapılacak numuneden 1 g tartılmıştır. Tartılan numune 50 ml’lik bir behere konulmuştur. Beherin içerisine 8 ml derişik nitrik asit (HNO_3) ve 2 ml derişik hidrojen peroksit (H_2O_2) ilave edilmiştir. Daha sonrasında beher ısıtıcı üzerine alınmıştır. Isıtıcının sıcaklığı kademeli olarak artırılarak yakma işlemi yapılmıştır. Beherin içindeki hacimde azalma olana kadar, numune tam anlamıyla yanana kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Sıcaklık 50 °C’nin altına düştükten sonra soğuyana

kadar bekletilmiştir. Soğutma tamamlandıktan sonra 10 ml'lik tüplere aktarılır ve UV saf su ile tamamlanmıştır.

MP-AES cihazı çalıştırılmadan önce gaz vanaları açılmıştır. Cihaza numune olarak standartlar gönderilmiş ve numune analizine başlamadan önce kalibrasyon grafiği çizilmiştir. Numuneler cihazdaki numunelerin konulduğu tüp standına uygun standa yerleştirilerek 3'er kez okumaları sağlanmıştır.

Numunedeki Na konsantrasyonu aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$K = (a - b) \frac{V}{m} \dots\dots\dots(5)$$

K : Numunedeki kurşun konsantrasyonu (mg/L)

a : Numune çözeltisindeki sodyum konsantrasyonu (mg/L)

b : Şahit çözeltisindeki metal konsantrasyonu (mg/L)

V : Numune çözeltisinin hacmi (ml)

m : Numunenin kütlesi (g)



Şekil 3.5. MP-AES cihazı

3.2.5 Su Alma Direnci

Su alma direnci suya daldırılan briketlerin belirli bir süre sonunda bünyelerine emdikleri su miktarının ve buna bağlı olarak yapılarındaki bozulmanın gözlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu testte briketler suya daldırılmadan önce kütlesi tartılarak kaydedilip ve daha sonra her bir briket örneği yaklaşık 27 °C sıcaklığındaki su dolu kaba 25 mm derinliğe daldırılmıştır. 10 s bekletildikten sonra briketler çıkarılarak kütlesi

tekrar ölçülmüştür. Briketlerin emdikleri su miktarları yüzde olarak aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır. Her bir örnek 3'er kez daldırılmıştır.

$$SA = \frac{M_{su\ almiş} - M_{kuru}}{M_{kuru}} \times 100 \dots\dots\dots(6)$$

Burada;

SA : Briketin Su Alma Oranı (%)

$M_{su\ almiş}$: Su almış Briketin Kütlesi (kg)

M_{kuru} : Kuru Briketin Kütlesi (kg)' dir.

3.2.6 Deformasyon Kuvveti Direnci

Bu testte briketlerin deformasyon kuvvetleri belirlenmiştir. Bu amaçla kullanılan materyal test cihazında (LLOYD LRK Plus) briketlere düzlemsel kuvvet uygulanarak kuvvet x deformasyon eğrileri çizilip testte kullanılan briketlerin uzunluk çap oranı ASTM D 2938 standardına göre hazırlanmıştır. Bu standartta belirtilen orana göre hazırlanan briketlerin test cihazına yatay olarak yerleştirilmiştir.



Şekil 3.6. Materyal test cihazı (LLOYD LRK Plus)

3.2.7 Isıl Değerlerini Belirleme

Briketlerin alt ve üst ısı değerleri ASTM D 5865 standardına göre kalorimetre cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Briketler öncelikle öğütülüp kurutma fırınında nemi alındıktan sonra teste tabi tutulur. Her bir atıktan 1 g kütlesinde örnekler alınarak kalorimetrede ısı değerleri belirlenir. Kalorimetre kullanılmadan önce ısı değeri bilinen benzoik asitin oksijenle yakılmasıyla referans değeri belirlenir. Daha sonra örnekler aynı koşullarda oksijenle yakılarak sıcaklık artışları ölçülür. Materyallerin ısı değerleri, elde edilen sıcaklık artışları ve cihazda kullanılan malzemelerin düzeltme katsayıları kullanılarak hesaplanmıştır.

$$LHV=HHV-(0.212 H)-(0.0245 M)-(0.008 O) \dots\dots\dots (7)$$

LHV : Alt Isıl Değer

HHV : Üst Isıl Değer

H : Hidrojen İçeriği

M : Nem İçeriği

O : Oksijen İçeriği



Şekil 3.7. Kalorimetre cihazı

3.2.8 Kül İçeriği Belirleme

Yaklaşık 1 g ağırlığındaki örnek ağırlığı bilinen kapaklı bir kapsüle yerleştirilerek yakma fırınına koyulur. Fırın sıcaklığı kademeli olarak 1 saat içerisinde 500 °C

sıcaklığa kadar artırılır. Örnekler 2 saat içerisinde 750 °C sıcaklığa kadar ısıtılmaya devam edilir. 2. saatin sonunda 950 °C sıcaklığa erişilir. Bu sıcaklıkta örnekler 2 saat daha fırın içerisinde bırakılır. 4 saat sonunda örnekler fırından çıkarılarak ağırlıkları tartılır.

$$Kİ = \frac{M_{kül}}{M_{kuru}} \times 100 \dots\dots\dots(8)$$

Burada;

Kİ = Briketin Kül İçeriği (%)

M_{kuru} = Yakma Öncesi Kuru Materyal Kütlesi (g)

$M_{kül}$ = Yakma Sonucu Kalan Külün Kütlesi (g)dir.

3.2.9 Elementel Analiz

Briketlerin toplam karbon (C) ve hidrojen (H) içeriği ASTM D 3178 standardına göre belirlenmiştir. Karbon ve hidrojenin belirlenmesi kapalı bir sistemde kütlesi belirli bir örneğin yakılması ve tam oksidasyondan ve karışan maddelerden arıtılmasından sonra bir absorbsiyon işleminde yanma ürünlerinin tespitiyle yapılır. Bu test metodu ile yakıttaki karbon ve hidrojenin toplam yüzdesi analiz edilmiş olarak belirlenmiştir.

Briketlerin toplam nitrojen (azot) (N) içeriği ASTM D 3179 standardına göre belirlenmiştir. Bu testlerde nitrojen, örneklerin sıcaklıkla, konsantre sülfirik asitin ve potasyum sülfatın katalize edilmiş karışımı yıkıcı sindirim yoluyla amonyum tuzlarına dönüştürülür. Bu tuzların daha sonra sıcak alkali çözeltide ayrıştırılmasıyla materyalin nitrojen içeriği belirlenmiştir.

Briketlerin toplam sülfür (kükürt) (S) içeriği ASTM D 3177 standardına göre belirlenmiştir. Sülfür bomba yıkama metoduyla oksijen bomba kalorimetresinde baryum sülfat (BaSO₄) olarak çökeltmiştir. Çökelti süzülerek tartılmış ve materyalin sülfür miktarı ölçülmüştür.

4 ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Özgöl Kütle, Nem ve Yağ İçeriğinin Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan briket örneklerinin özgöl kütle, nem ve yağ içerikleri belirlenmiş ve Çizelge 4.1’ de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Briket örneklerinin özgöl kütle, nem ve yağ içeriği değerleri

Örnek Adı	Özgöl Kütle(kg/m ³)	Nem(%)	Yağ(%)
P ₁ (ortalama)	1291,2	9,6	1,2
P ₂ (ortalama)	1211,4	8,8	0,8
P ₃₁	1056,8	8,2	4,7
P ₃₂	1074,0	8,9	6,9
P ₃₃	968,8	9,8	5,2

Özgöl kütle verilerine bakıldığında en büyük özgöl kütleye P₁ örneğinin sahip olduğu görülmüştür. En küçük özgöl kütle ise P₃₃ örneğinde mevcuttur. Özgöl kütlenin yüksek olması yapılan briketin kalitesini gösteren bir özelliktir. Briketleme işleminde sıkıştırmanın ne kadar yüksek olduğunu gösterir. Üretim lisansına sahip olan firmaların briketleme kalitelerinin lisanssız üretim yapan firmalardan daha iyi olduğunu göstermektedir.

Pirininin nem içeriği briket yoğunluğunun ve dayanıklılığının belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. P₃₃ örneği en yüksek nem oranına sahiptir ve onu % 9,6 ile P₁ örneği izlemektedir. P₃₁ örneği ise en düşük neme sahip olan örnektir. Katı Yakıtlar Kontrol Tebliği’ne göre nem miktarının en fazla % 15 olması gerekmektedir. Tüm örnekler bu değerin altında kaldığı için nem içeriği bakımından uygun bulunmuştur.

Katı Yakıtlar Kontrol Tebliği’nde en yüksek yağ içeriğinin % 1,5 olması gerektiği belirtilmiştir. Buna göre örneklerinin yağ yüzdelerine bakıldığında yalnızca P₁ ve P₂ örneklerinin tebliğe uygun olarak üretildiği görülmüştür. Buda lisans sahibi firmaların ürettikleri pirinaların tebliğe uygun olduğunu göstermektedir. Lisanssız üretimlerin yağ içeriğinin ise sınır değerin 4 katından daha fazla yağ içeriğine sahiptir. Hatay ilinin toplam 39 bin ton prina üretimi yapılmaktadır (Karaca ve ark., 2015). Bu pirininin

yaklaşık 12 bin tonunu lisanslı olan işletmeler işlemektedirler. Geriye kalan 27 bin ton prina lisansı olmayan işletmeler tarafından yakacak prina briketi haline getirmektedirler. Bu durumda lisanssız üretim ile yaklaşık 1000 tona varan miktarda zeytinyağı kaybı oluşmaktadır.

4.2 Sodyum (Na) İçeriği Analiz Sonuçları

Çizelge 4.2’de örneklerin Na değerleri verilmiştir. Hale ve ark. (1980), kazan kirliliği ve cüruflaşma etkisinin doğrudan doğruya mineral maddenin mineralojik yapısı ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Örneğin alkali metaller (sodyum ve potasyum) kazan kirliliği üzerinde etkili olurken yüksek oranda klor içeren kömürler kazandaki donanımların hızla korozyona uğramasına neden olmaktadır (Zakhay ve ark., 1984). Na miktarının tebliğde belirtilen 300 ppm den fazla olması durumunda pirinada bozulmalar meydana getireceğini belirtmiştir.

En yüksek Na 115,8 ppm ile P₁ örneğinde bulunmaktadır ve onu 112,5 ppm ile P₃₃ örneği izlemiştir. P₃₂ örneği ise 45 ppm ile en az Na bulunduran örnek olarak görülmüştür. Katı Yakıtlar Kontrol Tebliği’ne göre bir pirina briketinde bulunması gereken Na miktarı 300 ppm olarak verilmiştir. Bu durumda tüm örnekler bu değerin altında kaldığı için Na miktarı açısından uygun görülmüştür.

Çizelge 4.2. Na analiz değerleri

Örnek	Na (ppm)
P ₁ (ortalama)	115,8
P ₂ (ortalama)	110,8
P ₃₁	22,5
P ₃₂	45
P ₃₃	112,5

4.3 Elementel Analiz Sonuçları

Çizelge 4.3’te biyokütle çeşitlerinin elementel analiz (C, H, N, S, O) değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.3. Elementel analiz değerleri

Örnek	C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	O ₂ (%)
P ₁ (ortalama)	49,9	5,94	1,25	0,07	42,8
P ₂ (ortalama)	48,9	6,13	2,74	0,05	42,2
P ₃₁	50,9	6,59	2,02	0,1	40,4
P ₃₂	53,9	7,07	2,89	0,07	36,1
P ₃₃	38,6	5,22	1,27	0,02	54,9

Literatürde (Eren Ö,2011) 86 çeşit biyokütlerde yapılan incelemeler sonucunda biyokütlerin elementel analiz sonuçları aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4. Biyokütlenin Elementel Analizi (Eren Ö,2011)

	C	O ₂	H	%	N	S
En Düşük	42	16	3		0,1	0,01
En Yüksek	71	49	11		12	2,3

Biyokütlenin C içeriği katı fosil yakıtlarınkinden daha düşüktür ve % 42-71 aralığında değişmektedir (Eren Ö,2011). Verilen değerlerin altında % 38,6 ile P₃₃ örneği kalmıştır. Biyokütlerdeki H içeriği katı fosil yakıtlarınkinden daha yüksektir ve bu oran % 3-11 arasında değişkenlik göstermektedir (Eren Ö,2011). Tüm briket örnekleri verilen değerler arasında olduğu için H içeriği bakımından uygundur. Azot içeriği % 0.1-12 aralığında değişmektedir (Eren Ö,2011). Briket örneklerinin N içeriği bu değerlerin arasında değişmektedir. Örneklerin kükürt (S) içeriği % 0.01-2.3 aralığında değişmektedir (Eren Ö,2011). Tüm örnekler bu aralıkta olduğu için S içeriği açısından uygundur. Biyokütle örneklerinin oksijen (O) içeriği ise % 42-71 aralığında değişkenlik göstermektedir (Eren Ö,2011). En büyük O oranına % 54,9 oranla P₃₃ örneği sahiptir. P₃₁ ve P₃₂ örnekleri sırasıyla % 40,4 ve % 36,1 oranlarına sahiptir ve verilen değerlerin altında kalmıştır.

4.4 Isıl değer ve Kül İçeriği Analiz Sonuçları

Briketlerin ASTM D 5865 standardına göre kalorimetre cihazında belirlenen alt ve üst ısıl değerleri ve kül içerikleri Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Biyokütle çeşitlerinin, 550-600 °C sıcaklıkta kuru baza göre belirlenen kül içeriği, % 0.1-46 aralığında değişmektedir (Eren Ö, 2011). Örneklerin kül içerikleri verilen bu aralıkta olduğu için, örnekler kül içeriği açısından uygun değere sahiptir.

Çizelge 4.5. Alt ısıl değer, Üst ısıl değer ve Kül içeriği

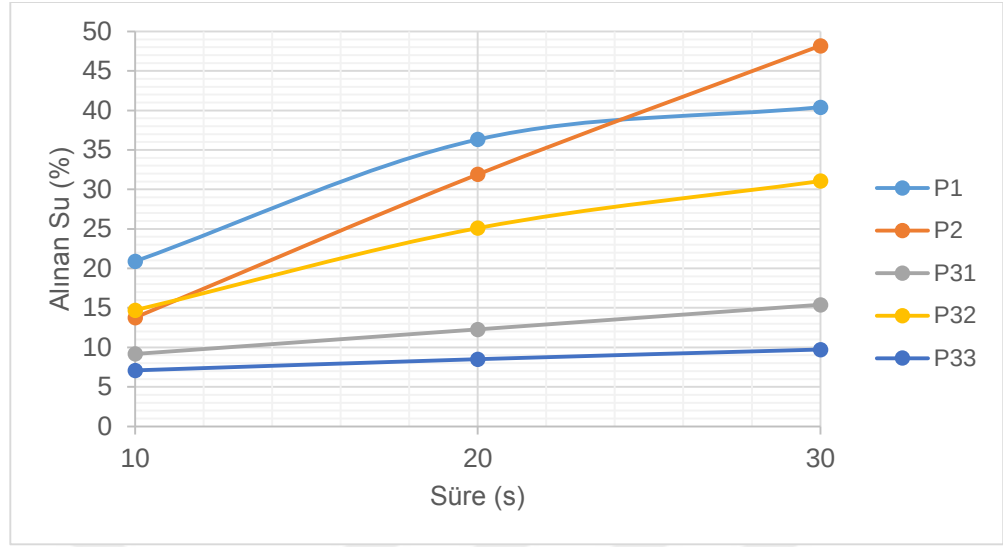
Örnek	Kül İçeriği	Üst Isıl Değer (MJ/kg)(kcal/kg)	Alt Isıl Değer (MJ/kg)(kcal/kg)
P _{1(ortalama)}	3,8	18,6 (4440)	16,8 (4013)
P _{2(ortalama)}	2,3	18,9 (4526)	17,0 (4060)
P ₃₁	1,5	19,5 (4648)	17,6 (4204)
P ₃₂	2,4	18,2 (4346)	16,2 (3869)
P ₃₃	13,1	17,2 (4096)	15,4 (3678)

Katı Yakıtlar Kontrol Tebliğinde pirina briketinin alt ısıl değerinin en az 3700 kcal/kg olması gerektiği belirtilmiştir. Briketlerin ısıl değerleri incelendiğinde en yüksek ısıl değer P₃₁ örneğine ve en düşük ısıl değer P₃₃ örneğine ait olduğu belirlenmiştir. Ayrıca P₃₃ örneğinin ısıl değeri tebliğde verilen değerin altında kalmıştır. P₃₃ örneğinin de sınır değere yakın olduğu görülmektedir.

4.5 Su Alma Direnci

Briketlerin ölçülen su alma yüzdeleri Şekil 4.1’de ve su alma direnci testi sonundaki briketlerde meydana gelen deformasyon görüntüleri Şekil 4.2 ‘de verilmiştir.

Briketlerin su alma değerleri incelendiğinde P₂ örneği 30s süre sonunda bünyesine yaklaşık olarak 50g ağırlığında su almıştır. Örneklerin 10 s içerisinde su almasının artması briketin dış yüzeyinde oluşan ufak parçalanmalar sonucu bünyesine su girişinin artmasıdır. Literatürlerde (Eriksson ve Prior, 1990) briketlerin su alma oranının % 50’yi geçmemesi gerektiği belirtilmiştir. Hiçbir örnek belirlenen bu oranı geçmemiştir. P₃₃ örneği en az düzeyde su almıştır ve su almaya karşı iyi bir direnç göstermiştir.



Şekil 4.1. Briket örneklerinin zamanla su alma değerleri



Şekil 4.2. Briket örneklerinin suya daldırıldıktan sonraki görüntüleri

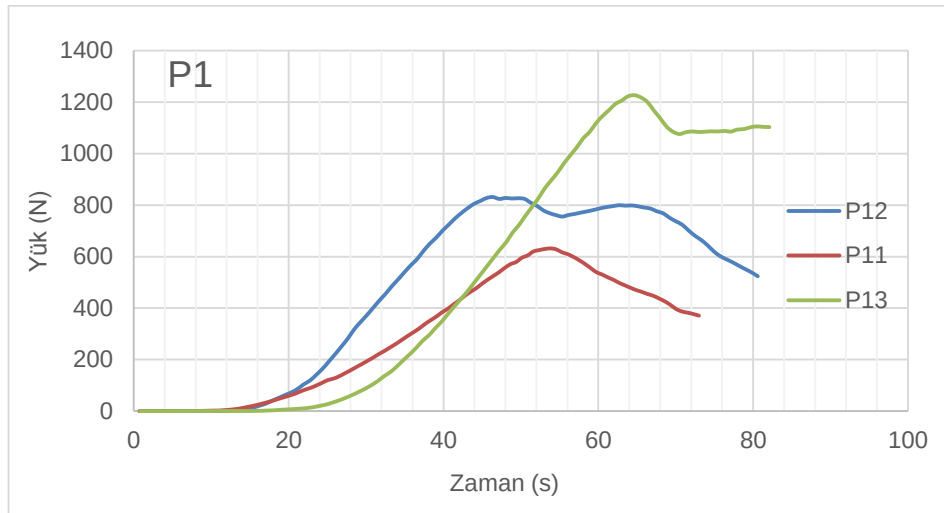
Şekil 4.2’ de verilen suya daldırıldıktan 10s sonraki görüntüde örnekler yaklaşık olarak 7-21 g arasında değişen miktarlarda su almıştır ve çok fazla bozulma olmamıştır. Örnekler suya daldırıldıktan 20s sonraki görüntüde 9-36 g arasında değişen miktarda su almıştır ve uçlarından parçalanmaya başlamıştır. Son aşamada 30 s sonra örnekler 10-48 g arasında değişen miktarlarda su almış ve yapısal olarak dağılmıştır. Örneklerden su alma direnci en fazla olanların P₃₃ ve P₃₁ olduğu görülmüştür. Bu durum örneklerin yağ içeriklerine bağlı olarak su almaya direnç gösterdiklerini ifade etmektedir. En az yağ içeriğine sahip olan P₂ örneğinin su almaya karşı en az direnç gösterdiği belirlenmiştir.

4.6 Deformasyon Testi

LLOYD LRK Plus test cihazı kullanılarak (Şekil 4.3) briketlerin deformasyon kuvveti değerleri belirlenmiştir. Yapılan ölçümlerde deformasyon kuvveti eğrileri Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da verilmiştir.

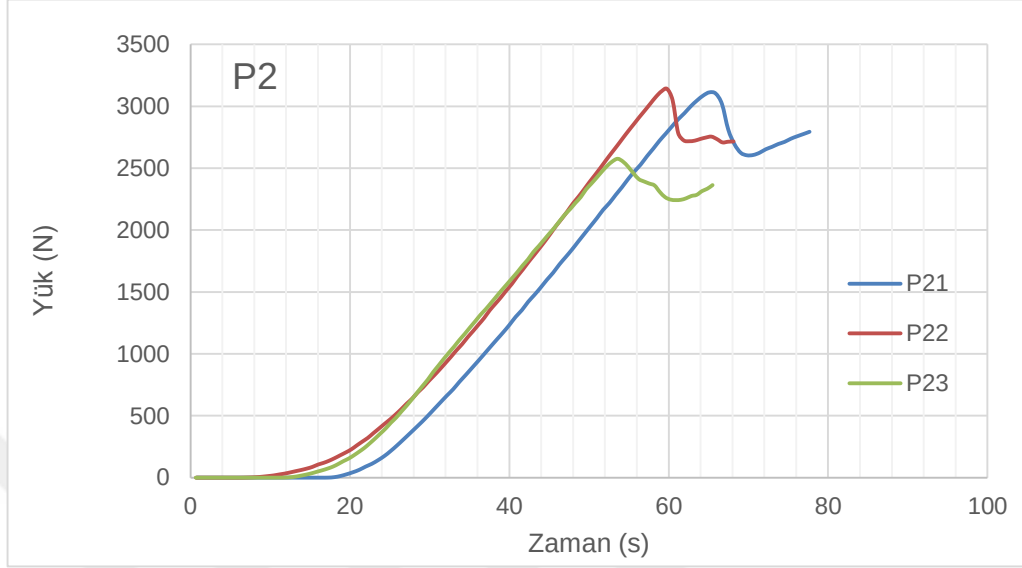


Şekil 4.3. Briket deformasyon testi



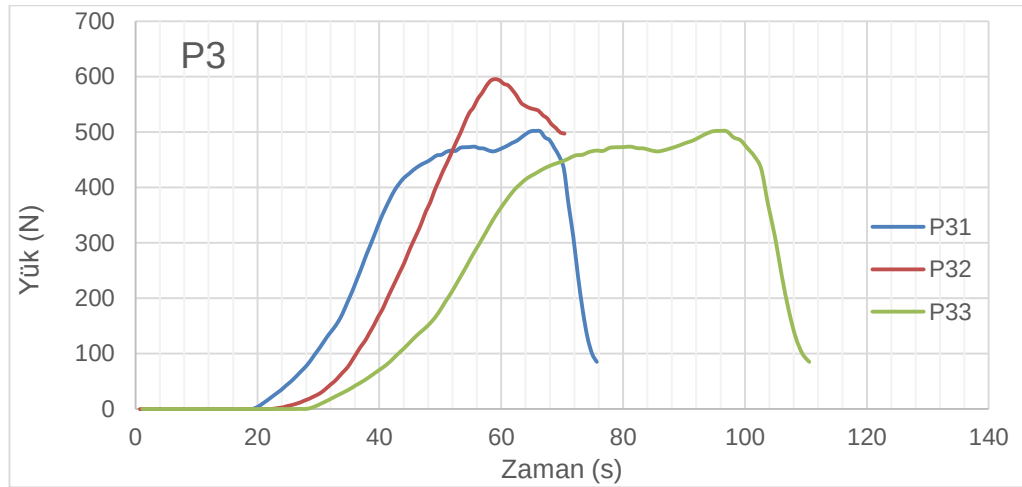
Şekil 4.4. P₁ pirina örneklerinin deformasyon kuvveti

P₁ örneğinin Şekil 4.3’ te verilen deformasyon eğrilerinde kırılma noktasının 1200 N’ a kadar çıktığı görülmüştür.



Şekil 4.5. P₂ pirina örneklerinin deformasyon kuvveti

Briketlerin kuvvet deformasyon eğrileri incelendiğinde en yüksek deformasyon kuvvetinin P₂ örneklerinde olduğu belirlenmiştir. Bu P₂ briketlerinin kırılma dirençlerinin diğer briketlere kıyasla çok yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum briketlerinin sıkıştırma oranının ve buna bağlı olarak briketleme kalitesinin derecesini göstermektedir.



Şekil 4.6. P₃ pirina örneklerinin deformasyon kuvveti

P_3 örneklerinin deformasyon eğrileri incelendiğinde P_{32} örneği 600N da kırılmaya uğradığı görülmüştür. P_3 briketlerinin sıkıştırma kalitesinin ve buna bağlı olarak briket kalitesinin diğer örneklerden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Deformasyon kuvveti briketlerin taşınması ve depolanması esnasında kırılma ve parçalanma nedeniyle oluşabilecek kayıpların ne derecede oluşabileceğinin bir göstergesidir. Buda briketleme kalitesinin ifadesi için kullanılır. Bu nedenle P_3 briketlerinin kırılma ve parçalanma ile diğerlerinden daha fazla kayba uğrayabileceğini göstermektedir. Lisanssız üretim olan bu briketlerin taşınması ve depolanması esnasında oluşacak kayıpların daha çok olacağını ifade etmektedir.

Tüm örneklerde kırılmadan sonra ezilme devam etmiştir. Kırılma belirli bir noktada meydana gelmemiş iki kırılma noktası oluşmuş ve sonrasında ezilme meydana gelmiştir.

5 SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Hatay Bölgesinde yakacak olarak kullanılan pirinanın kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, bölgede yakacak olarak kullanılan işleme lisansına sahip ve işleme lisansına sahip olmayan lisanssız olarak üretilen pirina örnekleri toplanmıştır. Pirina briketlerinin Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yayınladığı Katı Yakıtların Kontrolü Tebliğinde Ek-1 katı yakıt özellikleri tanımlarında Tablo-6'da pirina briketi özellikleri referans alınarak tebliğde verilen sınırlar içerisinde olup olmadığı ve pirina briket kalitesi araştırılmıştır. Bu amaçla Antakya'dan toplanan briketlere uygulanan analizler sonucunda belirlenen özellikleri Çizelge 5.1'de özetlenmiştir. Çizelgede Nem, Yağ ve Na içerikleri ile Alt ısı değerleri ilgili Tebliğde belirtilen sınır değerler ile kıyaslanmıştır. Diğer analiz sonuçları ise kendi tüm örneklerin o özellikteki dağılımına göre kıyaslanmıştır.

Çizelge 5.1. Pirina briketi üzerinde analizi yapılan özellikler

	P ₁ ort	P ₂ ort	P ₃₁	P ₃₂	P ₃₃
Nem İçeriği (%)	↓ 9,6	↓ 8,8	↓ 8,2	↓ 8,9	↓ 9,8
Yağ İçeriği (%)	↓ 1,2	↓ 0,8	↑ 4,7	↑ 6,9	↑ 5,2
Na İçeriği (ppm)	↓ 115,8	↓ 110,8	↓ 22,5	↓ 45	↓ 112,5
Alt Isıl Değer (kcal)	↑ 4013	↑ 4060	↑ 4204	↑ 3869	↓ 3678
Özgül Kütle (kg/m³)	↑ 1291,2	↑ 1211,4	↓ 1056,8	↓ 1074	↓ 968,8
Su Alma Oranı (%)	↑ 40,4	↑ 48,2	↓ 15,4	⇒ 31,1	↓ 9,7
Deformasyon Kuvveti (N)	↓ 1226,6	↑ 3112,8	↓ 501,8	↓ 595,2	↓ 704,5
Kül İçeriği	↓ 3,8	↓ 2,3	↓ 1,5	↓ 2,4	↑ 13,1
Elementel Analiz					
C(%)	↑ 49,9	↑ 48,9	↑ 50,9	↑ 53,9	↓ 38,6
H(%)	⇒ 5,94	⇒ 6,13	↑ 6,59	↑ 7,07	↓ 5,22
N(%)	↓ 1,25	↑ 2,74	⇒ 2,02	↑ 2,89	↓ 1,27
S(%)	⇒ 0,07	⇒ 0,05	↑ 0,1	⇒ 0,07	↓ 0,02
O(%)	⇒ 42,8	↓ 42,2	↓ 40,4	↓ 36,1	↑ 54,9

- Briket örneklerinin özgül kütle sonuçlarına göre tüm örnekler literatürde belirlenen değerlerle aynı olduğu belirlenmiştir.

- Belirlenen nem analizlerine göre tüm örnekler Katı Yakıtlar Kontrol Tebliği'nde belirtilen max % 15 nem koşuluna uygun bulunmuştur.
- Yağ analiz sonuçlarına göre sırasıyla P₁ örneğinin % 1,2, P₂ örneğinin % 0,8 P₃₁ örneğinin % 4,7 P₃₂ örneğinin % 6,9 P₃₃ örneğinin % 5,2 olarak belirlenmiştir ve sadece P₁ ve P₂ örnekleri Katı Yakıtlar Kontrol Tebliği'nde belirtilen max % 1,5 yağ bulundurma koşuluna uygun bulunmuştur. Bu sonuçlar dikkate alındığında lisanssız prina briketi üretimi ile ilde yıllık ortalama 1000 ton zeytinyağı kaybı oluşmaktadır.
- Isıl değer ve kül içeriği analizlerine göre kül içeriği tüm örneklerde uygun değerlerde görülürken, ısıl değer yalnızca P₃₃ örneğinde verilen değerlerin altında kalmıştır.
- Materyallerin elementel analizleri sonucunda belirlenen H, N ve S içerikleri literatürde belirtilen değerlerle aynı olduğu belirlenmiştir. Fakat C içeriği P₃₃ örneğinde yaklaşık % 39 çıkarak diğer örneklerden ve literatürde belirtilen değerlerden daha düşük olduğu görülmüştür. Diğer örneklerin C içeriğinin ise birbirine ve literatürde belirtilen değerlere yakın olduğu belirlenmiştir. O₂ içeriği ise P₃₁ örneğinde % 40,4 ve P₃₂ örneğinde % 36,1 oranlarıyla diğer örneklerden ve literatürde verilen değerlerden düşük çıkmıştır.
- Briketlere uygulanan su alma direnci deneyine göre 30s sonunda en büyük direnci gösteren örnek P₃₃ örneği olmuştur. En düşük direnci ise P₂ örneği göstermiştir.
- Briketlerin materyal test cihazında yapılan kuvvet x deformasyon direnci testi sonucunda 500-3100 N arasında değişen kırılma dirençleri belirlenmiştir. En küçük kırılma direncini P₃₂ örneği göstermiştir. En büyük kırılma direncini ise P₂ örneği göstermiştir.

Yapılan bu çalışmalar ve belirlenen değerler göze alınarak Hatay ilinde yakacak olarak satışa sunulan pirinalarda herhangi bir denetimin mevcut olmadığı ve işleme lisansına sahip olmayan izinsiz olarak üretilen pirina çeşitlerinin mevcut olduğu tespit edilmiştir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın yayınladığı Katı Yakıtların Kontrolü Tebliğinde Ek-1 katı yakıt özellikleri tanımlarında Tablo-6'da pirina briketi özellikleri referans alınarak tebliğe göre bazı örneklerin verilen değerlere uygun olmadığı belirlenmiştir. Tebliğe uygun olmayan bu değerlerin çevre kirliliğini giderek arttırması nedeniyle denetim yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akın, S., 2005. Biyokütle Olarak Pirinanın Enerji Üretiminde Kullanılması. **III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı**, 19-21 Ekim 2005, Mersin.
- Başçetinçelik, A., Öztürk, H.H., Karaca, C., Kacira, M., Ekinci, K., Kaya, D., Baban, A., 2006. Final Report of Exploitation of Agricultural Residues in Turkey. **LIFE 03 TCY/ TR /000061**.
- Başkan, A.E., 2010. Zeytinyağı İşletmelerinin Atıkları ve Değerlendirilme Yolları. **T.C. Güney Ege Kalkınma Ajansı**, Denizli.
- Bayram A., Dumanoglu Y., Pirinanın Yakıt Olarak Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi .1. **Zeytinyağı Üretiminde Çevre Sorunları ve Çözümleri Çalıştayı**, Haziran 2002 , s. 279-287
- Cabrera, F., Lopez, R., Martinez-Bordiu, A., Dupuy de Lome, E.& Murillo, M., 1996, Land treatment of olive oil mill wastewater. **International, Biodeterioration & Biodegradation**, 54, pp. 215-225.
- Cliffe, K.R., Patumsawad, S., 2001, Co-combustion of waste from olive oil production with coal in a fluidised bed. **Waste Management**, 21, pp. 49-53.
- Demichelli, M., Bontoux, L., Survey Current Activity on the Valorization of By-Products from the Olive Oil Industry, **European Commission Joint Research Centre, Final Report, 1996**.
- Demirbaş, A., İlten, N., 2004. Fuel Analyses and Thermochemical Processing of Olive Residues. **Energy Sources**, 26:731-738.
- Doymaz, I., Gorel O., Akgün N.A. (2004) Drying characteristics of the solid by-product of olive oil extraction. **Biosystems Engineering**, 88,213-219
- DEK-TMK, 2007. 20052006 **Türkiye Enerji Raporu**. DEK-TMK Yayın No:0004/2007. Ankara
- DEK-TMK, 2008. **İklim Değişikliği ve Enerji Sektörü**. Ankara.
- EMO., 2016. **Türkiye Elektrik Enerjisi İstatistikleri**, Ankara, 2016
- Eren, Ö. 2011. Çukurova Bölgesinde Tatlı Sorgum (Sorghum Bicolor (L.) Moench) Üretiminde Yaşam Döngüsü Enerji Ve Çevresel Etki Analizi. **Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi**.
- Eriksson, S., Prior, M., 1990. The briquetting of agricultural wastes for fuel. **FAO Environment and Energy Paper 11**, FAO of the UN, Rome-Italy
- ETKB Mavi Kitap., 2016. **Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı, İlgili ve İlişkili Kuruluşlarının Amaç ve Faaliyetleri. Bağlı ve İlgili Kuruluşlar Dairesi Başkanlığı**, Ankara, 2016
- Güneysu, S., 2003 “Pirinanın Aktif Karbon Olarak Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, **Fen Bilimleri Enstitüsü**, 2003.
- Hale, G., I. Levassuer, A. A., Tyler, A, L. and Henscl, R. P. (1980) Proc. Coal Tech. 80, 3r d Int. **Coal Utilisation Exhib. And Conf**.
- IEA, 2016. **Key World Energy Statistics**. Stedia Media, France
- Karaca, C., 2009. Çukurova Bölgesindeki Tarıma Dayalı Sanayi Atıklarının Enerjiye Dönüşüm Olanaklarının İncelenmesi. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi **Fen Bilimleri Enstitüsü**, Adana
- Karaca, C., Bozoğlu B., Polat, O. 2015. Hatay İli Pirina Atık Miktarının ve Enerji Potansiyelinin Haritalanması. **Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 29:2, 55-60

- Karaosmanoğlu, F., 2006 “Biyoyakıt Teknolojisi ve İTÜ araştırmaları”, ENKÜS 2006-
İTÜ Enerji Çalıştayı ve Sergisi, İstanbul, 22-23 Haziran 2006.
- Masghouni, M., Hassairi, M., “Energy applications of olive-oil industry by products: -1
the exhaust foot cake”, **Biomass and Bioenergy, Vol.18, pp.257- 262, 2000.**
- Oktay Z., 2006. Olive Cake as a Biomass Fuel for Energy Production', Energy Sources,
Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 28:4, 329-339
- Öztürk, H.H., 2008. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Kullanımı. **Teknik Yayınevi**,
Kızılay/ANKARA, ISBN 978-975-523-042-9
- Taşyürek, M., Acaroğlu, M. 2007. Biyoyakıtlarda (biyomotorinde) emisyon azaltımı ve
küresel ısınmaya etkisi. **Uluslararası Küresel İklim Değişikliği ve Çevresel
Etkileri Konferansı**, Konya.
- TEİAŞ., 2017. **Enerji İstatistikleri**, Ankara, 2017
- Tekin A.R., Dalgı. A.C., 2000 Biogas production from olive pomace, Resources,
Conservation and Recycling, 30 , 301–313
- Tosun, İ., 2003. Gül İşleme Posasının Evsel Katı Atıklarla Birlikte Kompostlaşabilirliği.
Doktora Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü , İstanbul
- TÜİK., 2016. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri 2013 Verileri,
- Ültanır M., Ö. 1998. 21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin
Değerlendirilmesi. Yayın No:TÜSİAD-T/98-12/239, ISBN:975-7249-59-9,
Lebib Yalkın Yayınları ve Basım İşleri A.Ş., İstanbul.
- Yaman, S., Şahan, M., Haykiri-Açma, H., Şeşen, K., Küçükbayrak, S., 2001. **Fuel
briquettes from biomass–lignite blends. Fuel Processing Technology**, 72.1–8
- Zakhay, V., Joseph, A., Sundaresan, C., Clisset, H., Radhakrishnan, P., Panunzio, S.,
and Miller, G., (1983) Fluidised Bed Combustion and Applied Technology,
First International Symp. Corp.

ÖZGEÇMİŞ

1991 yılın Ceyhan’da doğdum. İlk ve ortaokulu Sakine Garipoğlu İlköğretim Okulu’nda tamamladım. Liseyi Mehmet Orhun Yaylacı Anadolu Lisesi’nde bitirdim. Lisans eğitimimi Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği bölümünde tamamladım. Mezun olduğum yıl Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans eğitimine başladım.2017 yılında Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’na atandım ve ziraat mühendisi olarak çalışmaya devam etmekteyim.

