

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BİYOBOZUNUR ATIKLARDAN HIZLI PİROLİZ İLE YAKIT ÜRETİLMESİ

Mona FARDINPOOR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

2016

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BİYOBOZUNUR ATIKLARDAN HIZLI PİROLİZ İLE YAKIT ÜRETİLMESİ

Mona FARDINPOOR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**(Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi
tarafından FYL-2016-1389'nolu proje ile desteklenmiştir)**

2016

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BİYOBOZUNUR ATIKLARDAN HIZLI PİROLİZ İLE YAKIT ÜRETİLMESİ

Mona FARDINPOOR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 31/12/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hasan MERDUN
Prof. Dr. Faik KANTAR
Yrd. Doç. Dr. Tansel KOYUN

2016

ÖZET

BİYOBOZUNUR ATIKLARDAN HIZLI PİROLİZ İLE YAKIT ÜRETİLMESİ

Mona FARDİNPOOR

Yüksek Lisans Tezi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hasan MERDUN

Ocak 2015, 69 sayfa

Biyobozunur atıkların olumsuz çevresel etkilerini bertaraf etmek ve bu atıkları enerji kaynağı olarak değerlendirmek hem çevrenin korunması hem de yakıt/biyoyakıt üretilmesi çalışmalarında günümüzde yaygın bir şekilde ele alınmaktadır.

Bu amaçla, bu çalışmada, biyobozunur madde olarak yemek, park-bahçe ve kağıt-karton atıkları kullanılarak hızlı piroliz yönteminin farklı parametre değerlerinin (partikül büyüklüğü, katalizör, sıcaklık ve reaksiyon/piroliz süresi) oluşan ürün verim ve/veya kalitesine etkileri araştırılmıştır. Bu kapsamda, 3 farklı partikül büyüklüğü, katalizör, sıcaklık ve reaksiyon süresi gibi parametre değerlerinin etkileri incelenmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre, farklı deneyler farklı miktarlarda biyoyağ, biochar ve gaz karışımları üretmiştir. Reaksiyon süresinin 15 dakika ve sıcaklığın 500°C olduğu deneyde en yüksek biyoyağ verimi elde edilmiştir. Elde edilen biyoyağ örneklerinin bileşenlerini belirlemek amacıyla yapılan GC-MS analizi sonucunda biyoyağın en fazla levoglucosan bileşiği içerdiği görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELEER: Enerji, Yenilebilir Enerji, Piroliz, Hızlı Piroliz, Biyokütle, Bioyağ, Biyoenerji

JÜRİ: Prof. Dr. Hasan MERDUN (Danışman)

Prof. Dr. Faik KANTAR

Yrd. Doç. Dr. Tansel KOYUN

ABSTRACT

FUEL PRODUCTION FROM BIOMASS WASTES BY FAST PYROLYSIS Mona FARDİNPOOR

**MSc Thesis in Environmental Engineering
Supervisor: Prof. Dr. Hasan MERDUN
December 2015, 69 pages**

Nowadays, avoiding negative environmental impacts of biodegradable wastes and evaluate it as an energy source either for the protection of the environment and producing fuel / biofuel is widely discussed in scientific research.

For this purpose, in this study, food, park-garden, and paper-cardboard used as the biodegradable waste material. Used fast pyrolysis method and impact of different parameter values (particle size, catalyst, temperature and reaction / pyrolysis time), on the product yields and/or on the quality was investigated. In this regard, effects of different parameters such as particle size, catalyst, temperature and reaction time were investigated.

Based on the results of the study, different experiments produced different amounts of bio-oil, biochar and gas mixtures. The highest yield of bio-oil was obtained in the experiment in which the reaction time is 15 minutes and the reaction temperature is 500°C. In the result of GC-MS analysis made to determine the compounds of the obtained bio-oil samples it was observed that bio-oil contained levoglucosan compound in the highest amount.

KEYWORDS: Energy, Renewable Energy, Pyrolysis, Fast Pyrolysis, Biomass, Bio-oil, Bioenergy

COMMITTEE: Prof. Dr. Hasan MERDUN (Supervisor)
Prof. Dr. Faik KANTAR
Yrd. Doç. Dr. Tansel KOYUN

ÖNSÖZ

Danışmanlığımı üstlenen, yakından ilgilenen, bana sürekli destek olan ve motive eden ve yönlendiren değerli hocam Prof. Dr. Hasan MERDUN'a

Hep yanımda olan ve beni destekleyen ailem ve eşime de teşekkürü bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI.....	3
2.1. Yenilenebilir Enerji.....	3
2.1.1. Hidrolik enerjisi.	3
2.1.2. Nükleer enerjisi.....	3
2.1.3. Rüzgar enerjisi	4
2.1.4. Jeotermal enerjisi	4
2.1.5. Biyokütle enerjisi	4
2.1.5.1. Biyokütle kaynakları	4
2.1.5.2. Biyokütle bileşenleri	5
2.2. Biyokütle Dönüşüm Yöntemleri	8
2.2.1. Biyokimyasal dönüşüm yöntemleri	8
2.2.2. Termokimyasal dönüşüm yöntemleri.....	9
2.2.2.1. Yakma	9
2.2.2.2. Gazlaştırma	9
2.2.2.3. Sıvılaştırma	9
2.2.2.4. Piroliz.....	10
2.3. Piroliz Çeşitleri.....	10
2.4. Piroliz Ürünleri.....	11
2.5. Pirolizden Oluşan Biyoyağın Yakıt Olarak Avantajları.....	12
2.6. Pirolizden oluşan biyoyağın yakıt olarak dezavantajları.....	12
3. MATERYAL VE METOT.....	13
3.1. Biyokütle Temini	13
3.2. Katalizör.....	13
3.3. Azot Gazı Akışı.....	13
3.4. Deneysel Çalışmalar	14
3.5. Analizler.....	19
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	20
5. SONUÇ	26
6. KAYNAKLAR	27
7. EKLER	30
Ek 1: Ek Başlığını Buraya Yazın	30
Ek 2: Ek Başlığını Buraya Yazın	70
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

GC-MS	:	Gaz kromatografisi-kütle spektroskopisi
EIA	:	Çevresel etki değerlendirmesi
FAO	:	Gıda ve tarım örgütü
UNDP	:	Birleşmiş milletler kalkınma programı
BA	:	Belediye katı atıkları
Mpa	:	Megapaskal (basınç ölçütü)

ŞEKİLLER DİZİNİ

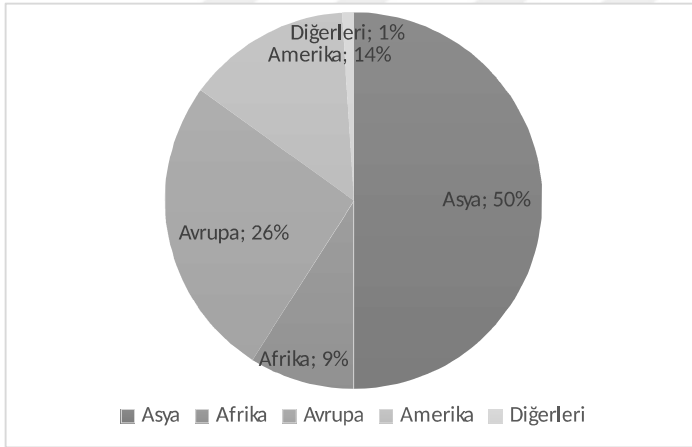
Şekil 1.1. Dünyada nüfus dağılımı.....	1
Şekil 1.2. Dünyanın yakıtı göre enerji talebi.....	2
Şekil 2.1. Selüloz bileşenleri.....	6
Şekil 2.2. Hemiselüloz bileşenleri.....	6
Şekil 2.3. Lignin bileşenleri.....	7
Şekil 3.1. Biyokütlenin kurutulmamış, kurutulmuş ve ufalanmış hali.....	14
Şekil 3.2. Hızlı piroliz deney düzeneğinin iki boyutlu görünüşü.....	15
Şekil 3.3. Hızlı piroliz deney düzeneğinin resmi.....	18
Şekil 3.4. GC-MS cihazı.....	19

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Biyokütlenin dönüşüm yöntemleri ve elde edilen ürünler.....	8
Tablo 2.2. Piroliz çeşitleri ve parametreleri.....	11
Tablo 3.1. Hızlı piroliz deneylerin deneme planı.....	16
Tablo 4.1. Piroliz deneylerinde kullanılan parametreler ve elde edilen ürün verimi.....	21
Tablo 4.2. Deney grubu 1 için bileşen miktarları.....	24
Tablo 4.3. Deney grubu 2 için bileşen miktarları.....	25

1. GİRİŞ

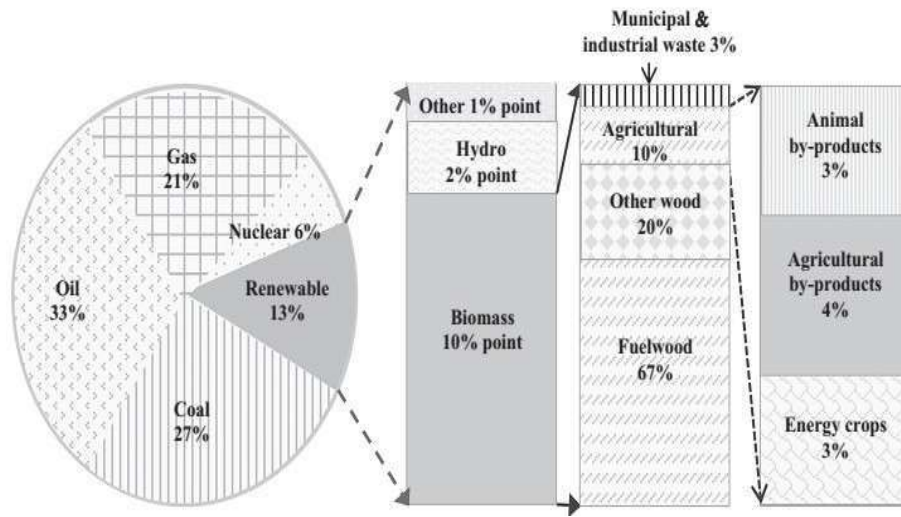
Enerji dünyanın ekonomik, çevresel ve gelişme konularının en kritik temellerindendir. Enerjinin temiz, verimli, kullanışlı ve güvenilir olması dünyanın refahı için kaçınılmaz unsurlardandır. Gelişmekte olan ülkelerde yoksulluğu azaltmak, vatandaşlarını sağlığını koruyabilmek, ürün yetiştirmesini çoğaltmak, rekabeti arttırmak ve ekonomik gelişmeleri sağlamak için, daha verimli enerji kaynaklarını kullanmak gerekmektedir. Ancak, güncel enerji kaynakları bu ihtiyaçları karşılamak için yeterli olmamaktadır. Örnek olarak enerji kaynağı olmazsa sağlık klinikleri ve okullar uygun bir şekilde işlem yapamazlar, etkili pompalama kapasitesi olmayınca temiz su ve sanitasyona erişim zorlaşacaktır ve böylece daha çok fakir popülasyon etkilenecektir. Dünyada yaklaşık 3 milyar insan gübre yakarak günlük enerji ihtiyaçlarını karşılamakta ve 1.5 milyar insan ise elektrik enerjisine erişememektedir (UNDP 2009). Bugünlerde çöp yönetimi, iklim değişikliği, hava kirliliği ve insan sağlığının önemi gibi sosyal sorunlar ve bu sorunlara paralel olarak fosil yakıtların azalması insanlığın mevcut ve gelecek en önemli sorunlarından (Schneider 2013). Enerji, sosyal ve ekonomik gelişmeler için hayati bir unsurdur. Tarımsal, endüstriyel ve evsel faaliyetlerin genelleşmesine paralel, enerji talebi de çarpıcı şekilde artmaktadır (Zhaoa 2014). Dünyanın değişik bölgelerinde (Şekil 1.1) enerji talebi 2010'dan 2040'a kadar %56 artacak (Administration 2013), böylece, CO₂ emisyonları 2010'da 31.2 milyar m³'ten 2040 yılında 45.5 milyar m³'e yükselecektir (IEA 2009).



Şekil 1.1. Dünyada nüfus dağılımı (Iqbalb 2014)

Yenilenebilir teknolojiler temiz enerji kaynağı olarak; çevresel sorunların önlenmesi ve ikincil atıkların azaltılmasında çok önemli bir rol oynamakta, şimdiki ve gelecek ekonomik ve sosyal ihtiyaçların karşılamasına yardımcı olmaktadır (Panwara 2011). Yenilenebilir enerji teknolojileri, zararlı gaz emisyonlarının önlenmesinde ve doğal enerji kaynaklarının tüketilmemesinde büyük bir strateji olarak tanımlanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının dünya çapında üretimlerinin artırılması ve böylece maliyetlerinin düşürülmesi çok önemli bir konudur (Zhaoa 2014). Yenilenebilir enerjiler Şekil 1.2'de görüldüğü gibi dünya enerji ihtiyacının %13'ünü karşılamaktadır (UNDP 2000). Bu enerji kaynaklarının uygun şekilde yaygınlaştırılması ile üretim maliyetini mümkün olduğu kadar azaltmak ve üretim

verimini yükseltmek en temel hedeftir (Iqbalb 2014). Özellikle kentlerdeki nüfus artışına bağlı olarak, belediye katı atıkları (BKA) veya çöp üretimi de artmaktadır. Gıda ve tarım örgütüne göre (FAO 2011) yıllık yemeklerin yaklaşık 1.3 milyar tonu, yani 1/3'ü çöpe gitmektedir. Çöp yönetimi son yıllarda dünyanın büyük sorunlarından biridir. Çöplerin depolanması yöntemi, onları yok etmenin en genel yöntemidir; ancak, bu yöntemin hem çevreye hem de yeraltı sularına zararlı olduğu ispatlanmıştır. Ayrıca, metan gazı (CH₄) emisyonlarına ve kötü kokulara sebep olmakta, çöpleri yakma yöntemi zararlı diyoksinleri havaya göndererek hava kirliliğine yol açmaktadır. Bu yüzden atık ve çöplerin enerjiye dönüşümü global olarak çok önemli bir ilgi odağı olmaktadır. Normalde atıklar fiziksel kaynaklarına göre altı sınıfa ayrılmaktadır: yemek atıkları, park-bahçe atıkları, kağıt-karton atıkları, tekstil atıkları, plastik atıkları ve deri atıkları (Kalbande 2008).



Şekil 1.2. Dünyanın yakıta göre enerji talebi (IEA 2012)

2. KURUMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

2.1. Yenilenebilir Enerji

Bütün enerjilerin asıl kaynağının güneş olması (Panwara 2011), bu kaynakların sürdürülebilir olmalarını sağlaması açısından bir avantaj olarak tanımlanmaktadır. Güneşten atmosfere ve bitkilere ulaşan enerji, günden güne gelişen teknolojiler ile çeşitli formlara dönüştürülmektedir; rüzgardan mekanik enerji, su ve dalgadan elektrik enerjisi, biyokütle yakmasından ısı enerjisi veya mekaniksel ve kimyasal dönüşüm yöntemleri ile yakıt elde etme, vb. Bu sürdürülebilir enerjilerden havaya salınan emisyonlar fosil kaynaklı enerjilerden salınan emisyonlara göre çok daha azdır. Ayrıca, fosil yakıtlar sürdürülebilir değil ve atmosfere salınan CO₂ gibi zararlı gazların oranı çok daha yüksektir (Athanasios-Dimakis 2011). Yenilenebilir enerji kaynaklarından biyokütle enerjisi karbon üretmemesi sebebi ile CO₂ emisyonlarını azaltmakta, yani küresel ısınmayı önlemeye önemli katkı sağlamaktadır (Iwasaki 2014). Yenilenebilir enerji kaynakların faydaları ve çevreye katkıları;

- Sera gazı emisyonlarında azalma sağlaması,
- Yerel iş imkanı yaratarak sosyal ve ekonomik açıdan değerli olması,
- Sürdürülebilir bir enerji olarak tükenme sıkıntısının olmaması,
- Enerji kaynakları çeşitlendirmesini sağlaması,
- Sınırlı olan fosil yakıtların ve başka yenilenebilmeyen kaynakların korunması,
- Fosil yakıt kaynaklı çevre kirliliğinin azaltılması (Büyükmihç 2003).

2.1.1. Hidrolik enerjisi

Hidrolik enerjisi çok eskiden beri kullanılan bir enerji kaynağıdır. Bu enerji Roma ve Çin gibi ülkelerde su tekerlekleri yardımı ile kullanılmıştır. Yıllar sonra geliştirilmiş hali endüstride ve dönen makinelerde kullanılmış, ancak, şimdiki sugücü/hydropower dediğimiz enerji, büyük elektrik motoru ve jeneratör ile kullanılan makinelerde bulunmaktadır. Bu mekanizmada belli bir kütle ve akış hızındaki suyun hareketini elektrik veya herhangi bir enerjiye dönüştürmektedir. Bu yöntemde su türbinleri suyun basıncını mekaniksel bir güce dönüştürmektedir. Su çok farklı yönlerde akmakta, bu akış akarsu, okyanus veya deniz gibi doğal bir ortamda, rüzgar veya yerçekimi ile ya da tuzlu ve tatlı su arasında oluşan enerji ile ortaya çıkabilmektedir. Ayrıca, bu enerji yapay olarak barajlarda su akışını kontrol ederek türbinler ile önce mekanik enerjiye ve sonra da jeneratör ile elektrik enerjisine dönüşmektedir. Son yıllarda küresel ısınma olayı her ülkenin ilgisini çektiğinden, yenilenebilir enerjiler özellikle hidrolik enerjisi çevreye zararsız, emisyonsuz ve ucuz olduğu için bu soruna bir çözüm gibi görülmektedir. Avrupa'nın enerjisinin 2008 yılında %11'ini bu enerji karşılamaktadır (Hwaiyu 2014).

2.1.2. Nükleer enerji

Nükleer enerji çok avantajlı bir enerji kaynağıdır. Bu kaynak biraz masraflı ve zaman alıcı olmasına karşın, çok uzun ömürlü bir kaynaktır ve 60 yıldır dayanıklı ve kullanışlıdır. Nükleer enerji çok geniş çapta ve sabit olarak elektrik enerjisi üretebilmektedir. CO₂ emisyonu gözardı edilebilecek kadar azdır. Avrupa'nın elektrik enerjisinin %28'i nükleer enerjiden sağlanmaktadır (Pearce 2012).

2.1.3. Rüzgar enerjisi

Rüzgar enerjisinin kullanımı yıllar öncesine dayanmaktadır. Modern rüzgar enerjisi 1970'lerde başlamış ve günümüze kadar gelişerek devam etmektedir. Rüzgar, yeryüzü bölgelerinin farklı güneş enerjisi alması sonucu değişik iklimlerin orataya çıkması ile oluşmaktadır. Rüzgar enerjisi, çok eski zamanlarda, rüzgar ile çalışan botlar ve değirmenlerde kullanılan bir enerji kaynağı olmasına karşın; son zamanlarda türbin ve dönen bıçaklar sistemi yardımıyla rüzgar enerjisinin hızlı bir şekilde elektrifiğe ve başka kinetik enerjiye dönüşümü ile enerji dünyasında bir evrime sebep olmuştur. Avrupa'nın elektrifiğinin %3.6'sı rüzgar enerjisinden temin edilmektedir. Bu enerji masrafsız ve çok az CO₂-emisyona sahip bir kaynak olmasından dolayı, önemli bir ilgi odağı olmaktadır (Ozgener 2004).

2.1.4. Jeotermal enerji

Jeotermal enerji, yeryüzünün doğal ısı enerjisidir. Bu enerji; temiz, yenilenebilir ve her zaman kullanılabilen bir enerji kaynağı olup, elektrik, ısıtma amaçlı ve sanayide kullanılabilen, ancak, enerji verimi günlük ve mevsimlik iklim koşullarına bağlıdır. Jeotermal enerjinin atmosfere emisyonu ve dolayısıyla da çevreye etkileri çok azdır (Kolditz 2013).

2.1.5. Biyokütle enerjisi

Biyokütle canlı olan bitkiler ve hayvanlar ile bunların atıkları olarak tanımlanmaktadır. Bu canlılık ya bir tohum ile (bitki) veya bir doğum ile (organizma) başlamaktadır. Fosil yakıtların aksine, biyokütle enerjisinin gelişmesi için milyonlarca yıla ihtiyaç yoktur. Bitkiler fotosentez esnasında güneş enerjisi yardımı ile atmosferdeki CO₂'yi metabolize ederek büyürler. Hayvanlar ise bitkileri yiyerek büyümeklerini sağlarlar. Fosil yakıtların kısa sürede yeniden üremeleri mümkün olmamasına karşın, biyokütlenin bu şansı olduğundan sürdürülebilir olarak tanımlanmaktadır. Fotosentez ile atmosferdeki CO₂ kullanılarak biyokütle her yıl yetiştirilebilmektedir. Biyokütle yalnızca atmosfere belli bir miktarda CO₂ salınmakta, ancak, salınan bu CO₂ atmosferde fotosentez ile tekrar kullanıldığından, biyokütle karbon-nötr bir enerji kaynağı olarak tanımlanmaktadır (Borjesson 2006).

2.1.5.1. Biyokütle kaynakları

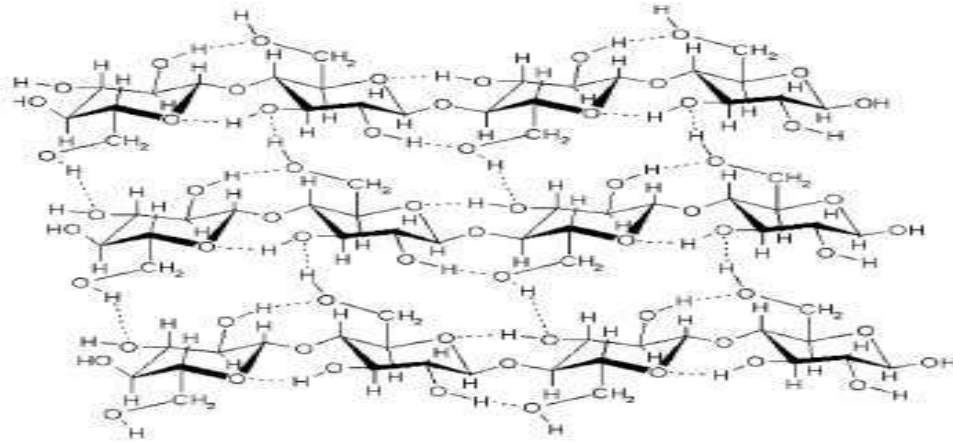
Biyokütle çok farklı kaynaklardan sağlanabilmektedir; en küçük çimlerden büyük ağaçlara ve en küçük organizmalardan en büyük hayvanlara kadar ve bunlardan oluşan ürünler de biyokütle olarak tanımlanmaktadır (Basu 2010). Biyokütle hem doğrudan (ısıtma ve pişirme amaçlı yakma) ve hem de dolaylı olarak gaz ve sıvı yakıtlara dönüşebilmektedir (alkol ve biyogaz gibi yakıtlar) (Demirbaş 2001). Yenilenebilir enerjilerden biyokütle enerjisi hem gelişen ve hem de gelişmekte olan ülkeler için dünyada çok yüksek potansiyeli olan bir enerji kaynağıdır (Demirbaş 2001). Biyokütle tarım ve orman sektöründe çok ve bol olan kaynaklardan olup, tüm atıklardan da elde edilebilmektedir. Çevreye zararsız ve yenilenebilir olması alternatif enerji kaynağı olarak yakıt dönüşümü çok doğru bir seçim olarak görülmektedir (Gallezot 2008). Biyokütle enerjisi dünyanın dördüncü büyük enerji kaynağı olarak dünyanın toplam enerji ihtiyacının %14'ünü karşılamaktadır. Yüksek potansiyele sahip olması, ekonomik ve çevre ve topluma faydalı olmasından dolayı, dünyanın önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından sayılabilir. Biyokütle enerjisinin 2050 yılında dünyanın direkt yakıtının %38 ve elektrifiğinin %17'sini karşılayabileceği tahmin edilmekte (Demirbaş 2002),

böylece BKA enerji açısından büyük bir potansiyel olarak değerlendirilmiş olacaktır. Dünyada biyokütle atıklarından her yıl milyonlarca ton üretilmektedir. Örneğin pirinç sapları, mısır koçanı ve buğday çöpleri biyokütle atıklarının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Her yıl dünyada 400 bin ton civarında bu atıklardan elde edilmektedir. Bu atıklar ya direkt olarak yanma ile ya da diğer yöntemlerle yakıtlara dönüştürülmekte ya da yarayışlı kimyasal maddelerin üretilmesinde kullanılmakta; ancak, yapılan araştırmalar biyokütlenin yakma ile enerjiye dönüşümünün ekonomik olmadığını ispatlanmıştır. Bu atıkların değerlendirilmesinde en etkili yöntemler; piroliz, sıvılaştırma veya gazlaştırma işlemleridir. Piroliz sonucu elde edilen sıvı (biyoyağ) ürünün taşınması, depolanması ve kullanılması petrolden elde edilen yağa benzemektedir (Yorgun 2008). Biyokütleden enerji (biyoenerji) elde edilmesinde çok farklı biyokütle kaynakları kullanılmaktadır: ahşap, sebzeler ve çimler (ayçiçek, kolza, soya fasulyesi, vb.) karbohidratlar (patates, buğday, mısır, fasulye, vb.) sucul bitkiler (Alg, su sümbülü, yosun, vb.) kabuk artıkları (branç, sap, saman, kök, kabuk, vb.), hayvan gübreleri, evsel ve endüstriyel atıklar (Balkanlı 2001).

2.1.5.2. Biyokütle bileşenleri

Bütün ağaçlar ve yeşilliklerin yapısal materyali; yaprakları, sapları, çiçekleri ve hatta ağaç kısımlarını birbirine bağlayan selüloz, hemiselüloz ve lignin adı verilen bir biyolojik maddedir. Bu üç maddeye birlikte lignosellüloz adı verilmekte; sert selüloz lifleri lignin ve hemiselüloz bağları ile birleşmektedir (USDE 2004).

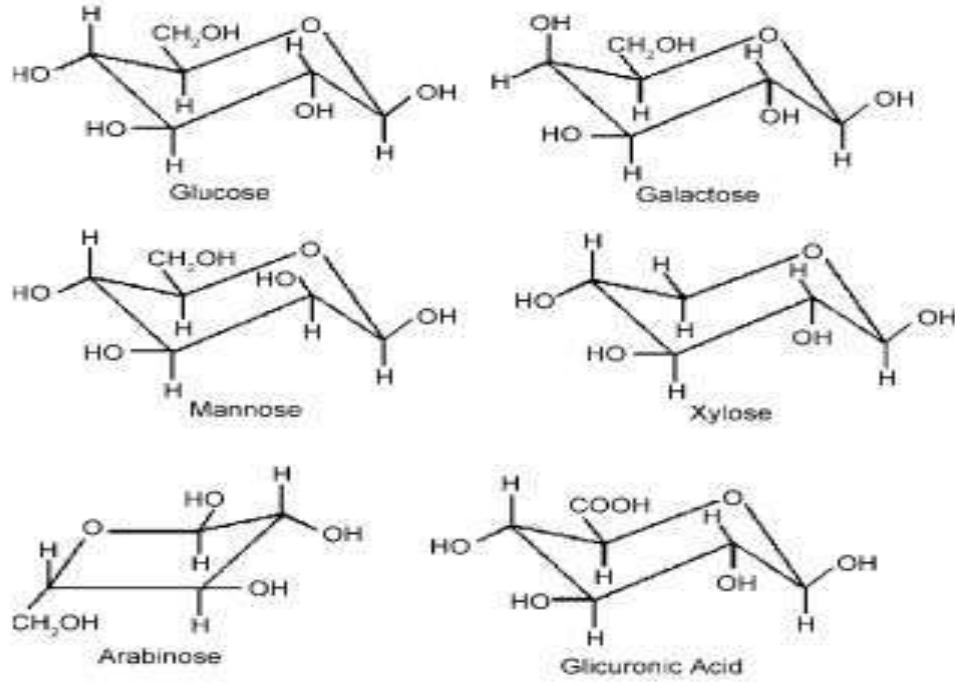
2.1.5.3. Selüloz : Çok büyük polimerlerden yüzler ve binlerce glüköz (polisakkarid) molekülünden oluşmaktadır. Selülozik fiberler/lifler odunun sağlamlığını artırır ve kuru odunun % 40-50'sini oluşturur. Tahta liflerin içinde oluşan lineer polisakkaridler; D-glüköz molkülleri 4 gelikosid ile birbirine bağlanmaktadır (biyokütlenin %41'ini oluşturur). Selüloz 240-350°C sıcaklıkta ayrışmaktadır (Iqbalb 2014), (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Selüloz bileşenleri (Iqbalb 2014).

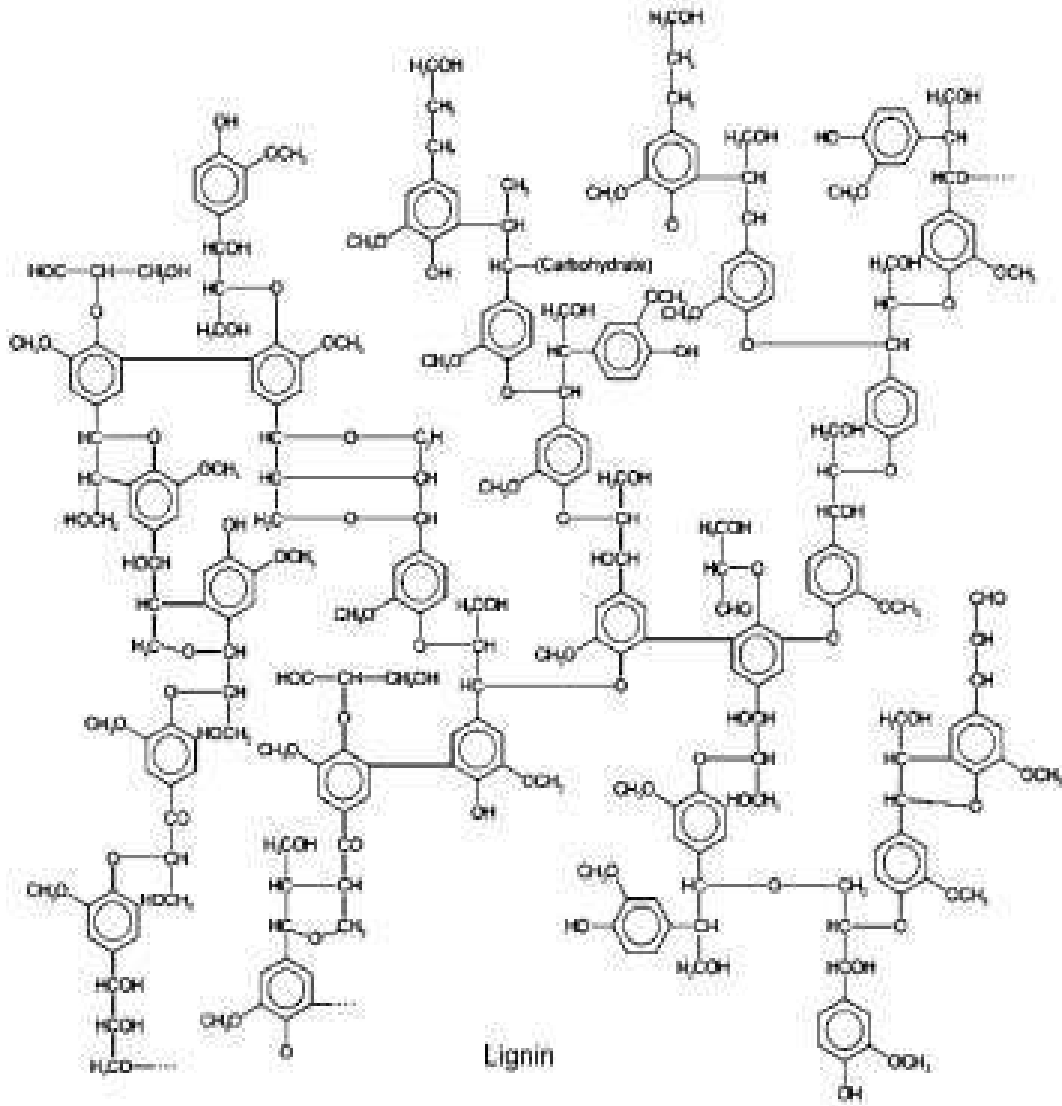
2.1.5.4. Hemiselüloz : Polisakkaridlerin şekilsiz ve heterojen dallarından oluşmaktadır. Selüloz liflerini kapsamakta ve selüloz ve lignin bağlantısını sağlamaktadır (biyokütlenin %28'ini oluşturur). Hemiselüloz, selüloza göre daha düşük molekül ağırlığına sahip ve daha kolay bozunan bir biyokütle bileşenidir. Hemiselüloz 200-260°C sıcaklıkta

ayrışmakta ve piroliz yönteminde selülozdan daha az tar/katran ve char/odun kömürü üretmektedir (Iqbalb, 2014). Şekil 2.2’de Hemiselüloz bileşenleri gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Hemiselüloz bileşenleri (Iqbalb 2014).

2.1.5.6. Lignin: Karmaşık bir polifenolik yapıdır. Biyokütlenin bu kısmı bütün fiziksel, kimyasal ve biyolojik saldırılara dayanaklı ve biyokütlenin enerji dönüşümünde en istenen biyokütle kısmıdır; çünkü sellüloz ve hemisellüloz kısım hidroliz esnasında rahatça ayrıştırılıp fermente şekere dönüştürülebilmektedir (USDE 2004). Ligin, 3-boyutlu komplekslerden oluşan polimerler, eter ve karbon bağlantılarından oluşmaktadır. Lignin, liflerin en dış kısmını oluşturur ve polisakkaridleri tutma ve onların sertliğini sağlar (biyokütlenin %25’ini oluşturur) (Stocker 2008). Lignin 280-500°C sıcaklıkta ayrışabilmektedir. Ayrıca, ligninin selüloz ve hemisellüloza göre kurutulması daha zor ve zaman alıcıdır. Ligninin pirolizinde hemiselüloz pirolizinden daha çok char üretilmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Lignin bileşenleri (Iqbalb 2014).

2.2. Biyokütle Dönüşüm Yöntemleri

Yakma hariç; biyokütleden çıkan alkol ve yağların M.Ö. 6000 yıllarında sıvı yakıt olarak kullanıldığı kanıtlanmıştır. Zamanla petrol yakıtlar azalınca biyokütle gibi yenilenebilir yakıtlara ihtiyaç artmıştır. Birinci Nesil biyoyakıtlar, geleneksel teknoloji ile daha çok şeker pancarı ve mısır gibi yiyecek ürünlerden elde edilen alkol ve sıvı yakıt gibi yakıtlardır. İkinci Nesil biyoyakıtlar, lignoselülozik biyokütleden üretilen biyoyakıtlardır (Alonso 2010). Ancak, Birinci Nesil biyoyakıtların etik ve çevresel açıdan uygun olmadıkları kabul edilmektedir. Etik açıdan yiyecek ürünlerin fiyatında yükselme ve bundan dolayı hayvan yemlerinde fiyat artışı ve sonuçta da hayvan ürünlerinde fiyat artışına sebep olmaktadır. Çevresel sorunları ise, yiyecek ürünlerde gübre kullanımı sonucu bu ürünler dönüşüm aşamasında azot bileşenleri gibi çevreye zararlı gazlar salmakta ve bu gazlar sera gazlarından daha çok çevreye zarar vermektedir (Gallezot 2008). Biyolojik atıklar çeşitli proseslerden geçerek yakıt dönüşebilmektedir. Bu prosesler termal, biyolojik ve mekaniksel veya fiziksel yöntemleri içermektedir. Tablo 3.1’de görüldüğü gibi Biyolojik yöntem daha çok selektif/seçici bir yöntem olup, bu prosessten oluşan ürünler çeşitli olmamaktadır. Termokimyasal dönüşüm yöntemi ürünleri ise çok kısa reaksiyon sürelerinde daha çeşitli ve aynı zamanda kompleks ürünlerdir (Bridgwater, 2012).

Tablo 2.1. Biyokütlenin dönüşüm yöntemleri ve elde edilen ürünler.

Dönüşüm Prosesi	Teknik Çözümler	Son Ürünler
Termokimyasal Prosesler	Yakma	buhar, ısı, elektrik enerjisi
	Gazlaştırma	buhar, ısı, elektrik enerjisi
	Piroliz	yakıt gazı (metan), biyokömür, yakıt gazı
Biyokimyasal Prosesler	Fermantasyon	biyogaz, etanol, compost, sulama suyu
	Anerobik Çürüme	biyogaz, etanol, compost, sulama suyu

2.2.1 Biyokimyasal dönüşüm yöntemleri

Bu yöntemde biyokütlenin molekülleri enzim veya bakteri yardımı ile küçük moleküllere dönüşmektedir. Bu yöntem termokimyasal yöntemle göre çok yavaş bir yöntem olup, proses için çok enerji gerekmemektedir. Bu yöntemin iki çeşidi: Oksijenli ve oksijensiz ayrışma ve fermantasyon. Oksijensiz ayrışma, çöplüklerde organik atıklardan biyogaz üretimi işlemini içermektedir. Oksijensiz ayrışma sonucu biyogaz (CH_4 -%60, CO_2 -%40, çok az miktarda azot, oksijen ve hidrojen sülfid) ve katı madde gibi ürünler oluşmaktadır (Kumar 2009). Oksijenli ayrışmanın ürünleri ise CO_2 , sıcaklık ve katı maddedir (kompost). Fermantasyon prosesinde biyokütle asit veya enzim ile önce şekere ve sonra mayalar yardımı ile etanol veya başka kimyasallara dönüşmektedir.

Fermantasyon prosesinin ürünlerinin hepsi sıvı haldedir. Biyokütlenin lignin kısmı biyokimyasal yöntemde kullanılamamakta ve bu kısım direkt yakma ile veya termokimyasal yöntem ile enerjiye dönüştürülebilmektedir (Basu 2010).

2.2.2. Termokimyasal dönüşüm yöntemleri

Bu yöntem belli avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Termokimyasal yöntemin en büyük avantajı prosese girdi olarak kullanılan hammaddenin çok çeşitli olabilmesidir. Biyokütle hammadesi her tür biyolojik madde olabilir. BKA, endüstriyel atıklar, çiftlik ve orman atıkları, evsel atıklar, hayvansel atıklar, vb. Bu yöntemin en büyük dezavantajı ise dönüşüm sisteminin kurulum maliyeti, işletme maliyeti (enerji girdisi) ve sistemi temizlemenin maliyetidir. Örnek, gaz veya sıvı yakıtı katrandan ayırma ve temizleme işlemidir. Termokimyasal dönüşüm; yakma, gazlaştırma, sıvılaştırma ve piroliz gibi yöntemleri içermektedir (Basu 2010).

2.2.2.1. Yakma

Yakma ısıtma amacı için biyokütlenin en eski ve teknik olarak en kolay kullanımıdır. Günümüzde Avusturya, Almanya ve Fransa gibi ülkelerde bile ev içinde küçük ocaklar ve şömine gibi biyokütle yakması uygulanmaktadır. Her türlü biyokütle yanma ile enerji üretmekte, ancak, nem oranı yükselince ısı değeri azalmaktadır (faaj 2006). Kimyasal açıdan yakma, biyokütle hidrokarbonları ve oksijen arasında egzotermik bir reaksiyondur. Bu reaksiyonun ürünleri ise H_2O , CO_2 ve ısıdır ve bu ısı insanların önemli bir enerji tüketim kaynağı olarak kullanılmaktadır (Basu 2010).

2.2.2.2. Gazlaştırma

Gazlaştırma biyolojik atıkların yüksek sıcaklıklarda ($800-900^{\circ}C$) partikül oksidanlar karışımına ve yakılabilen gaza dönüştürülmesi yöntemidir (Motghare 2016). Oluşan az kaloriferik değerli CO , H_2 , CH_4 ve CO_2 gazlarını içermekte; oksidanlar ise saf oksijen, hava, buhar ve başka gaz karışımları olabilir (Basu 2010). Bu gazlar direkt yakıt olarak ya da motor veya türbinlerde kullanılabilir; ayrıca hammadde olarak metanol gibi kimyasal ürünlerdede kullanılmaktadır. Gazlaştırma prosesi birbirine bağlı olan bir diziden ibarrettir; ilk aşama, uçucu nemi kurutmak nisbeten hızlı bir prose ile başlıyor, ikinci aşamada nisbeten hızlı ama kompleks olarak gazlaştırmayı engelleyen tarların yükselmesini sağlıyor; piroliz yakıtı $300-500^{\circ}C$ sıcaklıkta oksijensiz ortamda yakma prosesidir, bu prosenin ürünleri ise yoğunlaşabilir hidrokarbonlar (tar), char ve gazlardır. Bu ürünlerin verimi ısıtma hızı ve son sıcaklık değerine bağlıdır (Mackendry 2007).

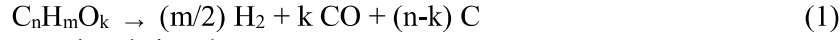
2.2.2.3. Sıvılaştırma

Sıvılaştırma, düşük sıcaklık ve yüksek hidrojen basıncı altında, katalizör kullanılarak gerçekleştirilen bir termokimyasal dönüşüm yöntemidir. Bu yöntemde hidrojen gazı kullanılarak, sıvı yakıt (biyoyağ) üretilmektedir. Sıvılaştırma ile biyokütleden, basınç, sıcaklık, sulu ortam ve katalizörün uygun olması durumunda %2-10 gaz karışımı, %50-80 sıvı ürün (biyoyağ) ve %5-10 katı ürün (char) elde edilmektedir (Bridgewater 1991). Sıvılaştırma, reaktör ve yakıt besleme sürecinin maliyetli olmasından dolayı çok tercih edilmemektedir (Mackendry 2002).

2.2.2.4. Piroliz

Yunanca kelimeden kaynaklanan piroliz, vakumda, inert ortamda ya da atmosferde organik içerikli maddelerin ısıl bozunması anlamındadır. Katı atıkların

pirolizi esnasında çok çeşitli ve oldukça kompleks reaksiyonlar gerçekleşmektedir (Iwasaki 2003). Ana piroliz reaksiyonu,



Kısmi reaksiyonlar,



Piroliz biyokütlenin sıvı yakıtıya dönüştürmenin en umut verici teknolojilerden birisidir (Qiang 2009). Piroliz, biyokütlenin oksijensiz ortamda termal ayrışmasıdır (Bridgwater, 2012). Araştırmacılar 1980’lerde biyokütleyi yüksek ısıtma hızı ve sıcaklıkta işleme tabii tutarak ondan çıkan buharı hızla sıvılaştırma ile sıvı yakıt elde etme işlemini keşfetmişler (Mohan 2006). Ancak, son 30 yılda hızlı piroliz (500°C sıcaklık ve 2 saniye reaksiyon süresi) araştırmacıların ilgisini çekmiş ve bu ilginin en önemli sebebi kısa sürede çok verimli (%75’e varan) oranda sıvı ürün elde edilmesidir. Bu ürünler doğrudan ya da dolaylı olarak çeşitli uygulamalarda kullanılabilir (Bridgwater, 2012). Piroliz yöntemin ürünleri ise sıvı (biyoyağ), katı (biochar/katı karbon) ve çeşitli gaz karışımlarıdır (metan, hidrojen, karbonmonoksit, karbondioksit, etan, propan, vb) (Overend 2004). Piroliz yönteminden elde edilen biyoyağ elektrik enerjisi üretiminde, biochar ise hem elektrik enerjisi üretiminde ve hem de gübre olarak tarımda toprakların verimli olmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, biochar gübre ile karıştırılırsa tarımda toprağın su tutmasını ve verimliliğini arttırmakta ve karbonun toprakta çok dengeli depolamasında yardımcı olmaktadır. Yani, piroliz yöntemi sadece bir yenilenebilir enerji kaynağı olmayıp, aynı zamanda ekonomik potansiyel ve çevresel yararları da sahiptir. Piroliz ve biochar enerji üretiminde, toprakta besin tutma ve sulamanın etkinliğini arttırmada, küresel ısınmayı azaltmada ve toplamda sosyal ve ekonomik çevreye faydalı olmaktadır (Kung 2015).

2.3. Piroliz Çeşitleri

Pirolizin üç temel çeşidi vardır (Şekil 3.2); torrefaction veya hafif piroliz, yavaş piroliz ve hızlı piroliz. Bu üç çeşit sıcaklık ve ısıtma hızındaki farklılıklardan ortaya çıkmaktadır. Hızlı pirolizin temel ürünü biyoyağdır, yavaş piroliz ürünleri ise biochar ve çeşitli gaz karışımıdır. Hafif pirolizde biyokütle 550-950°C sıcaklıkta oksijensiz ortamda biyokütlenin lignin kısmı ayrışması ile CO₂, CO, su buharı, asetik asit ve metanola dönüşmektedir (Basu 2010). Biyoyağ hem yakıt halinde hem de başka kimyasal ürünlerin (yapıştırıcılar, yemek aromaları, özel kimyasal ürünler, gübreler, vb.) kullanılabilir (Uzun 2014).

Tablo 2.2. Piroliz çeşitleri ve parametreleri (I. Jahirul 2012, Tripathi 2016).

	Yavaş	Hızlı	Ani (flash)	Ara (Intermediate)
Sıcaklık (°C)	550-950	850-1250	900-1200	500-650
Dinlenme süresi (s)	300-550	0.5-10	<1	0.5-20
Baskı (Mpa)	0.1	0.1	0.1	0.1
Partikül (mm)	5-50	<1	<0.5	1-5
Biyoyağ (%)	30	50	75	
Char (%)	35	20	12	
Gaz (%)	35	30	13	

Hızlı pirolizin taşıma yakıtı için diğer yöntemlere göre avantajları; az maliyetli olması, yüksek ısı değeri, yüksek kalorifik değeri ve CO₂, SO_x ve NO_x emisyonlarının azlığı (Heo 2010). Hızlı piroliz ürünlerinin oranları bu şekildedir: biochar (kuru ağırlığın %15'i), biyoyağ (%70) ve sentez gazı/syngas (%13) (Lehmann 2009). Yavaş piroliz ürünleri ise %30 biyoyağ, %35 biochar ve %35 syngas. Her iki yöntemin ürünleri de yüksek potansiyel yakıtı dönüşebilmektedir.

Piroliz ve gazlaştırma her ikisi de karbonlu atıklar üzerinde uygulandığı için, yemek atıklarının enerjiye dönüşümünde en doğru tercih olabilmektedir. Her ikisi de %85'e varan oranlarda sentez gazı (CO, H₂) ve biraz da CH₄ ve CO₂ üretmektedir. Pirolizde %75'e varan oranlarda biyoyağ üretilmektedir (Basu 2010).

Hızlı piroliz yönteminin dört esas prensibi:

1. Biyokütle partiküllerinin (3 mm'den küçük) hızlı reaksiyona girmesi için çok yüksek ısıtma hızı/ısı transferi gerektirmesi,
2. Piroliz reaksiyon sıcaklığının kontrol edilmesi, 500°C civarında olmalı,
3. Biyokütle istenen sıcaklığa (500°C) 2 saniyeden daha az bir sürede maruz bırakılmalı (yüksek ısıtma hızı gerektirmesi),
4. Piroliz sırasında oluşan buhardan biyoyağ elde etmek için buharın hemen soğutulması gerekmektedir (Bridgwater 2012).

2.4. Piroliz Ürünleri

Pirolizden oluşan ürünler kompleks olarak katı, sıvı ve gaz ürünlerdir. Bu ürünlerin kompozisyonu, pirolizde kullanılan maddenin kimyasal özelliğine ve piroliz sıcaklığına bağlıdır (Ospanov 2015). Katı ürün (biochar): Kül ve dönüşmeyen biyokütleden oluşmaktadır. Biocharın yapısı ve yüzey kısmı uygun olduğu zaman aktif karbon olarak kullanılmaktadır (Yaman 2004) Sıvı ürün (biyoyağ): Hidrokarbonlar, fenoller, yağ asitleri, karbonik bileşikler gibi kimyasallardan oluşmuş kahverengi ve viskoz 25% su içeren bir sıvıdır. Sıvı ürünün içerisindeki su, sıvı ısıl değerini düşürmektedir (Tsai 2007). Gaz ürün (çeşitli gaz karışımı): Orta ısıl değerli bir gazdır. Düşük sıcaklıklarda CO, CO₂, H₂O, daha yüksek sıcaklıklarda ise CO, CO₂, H₂O, H₂, CH₄, C₂H₆, C₃H₈ gibi gazlar açığa çıkmaktadır. Bu gazlar ısıtma işlemlerinde ve güç santrallerinde kullanılmaktadır (William 2000).

2.5. Pirolizden Oluşan Biyoyağın Yakıt Olarak Avantajları

Piroliz yöntemin en büyük avantajı istediğimiz sonuca göre parametrelerin değiştirebilmesidir. Örneğin, eğer yüksek miktarda biochar istiyorsak yavaş pirolizi uyguluyabiliriz veya biyoyağın verimli olmasını istersek hızlı piroliz uyguluyabiliriz (Carriera 2012). Diğer avantajı ise atıkların azaltması ve bu atıkları daha kullanışlı hale dönüştürmesidir, ayrıca her tür atık (sert, yumuşak, kuru, sulu, vb.) bu yöntem kullanılabilmektedir. Piroliz esnasında oluşan sülfür ve NO_x gibi çevreye zararlı gazlar çok daha azdır ve bu yönden çevre dostu bir yöntem olmaktadır (Wang 2012).

2.6. Pirolizden Oluşan Biyoyağın Yakıt Olarak Dezavantajları

Piroliz esnasında oluşan bioyağın çok su içermesi, yüksek viskozitesi, zayıf ateşlenmesi ve dayanıksızlığı dezavantaj olarak belirlenmiştir (Oasmaa 1999). Ayrıca, piroliz yağı reaktif oksijen içerdiği için dengesizdir (Bridgwater 2012). Çok su içerdiği için dizel ve diğer sıvı hidrokarbonlu yakıtlar ile karıştırılmaz haldedir (Oasmaa 2004).

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Biyokütle Temini

Antalya Büyükşehir Belediyesi 2012 yılı katı atık karakterizasyonu çalışmasında en yaygın bulunan organik materyaller kağıt-karton, park-bahçe ve mutfak atıklarıdır. Yapılan ilk çalışmamızda üç çeşit biyokütle atık olarak hazırlanmıştır; park ve bahçe, yemek ve kağıt atıkları toplanarak katı atıkların inorganik kısımları organik kısımlardan ayrılarak biyokütle örnekleri elde edilmiştir; ikinci deneyimde ise sadece bahçe ve mutfak atıkları kullanılmıştır. Biyokütlelerden istenmiş nem içerdiği olaşana kadar (%35), modern fırında veya doğal ortamda 24 saata kadar bekletilmiş; yani, mutfak atıkları alüminyum kaplara yerleştirilen etüvde 105°C sıcaklıkta 24 saat kurutulmuştur, bahçe ve kağıt atıkları ise kuruması için bir haftaya kadar bekletilmiş, daha sonra ilk deney için 1-1.5 mm ve ikinci deney için ise üç farklı büyüklükte biyokütle yani, 0.3-0.5 , 0.5-1 , 1-1.5 mm partikül büyüklükleri için değirmende öğütülerek ilgili elek çapları kullanılarak eleklerde elenmiştir. Birinci deneyde üç çeşit biyokütleden 5'er g (gram) alarak ikinci deneyde ise bahçe ve mutfak atıklarından 7.5'er g alarak iki deneyde de toplam 15 g biyokütle kullanılmıştır. Şekil 4.1 de biyokütlenin kurutulmuş , kurutulmamış ve ufalanmış hali göstermektedir.

3.2. Katalizör

Oksijenin uzaklaştırılması, kalori değerinin artırılması, viskozitenin azaltılması ve stabilitenin artırılması gibi biyoyağ kalitesini geliştirmek ve piroliz sürecini daha verimli hale getirmek için katalizör kullanılmaktadır. Literatöre göre bir inorganik madde organik madde ile karışılırsa tar üretimi azalmaktadır (Tripathi 2015). Aktif katalitik materyaller (Ni, Pd, Pt, vb.) ile birlikte kullanılan support materyalleri (kalsit, dolomit, zeolit, vb.) katalizöre mekanik direnç, aktif katalitik materyallerin disperse olacakları yüzeyler ve kok (coke) oluşumuna karşı direnç sağlarlar ve hem de katalizörde kimyasal bir rol oynayabilirler. Bu çalışmada, support materyali olarak dolomit ve aktif madde olarak ise Ni, Pd ve Pt karışımlarından elde edilen katalizörler kullanılmıştır. Birinci deneyde kullanılan katalizör için Ni, dolomit ve Pd, toplamda 3 g katalizör elde edilmiştir. İkinci deneyde ise 7.5 g dolomit, kalsit veya zeolite kullanılmıştır.

3.3. Azot gazı akışı

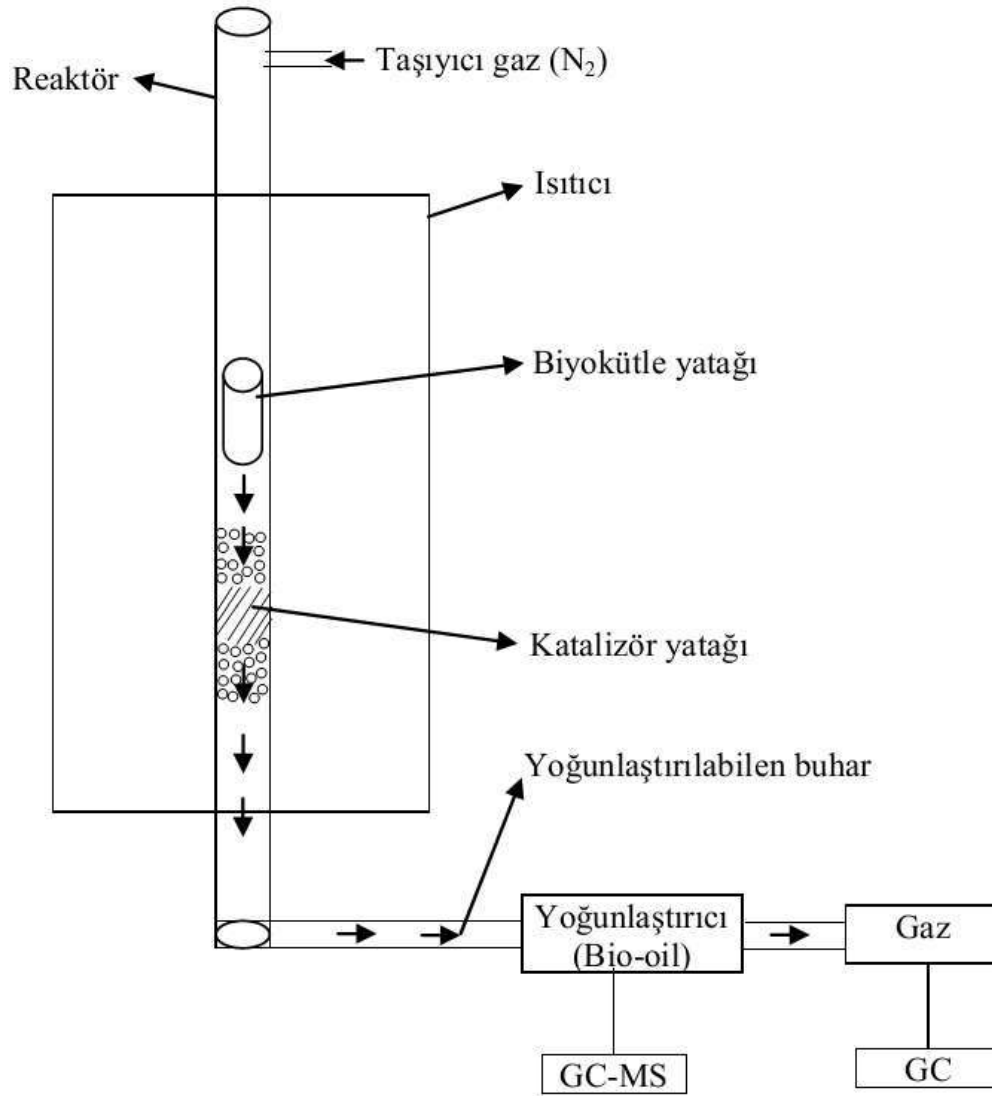
Sürükleyici gaz akış hızı piroliz için önemli bir etkidir. Piroliz esnasında oluşan uçucu bileşenler, sürükleyici gaz akışı ile sistemi daha kolay terk edebilmektedir. Ayrıca, sürükleyici gaz akış hızının yüksek olması piroliz buharlarının ortamdaki hızı bir şekilde ikincil reaksiyonların gerçekleşmesine izin vermeden uzaklaşmasını sağlar ve bu sayede sıvı ürün verimi yüksek olur. Ama deneylere göre gaz akışı belli bir miktardan yüksek olunca oluşan buharlar hızlı bir şekilde soğutma sistemine gönderilir ve soğutma sisteminde yoğunlaşması zorlaşmaktadır. Genelde sürükleyici gaz olarak azot gazı kullanılır. Çalışmada her iki deneyde de azot gazı akışı, deney süresince 300 ml/dak. değerinde sabit tutulmuştur.



Şekil 3.1. Biyokütlenin kurutlmamış, kurutulmuş ve ufalanmış hali.

3.4. Deneysel Çalışmalar

Hızlı piroliz deneylerini yapmak için özel tasarlanmış deney sisitemi Şekil 4.2’de verilmiştir. İstenen miktarda biyokütle örneği (15 g) yatağına yerleştirildikten sonra sıcaklık istenen düzeye getirilmiş ve sonra biyokütle düzeneğin üst tarafından şekilde görülen noktaya kadar serbest bırakılmıştır. Isıya maruz kalan biyokütleden oluşan yoğunlaştırılabilir buhar, katalizör yatağını geçtikten sonra yoğunlaştırıcıda biyoyağ olarak yoğunlaştırılmakta, yoğunlaşmayan gazlar da gaz torbasında toplanmaktadır.



Şekil 3.2. Hızlı piroliz deney düzeneğinin iki boyutlu görünüşü.

Tablo 3.1. Hızlı piroliz deneylerinin deneme planı.

Deney No	Parametreler						Analiz		
	Partikül (mm)	Boyutu	Katalizör		Sıcaklık (°C)	Piroliz Süresi (dak)			
			Deney 1	Deney 2					
	Deney 1	Deney 2	Deney 1	Deney 2	Deney1	Deney 2	Deney 1	Deney 2	
1	1-1.5	1-1.5	Ni	Dolomit	450	450	5	10	GC-MS
2	1-1.5	1-1.5			450	500	5	15	GC-MS
3	1-1.5	1-1.5			450	550	5	20	GC-MS
4	1-1.5	0.5-1			500	450	5	10	GC-MS
5	1-1.5	0.5-1			500	500	5	15	GC-MS
6	1-1.5	0.5-1			500	550	5	20	GC-MS
7	1-1.5	0.3-0.5			550	450	5	10	GC-MS
8	1-1.5	0.3-0.5			550	500	5	15	GC-MS
9	1-1.5	0.3-0.5			550	550	5	20	GC-MS

Tablo 3.2. Hızlı piroliz deneylerinin deneme planı (Devam).

10	1-1.5	1-1.5	Pd	Kalsit	450	450	5	10	GC-MS
11	1-1.5	1-1.5			450	500	5	15	GC-MS
12	1-1.5	1-1.5			450	550	5	20	GC-MS
13	1-1.5	0.5-1			500	450	5	10	GC-MS
14	1-1.5	0.5-1			500	500	5	15	GC-MS
15	1-1.5	0.5-1			500	550	5	20	GC-MS
16	1-1.5	0.3-0.5			550	450	5	10	GC-MS
17	1-1.5	0.3-0.5			550	500	5	15	GC-MS
18	1-1.5	0.3-0.5			550	550	5	20	GC-MS
19	1-1.5	1-1.5	Pt	Zeolit	450	450	5	10	GC-MS
20	1-1.5	1-1.5			450	500	5	15	GC-MS
21	1-1.5	1-1.5			450	550	5	20	GC-MS
22	1-1.5	0.5-1			500	450	5	10	GC-MS
23	1-1.5	0.5-1			500	500	5	15	GC-MS
24	1-1.5	0.5-1			500	550	5	20	GC-MS
25	1-1.5	0.3-0.5			550	450	5	10	GC-MS
26	1-1.5	0.3-0.5			550	500	5	15	GC-MS
27	1-1.5	0.3-0.5			550	550	5	20	GC-MS



Şekil 3.3. Hızlı piroliz deney düzeneğinin görünüşü.

Bu çalışmada, hızlı piroliz denemelerinde, piroliz sıcaklığı (450, 500, 550°C) ve piroliz süresi (10, 15, 20 dak.)'nın ürün olarak elde edilen biyoyağ'ın verim ve kalitesine etkileri araştırılmıştır. Her denemede, biyokütle partikül büyüklüğü sabit (1-1.5 mm) olan kağıt-karton, park-bahçe ve mutfak atıklarından 5'er g karıştırılarak 15 g biyokütle örnekleri kullanılmıştır. Denemelerde, 0.30 g Ni + 2.70 g dolomit, 0.015 g Pd + 2.985 g dolomit ve 0.015 g Pt + 2.985 g dolomit olmak üzere toplamda 3 g katalizör kullanılmıştır. Denemelerin hepsinde, azot gazı akışı, deney süresince 100 ml/dak. değerinde sabit tutulmuştur. Piroliz süresi, standard 5 dakikalık deney sürecinin hemen sonra azot gazı akışı durdurulup 5, 10 ve 15 dakika beklendikten sonra yoğunlaştırıcı çıkarılıp reaktörün alt kısmı sökülerek biochar alınmıştır. Denemeler sonucu elde edilen biyoyağ ve biochar'a ilişkin kütle denkliği değerleri hesaplanmış ve Tablo 4.2'de sunulmuştur. Biyoyağ örneklerinin miktarları, yoğunlaştırıcı içerisinde toplanan biyoyağ'ın hassas terazide tartılması ile belirlenmiştir. Hızlı piroliz deneyleri sonucunda reaktörün soğutulmasından sonra biochar örnekleri hassas terazide tartılarak miktarları belirlenmiştir. Hızlı piroliz deneylerinin yürütüldüğü reaktörün hacmi ve kütlelerinin büyük olmasından dolayı deneyler sonucunda oluşan gaz karışımlarının miktarları belirlenememiştir. GC-MS analizi ile, biyoyağ'ın temel bileşenleri olan asitler, alkoller, şekerler, aldehidler, ketonlar, vb. ile bunların alt bileşikleri (cihazın kütüphanesinde tanımlı olduğu kadarıyla) belirlenmiştir.

3.5. Analiz

GC-MS analizi bir metod olarak, bir maddenin bireysel bileşenlerinin ekspektrumlarının ayıklanmasını sağlıyor ve daha sonra bu ekspektrumlar hedef bileşenin tanımlanması için referans kütüphanede/library'de başka ekspektrumlar ile karşılaştırılır (Stein 1999). GC-MS, GC (Gaz Kromatografi) ve MS (Kütle Spektrometresi) ünitelerinin beraber çalıştığı yapı analizi ve miktar tayininde kullanılan bir cihazdır. Bu cihaz maddelerin teşhisi, tayini ve yapı analizi için yaygın olarak; ayrıca detaylı gıda

analizleri, yağ analizleri, petrol analizleri ve ilaç sektörünün kalitatif ve kantitatif analizlerinde kullanılmaktadır (Şekil 4.4). Biochar ve biyoyağ miktarları deneylerin sonunda hassas terazide tartılarak kütle denkliğinden bunların verimleri belirlenmiştir. Daha sonra GC-MS analizi ile, biyoyağ'ın temel bileşenleri olan asitler, alkoller, şekerler, aldehidler, ketonlar, vb. ile bunların alt bileşiklerinin belirlenmişler.



Şekil 3.4. GC-MS cihazının görünüşü.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Günümüzde enerjiye olan talep, nüfus artışı, ulaşım ve iletişim faktörlerine bağlı artmaktadır. Biyokütle enerjisi yenilenebilir olması ve sera gazların oluşumunda fosil yakıtlara nazaran çok az etkindir. Biyokütle ekim, yemek, atık ve endüstri ve çiftlik gibi farklı çeşitlerde mevcuttur. Bu mevcut ve ucuz biyokütle küçük ülkelerde yakılarak enerji üretiminde kullanılmaktadır, ancak; bu tür enerji üretmek hava kirliliğine ve uzun zamanda iklim değişikliğine neden olabilmektedir. Bu yüzden biyokütle kullanarak hem verimli hem ucuz ve hem çevredostu olan enerji kaynağı ihtiyaç duymaktadır (Motghare 2016). Termokimyasal yöntemler, biyokütlenin yüksek enerji değerli ürünlere dönüştürülmesi işlemidir. Termokimyasal bir dönüşüm süreci olan piroliz havasız ortamda hammaddenin bozundurulması sıvı, katı ve gaz ürünlere dönüştürülmesi işlemidir. Pirolizden elde edilen sıvı ürün bio-oil olarak adlandırılır. Bio-oil; fosil yakıtlara göre kolay depolama ve taşıma gibi avantajlara sahiptir. Bu çalışmada yemek ve kağıt ve bahçe atıkları biyokütle kaynağı olarak kullanılmıştır. Hızlı piroliz sisteminin tasarımı ve sistemin çalışması esnasında karşılaşılan tüm olumsuz etmenlere karşı, 3 farklı katalizör (Ni, Pd, Pt) ile yapılan araştırmalar sonucunda literatür sonuçlarına uygun sonuçlar elde edilmiştir (Bridgwater, 2012). Hızlı pirolizin avantajlarından biri, oldukça dayanıklı olan lignin kısmı dahil lignoselülozik biyokütlerdeki bütün organik maddenin dönüşümünü sağlayabilmesidir. Üstelik, biyokütle enerjisinin büyük bir kısmının (%70'e varan) biyoyağ'da tutulmasıdır (Huber ve diğ., 2006).

Bu çalışmada, 4 farklı parametre (biyokütle partikül büyüklüğü, sıcaklık, katalizör ve reaksiyon süresi) incelenmiştir. İki farklı deney grubu sözkonusu ve her deney grubunda 27'şer adet deney yapılmıştır. Bu iki deney grubunda farklı parametreler incelenmiştir (Tablo 4.1). Deney sonuçları incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. İlk 9 deneyde Ni ve dolomit katalizör olarak kullanılmıştır; bu 9 deneyin ilk 3'ünde ise aynı büyüklükteki biyokütle partikülleri kullanılmış, ancak, iki farklı piroliz süresi ve sıcaklık uygulanmıştır. Sıcaklık 450°C'den 500°C'ye ve piroliz süresi de 5 dak.'dan 15 dak.'ya arttırılınca biyoyağ miktarı 3.06'dan 6.41'e yükselmiştir. Ancak, 3. deneyde sıcaklık 450°C'den 550°C'ye yükselince ve deney süresi 5 dak.'dan 20 dak.'ya artınca biyoyağ miktarı 3.33 g'dan 5.47 g'a düşmüştür. Bu artış deneylerin hepsinde görülmektedir. Sonuçta sıcaklık ve deney süresi 500°C ve 15 dak.'dan fazla olunca biyoyağ verimi 6.41g'dan daha az olacaktır ve bu sonuç ortalama olarak deneylerin hepsinde aynı olarak gözükmemektedir. Genel olarak biyokütle partikül büyüklükleri sabit iken, verimin en yüksek olduğu sıcaklığın 500°C ve reaksiyon süresinin ise 15 dak. olduğu tesbit edilmiştir. Ayrıca, biyokütle partikül büyüklüğü küçülünce biyoyağ miktarı azalmakta ve biochar miktarı ise yükselmektedir. Katalizör etkisi için ise her 9 deneyde farklı katalizör kullanılmıştır. Ortalama değerler kullanıldığında, Deney 2'deki zeolit katalizörü kullanıldığında biyoyağ veriminin daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Tablo 4.2).

Oluşan biyoyağ ve biochar'a baktığımızda biyoyağ miktarı %26-42 aralığında, biochar miktarı ise %30-43 aralığında değişmektedir. Literatür değerlerine göre hızlı piroliz ürün verimlerinin: biyoyağ (%75'e varan kuru ağırlık oranında) ve biochar (%15) olduğu görülmektedir. Bu verim azlığının veya farklılığının sebepleri araştırılmalıdır.

Tablo 4.1. Piroлиз deneylerinde kullanılan parametreler ve elde edilen ürün verimleri.

Parametreler			Deney Sonuçları													
D* No	Partikül Boyutu (mm)		Katalizör		Sıcaklık (°C)		Piroлиз Süresi (dak)		Biyoyağ (g)		Biochar (g)		Biyoyağ (%)		Biochar (%)	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
1	1-1.5	1-1.5	Ni	Dol	450	450	5	10	3.93	5.65	3.03	4.44	28.90	37.66	22.28	29.6
2	1-1.5	1-1.5			450	500	5	15	3.06	6.41	3.20	5.01	22.47	42.73	23.49	33.4
3	1-1.5	1-1.5			450	550	5	20	3.33	5.47	2.45	4.46	24.67	36.46	18.15	29.7
4	1-1.5	0.5-1			500	450	5	10	3.93	5.70	3.10	5.79	28.01	38	22.10	38.6
5	1-1.5	0.5-1			500	500	5	15	3.28	6.30	2.98	4.65	23.79	42	21.61	31
6	1-1.5	0.5-1			500	550	5	20	3.83	5.77	3.00	4.72	26.90	38.46	21.07	31.4
7	1-1.5	0.3-0.5			550	450	5	10	3.49	4.26	2.97	6.51	25.51	28.4	21.71	43.4
8	1-1.5	0.3-0.5			550	500	5	15	3.67	5.36	2.91	5.43	26.35	35.73	20.89	36.2
9	1-1.5	0.3-0.5			550	550	5	20	3.78	4.34	3.15	4.39	25.94	28.93	21.62	29.2
10	1-1.5	1-1.5	Pd	Kal	450	450	5	10	2.83	5.39	3.24	5.97	19.97	35.93	22.87	39.8
11	1-1.5	1-1.5			450	500	5	15	2.20	5.65	3.14	4.58	14.97	37.6	21.36	30.5
12	1-1.5	1-1.5			450	550	5	20	2.82	5.80	3.27	4.54	19.35	38.6	22.44	30.2
13	1-1.5	0.5-1			500	450	5	10	3.26	5.66	3.46	6.10	23.14	37.73	24.56	40.6
14	1-1.5	0.5-1			500	500	5	15	3.54	5.95	3.20	5.43	25.02	39.6	22.61	36.2
15	1-1.5	0.5-1			500	550	5	20	4.13	5.90	3.13	4.09	28.94	39.3	21.93	27.2
16	1-1.5	0.3-0.5			550	450	5	10	4.17	5.28	3.12	4.65	29.81	35.2	22.30	31
17	1-1.5	0.3-0.5			550	500	5	15	3.85	3.98	3.13	5.07	26.98	26.53	21.93	33.8
18	1-1.5	0.3-0.5			550	550	5	20	3.35	4.60	2.28	4.73	27.50	30.6	18.72	31.5

Tablo 4.1. Piroliz deneylerinde kullanılan parametreler ve elde edilen ürün verimleri (devamı)

19	1-1.5	1-1.5	Pt	Zeol	450	450	5	10	2.77	5.31	2.40	5.22	23.26	35.4	20.15	34.8
20	1-1.5	1-1.5			450	500	5	15	3.88	5.43	3.36	4.84	27.58	36.2	23.88	32.2
21	1-1.5	1-1.5			450	550	5	20	4.11	5.54	3.16	4.24	29.11	36.93	22.38	28.2
22	1-1.5	0.5-1			500	450	5	10	3.68	5.58	3.44	5.25	25.31	37.2	23.66	35
23	1-1.5	0.5-1			500	500	5	15	3.82	5.74	3.20	4.87	26.49	38.2	22.19	32.4
24	1-1.5	0.5-1			500	550	5	20	3.83	5.73	3.35	4.09	26.25	38.2	22.96	27.2
25	1-1.5	0.3-0.5			550	450	5	10	4.12	5.34	3.45	5.32	28.93	35.6	24.23	35.4
26	1-1.5	0.3-0.5			550	500	5	15	3.69	5.70	3.10	4.81	25.38	38	21.32	32
27	1-1.5	0.3-0.5			550	550	5	20	3.82	5.05	2.15	4.78	26.49	33.6	14.91	31.8

D*: Deney, Dol: Dolomit, Kal: Kalsit, Zeol: Zeolit

Piroliz sıvısının özellikleri biyokütle çeşidi, reaktör tipi ve proses durumu gibi parametrelere bağlıdır (Czernick 2004). Su, alkol, asidler, aldehid, keton, furan, şeker ve lignin gibi maddeler hızlı pirolizden elde edilen biyoyağın bileşenleridir (Oasmaa 2010).

GC-MS sonuçları incelendiğinde, biyoyağ bileşiminin 70'ten fazla bileşenden meydana geldiği EK 1'de verilen GC-MS analiz sonuçlarında görülmektedir. Her iki deney grubundaki 27'şer hızlı piroliz deneyi için GC-MS analiz sonuçları değerlendirilerek elde edilen bileşenlere göre Tablo 4.3 ve 4.4 hazırlanmıştır. Her iki tablo grubu, biyoyağ içerisindeki yaklaşık 70 bileşenden GC-MS pik alanları 2.00 ve üzeri olan bileşenleri içermekte ve bu bileşenler kullanılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Genel olarak değerlendirme yapıldığında, her iki deney grubunda da hızlı piroliz sonucu elde edilen ana bileşiğin levoglucosan olduğu gözlenmiştir. Levoglucosan, selüloz ve nişasta gibi karbonhidratların pirolizi sonucu ortaya çıkan ana altı-karbonlu organik ürünlerden biridir. Yüksek miktardaki diğer bileşen ise alloze; monosakarid bir şeker türüdür. Levoglucosan'ın biyoyağda veriminin fazla olmasının sebebi, biyokütle örnek karşımının %66'sını oluşturan park-bahçe ve kağıt-karton atıklarındaki selüloz miktarıdır. Levoglucosan dışında biyoyağ içerisinde butanoic acid, pentanoic acid, asetik asit, furfural ve 1,2-benzenediol gibi organik yapılar da yüksek oranda bulunmaktadır. Analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; farklı katalizör, sıcaklık ve piroliz reaksiyon süresinin artması ile levoglucosan miktarında azalma gözlenmiştir. Bu azalma, artan sıcaklık ve reaksiyon süreleri ile hızlı piroliz sisteminde ikincil reaksiyonların gerçekleşmesiyle levoglucosan'ın organik yapısının farklı organik yapılara dönüşmesiyle açıklanabilir.

Tablo 4.2. Deney Grubu 1 için bileşen miktarları.

Bileşen (Pik Alanı) Deney No	Miktarı	2-5	5-10	10-15	> 15
H4		8	2	-	1
H5		13	3	1	-
H6		11	4	-	-
H7		10	3	1	-
H8		11	1	-	-
H9		8	3	1	-
H12		12	3	1	-
H13		11	2	-	1
H15		10	2	1	-
H16		7	5	-	-
H17		9	4	2	-
H18		9	2	2	-
H19		11	3	1	-
H21		13	2	-	-
H22		7	3	2	-
H23		10	3	-	-
H24		13	4	-	-
H25		7	2	2	-
H26		8	5	-	1
H27		9	2	2	-

Tablo 4.3. Deney Grubu 2 için bileşen miktarları.

Bileşen (Pik Alanı) Deney No	Miktarı	2-5	5-10	10-15	> 15
B1		8	7	1	-
B2		11	3	1	-
B3		8	1	1	1
B4		6	5	1	-
B5		9	1	1	-
B6		12	2	-	-
B7		11	5	-	-
B8		11	4	-	-
B9		12	2	1	-
B10		14	1	1	-
B11		12	2	-	-
B13		15	3	-	-
B14		16	2	-	-
B15		12	5	-	-
B16		14	3	1	-
B17		9	5	1	-
B18		11	4	-	-
B19		10	4	2	-
B20		8	3	-	-
B21		10	2	1	-
B22		10	2	-	-
B23		12	3	-	-
B24		10	4	-	-
B26		9	3	-	-
B27		9	3	1	-

5. SONUÇLAR

Enerji ekonomik ve sosyal kalkınma için en önemli faktörlerdendir. Artan nüfus, şehirleşme, sanayileşme ve refah artınca enerjiye talep de artmaktadır. Fosil yakıtların dünyada yoğun kullanımı nedeniyle oluşan küresel ısınma ve iklim değişiklikleri olumsuzluklarından kurtulmak veya onları minimize etmek amacıyla fosil yakıtlar yerine yenilenebilir bir enerji kaynağı olan biyokütleden biyoyakıt elde edilmesi konusunda tüm dünyada yoğun bilimsel çalışmalar devam etmektedir. Temel biyokütle kaynakları: tarımsal kalıntılar ve atıklar (saman, hayvan gübresi, vb.), orman ve orman atıkları, belediye katı atıkları (BKA) ve kalıntıların organik kısımları, kanalizasyon atıkları, endüstriyel kalıntılar (yiyecek ve kağıt endüstrilerinden), otsu veya odunsu lignoselülozik bitkiler. Atıkların enerjiye dönüşümünün en temel hedefi atıkları azaltma ve hava, yer ve yeraltı sularının atıklardan dolayı kirlenmesini önlemek ve zararlı gazları azaltmaktır.

Bu amaçla termokimyasal dönüşüm yöntemi (piroliz veya hızlı piroliz) her türlü atığı enerjiye dönüştürmek için ideal bir yöntemdir. Bu çalışmada, park-bahçe, kağıt-karton ve mutfak atıklarından hızlı piroliz yöntemi ve laboratuvar ölçeğindeki deney düzeneği ile atıklardan biyoyakıt (biyoyağ) üretimi gerçekleştirilmiştir. Deneylerde biyokütle partikül büyüklüğü, sıcaklık, reaksiyon süresi ve katalizör gibi değişik parametrelerin piroliz ürün verimleri ve biyoyağ kalitesine etkileri incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, deneylerde en etkin parametrelerin sıcaklık ve reaksiyon süresi olduğu gözlenmiştir. Partikül büyüklüğü orta, 0.5-1mm ve sıcaklık 500°C ve piroliz süresi 15 dakika olan deneylerde biyoyağ veriminin en yüksek olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, zeolit ve Pt katalizörleri kullanılarak yapılan deneyde biyoyağ veriminin arttığı gözlenmiştir. En küçük partikül boyutunda ve en yüksek sıcaklıklarda biochar miktarı artmıştır. Kalsit ve Pd katalizörleri kullanılarak yapılan deneylerde biochar veriminin arttığı görülmüştür.

Çalışma sonunda elde edilen biyoyağın kalite veya bileşenlerini incelemek için GC-MS analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizlere göre levoglucosan, sellülozlu bileşen, yüksek miktarda bulunmaktadır ve bunun nedeni kağıt ve bahçe atıkları gibi sellülozlu partiküllerdir. Alloze bir şeker türü, diğer yüksek miktarda bulunan bileşenlerdendir. Heptanoik asid, butrik asid ve diğer asidlerde yüksek rakamlar ile deney sonucunda gözükmektedir. Literatüre göre hızlı piroliz çalışmalarında kullanılan biyokütlenin %75'e varan oranlarda biyoyağa dönüşmesi beklenmektedir. Ancak, bu çalışmada bu oran %42 oranında kalmıştır. Hızlı piroliz sistemindeki sızdırmazlık sorunu veya reaktör içerisindeki O₂ varlığı, literatür değerleri ile araştırma sonuçları arasındaki farkın sebebi olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, hızlı piroliz deney düzeneğinde piroliz buharının reaktör çıkışı ile yoğunlaştırıcı arasında yoğunlaşması sonucu elde edilen katı, sıvı veya gaz ürünlerin beklenenden farklı verimlere sahip olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, taşıyıcı gaz olarak kullanılan azot gazının hızlı piroliz sistemine verilmeden önce ön ısıtma işlemine tabi tutulması da, hızlı piroliz sistemindeki dönüşümü olumsuz etkilediği tahmin edilmektedir. Konu ile ilgili gelecekte yapılacak çalışmalarda, deney düzeneğinin daha da geliştirilerek veya düzeneğin otomasyonu sağlanarak, insan kaynaklı hataların minimize edilmesi suretiyle biyokütlenin gerçeğe yakın oranda katı, sıvı ve gaz ürünlere dönüştürülmesi sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

- ADMINISTRATION, U. S. E. I. 2013. International energy outlook.
- ALONSO, D.M., BOND, J.Q., and DUMESIC, J.A. 2010. Catalytic conversion of biomass to biofuels. *Royal Society of Chemistry*.
- ATHANASIOS-DIMAKIS, A., BIBERACHER, M., DOMINGUEZ, J., FIORESE, G., GADOCHA, S., GNANSOUNOU, E., GUARISO, G., KARTALIDIS, A., PANICHELLI, L., PINEDO, L. and ROBBA, M. 2011. Methods and tools to evaluate the availability of renewable energy sources. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 1182–1200.
- BALKANLI, K., GURKOK, S., GENÇ, O. and DAKAK, M. 2001. The use of absorbable material in correction of pectus deformities. *Eur J Cardiothorac Surg*, 19, 711-2.
- BASU, P. 2010. *Biomass Gasification and Pyrolysis : practical design and theory*, Elsevier.
- BORJESSON, P., BERGLUND, M. 2006. Environmental systems analysis of biogas systems. Part I. *Fuel-cycle emissions*, 30, 469–85.
- BRIDGEWATER, A.V. and BRIDGE, S.A. 1991. A review of pyrolysis and pyrolysis technologies, Biomass Pyrolysis Liquids Upgrading and Utilisation. *Elsevier Applied Science*, 11-92.
- BRIDGEWATER, A.V. 2012. Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading. *biomass and bioenergy*, 38, 68-94.
- BÜYÜKMIHÇI, M. 2003. Yenilenebilir enerji kaynaklar Avrupa Birliği ülkemizdeki uygulamalar ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanmakta olan kanun tasarısı taslağı çerçevesinde planlanan önlemler. *Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*. Kayseri: TMMOB.
- CARRIERA, M., G. HARDIEB, A., URASA, Ü., GÖRGENSA, J. and KNOETZE, J. 2012. production of char from vacuum pyrolysis of south-african sugar cane bagasse and characterization as activated carbon and biochar. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 96, 24-32.
- CZERNICK, S. and BRIDGEWATER, A.V. 2004. Overview of applications of biomass fast pyrolysis oils. *Energ. Fuels* 18, 590-598.
- DEMİRBAŞ, A. 2001. Biomass resource facilities and biomass conversion processing for fuels and chemicals. *Energy conversion and management*, 42, 1357-1378.
- DEMİRBAŞ A. 2002. Utilization of urban and pulping wastes to produce synthetic fuel pyrolysis. *Energy Sources* 24, 205-213.
- FAAiJ, A. 2006. Modern biomass conversion technologies. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 11, 343–375.
- GALLEZOT, P. 2008. Catalytic Conversion of Biomass: Challenges and Issues. *Chemsuschem*, 1, 734-737.
- HEO, U. and ROEHRIG, T. 2010. *South Korea since 1980*, New York, Cambridge University Press.
- HWAIYU, G.P.E. and WILLIAM, K. 2014. Renewable and Clean Energy for Data Centers. Hoboken: Wiley Online Library
- I. JAHIRUL M, G.R.M., CHOWDHURY A.A. and ASHWATH N. 2012. Biofuels Production through Biomass Pyrolysis —A Technological Review. *Energies*, 5, 4952-5001.
- IEA. 2009. World energy outlook. paris.

- IEA. 2012. World energy outlook. paris: The International Energy Agency.
- IQBALB, M., AZAM, M., NAEEM, M., KHWAJA, A.S. and ANPALAGAN, A., 2014. Optimization classification, algorithms and tools for renewable energy: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 640–654.
- IWASAKI, T., SUZUKI, S. and KOJIMA, T., 2014. Influence of Biomass Pyrolysis Temperature, Heating Rate and Type of Biomass on Produced Char in a Fluidized Bed Reactor. *Energy and Environment Research*, 4.
- IWASAKI, W. 2003. A consideration of the economic efficiency of hydrogen production from biomass. *International Journal of Hydrogen Energy*. 28, 939-944.
- KALBANDE S.R., MORE G.R. and NADRE, R.G. 2008. Biodiesel production from non-edible oils of Jatropha and Karanj for utilization in electrical generator. *Bioenergy Research*, 1.
- KOLDITZ, O.J., L. HUENGES, E. and KOHL, T. 2013. Geothermal Energy: a glimpse at the state of the field and an introduction to the journal.
- KUMAR, A., JONES, D. and D. HANNA, M.A. 2009. Thermochemical Biomass Gasification: A Review of the Current Status of the Technology. *Energies*, 2, 556-581.
- KUNG, C.C., KONG, F.B. and CHOI, Y. 2015. Pyrolysis and biochar potential using crop residues and agricultural wastes in China. *Ecological Indicators*, 51, 139-145.
- LEHMANN, J. 2009. *Biochar for environmental management : science and technology*, London ; Sterling, VA, Earthscan.
- MACKENDRY, P. 2002. energy proution from biomaas (part 2). *bioresourse tech*, 83, 47_54.
- MACKENDRY, P. 2007. Energy production from biomass (part 2): conversion technologies. *Bioresource Technology*, 83, 47–54.
- MOHAN, D., CHARLES, U., PITTMAN, J.R., and STEELE PH. 2006. Pyrolysis of Wood/Biomass for Bio-oil: A Critical Review. *Energy & Fuels*, 848-889.
- MOTGHARE, K.A., RATHOD, A.P., WASEWAR, K.L. and LABHSETWAR, N.K. 2016. Comparative study of different waste biomass for energy application. *Waste Manag*, 47, 40-45.
- OASMAA, A. 2010. Properties and fuel use of biomass-derived fast pyrolysis liquids *Conversion and Resource Evaluation Ltd*.
- OASMAA, A. and CZERNIK, S. 1999. Fuel oil quality of biomass pyrolysis oils – state of the art for the end users,. *Energ. Fuels*, 15, 914-921.
- OASMAA, A., KUOPPALA, E., SELIN, J.F., GUST, S. and SOLANTAUSTA, Y. 2004. Fast Pyrolysis of Forestry Residue and Pine. 4. Improvement of the Product Quality by Solvent Addition. *Energy Fuels*, 18, 1578–1583.
- OSPANOV, K., MYRZAHMETOV, M. and MYRZAHMETOV, M. 2015. Study of the Products of Pyrolysis Recycling. Sewage Sludge in the Aeration Station Almaty, Kazakhstan. *Procedia Engineering*, 117, 288–295.
- OVEREND, R.P. 2004. THERMOCHEMICAL CONVERSION OF BIOMASS. *RENEWABLE ENERGY SOURCES*, 1-28.
- OZGENER, O., ULKAN, K. and HEPBASLI, A. 2004. Wind and wave power potential Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects. *Energy Sources*, 26, 891–901.

- PANWARA, N.L., KAUSHIK, S.C. and KOTHARI, S., 2011. Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 1513–1524.
- PEARCE, M. 2012. Limitations of Nuclear Power as a Sustainable Energy Source. *sustainability* 4, 1173-1187.
- QIANG, L., WEN-ZHI, L. and XI-FENG, Z. 2009. Overview of fuel properties of biomass fast pyrolysis oils. *Energy Conversion and Management*, 50, 1376–1383.
- SCHNEIDER, D. and RAGOSSNIG, A. 2013. Biofuels from waste. Waste Management & Research: International Solid Waste Association.
- STEIN, S.E. 1999. An integrated method for spectrum extraction and compound identification from gas chromatography/mass spectrometry data. *Journal of the American Society for Mass Spectrometry*, 10, 1-30.
- STOCKER, M. 2008. Biofuels and Biomass-To-Liquid Fuels in the Biorefinery: Catalytic Conversion of Lignocellulosic Biomass using Porous Materials. *Angewandte Chemie-International Edition*, 47, 9200-9211.
- TRIPATHI, M., SAHU, J.N. and GANESAN, P. 2016. Effect of process parameters on production of biochar from biomass waste through pyrolysis: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 467–481.
- TRIPATHI, M., SAHU, J.N. and GANESAN, P. 2015. Effect of process parameters on production of biochar from biomass waste through pyrolysis. *renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 467-481.
- TSAI, W.T., MI, H.H., CHANG, Y.M., YANG, S.Y. and CHANG, J.H. 2007. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in bio-crudes from induction heating pyrolysis of biomass wastes. *Bioresource Technology*, 98, 1133-1137.
- UNDP. 2000. energy and the challenge of sustainability. *World energy assessment* New york.
- UNDP. 2009. The Energy Access Situation in Developing Countries – A review focusing on least developed countries and SSA. Sustainable Energy Programme Environment and Energy Group Report.
- UZUN, B.B. and KANMAZ, G. 2014. Catalytic pyrolysis of waste furniture sawdust for bio-oil production. *Waste Management & Research*, 32, 646-652.
- WANG, Y., HE, T., LIU, K., WU, J. and FANG, Y. 2012. From biomass to advanced bio-fuel by catalytic pyrolysis/hydro-processing : hydrodeoxygenation of bio-oil derived from biomass catalytic pyrolysis. *bioresour Technol*, 108, 280-4.
- WILLIAM, P. and CHISHTI, H.M. 2000. Two stage pyrolysis of oil shale using a zeolite catalyst. *Analytical and Applied Pyrolysis*, 55, 217-234.
- YAMAN, S. 2004. pyrolysis of biomass to produse fuel and chemichal feedstock. *Energy Conversion and Management*, 45, 651-671.
- YORGUN, S. and SIMSEK, Y.E. 2008. Catalytic pyrolysis of Miscanthus x giganteus over activated alumina. *Bioresour Technol*, 99, 8095-100.
- ZHAOA, P., SHENB, Y., GE, S. and YOSHIKAWA, K., 2014. Energy recycling from sewage sludge by producing solid biofuel with hydrothermal carbonization. *Energy Conversion and Management*, 78, 815–821.

EKLER

EK1: GC-MS Analiz Sonuçlar

Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\HASAN MERDUN\
 Data File : H2.D
 Acq On : 12 May 2015 8:39
 Operator : 12.05.2015
 Sample : H2
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\Flavor2.L Minimum Quality: 85
 C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 85
 C:\Database\Nist08Wiley8.L

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: Chemstation Integrator - events.e

PK#	RT	Area	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	5.487	0.48	C:\Database\Nist08Wiley8.L			
			3-BUTEN-2-ONE \$\$ BUT-3-EN-2-ONE \$\$	53603	000078-94-4	64
			.DELTA.(SUP 3)-2-BUTENONE \$\$.GAM			
			MA.-OXO-.ALPHA.-BUTYLENE			
			3-BUTEN-2-ONE \$\$ BUT-3-EN-2-ONE \$\$	53600	000078-94-4	45
			.DELTA.(SUP 3)-2-BUTENONE \$\$.GAM			
			MA.-OXO-.ALPHA.-BUTYLENE			
			3-BUTEN-2-ONE \$\$ BUT-3-EN-2-ONE \$\$	53602	000078-94-4	45
			.DELTA.(SUP 3)-2-BUTENONE \$\$.GAM			
			MA.-OXO-.ALPHA.-BUTYLENE			
2	5.710	0.92	C:\Database\Nist08Wiley8.L			
			2-PENTANONE \$\$ PENTAN-2-ONE \$\$ 2-P	150888	000107-87-9	9
			ENTANON \$\$ 2-PENTANONE (NATURAL)			
			METHYL 2-BUTENYL ETHER	150890	000000-00-0	9
			2,3-DIHYDRO-1,4-DIOXINE \$\$ 1,4-DIO	3753	000543-75-9	7
			XIN, 2,3-DIHYDRO- \$\$ P-DIOXENE \$\$			
			P-DIOXIN, 2,3-DIHYDRO-			
3	13.486	0.43	C:\Database\Nist08Wiley8.L			
			(2E)-2-HEXENE \$\$ 2-HEXENE \$\$ HEX-2	53717	000592-43-8	80
			-ENE \$\$ 2-HEXENE (C,T)			
			Cyclopentanone \$\$ Adipic ketone \$\$	53668	000120-92-3	80
			Adipinketon \$\$ Dumasin			
			CYCLOPENTANONE \$\$ ADIPIC KETONE \$\$	53753	000120-92-3	80
			ADIPIN KETON \$\$ ADIPINKETON			
4	13.847	0.63	C:\Database\NIST05a.L			
			Pyridine	1015	000110-86-1	91
			Pyridine	1017	000110-86-1	83
			Pyridine	1016	000110-86-1	83
5	18.247	1.93	C:\Database\Nist08Wiley8.L			
			1,1-DIMETHYL-2-OXOHYDRAZINE \$\$ MET	120100	000062-75-9	7
			HANAMINE, N-METHYL-N-NITROSO- \$\$ (			
			CH3)2NNO \$\$ DIMETHYLAMINE, N-NITRO			
			SO-			
			Urea, methyl- \$\$ Methylurea \$\$ Mon	120083	000598-50-5	7
			omethylurea \$\$ N-Methylurea			
			NITROSO DIMETHYLAMINE	120101	000000-00-0	7
6	20.255	2.76	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Cyclopenten-1-one	1152	000930-30-3	90
			2-Cyclopenten-1-one	1151	000930-30-3	83
			1H-Pyrazole, 3-methyl-	1124	001453-58-3	64
7	20.753	2.48	C:\Database\Nist08Wiley8.L			
			1-Hydroxy-2-butanone \$\$ 2-Butanone	2227	005077-67-8	37
			, 1-hydroxy-			

			Propane, 2-bromo-2-methyl- \$\$ tert	66790	000507-19-7	9
			-Butyl Bromide \$\$ Trimethylbromome			
			thane \$\$ 2-Bromo-2-methylpropane			
			3-Hepten-1-ol, acetate \$\$ 3-Hepten	23514	034942-91-1	9
			-1-yl acetate \$\$ 3-Heptenyl acetat			
			e \$\$ (3E)-3-Heptenyl acetate #			
8	22.590	7.63	C:\Database\Nist08Wiley8.L			
			1-AMINOISOPROPANE-1-CARBOXYLIC ACI	85494	055887-92-8	5
			D-D3			
			ACETIC ACID \$\$ ACETATE \$\$ ETHANOIC	46863	000064-19-7	5
			ACID \$\$ ACETASOL			
			UREA \$\$ (NH2)2CO \$\$ ALPHADRATE \$\$	85321	000057-13-6	4
			AQUA CARE			
9	23.528	5.39	C:\Database\NIST05a.L			
			Furfural	2675	000098-01-1	86
			Furfural	2674	000098-01-1	86
			Furfural	2676	000098-01-1	78
10	24.799	0.83	C:\Database\Flavor2.L			
			2-Furyl-methylketone; 2-acetylfura	44	001192-62-7	86
			Isoborneol (Isomer 2)	85	000124-76-5	1
			Isoborneol (isomer 1)	84	000124-76-5	1
11	25.405	3.81	C:\Database\Nist08Wiley8.L			
			PROPANOIC ACID \$\$ PROPANOATE \$\$ PR	120104	000079-09-4	35
			OPIONATE \$\$ PROPIONIC ACID			
			PROPANOIC ACID \$\$ PROPANOATE \$\$ PR	120105	000079-09-4	35
			OPIONATE \$\$ PROPIONIC ACID			
			Propanoic acid \$\$ Propionic acid \$	120089	000079-09-4	35
			\$ Carboxyethane \$\$ Ethanecarboxyli			
			c acid			
12	26.058	0.61	C:\Database\Nist08Wiley8.L			
			2,3-DIMETHYL-2-CYCLOPENTEN-1-ONE \$	90389	001121-05-7	74
			\$ 2-CYCLOPENTEN-1-ONE, 2,3-DIMETHY			
			L- \$\$ 2,3-DIMETHYLCYCLOPENT-2-EN-1			
			-ONE \$\$ 2,3-DIMETHYL-2-CYCLOPENTEN			
			ONE			
			2,3-DIMETHYL-2-CYCLOPENTEN-1-ONE \$	90388	001121-05-7	74
			\$ 2-CYCLOPENTEN-1-ONE, 2,3-DIMETHY			
			L- \$\$ 2,3-DIMETHYLCYCLOPENT-2-EN-1			
			-ONE \$\$ 2,3-DIMETHYL-2-CYCLOPENTEN			
			ONE			
			2-Cyclopenten-1-one, 2,3-dimethyl-	90369	001121-05-7	74
			\$ 2,3-Dimethyl-2-cyclopenten-1-o			
			ne #			
13	26.716	1.85	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl-	5619	000620-02-0	91
			2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl-	5620	000620-02-0	91
			2-Furancarboxaldehyde, 5-methyl-	5621	000620-02-0	78
14	27.791	1.31	C:\Database\Nist08Wiley8.L			
			BUTANOIC ACID \$\$ BUTANOATE \$\$ BUTY	85377	000107-92-6	52
			RATE \$\$ BUTYRIC ACID			
			Butanoic acid \$\$ Butyric acid \$\$ n	85360	000107-92-6	52
			-Butanoic acid \$\$ n-Butyric acid			
			BUTANOIC ACID \$\$ BUTANOATE \$\$ BUTY	85379	000107-92-6	52
			RATE \$\$ BUTYRIC ACID			
15	28.255	0.57	C:\Database\Flavor2.L			
			gamma-Butyrolactone	160	000096-48-0	86
			Diacetyl	379	000431-03-8	3
			xxx	297	000000-00-0	3
16	28.661	0.94	C:\Database\Flavor2.L			

Deney 1. Biyoyağ örneklerinin GC-MS analizi.

Örnek	Kimyasal Bileşik	Alan
H4	2-cyclopenten-1-one, 1h-imidazole, 1-methyl	3.79
	2-hepten-1-ol, cis-hept-2-enol	3.07
	1-aminoisopropane-1-carxylic acid-d3, acetic acid, acetate, ethanoic acid, acetazol, hydrazine, 1,1-dimethyl, as-dimethylhydrazine, dimazin, dimazine	8.04
	furfural	5.61
	2-cyclopenten-1-one, 3-methyl, 1-methyl-1-cyclopenten-3-one, 2-cyclopenten-1-one, 2-methyl, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one	4.57
	1,2-cyclopentanedione, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl	3.08
	1, 4:3, 6-dianhydro-alpha-d-glucopyranose, 3-aminopiperidin-2-one, ethyl cyclopropanecarboxylate	2.44
	3-pyridinol, 4-pyridinol	2.22
	2-furancarboxaldehyde, 5-hydroxymethyl, 4-mercaptophenol	2.13
	1,2-benzenediol, resorcinol	3.74
	d-allose, 1,6-anhydro-beta-d-glucopyranose (levoglucosan)	22.5
H5	1,1-dimethyl-2-oxydrazine, methanamine, n-methyl-n-nitroso, 2nno, dimethylamine, n-nitroso-urea, metylurea, monomethylurea, n-methylurea	2.19
	2-cyclopenten-1-one, 1h-imidazole, 1-methyl	3.70
	1-hydroxy-2-butanone, 2-butanone-1-hydroxy-1-cyanoethylideneformamide, 1-cyanovinylformamide	2.90
	acetic acid, acetate, ethanoic acid, acetazol, hydrazine, 1,1-dimethyl, as-dimethylhydrazine, dimazin, dimazine	9.10
	furfural	5.91
	2-cyclopenten-1-one, 3-methyl, 1-methyl-1-cyclopenten-3-one, 3-methyl-2-cyclopentenone	4.98
	2-furancarboxaldehyde, 5-methyl-2-furancarboxaldehyde, 5-methyl-imidazole, 1,4,5-trimethyl	2.07
	butanoic acid, butanoate, butyrate, butyric acid, n-butanoic acid, n-butyric acid	2.45
	1,2-cyclopentanedione, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl	3.42
	phenol, 2-methylpyrazine, methyl-2-pyrrolyl ketone, 2-acetylpyrrole	2.36
	1, 4:3, 6-dianhydro-alpha-d-glucopyranose, 3-aminopiperidin-2-one, ethyl cyclopropanecarboxylate	2.16
	3-pyridinol, 4-pyridinol	2.22
	2-furancarboxaldehyde, 5-hydroxymethyl, 2-fluorobenzyl alcohol	2.65
	bi-1,4,7,10,13,16-hexaoxacyclononadecane, bi(3,6,9,12,15,18-hexaoxacyclonodecane), tetraethylene glycol monododecyl ether, tetraethylene glycol mono-n-dodecyl ether, 3,6,9,12-tetraoxatetracosan-1-ol	2.26

1,2-benzenediol	5.29
1,2-benzenediol, 4-methyl	3.40
beta-d-glucopyranose, 1,6-anhydro, anhydro-d-mannosan, levoglucosan, 1,6anhydro-beta-d-glucopyranose-d-allose, beta-d-allose, hexose, 3,4-altrosan	14.8

Deney 1. Biyoyağ örneklerinin GC-MS analizi - (Devam).

Örnek	Kimyasal Bileşik	Alan
H6	1,1-dimethyl-2-oxohydrazine, methanamine, n-methyl-n-nitroso, dimethylamine, n-nitroso-nitroso dimethylamine, urea, methylurea, monomethylurea, n-methylurea	2.37
	2-cyclopenten-1-one, 1h-pyrazole, 3-methyl	4.40
	1-cyanoethylideneformamide, n-1-cyanoethenyl, 1-cyanovinylformamide, 1-hydroxy-2-butanone	3.37
	acetic acid, acetate, ethanoic acid, acetazol, hydrazine, 1,1-dimethyl, as-dimethylhydrazine, dimazin, dimazine	9.14
	Furfural, 3-furaldehyde	6.69
	2-cyclopenten-1-one, 3-methyl, 1-methyl-1-cyclopenten-3-one, 2-methyl, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one	5.29
	2-furancarboxaldehyde, 5-methyl	2.18
	butanoic acid, butanoate, butyrate, butyric acid, n-butanoic acid, n-butyric acid	2.14
	1,2-cyclopentanedione, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl	3.87
	Phenol, 2-methylpyrazine, methyl-2-pyrrolyl ketone, 2-acetyl pyrrole	2.85
	1, 4:3, 6-dianhydro-alpha-d-glucopyranose, 3-aminopiperidin-2-one, ethyl cyclopropanecarboxylate	2.87
	3-pyridinol, 4-pyridone	2.72
	2-furancarboxaldehyde, 5-hydroxymethyl, pyridine, 2-fluoro	2.45
	1,2-benzenediol, resorcinol	5.76
	1,2-benzenediol, resorcinol, 4-methyl	3.58
H7	nitroso dimethylamine, urea, methylurea, monomethylurea, n-methylurea, 1,1-dimethyl-2-oxohydrazine, methanamine, n-methyl-n-nitroso, n-nitroso	2.42
	2-cyclopenten-1-one, 1h-pyrazole, 3-methyl	4.78
	2-hepten-1-ol, cis-hept-2-enol, 3-heptenyl acetate, 3-hepten-1-ol, 3-hepten-1-ol aceate, 3-hepten-1-yl aceate	3.70
	acetic acid, acetate, ethanoic acid, acetazol, methylethyl ether, hydrazine, 1,1-dimethyl, as-dimethylhydrazine, dimazin, dimazine	8.90
	2-furancarboxaldehyde, alpha-furole, 2-formylfuran, 2-furaldehyde, furan-3-carboxyaldehyde	5.68
	2-cyclopenten-1-one, 3-methyl, 1-methyl-1-cyclopenten-3-one, 2-methyl, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one, propanoic acid, propanoate, propionate	5.50
	2-furancarboxaldehyde, 5-methyl	2.52
	butanoic acid, pentanoic acid	2.24

1,2-cyclopentanedione, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl	2.37
phenol, 2-methylpyrazine, 2-methyl-2-pyrrolyl ketone, 2-acetyl pyrrole	2.80
1, 4:3, 6-dianhydro-alpha-d-glucopyranose, 3-aminopiperidin-2-one, cyclopropanecarboxamide, n-2-methylpyrrolyl	2.03
1,2-benzenediol, phenol, 2-methylcarbamate	4.88
1,4,7,10,13,16-hexaoxacyclooctadecane, 1,4,7,10,13,16-hexanoxacyclooctadecane	3.45
d-allose, 1,6-anhydro-beta-d-talopyranose, beta-d-allose, hexose, beta-d-glucopyranose, anhydro-d-mannosan, levoglucosan, 1,6-anhydro-beta-d-glucopyranose	12.98

Deney 1. Biyoyağ örneklerinin GC-MS analizi - (Devam).

Örnek	Kimyasal Bileşik	Alan
H8	1,1-dimethyl-2-oxohydrazine, methanamine, n-methyl-n-nitroso, 2-nno, dimethylamine, n-nitroso-urea, metylurea, monomethylurea, n-methylurea	2.15
	2-cyclopenten-1-one, 1h-imidazole, 1-methyl	4.19
	3-heptenyl acetate, 3-hepten-1-ol, acetate, 3-hepten-1-ol acetate, 3-hepten-1-yl acetate, 3-heptenyl acetate	3.08
	acetic acid, acetate, ethanoic acid, acetazol, hydrazine, 1,1-dimethyl, as-dimethylhydrazine, dimazin, dimazine	8.48
	2-furancarboxaldehyde, alpha-furole, 2-formylfuran, 2-furaldehyde, 2-formylfuran-3-carboxaldehyde	4.65
	2-cyclopenten-1-one, 3-methyl, 1-methyl-1-cyclopenten-3-one, 3-methyl-2-cyclopentenone	4.89
	2-furancarboxaldehyde, 5-methyl	2.29
	butanoic acid, butanoate, butyrate, butyric acid, n-butanoic acid, n-butyric acid	2.29
	1,2-cyclopentanedione, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl	2.67
	phenol, 2-methylpyrazine, methyl-2-pyrrolyl ketone, 2-acetyl pyrrole	2.97
	1,2-benzenediol, resorcinol	4.76
	1,2-benzenediol, 4-methyl, 3,4-dihydroxytoluene, homocatechol, homopyrocatechol	2.22
	d-allose, beta-d-allose, hoxose, 3,4-altrosan, beta-d-glucopyranose, 1,6-anhydro, anhydro-d-mannosan, levoglucosan, 1,6-anhydro-beta-d-glucopyranose	17.05
H9	urea, methyl, methylurea, monomethylurea, n-methylurea, 1,1-dimethyl-2-oxohydrazine, methanamine, n-methyl-n-nitroso, dimethylamine, n-nitroso-nitroso dimethylamine	2.06
	2-cyclopenten-1-one, 1h-imidazole, 1-methyl	3.46
	1-hydroxy-2-butanone, 2-butanone-1-hydroxy-1-cyanoethylideneformamide, 2,4-hexadienal	2.62

acetic acid, acetate, ethanoic acid, acetazol, hydrazine, 1,1-dimethyl, as-dimethylhydrazine, dimazin, dimazine, thiirane, 2,3-dihydrothiirene, aethylensulfid, epithioethane	7.68
furfural, 3-furaldehyde	5.65
propanoic acid, propanoate, propionate, propionic acid, carboxyethane, ethanecarboxylic acid	3.97
2-cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl, 1,2-cyclopentanedione, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one	2.37
1,4,7,10,13,16-hexaoxacyclooctadecane, 1,4,7,10,13,16-hexanoxacyclooctadecane	2.17
1,2-benzenediol, benzene 1,2-diol, 1,2-dihydroxybenzene, pyrocatechol, o-benzenediol, o-dihydroxybenzene	9.40
1,4,7,10,13,16-hexaoxacyclooctadecane, 1,4,7,10,13,16-hexanoxacyclooctadecane	3.78
1,4,7,10,13,16-heptaoxacyclohenicosane, 21-krone-7, 1,4,7,10,13,16-hexaoxacyclooctadecane	3.28
d-allose, beta-d-allose, hoxose, 1,6-anhydro-beta-d-talopyranose, beta-d-glucopyranose, 1,6-anhydro, anhydro-d-mannosan, levoglucosan, 1,6-anhydro-beta-d-glucopyranose	14.1 0

Deney 1. Biyoyağ örneklerinin GC-MS analizi - (Devam).

Örnek	Kimyasal Bileşik	Alan
H12	urea, methylurea, monomethylurea, n-methylurea, nitroso dimethylamine, 1,1-dimethyl-2-oxohydrazine, methanamine, n-methyl-n-nitroso, n-nitroso	2.34
	2-cyclopenten-1-one, 1h-pyrazole, 3-methyl	3.81
	1-hydroxy-2-butanone, 2-butanone, 1-hydroxy-1-cyanoethylideneformamide, 1-cyanovinylformamide	3.20
	acetic acid, acetate, ethanoic acid, acetazol, thirane,, 2,3-dihydrothiirene, aethylensulfid, epithioethane, hydrazine, 1,1-dimethyl, as-dimethylhydrazine, dimazin, dimazine	9.79
	furfural, 3-furaldehyde	7.24
	2-cyclopenten-1-one, 1-methyl-1-cyclopenten-3-one, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one, propanoic acid, propanoate	5.01
	2-furancarboxaldehyde, 5-methyl	2.54
	2-furanone, gamma-crotonol actone, 2-oxo-2,5-dihydrofuran, gamma-hydroxy crotonoic acid lactone, alpha,beta-crotonolactone, delta,alpha,beta-butenolide, delta,alpha,beta-butolide	2.01
	1,2-cyclopentanedione, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl	3.67
	phenol, methyl-2-pyrrolyl ketone, 2-acetyl pyrrole, 2-methylpyrazine	2.50
	1, 4:3, 6-dianhydro-alpha-d-glucopyranose, 3-aminopiperidin-2-one, n-2-methylpyrrolyl	2.13
	3-pyridinol, 4-pyridinol	2.08

	2-furancarboxaldehyde, 5-hydroxymethyl, 4-mercaptophenol	2.15
	1,2-benzenediol, phenol, 1-methylethoxy, methylcarbamate	3.86
	pentaethylene glycol monododecyl ether, pentaethylene glycol	2.99
	mono-n-dodecyl ether, 3,6,9,12,15-pentaoxaheptacosan-1-ol, lauryl alcohol tetra ethanol, 1,4,7,10,13,16-hexaoxacyclooctadecane	
	d-allose, beta-d-allose, hexose, 3,4-altrosan, beta-d-glucopyranose, 1,6-anhydro, anhydro-d-mannosan, levoglucosan, 1,6-anhydro-beta-d-glucopyranose	17.32
H13	1,1-dimethyl-2-oxohydrazine, methanamine, n-methyl-n-nitroso, 2nno, dimethylamine, n-nitroso-urea, metylurea	2.66
	2-cyclopenten-1-one, 1h-imidazole, 1-methyl	4.40
	1-hydroxy-2-butanone, 2-butanone, 1-hydroxy-1-1-d2-neopentyl chloride, 1-cyanoethylideneformamide	3.54
	acetic acid, acetate, ethanoic acid, acetazol, hydrazine, 1,1-dimethyl, as-dimethylhydrazine, dimazin, dimazine	9.63
	2-furaldehyde, furan, 2-formylfurfural, 2-furancarboxaldehyde, 2-furaldehyde, alpha-furole	5.28
	2-cyclopenten-1-one, 3-methyl, 1-methyl-1-cyclopenten-3-one, 3-methyl-2-cyclopentenone, propanoic acid, propanoate, propionate, propionic acid, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one, 3-methyl-2-cyclopentenon	5.37
	2-furancarboxaldehyde, 5-methyl	2.51
	furfuryl alcohol, 2-methyl-2-pentenal, 2-octanol	3.06
	2-furanone, gamma-crotonolactone, 2-oxo-2, 5-dihydrofuran, gamma-hydroxy crotonic acid lactone, alpha,beta-crotonolactone, delta,alpha,beta-butenolide, delta,alpha,beta-butolide	2.18
	1,2-cyclopentanedione, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl	3.81
	phenol, 2-methylpyrazine, methyl-2-pyrrolyl ketone, 2-acetyl pyrrole	2.23
	1, 4:3, 6-dianhydro-alpha-d-glucopyranose, 3-aminopiperidin-2-one, ethyl cyclopropanecarboxylate	2.46
	3-pyridinol, 4(1h)-pyridone	2.58
	1,2-benzenediol	2.75
	3,4-altrosan, beta-d-glucopyranose, 1,6-anhydro, anhydro-d-mannosan, levoglucosan, 1,6-anhydro-beta-d-glucopyranose, heptanoic acid, enanthic acid, n-heptanoic acid, n-heptoic acid	18.3

Deney 1. Biyoyağ örneklerinin GC-MS analizi - (Devam).

Örnek	Kimyasal Bileşik	Alan
H15	nitroso dimethylamine, urea, methyl, methylurea, monomethylurea, n-methylurea, 1,1-dimethyl-2-oxohydrazine	2.37
	2-cyclopenten-1-one, 1h-imidazole, 1-methyl	3.63
	1-hydroxy-2-butanone, 2-butanone-1-hydroxy-1-cyanoethylideneformamide, 2-methyl-2,3-hexadiene	3.06

	1-aminosopropene-1-carboxylic acid-d3, acetic acid, acetate, ethanoic acid, acetazol, urea, alprahrate, aqua care	9.12
	furfural, 3-furaldehyde	6.29
	1,2,3,4-octadecanetetrol, 1-xylooctadecane-1, 2,3,4-tetrol, propanoic acid, propanoate, propionate, propionic acid	4.82
	2-furancarboxaldehyde, 5-methyl	2.04
	2-furanone, gamma-crotonol actone, 2-oxo-2, 5-dihydrofuran, gamma-hydroxy crotonic acid lactone, alpha-furanone, delta,beta,gamma-butenolide, alpha,beta-crotonolactone, delta,alpha,beta-butenolide	2.25
	1,2-cyclopentanedione, m-methyl-2-cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl	4.26
	phenol, 2-methylpyrazine, methyl-2-pyrrolyl ketone, a-acetyl pyrrole	2.67
	1,4:3,6-dianhydro-alpha-d-glucopyranose, 3-aminopiperidin-2-one, ethyl cyclopropanecarboxylate	2.28
	methyl acetate, benzeneacetic acid, 4-hydroxy-3-methoxy, methyl ester, acetic acid, homovanillic acid	2.03
	1,2-benzenediol, benzene-1,2-diol, 1,2-dihydroxybenzene	4.62
	d-allose, beta-d-allose, hexose, 3,4-altrosan, butanoic acid, butanoate, butyrate, butyric acid	13.40
H16	2-cyclopenten-1-one, 1h-pyrazole, 3-methyl	3.40
	3-hepten-1-ol, acetate, 3-hepten-1-yl acetate, 3-heptenyl acetate, 1-cyanoethylideneformamide	2.68
	1-aminoisopropene-1-carboxylic acid-d3, acetic acid, acetate, ethanoic acid, acetazol, hydrazine, 1,1-dimethyl, as-dimethylhydrazine, dimazin, dimazine	7.77
	2-furaldehyde, furan, 2-formyl-2-furancaboxaldehyde, alpha-furole, 2-formylfuran	4.95
	2-cyclopenten-1-one, 3-methyl-1-methyl-1-cyclopenten-3-one, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one	4.07
	1,2-cyclopentanedione, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl	2.77
	phenol, 2-methylpyrazine, methyl-2-pyrrolyl ketone, 2-acetyl pyrrole	3.02
	2,6-dichlorobenzyl, 1,4,7,10,13,16-hexaoxacyclooctadecane	7.84
	1,2-benzenediol, resorcinol	6.70
	2-hydroxyethoxy, ethyl acetate, 2-acetyloxyethoxy	7.49
	2-hydroxyethoxy, ethyl acetate, 2,7-diethyl-1-benzothiophene, 2-propenenitrile, 2-chloro, acrylonitrile	4.81
	d-allose, beta-d-allose, hexose, 1,6-anhydro-beta-d-talopyranose, beta-d-glucopyranose, 1,6-anhydro, anhydro-d-mannosan, levoglucosan, 1,6-anhydro-beta-d-glucopyranose	9.04

Deney 1. Biyoyağ örneklerinin GC-MS analizi - (Devam).

Örnek	Kimyasal Bileşik	Alan
-------	------------------	------

H17	1,1-dimethyl-2-oxohydrazine, methanamine, n-methyl-n-nitroso, 2nno, dimethylamine, methyl, metylurea, monomethylurea, n-methylurea	2.52
	2-cyclopenten-1-one, 1h-pyrazole, 3-methyl	5.00
	2-hepten-1-ol, cis-hept-2-enol	3.67
	acetic acid, acetate, ethanoic acid, acetazol methyl ether, hydrazine, 1,1-dimethyl, as-dimethylhydrazine, dimazin, dimazine	10.03
	furfural, 3-furaldehyde	6.24
	3-methyl-2-cyclopenten-1-one, 3-methyl-2-cyclopentenon	5.59
	propanoic acid, propanoate, propionate, propionic acid	
	2-furancarboxaldehyde, 5-methyl	2.59
	butanoic acid, butanoate, butyrate, butyric acid, n-butanoic acid, n-butyric acid	2.27
	furfuryl alcohol, 2-methyl-2-pentenal, 2-octonal	2.44
	1,2-cyclopentanedione, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl	3.53
	phenol, 2-methylpyrazine, methyl-2-pyrrolyl ketone, 2-acetyl pyrrole	3.57
	1,4:3,6-dianhydro-alpha-d-glucopyranose, 3-aminopiperidin-2-one, ethyl cyclopropanecarboxylate	2.19
	1,2-benzenediol, resorcinol	7.93
	1,2-benzenediol, 4-methyl, dihydroxytoluene, homocatechol, homopyrocatechol	3.56
	d-allose, beta-d-allose, hoxose, 3,4-altrosan, beta-d-glucopyranose, 1,6-anhydro, anhydro-d-mannosan, levoglucosan, 1,6-anhydro-beta-d-glucopyranose	10.41
H18	urea, methyl, methylurea, monomethylurea, n-methylurea, nitroso dimethylamine, 1,1-dimethyl-2-oxohydrazine, methanamine, n-methyl-n-nitroso, dimethylamine, n-nitroso	2.68
	2-cyclopenten-1-one, 1h-pyrazole, 3-methyl	4.43
	1-hydroxy-2-butanone, 2-butanone-1-hydroxy-1-cyanoethylideneformamide	3.51
	1-aminoisopropane-1-carboxylic acid-d3, acetic acid, acetate, ethanoic acid, acetazol urea, alphadrate, aqua care	10.28
	2-furaldehyde, furan, 2-formyl-2-furancarboxaldehyde, alpha-furole, 2-formylfuran	5.88
	2-cyclopenten-1-one, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one, 1-methyl-1-cyclopenten-3-one, propanoic acid, propanoate, propionate, propionic acid	5.45
	2-furancarboxaldehyde, 5-methyl	2.35
	butanoic acid, butanoate, butyrate, butyric acid, n-butyric acid	2.19
	1,2-cyclopentanedione, m-methyl-2-cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl	3.49
	phenol, 2-methylpyrazine, methyl-2-pyrrolyl ketone, 2-acetyl pyrrole	3.55

1,4:3,6-dianhydro-alpha-d-glucopyranose, 3-aminopiperidin-2-one, ethyl cyclopropanecarboxylate	2.11
1,2-benzenediol	3.95
1,6-anhydro-beta-d-talopyranose, 3,4-altrosan, beta-d-glucopyranose, 1,6-anhydro, anhydro-d-mannosan, levoglucosan, 1,6-anhydro-beta-d-glucopyranose	13.98

Deney 1. Biyoyağ örneklerinin GC-MS analizi - (Devam).

Örnek	Kimyasal Bileşik	Alan
H19	nitroso dimethylamine, 1,1-dimethyl-2-oxohydrazine, methanamine, n-methyl-n-nitroso, n-nitrosodimethylamine	2.76
	2-cyclopenten-1-one, 1h-imidazole, 1-methyl	3.86
	1-hydroxy-butanone,, 2-butanone, 1-hydroxy propane, 2-bromo-2-methyl, tert-butyl-bromide, 3-hepten-1-ol	3.34
	1-aminoisopropane-1-carboxylic acid-d-3, acetic acid, acetate, ethanoic acid, acetazol urea, alphadrade, aqua care	10.3
	furfural, 3-furaldehyde	8
	propanoic acid, propionic acid, carboxyethane, ethanecarboxylic acid	7.85
	2-furancarboxaldehyde, 5-methyl	5.17
	furfuryl alcohol, 2-methyl-2-pentenal, 2-octonal	2.16
	2-furanone, gamma-crotonol actone, 2-oxo-2,5-dihydrofuran, gamma-hydroxy crotonic acid lactone	2.35
	2-cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl-1,2-cyclopentanedione, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one	2.52
	1,4:3,6-dianhydro-alpha-d-glucopyranose, 3-aminopiperidin-2-one, cyclopropanecarboxamide, n-2-methylpropyl	4.55
	3-pyridinol, 3-hydroxypyridine, beta-hydroxypyridine, 3-oxopyridine, pyridin-3-ol, sodium-pyridin-3-olate	3.21
	2-furancarboxaldehyde, 5-(hydroxymethyl), 4-mercaptophenol	2.65
	1,2-benzenediol, resorcinol	4.20
	octaethylene glycol, 1,4,7,10,13-pentaoxacyclopentadecane, 1,4,10,13-pentaoxacyclopentadecane, 15-crown	5.24
H21	2-cyclopenten-1-one, 1h-pyrazole, 3-methyl	2.25
	formamide, n-cyanovinylformamide, 1-cyanoethylideneformamide, 1-hydroxy-2-butanone, 2-butanone, 1-hydroxy	3.24
	acetic acid, acetate, ethanoic acid, acetazol urea, alphadrade, aqua care, thiirane, 2,3-dihydrothiirene, epithioethane	2.78
	furfural	8.07
	propanoic acid, propionic acid, carboxyethane, ethanecarboxylic acid, propanoate, propionate	5.79
	furfuryl alcohol, 2-methyl-2-pentenal, 2-octanol	4.50
	2-furanone, gamma-crotonol actone, 2-oxo-2,5-dihydrofuran, gamma-hydroxy crotonic acid lactone	2.87
		2.54

1,2-cyclopentanedione, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl-2-cyclopenten-1-one	4.44
2,3-anhydro-d-mannosan, cyclopentanecarboxylic acid, hexadecyl ester, cyclobutyl ester	3.52
1,4:3,6-dianhydro-alpha-d-glucopyranose, 3-aminopiperidin-2-one, cyclopropanecarboxamide, n-2-methylpropyl	2.98
3-pyridinol, 3-hydroxypyridine, beta-hydroxypyridine, 3-oxopyridine, pyridine-3-ol, sodium pyridine-3-olate	2.57
2-furancarboxaldehyde, 5-(hydroxymethyl), 4-mercaptophenol	3.89
2-butanone, 3-(phenylthiol), 3-(phenylsulfanyl)-2-butanone, benzeneacetic acid, 4-hydroxy-3-methoxy	2.88
1,2-benzenediol	4.71
Methyl-beta-d-ribose, phosphate trimer, beta-d-ribose, methyl, phosphite triester	2.36

Deney 1. Biyoyağ örneklerinin GC-MS analizi - (Devam).

Örnek	Kimyasal Bileşik	Alan
H22	2-cyclopenten-1-one, 1h-imidazole, 1-methyl	2.55
	acetic acid, acetate, ethanoic acid, acetosol, hydrazine, 1,1-dimethyl, as-dimethylhydrazine, dimazin, dimazine	4.59
	furfural, 3-fualdehyde	3.61
	2-cyclopenten-1-one, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one, 1-methyl-1-cyclopenten-3-one, propanoic acid, propanoate, propionate, propionic acid	2.92
	1,2-cyclopentanedione, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl	2.03
	ethoxy ethanol, octaethylene glycol, 3,6,9,12,15,18,21-heptaaxatricosane-1-23-diol	7.01
	1,2-benzenediol	4.81
	ethoxy ethanol, octaethylene glycol, 3,6,9,12,15,18,21-heptaaxatricosane-1-23-diol	6.01
	ethoxy ethanol, 2,7-diethyl-1-benzothiophene, 2,7-diethyl-1-thiaindene	7.16
	2,7-diethyl-1-benzothiophene, 2,7-diethyl-1-thiaindene, ethoxy ethyl acetate	2.22
	ethoxy ethyl acetate	13.2
		1
	ethoxy ethyl acetate	16.6
H23	2-cyclopenten-1-one, 1h-pyrazole, 3-methyl	3.71
	3-heptenyl acetate, 3-hepten-1-ol acetate, 1-hydroxy-2-butanone, 2-butanone, 2-hydroxy	2.95
	acetic acid, acetate, ethanoic acid, acetosol, hydrazine, 1,1-dimethyl, as-dimethylhydrazine, dimazin, dimazine	8.40
	furfural, 1h-pyrazole, 3,5-dimethyl	6.74
	2-cyclopenten-1-one, 1-methyl-1-cyclopenten-3-one, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one, 3-methyl-2-cyclopentenon	5.12
	2-furancarboxaldehyde, 5-methyl	2.25

furfuryl alcohol, 2-methyl-2-pentenal, 2-octanol	2.50
2-cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl, 1,2-cyclopentanedione, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one	3.65
phenol, 2-methylhydrazine, methyl-2-pyrrolyl ketone, 2-acetyl pyrrole	2.35
1,4:3,6-dianhydro-alpha-d-glucopyranose, 1-beta-d-ribofuranosyl-1,2,4-triazole-3-carboxylic acid	4.69
3-pyridinol, pyridin-3-ol, sodium-pyridin-3-olate, beta-hydroxypyridine, 3-hydroxypyridine, 3-oxopyridine,	4.86
ethoxy ethanol	8.11
2-furancarboxaldehyde, 5-(hydroxymethyl), 4-mercaptophenol	4.40
1,2-benzenediol	4.44

Deney 1. Biyoyağ örneklerinin GC-MS analizi - (Devam).

Örnek	Kimyasal Bileşik	Alan
H24	1,1-dimethyl-2-oxohydrazine, methanamine, n-methyl-n-nitroso, 2nno, n-nitroso, urea, methyl, n-methylurea	2.43
	2-cyclopenten-1-one, 1h-imidazole, 1-methyl	4.02
	2-hepten-1-ol, cis-hept-2-enol	3.25
	acetic acid, acetate, ethanoic acid, acetazol, hydrazine, 1,1-dimethyl, as-dimethylhydrazine, dimazin, dimazine	9.22
	furfural	7.28
	3-methyl-2-cyclopenten-1-one, 3-methyl-2-cyclopentenon, 1-methyl-1-cyclopenten-3-one, 3-methyl-2-cyclopentenone, propaonic acid, propanoate, propionate, propionic acid	5.67
	2-furancarboxyaldehyde, 5-methyl	2.28
	furfuryl alcohol, 2-methyl-2-pentenal, 2-octanol	2.52
	1,2-cyclopentanedione, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl	4.18
	phenol, 2-methylpyrazine, methyl-2-pyrrolyl ketone, 2-acetyl pyrrole	3.00
	2h-pyran-2,4(3h)-dione, 3-acetyl-6-methyl, hexenoic acid, 2-acetyl-5-hydroxy-3-oxo, 2,4-dioxo-6-acetyl-6-methyl-2,3-dihydropyran, isovanillic acid, benzoic acid	2.98
	1,4:3,6-dianhydro-alpha-d-glucopyranose, 3-aminopiperidin-2-one, ethyl cyclopropanecarboxylate	2.98
	3-pyridinol, pyridine-3-ol, sodium pyridine-3-olate, beta-hydropyridine, 3-hydroxypyridine, 3-oxopyridine	2.62
	2-furancarboxaldehyde, 5-(hydroxymethyl), 4-mercaptophenol	2.48
	1,2-benzenediol	8.88
	octaethylene glycol, 1,2-benzenediol, 3,4-dihydroxytoluene, homocatechol, homopyrocatechol	2.12
	octaethylene glycol, ethoxy ethanol, 1,4,7,10,13,16-hexaoxacyclooctadecane	2.14

H25	nitroso dimethylamine, 1,1-dimethyl-2-oxohydrazine, n-methyl-n-nitroso, 2nno, urea, methylurea, n-methylurea	2.66
	2-cyclopenten-1-one, 1h-imidazole, 3-methyl	4.60
	3-hepten-1-ol, acetate, 3-hepten-1-yl acetate, 3-heptenyl acetate, 1-hydroxy-2-butanone, 2-butanone, 1-hydroxy	3.54
	1-aminoisopropane-1-carboxylic acid-d3, acetic acid, acetate, ethanoic acid, acetazol, hydrazine, 1,1-dimethyl, as-dimethylhydrazine, dimazin, dimazine	10.16
	furfural, 3-furaldehyde	7.40
	2-cyclopenten-1-one, 1-methyl-1-cyclopenten-3-one, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one, propanoic acid, propanoate, propionate, propionic acid	5.62
	2-furancarboxaldehyde, 5-methyl	2.44
	butanoic acid, butyric acid, n-butanoic acid, n-butyric acid, butanoate, butyrate	2.37
	furfuryl alcohol, 2-methyl-2-pentenal, 2-octanol	2.14
	1,2-cyclopentanedione, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl	3.65
	phenol, 2-methylpyrazine, methyl-2-pyrrolyl ketone, 2-acetyl pyrrole	3.27
	1,2-benzenediol, resorcinol	7.37
	d-allose, beta-d-allose, hexose, beta-d-glucopyranose, 1,6-anhydro, anhydro-d-mannosan, levoglucosan, 1,6-anhydro-beta-d-glucopyranose, octanoic acid, ammonium caprylate, ammonium octanoate, calcium octanoate	11.05

Deney 1. Biyoyağ örneklerinin GC-MS analizi - (Devam).

Örnek	Kimyasal Bileşik	Alan
H26	2-cyclopenten-1-one, 1h-pyrazole, 3-methyl	3.67
	2-hepten-1-ol, cis-hept-2-enol	2.85
	acetic acid, acetate, ethanoic acid, acetazol, hydrazine, 1,1-dimethyl, as-dimethylhydrazine, dimazin, dimazine	5.51
	furfural, 1h-pyrazole, 3,5-dimethyl	5.69
	2-cyclopenten-1-one, 1-methyl-1-cyclopenten-3-one, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one, 3-methyl-2-cyclopentenon	3.87
	2-furancarboxyaldehyde, 5-methyl	2.19
	furfuryl alcohol, 2-methyl-2-pentenal, 2-octanol	2.28
	phenol, methyl-2-pyrrolyl ketone, 2-acetyl pyrrole, 2-methylpyrazine	2.28
	1,4:3,6-dianhydro-alpha-d-glucopyranose, 1-beta-d-ribofuranosyl-1,2,4-triazole-3-carboxylic acid	2.36
	3-pyridinol, pyridin-3-ol, sodium-pyridin-3-olate, beta-hydroxypyridine, 3-hydroxypyridine, 3-oxypyridine	2.99
	ethoxy ethyl acetate, 2,7-diethyl-1-benzothiophene, 2,7-diethyl-1-thiaindene	6.29
	2-furancarboxaldehyde, 5-(hydroxymethyl), 2-furaldehyde	15.3
	Ethoxy ethyl acetate	6.36

	1,2-benzenediol	5.15
H27	1,1-dimethyl-2-oxohydrazine, methanamine, n-methyl-n-nitroso, 2nno, n-nitroso, urea, methyl, n-methylurea	2.29
	2-cyclopenten-1-one, 1h-imidazole, 1-methyl	3.79
	1-hydroxy-2-butanone, 2-butanone, 1-hydroxy-1-cyanoethylideneformamide, 2-methyl-2,3-hexadiene	3.00
	1-aminoisopropane-1-carboxylic acid-d3, acetic acid, acetate, ethanoic acid, acetazol, urea, aqua care	8.83
	furfural	6.40
	2-cyclopenten-1-one, 1-methyl-1-cyclopenten-3-one, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one	4.73
	2-furancarboxyaldehyde, 5-methyl	2.06
	2-cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl-1,2-cyclopentanedione, 3-methyl-2-cyclopenten-1-one	3.32
	phenol, 2-methylpyrazine, methyl-2-pyrrolyl ketone, 2-acetyl pyrrole	2.79
	2-furancarboxaldehyde, 5-(hydroxymethyl, 4-mercaptophenol	2.23
	1,2-benzenediol, resorcinol	10.2
		1
	1,4,7,10,13-pentaoxacyclopentadecane, 15-crown-5 ether, ethoxy ethanol, 1,2-benzenediol, homocatechol	2.57
	d-allose, beta-d-allose, hexose, beta-d-glucopyranose, 1,6-anhydro, anhydro-d-mannosan, levoglucosan, 1,6-anhydro-beta-d-glucopyranose, 3,4-altrosan	10.1 8

İkinci deney grubunda farklı parametre değerleri kullanark elde edilen biyoyağın GC-MS analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Deney 2. Biyoyağ örneklerinin GC-MS analizi.

Örnek	Kimyasal Bileşik	Alan
B1	Octaethylene glycol hexagol 1,4,7,10,13,16 hexaoxacyclooctadeclooctadec	- 13.34
	1,4,7,10,13,16-hexaoxacyclooctadeclooctadecane, hexaoxacyclooctadeclooctadecane, 1,4,7,10,13,16-hexaoxacyclooctadeclooctadecane octaethylene glycol , ethanol	2.77
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadeclooctadec , hexaoxacyclooctadeclooctadec , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadeclooctadec, 1,4,10,13_pentaoxacyclopentadecane , 15 crown 5 , 15 crown 5 ether ,ethanol	5.51
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadeclooctadec , hexaoxacyclooctadeclooctadec , ethanol	9.68
	Oktaethylene glycol tricycleo [6.3.0.0(2,6)] undecan _ 10_ one, 3 _[(2 methoxyethoxy)methoxy]_2_methyl_ 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadacane	3.95
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadacane, hexaoxacyclooctadeclooctadec,	5.64

	hexaoxacyclooctadeclooctadec,	1,4,7,10,13,16_	
	hexaoxacyclooctadeclooctadec		
	Heptaethylene glycol monododecyl ether,		
	3,6,9,12,15,18,21_hexaoxatritriacontan_1_01		
	(2_methoxyethoxy)(trimethyl)silane,		silane,
	(2_methoxyethoxy)trimethyl_(2_methoxyethoxy)trimethylsilane		
	15_crown_5 , 1,4,7,10,13_pentaoxacyclopentadecane, 15_crown_5 ether	4.53	
	1,4,7,10,13_pentaoxacyclopentadecane , 1,4,10,13_pentaoxacyclopentadecane , 15_crown_5, 15_crown_5 ether		
	18,18 _ bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane	5.42	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadeclooctadec, Octaethylene glycol		
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane, hexaoxacyclooctadeclooctadec, ethanol	2.88	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane, hexaoxacyclooctadeclooctadec, hexaoxacyclooctadeclooctadec, 18,18 _ bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane, bis (3,6,9,12,15,18_hexaoxacyclononadecane) ethanol	4.65	
	Ethanol, 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadeclooctadec , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadeclooctadec , hexaoxacyclooctadeclooctadec	5.67	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadeclooctadec , 1,4,7,10,13_pentaoxacyclopentadecane , 1,4,7,10,13_pentaoxacyclopentadecane , 15_crown_5 , 15_crown_5 ether	5.54	
	18,18 _ bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane, Oktaethylene glycol monododecyl ether, 18_(1,4,7,10,13_pentaoxacyclohexadec_15_yl)	8.37	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadeclooctadec, 1,4,7,10,13_pentaoxacyclopentadecane , 1,4,7,10,13_pentaoxacyclopentadecane , 15_crown_5 , 15_crown_5 ether, ethanol	2.35	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadeclooctadec	4.87	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadeclooctadec		
	2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_(2_methoxyethoxy)ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethanol		
	2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_(2_methoxyethoxy)ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethanol		
	Octaethylene glycol , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane	2.40	
B2	Hydrazine , 1,1_dimethyl _as_dim ethylhydrazine , dimazin , dimazine Asetic acid , , ethanoic acid , acetate , acetazol , Thiirane , 2,3 dihydrothiurene , aethylensulfid , epithioethane	7.39	

Propanoic acid , propanoate , propionate , propinoic acid	2.88
2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 3_methyl_2_cyclopenten , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_2_cyclopentenon	
2,4dimethyl_2_oxazoline_4_methanol , 2,4_dimethyl_4_hydroxymethyl_2_oxazoline , 4_oxazolemethanol, 4,5_dihydro_2 , 4_dimethyl_2 (2,4_dimethyl_4,5_dihydro_1,3_oxazol_4_yl)methanol , Mepivacaine metabolite 2_pyrrolidone_5_carboxylic acid , n_methyl,methyl ester	2.15
1,2_cyclopentanedione , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 2_hydroxy_3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 2_hydroxy_3_methyl_4_pyridinol , 3_pyridinol , 3_pyridinol	2.77
(s)_(+)_2'3^_dideoxyribonolactone , 5_(hydroxymethyl)dihydro_2(3h)_furanone	2.22
5_hydroxymethyldihydrofuran_2_one 2,3_dimethyl_undec_1_en_3_ol	
Tricyclo[6.3.0.0.(2,6)]undecan_10_one , 3_[(2_methoxyethoxy)methoxy]_2_methyl_18,18_bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane , 1,1_bis(3,6,9,12,15,18_hexaoxacyclononadecane)silane , (2_methoxyetoxy)trimethyl_(2_methoxyethoxy)(trimethyl)silane	2.35
Tricyclo[6.3.0.0.(2,6)]undecan_10_one , 3_[(2_methoxyethoxy)methoxy]_2_methyl_Îsobutyric acid , tetradecyl ester , tetradecyl_2_methylprpanoate ,	2.46
1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol	8.68
Hexaoxacyclooctadeclooctadec, Tricyclo[5.2.2.0(1,5)undec_8_en_11_o ne , 4_[(2_methoxyethoxy)methoxy]_5_methyl_ , octaethylene glycol	6.76
18,18_bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane , octaethylene glycol , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadacane , 18_(1,4,7,10_tetraoxacyclotridec_12_yl)_	2.14
1,5_octadiene, 4,8_dibromo_3,7_dichloro_3,7_dimethyl_ , (3r , 4s , 5e , 7s)_ () (3r , 4s , 5e)_ 4 , 8_dibromo_3 , 7_dichloro_3 , 7_dimethylocta_1 , 5_diene	3.42
1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadacane , ethylene oxide cyclic hexaner , 18_crown_6 , 18_crown_6 ether	
1,4_benzenediol , benzene_1 , 4_diol , alpha._hydroquinone , beta._quinol , Resorcinol , 1,3_benzenediol	2.15
Aipha._resorcinol , m_benzenediol 1,2_benzenediol , pyrocatechol , o_benzenediol , o_dihydroxybenzene	
18,18_bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane , 1,1_bis(3,6,9,12,15,18_hexaoxacyclooctadacane)	2.22
1,4,7,10,13,16 , 19_heptaoxacyclohenicosane , 21_krone_7	
1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadacane , 1,4,7,10,13,16_hexanoxacyclooctadeclooctadec	
D_allose , .beta._d_allose , hexose , .beta._d_glucopyranose, 1,6_anhydro_ , anhydro_d_mannosan , levoglucosan , 1,6_anhydro_.beta._d_glucopyranose	10.34
3,4_altrosan	

B3	Phenol , sodium phenoxide , acid e carbolique anbesol , Phenol , sodium phenoxide , acid e carbolique anbesol	3.48
	Phenol , carbolic acid , baker's p and s liquid and ointment , benzenol	
	P_cresol , M_cresol , O_cresol	2.50
	Oktaethylene glycol , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexanoxacyclooctadecane,18,18_bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane , 1,1_bis(3,6,9,12,15,18_hexaoxacyclooctadecane)	12.84
	Oktaethylene glycol , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane	2.37
	Oktaethylene glycol , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 15_crown_5	3.48
	Oktaethylene glycol	3.75
	Oktaethylene glycol,18,18_bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane	4.88
	Oktaethylene glycol , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 15_crown_5	3.27
	N_hexadecanoic acid , N_hexadecanoic acid , N_hexadecanoic acid	1
	hexanoxacyclooctadeclooctadecane , Oktaethylene glycol	7.75
	Silane , (2_methoxyethoxy)trimethyl_ , (2_methoxyethoxy)(trimethyl)silane	
	d-allose, beta-d-allose, hexose, beta-d-glucopyranose, 1,6-anhydro, anhydro-d-mannosan, levoglucosan, 1,6-anydro-beta-d-glucopyranose, 3,4-altrosan	22.68

Biyoyağ örneklerinin GC-MS analizi - (Devam).

Örnek	Kimyasal Bileşik	Alan
B4	Phenol , 2_methylpyrazine , Methyl_2_pyrolyl ketone ; 2_acetyl pyrrole	2.81
	18_(1,4,7,10,13_pentaoxacyclohexadec_15_yl)_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane,18,18_bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane , 1,1_bis(3,6,9,12,15,18_hexaoxacyclooctadecane)	3.61
	Diethylthioacetal of aldehyde, desoxy_isostevio,Tricyclo[5.2.2.0(1,5)]undec_8_en_11_one , 4 [(methoxyethoxy)methoxy]_5_methyl_	6.34
	N_(4_methoxyphenyl)_2_hydroxyimino_acetamide , Phenol , 2,6_dimethoxy_4_(2_propenyl)_ Phenol , 2,6_dimethoxy_4_(2_propenyl)_	4.90
	2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_(2_methoxyethoxy)ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethanol , Oktaethylene glycol, hexanoxacyclooctadecane	6.47
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexanoxacyclooctadecane	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , , 1,4,7,10,13,16_hexanoxacyclooctadecane	4.76

	18,18_bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane	, 3.01
	Heptaethylene glycol monododecyl ether	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane	
	N_hexadecanoic acid , N_hexadecanoic acid , N_hexadecanoic acid	8.20
	Oktaethylene glycol , Heptaethylene glycol monododecyl ether , 15_crown_5	2.64
	9_octadecenoic acid , (e)_ , Oleic acid , Silane , (2_methoxyethoxy)trimethyl	8.95
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane	5.04
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane	
	Heptaethylene glycol monododecyl ether , 3,6,9,12,15,18_heptaoxatritriacontan_1_ol	
B5	2_cyclopenten_1_one , 2_cyclopenten_1_one , 1H_imidazole,1_methyl	2.69
	(3E)_3_heptenyl atate 3_hepten_1_ol , acetate , 3cetate , 3_hepten_1_ol , acetate , 3_hepten_1_ol acetate , 3_hepten_1_yl acetate (3E)_3_heptenyl acetate , formamide, n_(1_cyanoethenyl) , 1_cyanovinylformamide	2.21
	Hydrazine , 1,1_dimethyl_ , as_dim ethylhydrazine , dimazin , dimazine	9.38
	Acetic acid , acetate , ethanoic acid , acetazol , Urea , (NH2)2co , alphantrate , aqua care	
	2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 3_methyl_2_cyclopentenone , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , methyl_2_cyclopentanone	4.45
	Propanoic acid , propanoate , propionate , propionic acid	
	Furfuryl alcohol , 2_methyl_2_pentenal , 2_octanol	3.81
	2,4_dimethyl_2_oxazoline_4_methanol , 2,4_dimethyl_4_hydroxymethyl_2_oxazoline , 4_oxazolemethanol , 4,5_dihydro_2,4_dimethyl_(2,4_dimethyl_4 , 5_dihydro_1,3_oxazol_4_yl)methanol	3.71
	Mepivacaine metabolite	
	5_methyl_2,4_hydro_3h_pyrazol_3_one , 3h_pyrazol_3_one , 2,4_dihydro_5_methyl_ , 2,4_dihydro_5_methyl_3h_pyrazol_3_one , 2_pyrazolin_5_one , 3_methyl_	
	1,2_cyclopentanedione, 3_methyl_ , 2_cyclopenten_1_one , 2_hydroxy_3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 2_hydroxy_3_methyl	3.96
	Phenol , Methyl_2_pyrrolyl ketone , 2_acetyl pyrrole	2.84
	1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol , Octanoic acid , 0_hydroxyphenyl ester	4.33
	1,2_benzenediol , 4_methyl_ , 1,2_benzenediol , 4_methyl_ , 1,2_benzenediol , 4_methyl_	2.30

	D_allose , 1,6_anhydro_ , beta._d_glucopyranose (levoglucosan)	12.18
	, 1,6_anhydro_ , beta._d_glucopyranose (levoglucosan)	
B6	Pyridine , Pyridine , 3_hexen_1_yne , (E)_	2.30
	2_cyclopenten_1_one , 2_cyclopenten_1_one , 1H_imidazole,1_methyl_	2.90
	(3E)_3_heptenyl acetate , 3_hepten_1_ol , acetate , 3_hepten_1_ol acetate , 3_hepten_1_yl acetate 3_hepten_1_ol , acetate , 3_hepten_1_yl acetate , 3_heptenyl acetate (3E)_3_heptenyl acetate , 1_cyanoethylideneformamide	2.79
	1_aminoizopropane_1_carboxylic acid_d3 , Hydrazine, 1,1_dimethyl_ , as_dimethylhydrazine , dimazin , dimazine Acetic acid , acetate , ethanoic acid , acetazol	9.83
	2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 3_methyl_2_cyclopentenone , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_2_cyclopentanone 2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 2_cyclopenten_1_one , 2_methyl_ , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one	5.51
	Butanoic acid , butyric acid ,n_butanoic acid , n_butyric acid , Butanoic acid , butanoate , butyrate,butyric acid Butanoic acid , butanoate , butyrate,butyric acid	2.46
	Furfuryl alcohol , 2_methyl_2_petenal , 2_octanol	3.02
	1,2_cyclopentanedione , 3_methyl_ , 2_cyclopenten_1_one , 2_hydroxy_3_methyl_ , 2_2_cyclopenten_1_one , 2_hydroxy_3_methyl_ , 2_	3.28
	Phenol , 2_methylpyrazine , Methyl_2_pyrrolyl ketone , 2_acetyl pyrrole	4.25
	1,4:3,6_dianhydro_.alpha._d_glucopyranose , 3_aminopiperidine_2_one , Ethyl cyclopropanecarboxylate	3.11
	3_pyridional , 3_pyridional , 4_pyridional	4.98
	1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol , resorcinol	4.60
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane	2.08
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , Octaethylene glycol	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , ethylene oxide cyclic hexamer , 18_crown_6 , 18_crown_6 ether	
	1,2_benzenediol , 4_methyl_ ,3,4_dihydroxytoluene , homocatechol , homopyrocatechol	2.79
	1,2_benzenediol , 4_methyl_ ,3,4_dihydroxytoluene , homocatechol , homopyrocatechol	
	1,2_benzenediol , 4_methyl_ ,3,4_dihydroxytoluene , homocatechol , homopyrocatechol	
	D_allose , .beta._d_allose , hexose	10.50

1,6_anhydro_.beta._d_talopyranose .beta._d_glucapyranose , 1,6_anhydro_ , anhydro_d_mannosan , levoglucosan , 1,6_anhydro_.beta._d_glucopyranose
--

Biyoyağ örneklerinin GC-MS analizi - (Devam).

Örnek	Kimyasal Bileşik	Alan
B7	4h_thiazolo[2,3_c][1,2,4]triazin_4_one, 6,7_dihydro_6_methylene_ , 6_methylene_6 , 7_dihydro_4h_thiazolo [2,3_3] [1,2,4] triazin_4_one 2_amino_1, 7_dihydro_6h_purine_6_thione , 2_amino_6mp , 2_amino_1 , 7_dihydro_6h_purin_6_thion , 2_amino_6_mercaptopurine Benzene, 1_ethoxy_4_nitro_ , 1_ethoxy_4_nitrobenzene , 4_ethoxynitrobenzene , 4_nitrophenotol	5.91
	Phenol , 2_methylpyrazine , Methyl_2_pyrrolyl ketone , 2_acetyl pyrrole	3.27
	P_cresol , m_cresol , o_cresol	2.15
	Octaethylene glycol monododecyl ether , 1,4,7,10,13,16_ hexaoxacyclooctadecane , heptaethylene glycol	4.22
	Octaethylene glycol monododecyl ether , 1,4,7,10,13,16_ hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane, 1,1_bis(3,6,9,12,15,18_hexaoxacyclononadecane)	8.37
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_ hexaoxacyclooctadecane	3.12
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_ hexaoxacyclooctadecane	
	Octaethylene glycol , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_ hexaoxacyclooctadecane	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_ hexaoxacyclooctadecane	2.52
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_ hexaoxacyclooctadecane	3.95
	2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_[2(2_methoxyethoxy)ethoxy]ethoxy]ethoxy]et hoxyl]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethanol	
	Octaethylene glycol , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane	3.88
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_ hexaoxacyclooctadecane	
	Octaethylene glycol , 15_crown_15 , 1,4,7,10,13,16_ hexaoxacyclooctadecane	5.59
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_ hexaoxacyclooctadecane , Octaethylene glycol	2.38
	Octaethylene glycol , Heptaethylene glycol monodecyl ether , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane	3.47
	N_hexadecanoic acid , N_hexadecanoic acid , Tridecanoic acid	8.83

	Octaethylene glycol , 1,4,7,10,13,16_ hexaoxacyclooctadecane , 3.25 15 crown 5	
	1,4,7,10,13,16_ hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_ 2.14 hexaoxacyclooctadecane	
	1,4,7,10,13,16_ hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_ hexaoxacyclooctadecane	
	(2_methoxyethoxy)(trimethyl)silane , silane , (2_methoxyethoxy) trimethyl	
	3,3_isopropylidenebis(1,5,8,11_tetraoxacyclotridecane) 6.54 ,12_[1_methyl_1_(1,4,7,10_ tetraoxacyclotridecane_12_yl) ethyl] _1,4,7,10_ tetraoxacyclotridecane	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane,18_1,4,7,10_tetraoxacyclotr idecane_12_yl,18_(1,4,7,10_ tetraoxacyclotridecane _12_yl)_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane	
B8	Pyridine , pyridine , 3_hexen_1_yne , (E) 2.37	
	2_cyclopenten_1_one , 2_cyclopenten_1_one , 1h_imidazole , 2.84 1_methyl_	
	(3E)_3_heptenyl acetate , 3_hepten_1_ol , acetate , 3_hepten_1_ol , 2.86 acetate , 3_hepten_1_ol , acetate	
	3_hepten_1_ol , acetate , 3_hepten_1_yl acetate , 3_heptenyl acetate , 3E)_3_heptenyl acetate	
	1_cyanoethylideneformamide	
	1_aminoisopropane_1_carboxylic acid_d3 , Hydrazine, 1,1_dimethyl_ 9.87 , as_dim ethylhydrazine , dimazin , dimazine	
	Acetic acid , acetate , ethanoic acid , acetazol	
	2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 5.40 3_methyl_2_cyclopentenone , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one	
	Propanoic acid , propanoate , propionate , propionic acid	
	Propanoic acid , propionic acid , carboxyethane , ethanecarboxylic acid	
	Butanoic acid , Butanoic acid , pentanoic acid 2.63	
	Furfuryl alcohol , 2_methyl_2_pental , 2_octanol 3.78	
	Mepivacaine metabolite , 2.61	
	5_methyl_2,4_dihydro_3h_pyrazol_3_one,3h_pyrazol_3_one,2,4_di hydro_5_methyl_ , 2,4_dihydro_5_methyl_3h_pyrazol_3_one , 2_pyrazolin_5_one , 3_methyl_	
	2,4_dimethyl_2_oxazoline_4_methanol ,	
	2,4_dimethyl_4_hydroxymethyl_2_oxazoline , 4_oxazolmethanol ,	
	4,5_dihydro_2 , 4_dimethyl_ , (2,4_dimethyl_4 , 5_dihydro_1 , 3_oxazol_4_yl) methanol	
	Amylene hydrate , 2_butanol , 2_methyl_ , tert_pentyl alcohol , 2.82 tert_amyl alcohol	
	2_butanol , 2_methyl_ , 2_methylbutan_2_ol , 1,1_dimethyl_1_propanol , 2_butanol, 2_methyl_3_hexanol , hexan_3_ol , 3_hexano , 3_hexanol(natural)	
	1,2_cyclopentanedione , 3_methyl_ , 2_cyclopenten_1_one , 4.09 2_hydroxy_3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 2_hydroxy_3_methyl	
	Phenol , methyl_2_pyrrolyl ketone , 2_acetyl pyrrole , 3.56 2_methylpyrazine	

	1,4:3,6_dianhydro_.alpha._d_glucopyranose , 3.01
	3_aminopiperidin_2_one , cyclopropanecarboxamide , n_2_methylpropyl
	Benzenecarboxylic acid , Benzenecarboxylic acid , 5.32
	(+) dibenzoyl 1 tartaric acid anhydride
	1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol 4.57
	3,4_altrosan , .beta._d_rribopyranoside,methyl , .beta._d_rribopyranoside,methyl , .beta._d_rribopyranoside,methyl , b_d_.beta._d_glucopyranose , 1,6_anhydro_ , anhydro_d_mannosan , levoglucosan , 1,6_anhydro_.beta._d_glucopyranose
B9	2_cyclopenten_1_one , 2_cyclopenten_1_one , 1h_imidazole , 2.29
	1_methyl_
	Acetic acid , acetate , ethanoic acid , acetazol , methylethyl ether , 6.24
	thirane , 2,3_dihydrothiirene , aethylenesulfid , epithioethane
	2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopente_3_one , 4.02
	3_methyl_2_cyclopentenone , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , propanoic acid , propanoate , opionate , propionic acid , 2_cyclopenten_1_onemethyl_2_cyclopenten_1_one
	Furfuryl alcohol , 2_methyl_2_pental , 2_octanol 2.25
	1,2_cyclopentanedione , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 2.17
	2_hydroxy_3_methyl_ , 2_cyclopenten_1_one , 2_hydroxy_3_methyl_
	Phenol , 2_methylhydrazine , methyl_2_pyrrolyl ketone , 2_acetyl 7.44
	pyrrole
	P_cresol , m_cresol , o_cresol 3.76
	Phenol , 4_ethyl , Phenol , 4_ethyl , Phenol , 3_ethyl 2.25
	1,4:3,6_dianhydro_.alpha._d_glucopyranose , 2.59
	cyclopropanecarboxamide , n_2_methylpropyl , 2_propenoic acid , 2_methyl_ , ethyl ester
	3_pyridional , 3_pyridional , 4_pyridional 4.14
	1,2_benzenediol , 3_methyl_ , pyrocatechol , 3_methyl_ , 2.71
	1,2_dihydroxy_3_methylbenzene , 2,3_dihydroxytoluene
	1,2_benzenediol , 3_methyl_ , 3_methylbenzene_1,2_diol , 1,2_dihydroxy_3_methylbenzene , 1,2_benzenediol , 3_methyl_ , 1,2_benzenediol , 3_methyl_ , pyrocatechol , 3_methyl_ , 1,2_dihydroxy_3_methylbenzene , 2,3_dihydroxytoluene
	1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol 4.51
	octaethylene glycol monodecyl ether , isobutyric acid , tetradecyl ester , 2.31
	, 18;18_bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane
	3,4_altrosan , d_allose , .beta._d_allose , hexose , heptanoic acid , 4.36
	enanthic acid , n_heptanoic acid , n_heptoic acid

Biyoyağ örneklerinin GC-MS analizi - (Devam).

Ö Kimyasal Bileşik

Alan

r

n

e	
k	
B 2_cyclopenten_1_ one , 2_cyclopenten_1_ one , 1h_imidazole , 3.94	
1 1_methyl_	
0 (3E)_3_heptenyl acetate , 3_hepten_1_ol , acetate , 3_hepten_1_yl acetate , 3_hepten_1_ol , acetate , 3_hepten_1_yl acetate , 3_heptenyl acetate , (3E)_3_heptenyl acetate , formamide , n_(1_cyanoethenyl) , 1_cyanovinylformamide	2.92
Acetic acid , acetate , ethanoi acid , acetazol , urea , (nh2)2co , alphadrade , aqua care , urea , (nh2)2co , alphadrade , aqua care	11.5 2
2_furaldehyde , furan , 2_formyl_ , 2_furancarboxaldehyde , .alpha._furole , 2_formylfuran , 2_furaldehyde , 2_furancarboxaldehyde , .alpha._furole , 2_formylfuran , 2_furaldehyde	4.73
Propanoic acid , propipnic acid , carboxyethane , ethanecarboxylic acid , propanoic acid , propanoate , opionate , propinoic acid , propanoic acid , propanoate , opionate , propinoic acid	5.18
2_furancarboxaldehyde , 5_methyl_ , 2_furancarboxaldehyde , 5_methyl_ , 2_furancarboxaldehyde , 5_methyl_	3.32
Furfuryl alcohol , 2_methyl_2_pentalen , 2_octanol	3.13
2(5H)_furanone , .gamma._crotonol aceone , 2_oxo_2 , 5_dihydrofuran(2_[5H]_furanone) , .gamma._hydroxycrotonic acid lactone , 2(3H)_furanone , .alpha._crotonol acetone , .alpha._furanone , .beta.,.gamma._crotonolactone	2.31
2(3H)_furanone , .alpha._crotonol acetone , .alpha._furanone , .delta.,.beta.,.gamma._butenolide	
1,2_cyclopentanedione,3_methyl_2_cyclopenten_1_one,2_hydroxy_3_methyl_ , 2_cyclopenten_1_one , 2_hydroxy_3_methyl_	3.97
2(5H)_furanone , 5_(1_methylethyl)_ , 5_isopropyl_2(5H)_furanone , thiophene , divinylene sulfide , furan , thio_ , hopkins lactic acid reagent , thiophene , thiacyclopentadiene , furan , thio_ , huile hso	2.34
Phenol , 2_methylpyrazine , methyl_2_pyrrolyl ketone , 2_acetyl pyrrole	3.11
2,6_dimethoxyphenol	2.42
1,4:3,6_dianhydro_.alpha._d_gluopyranose , 3_aminopiperidin_2_one , cyclopropanecarboxamide, n_2_methylpropyl	2.09
4_pyridinol , 3_pyridinol , 3_pyridinol	3.29
1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol	4.56
3,4_altrosan , .beta._d_glucopyranose , 1,6_anhydro_ , anhydro_d_mannosan , levoglucosan , 1,6_anhydro_.beta._d_glucopyranose , d_allose , .beta._d_allose , hexose	2.98
B 2_cyclopenten_1_one , 2_cyclopenten_1_one , 1h_imidazole , 3.50	
1 1_methyl_	
1 Furan , 2,4_dimethyl_ , 2,4_dimethylfuran , 2,4_dimethylfuran , furan , methyl_ , 2,4_dimethylfuran , furan , methyl_	2.46
Acetic acid , acetate , ethanoic acid , acetazol , urea , (nh2)2co , alphadrade , aqua care , urea , (nh2)2co , alphadrade , aqua care	10.1 0

Furfural , 2_furancarboxaldehyde , 2_furaldehyde , .alpha. _frolefuran_3_carboxaldehyde , 2_furancarboxaldehyde ,.alpha. _furole , 2_formylfuran , 2_furaldehyde	2.62
Propanoic acid , prppanoate , propionate , propionic acid , propanoic acid , propanoate , propionate , propionic acid , propanoic acid , propionic acid , carboxyethane , ethanecarboxylic acid	4.85
2_furancarboxyaldehyde , 5_methyl_ , 2_furancarboxyaldehyde , 5_methyl_ , 2_furancarboxyaldehyde , 5_methyl_	2.16
Mepivacaine metabolite , oxazole , 4,5_dihydro_2,4,4_trimethyl_ , 2,4,4_trimethyl_2_oxazoline , 2,4,4_trimethyl_deltadimethyl2_oxazoline , 2,4,4_trimethyl_4,5_dihydro_1 , 3_oxazole	3.07
Monotrimethylsilyl derevative of Mepivacaine metabolite	
2(5H)_furanone , .gamma. _crotonol aceone , 2_oxo_2 , 5_dihydrofuran(2_[5H]_furanone) , .gamma. _hydroxycrotonoic acid lactone , cyclopentanone ,adipic ketone , adipin ketone , adipinketon 2(3H)_furanone , .alpha._crotonol acetone , .alpha._furanone , .beta. , .gamma. _crotonolactone	2.04
1,2_cyclopentanedione,3_methyl_2_cyclopenten_1_one,2_hydroxy_3_methyl_ ,2_cyclopenten_1_one , 2_hydroxy_3_methyl_	3.95
Phenol , 2_methylpyrazine , methyl_2_pyrrolyl ketone , 2_acetyl pyrrole	2.59
1,4:3,6_dianhydro_ .alpha. _d_glucopyranose , 3_aminopiperidin_2_one , ethyl cyclopropanecarboxylate	2.50
4_pyridinol , 3_pyridinol , 3_pyridinol	3.52
1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol , resorcinol	6.42
1,2_benzenediol , 4_methyl_ , 1,2_benzenediol , 4_methyl_ , 1,2_benzenediol , 4_methyl_	2.26
D_allose , .beta._d_allose ,hexose , .beta. _d_glucopyranose , 1,6_anhydro_ , anhydro_d_mannosan , levoglucosan , 1,6_anhydro_ .beta. _d_glucopyranose , 3,4_altrosam	8.70
B 2_cyclopenten_1_one , 2_cyclopenten_1_one ,1H_imidazole , 1_1_methyl_	2,68
3 Acetic acid , acetate , ethanoic acid , acetazol , urea , (nh2)2co , alphadrade , aqua care , urea , (nh2)2co , alphadrade , aqua care	10.0
2_furancarboxyaldehyde ,.alpha._furole , 2_formylfuran , 2_furaldehyde , furfural , 2_furancarboxyaldehyde , 2_furaldehyde , .alpha. frole_2_furaldehyde , furan , 2_formyl	2.63
2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 2_cyclopenten_1_one , 2_methylethyl_2_cyclopenten_1_one , 2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 3_methyl_2_cyclopentenon , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 2_cyclopenten_1_one , 2_methylethyl_2_cyclopenten_1_one	3.97
2_furancarboxaldehyde , 5_methyl_ , furancarboxaldehyde , 5_methyl_ , furancarboxaldehyde , 5_methyl_ ,	2.06

Butanoic acid , butanoate , butyrate , butric acid , Butanoic acid , butanoate , butyrate , butric acid	2.59
Furfuryl alcohol , 2_methyl_2_pentenal , 2_octanol	2.79
2_pyrrolidinemethanamine , 1_ethyl , pyrrolidine , 2_(aminomethyl)_1_ethyl_ , n_ethyl_.alpha._aminomethylpyrrolidine , n_ethyl_2_(aminomethyl)pyrrolidine	3.68
2,4_dimethyl_2_oxaoline_4_methanol , 2,4_dimethyl_2_oxaoline_4_methanol , 2,4_dimethyl_4_hydroxymethyl_2_oxazoline , 4_oxazolemethanol , 4,5_dihydro_2 , 4_dimethyl_(2,4_dimethyl_4,5_dihydro_1,3_oxazol_4_yl)methanol	
Oxazole 4,5_dihydro_2 , 4,4_trimethyl_ , 2 , 4,4_trimethyl_2_oxazoline , 2 , 4,4_trimethyl_4,5_dihydro_1,3_oxazole	
2(5H)_furanone , .gamma._crotonol actone , 2_oxo_2,5_dihydrofuran(2_[5H]_furanone) , .gamma._hydroxy crotonic acid lactone , 2(3H)_furanone , .alpha._crotonol actone , .alpha._furanone , .delta.,.beta.,.gamma._butenolide	2.36
2(3H)_furanone , .alpha._crotonol actone , .alpha._furanone , .delta.,.beta.,.gamma._crotonolactone	
1,2_cyclopentanedione , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one2_hydroxy_3_methyl_2_cyclopenten_1_one2_hydroxy_3_methyl_	3.73
Phenol , 2_methylpyrazine , methyl_2_pyrrolyl ketone , 2_acetyl pyrrole	2.98
1,4:3,6_dianhydro_.alpha._d_glucopyranose , 3_aminopiperidin_2_one , ethyl cyclopropanecarboxylate	2.38
3_pyridinol , 3_pyridinol , 4_pyridinol	3.89
2,5_pyrrolidinedione , pyrrolodine_2 , 5_dione , 2,5_dioxipyrrolidine , 2,5_diketopyrrolidine	2.48
2,5_pyrrolidinedione , succinimide , butanimide, succinic acidimide, 2,5_pyrrolidinedione, succinimide, butanimide, succinic acidimide	
1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol	9.91
1,2_benzenediol , 4_methyl_ , 1,2_benzenediol , 4_methyl_ , 1,2_benzenediol , 4_methyl_	3.25
Phenol , 2_(tetrahydro_2_furanyl)_ , 2_(tetrahydrofuran_2_yl) phenol , 1,4,7,10,13_pentaoxacyclopentadecane , 1,4,10,13_pentaoxacyclopentadecane , 15_crown_5 , 15_crown_5 ether , 15_crown_5 , 1,4,7,10,13_pentaoxacyclopentadecane , 15_crown_5 ether	2.25
.beta._d_glucopyranose , 1,6_anhydro_ , anhydro_d_mannosan , levoglucosan , 1,6_anhydro_.beta._d_glucopyranose	5.72
3,4_altrosan , haptanoic acid , enanthic acid , 1_heptanoic acid , 1_hexanecarboxylic acid	

Biyoyağ örneklerinin GC-MS analizi - (Devam).

Örnek	Kimyasal Bileşik	Alan
B14	2_cyclopenten_1_one , 2_cyclopenten_1_one , 1H_pyrazole , 3_methyl	3.0
	(3E)_3_heptenyl acetate , 3_hepten_1_ol , acetate , 3_hepten_1_ol , acetate , 3_hepten_1_yl , acetate	2.25
	3_hepten_1_ol , acetate , 3_hepten_1_yl , acetate , 3_heptenyl acetate , (3E)_3_heptenyl acetate	
	(2E,4E)_2,4_hexadenal , 2,4_hexadenal , 2,4_hexadenal , (E,E)_ , hexa_2,4_dienal	
	1_aminosopropane_1_carboxylic acid_d3 , acetic acid , acetate , ethanoic acid , acetazol	9.94
	Hydrazine , 1,1_dimethyl_ , as_dimethylhydrazine , dimazin , dimazine	
	2_furancarboxaldehyde, .alpha._furole , 2_formylfuran , 2_furaldehyde , 2_furaldehyde, furan, 2_formylfuran_3_carboxaldehyde	2.32
	2_cyclopenten_1_one, 3_methyl_1_methyl_1_cyclopenten_3_one, 3_methyl_2_cyclopentenonen_methyle_2_cycloenten_	4.49
	Propanoic acid , propanoate, propionate, propionic acid , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , methyl_2_cyclopentenon	
	2_furancarboxaldehyde , 5_methyl_ , 2_furancarboxaldehyde , 5_methyl_ , 2_furancarboxaldehyde , 5_methyl_	2.15
	Butnoic acid , butyric acid , n_butanoic acid , n_butyric acid , butanoic acid , butyric acid , n_butanoic acid , n_butyric acid , butanoic acid , butanoate , butyrate , butyric acid	2.06
	Furfuryl alcohol , 2_methyl_2_pentenal , 2_octanol	3.05
	2,4_dimethyl_2_oxazoline_4_methanol ,	4.74
	2,4_dimethyl_4_hydroxymethyl_2_oxazoline , 4_oxazolemethanol , 4,5_dihydro_2,4_dimethyl_ ,	
	(2,4_dimethyl_4,5_dihydro_1,3_oxazol_4_yl) methanol	
	Mepivacaine metabolite , (R)_1_ethyl_2_pyrrolidinecarboxamide	
	2(5H)_furanone , .gamma._crotonol actone , 2_oxo_2,5_dihydrofuran (2_[5H]_furanone) .gamma._hydroxy crotonic acid lactone , 2(3H)_furanone , .gamma._crotonol actone , .alpha._furanone .beta._ , .gamma._crotonolactone	2.49
	.alpha.,.beta._ , crotonolactone , .alpha.,.beta._ _crotonolactone , .delta.,.alpha.,.beta._ _butenolide , delta.,.alpha.,.beta._ _butenolide , delta.,.alpha.,.beta._ _butolide	
	1,2_cyclopentanedione, 3_methyl_2_cyclopenten_1_one, 2_hydroxy_3_methyl_ , 2_cyclopenten_1_one , 2_hydroxy_3_methyl	4.43
	Phenol , 2_methyl pyrazine , methyl_2_pyrrole ketone , 2_acetyl pyrrole	4.57
	P_cresol , m_cresol , o_cresol	2.20
	1,4:3,6_dianhydro_ .alpha._d_glucopyranose ,	3.01
	3_aminopiperidin_2_one , cyclopropanecarboxamide , n_2_methylpropyl	
	4_pyridinol , 3_pyridinol , 3_pyridinol	4.47
	1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol , , resorcinol	5.36

Octaethylenglycol , 1,4,7,10,13,16_ hexaoxacyclooctadecane , 2.11 1,4,7,10,13,16_ hexaoxacyclooctadecane 1,4,7,10,13,16_ hexaoxacyclooctadecane,1,4,7,10,13,16_ hexaoxacyclooctadecane,octaethylene glycol monododecyle ether	
.beta._d_glucopyranose , 1,6_andyro_ , anhydro_d_mannosan , 5.05 levoglucosan , 1,6_anhydro_ .beta._d_glucopyranose 2,5_cyclohexadiene_1,4_dione , 2,5_dichloro_ p_benzequinone , 2,5_dichloro , 2,5_dichloro_p_benzequinone , 2,5_dichloro_1 , 4_benzoquinone , d_allose , .beta._d_allose , hexose	
B15	
2_cyclopenten_1_one , 2_cyclopenten_1_one , 1h_pyrazole , 2.76 3_methyl_	
1_cyanoethylideneformamide , formamide ,n_(1_cyanoetenyl) , 2.07 1_cyanovinylformamide , 1_hydroxy_2_butanone , 2_butanone , 1_hydroxy	
Acetic acid , acetate , etanoic acid , acetazol , hydrazine , 8.35 1,1_dimethyl_ , as_dimethylhydrazine , dimazin , dimazine Thiirane , 2,3_dihydrothiirene , aethylensulfid , epithioethane	
2_cyclopenten_1_one ,3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one 4.13 , 3_methyl_2_cyclopentanone , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 2_cyclopenten_1_one ,3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one , cyclopenten_1_one , 2_methyl 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_2_cyclopentanone	
butanoic acid , butanoate , butyrate , butyric acid , butanoic acid , 2.08 butanoate , butyrate , butyric acid , butanoic acid , butanoate , butyrate , butyric acid	
Furfuryl alcohol , 2_methyl_2_pentenal , 2_octanol 2.32	
Mepivacaine metabolite , 2_pyrrolidinethanamine , 1_ethyl_ , 2.45 pyrrolodine , 2_(aminomethyl)_ethyl_ , n_ethyl_ , .alpha. _aminomethylpyrrolidine , n_ethyl_2_(aminomethyl)pyrrolidine , Oxazole , 4,5_dihydro_2,4,4_trimethyl_ , 2,4,4_trimethyl_2_oxazoline , 2,4,4_trimethyl_deltadimethyl , 2_oxazoline , 2,4,4_trimethyl_ 4,5_dihydro_1,3_oxazole	
1,2_cyclopentanedione,3_methyl_2_cyclopenten_1_one,2_hydrox 2.93 y_3_methyl_ , 2_cyclopenten_1_one , 2_hydroxy_3_methyl	
Phenol , 2_methyl pyrazine , methyl_2_pyrrolyl ketone , 2_acetyl 5.41 pyrrole	
P_cresol , m_cresol , o_cresol 2.54	

1,4:3,6_dianhydro_ .alpha._d_glucopyranose , 2.55 3_aminopiperidin_2_one , cyclopropanecarboxamide , n_2_methylpropyl	
4_pyridinol , 3_pyridinol , 3_pyridinol	3.98
1,2_benzenediol , 3_methyl_ , pyrocatechol , 3_methyl_ , 2.68 1,2_dihydroxy_3_methylbenzene , 2,3_dihydroxytoluene 1,2_benzenediol , 3_methyl_ , 3_methylbenzenr_1,2_diol ,1,2_dihydroxy_3_methylbenzene , 1,2_benzenediol , 3_methyl_ 3,5_dihydroxybenzeneethanamine , 5_(2_aminoethyl)_1 , 3_benzenediol	
1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol	5.68
2_[2_[2_[2_[2_[2_ (2_hydroxyethoxy)ethoxy] 2.73 ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethanol	
1,2_benzenediol , 4_methyl_ 3,4_dihydroxytoluene , homocatechol 5.69 , homopyrocatechol 1,2_benzenediol , 4_methyl_ 3,4_dihydroxytoluene , homocatechol , homopyrocatechol 1,2_benzenediol , 4_methyl_ 3,4_dihydroxytoluene , homocatechol , homopyrocatechol	
.beta._d_clucopyranose, 1,6_anhydro_ , anhydro_d_mannosan 6.30 ,levoglucosan , 1,6_anhydro_.beta._d_glucopyranose 1,6_anhydro_.beta._d_talopyranose , d_allose , .beta._d_allose , hexose	
2_cyclopenten_1_one , 2_cyclopenten_1_one , 1h_pyrazole , 2.29 3_methyl_	
B 2_cyclopenten_1_one ,2_methyl_ ,2_methyl_2_cyclopentanone , 2.18 1 2_methyl_2_cyclopenten_1_one 6 2_cyclopenten_1_one ,2_methyl_ ,2_methyl_2_cyclopentanone , 2_methyl_2_cyclopenten_1_one 2_cyclopenten_1_one ,2_methyl_ ,2_methyl_2_cyclopentanone , 2_methyl_2_cyclopenten_1_one	
Acetic acid , acetate , etanoic acid , acetazol , methylethyl ether , 5.06 hydrazine , 1,1_dimethyl_ as dimethylhydrazine , dimazine	
2_cyclopenten_1_one ,3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one 3.67 , 3_methyl_2_cyclopentanone , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 2_cyclopenten_1_one ,3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one , cyclopenten_1_one , 2_methyl 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_2_cyclopentanone	
Furfuryl alcohol , 2_methyl_2_pentenol , 2_octanol	2.03
1,2_cyclopentanedione,3_methyl_,2_cyclopenten_1_one,2_hydroxy 2.28 _3_methyl_ , 2_cyclopenten_1_one , 2_hydroxy_3_methyl_	

Phenol , 2_methyl pyrazine , methyl_2_pyrrolyl ketone , 2_acetyl pyrrole	6.67
P_cresol , m_cresol , o_cresol	4.12
Phenol , 4_ethyl_ , Phenol , 2_ethyl_ , Phenol , 3_ethyl_	2.80
1,4:3,6_dianhydro_ .alpha._d glucopyranose , 4_vinylphenol , p_vinylphenol , benzofuran , 2,3_dihydro_ , coumaran	2.60
Dihydrobenofuran , dihydro coumarone	
4_pyridinol , 3_pyridinol , 3_pyridinol	3.91
1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol , phenol , 2_(1_methylethoxy)_ , methylcarbamate	5.34
Phenol , 2,6_dimethoxy_4_(2_propenyl)_ phenol , 4_allyl_2,6_dimethoxy_ , methoxyeugenol , 2,6_dimethoxy_4_allylphenol	2.92
Phenol , 2,6_dimethoxy_4_(2_propenyl)_ , 2,6_dimethoxy_4_(2_propenyl)_ phenol , 2,6_dimethoxy_4_allylphenol , 4_allyl_2,6_dimethoxyphenol , 2,6_dimethoxy_4_(2_propenyl)_ , 2,6_dimethoxy_4_allylphenol , 4_allyl_2,6_dimethoxyphenol	
1,2_benzenediol , 4_methyl_ , 1,2_benzenediol , 4_methyl_ , 1,2_benzenediol , 4_methyl	2.19
n_hexadecanoic acid , n_hexadecanoic acid , tridecanoic acid	2.03
(9E)_9_octadecenoic acid , 9_octadecenoic acid(Z)_octadec_9_enoic acid ,(9z)_9_octadecenoic acid	2.83
Oleic acid , 9_octadecenoic acid(z)_ .delta.(sup9)_cis_oleic acid , cis_13_octaecenoic acid	
.beta._d_glucopyranose , 1, 6_anhydro_ , anhydro_d_mannosan , levoglucosan , 1, 6_anhydro_ .beta._d_glucopyranose , 1, 6_anhydro_ .beta._d_talopyranose , d_allose , .beta._d_allose , hexose	2.95

Biyoyağ örneklerinin GC-MS analizi - (Devam).

Örnek	Kimyasal Bileşik	Alan
B17	Phenol , 2_methyl pyrazine , methyl_2_pyrrolyl ketone , 2_acetyl pyrrole	3.34
	P_cresol , m_cresol , o_cresol	2.16
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadeclooctadecane,2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_(2_methoxyethoxy)ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethanol	2.07
	18,18_bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane , 1,1_bis(3,6,9,12,15,18_hexaoxacyclooctadecane)	6.21
	Octaethylene glycol monodecyl ether,1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadeclooctadecane	
	2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_(2_methoxyethoxy)ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethanol	7.69
	(1s,17s)_3.6.9,12,15,18,21,24,27,30_decaoxabicyclo[15.13.0]triacontane , icosahydro[1,4,7,10,13]pentaoxacyclopentadecino	

	[2,3_0] [1,4,7,10,13] pentaoxacyclopentadecine , Octaethylene glycol monodecyl ether	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadacane , 1,4,7,10,13,16_	5.47
	,Tricyclo[6.3.0.0.(2,6)] undecan_10_one , 3_[(2_methoxyetoxy) methoxy] 2_methyl , Octaethylene glycol	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadacane , 1,4,7,10,13,16_	4.55
	hexanoxacyclooctadeclooctadecane,2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_	
	(2_methoxyethoxy)ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy] ethoxy] ethoxy]ethoxy]ethanol	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclohenicosane , 21_krone_7	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadacane , 1,4,7,10,13,16_	5.48
	hexanoxacyclooctadeclooctadecane,2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_	
	(2_methoxyethoxy)ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy] ethoxy] ethoxy]ethoxy]ethanol	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadacane , 1,4,7,10,13,16_	2.24
	hexanoxacyclooctadeclooctadecane,1_(3,6,9,12,15_pentaoxacycl	
	otridecanyl)_3,6,9,12,15,18_hexaoxacyclononadecane	
	Pentaethylene glycolmonondodecyl ether ,	
	3,6,9,12,15_pentaohaheptacosan_1_ol , lauryl alcohol tetra	
	(oxyethylene) ethanol	
	Octaethylene glycol, 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane ,	
	18_(1,4,7,10,13_pentaoxacyclohexadec_15_yl)	3.48
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadacane	
	N_hexadecanoic acid , N_hexadecanoic acid , N_hexadecanoic	
	acid ,	10.04
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadacane , 1,4,7,10,13,16_	2.95
	hexanoxacyclooctadeclooctadecane	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadacane , 1,4,7,10,13,16_	
	hexanoxacyclooctadeclooctadecane,2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_	
	(2_methoxyethoxy)ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy] ethoxy] ethoxy]ethoxy]ethanol	
	9_octadecenoic acid , (E)_oleic acid , 9_nonadecene	11.39
	2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_	3.02
	(2_methoxyethoxy)ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy] ethoxy] ethoxy]ethoxy]ethanol	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadacane , ethylene oxide cyclic	
	hexamer , 18_crown_6 , 18_crown_6 ether	
	2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_	
	(2_methoxyethoxy)ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy] ethoxy] ethoxy]ethoxy]ethanol	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadacane , 1,4,7,10,13,16_	2.23
	hexanoxacyclooctadeclooctadecane,2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_	
	(2_methoxyethoxy)ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy] ethoxy] ethoxy]ethoxy]ethanol	
B18	Toluene , Toluene , Toluene ,	3.04
	Phenol , 2_methyl pyrazine , methyl_2_pyrrolyl ketone , 2_acetyl	4.64
	pyrrole	

P_cresol , m_cresol , o_cresol	2.97
Ethylene oxide heptamer , 15_crown_5 , 1,4,7,10,13_pentaoxacyclopentadecane , 15_crown_5 ether	2.92
18,18_bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane , 1,1_bis(3,6,9,12,15,18_hexaoxacyclooctadecane),1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 18_(1,4,7,10,13_pentaoxacyclohexadec_15_yl)_ , 18_(1,4,7,10,13_pentaoxacyclohexadecan_15_yl)_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane	5.34
Tricyclo[6.3.0.0.(2,6)] undecan_10_one , 3_[(2_methoxyetoxy)methoxy]_2_methyl_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexanoxacyclooctadeclooctadecane,2_[2_[2_[2_[2_[2_[2(2_methoxyethoxy)ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethanol	8.12
1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexanoxacyclooctadeclooctadecane,Tricyclo[6.3.0.0.(2,6)] undecan_10_one , 3_[(2_methoxyetoxy)methoxy]_2_methyl_hexanoxacyclooctadeclooctadecane	3.25
1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexanoxacyclooctadeclooctadecane,1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexanoxacyclooctadeclooctadec , Octaethylene glycol	5.15
Furoxan , 4_nitro_3_phenyl_ , 2_oxide , 4_nitro_3_phenyl_1,2,5_oxidazole 2_oxide ,15_crown_5 , 1,4,7,10,13_pentaoxacyclopentadecane , 15_crown_5 ether	2.67
1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexanoxacyclooctadeclooctadecane,2_[2_[2_[2_[2_[2_[2(2_methoxyethoxy)ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethanol	4.59
Octaethylene glycol , 18,18_bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane , heptaethylene glycol monodecyl ether	2.40
N_hexadecanoic acid , N_hexadecanoic acid , tridecanoic acid	8.72
1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexanoxacyclooctadeclooctadecane,(2_methoxyethoxy)(trimethyl)silane silane , (2_methoxyethoxy)trimethyl_(2_methoxyethoxy)trimethylsilane, ethanol	2.76
9_octadecenoic acid , (E)_oleic acid , oleic acid	12.24
1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexanoxacyclooctadeclooctadecane,2_[2_[2_[2_[2_[2_[2(2_methoxyethoxy)ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethanol	2.85
1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexanoxacyclooctadeclooctadecane,1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane , 18_(1,4,7,10,13,16_pentaoxacyclohexadec_15_yl)	2.21

	18_(1,4,7,10,13,16_pentaoxacyclohexadecane_15_yl)_1,4,7,10,13,16_hexaoxacylononadecane	
B19	P_cresol , m_cresol , o_cresol	2.14
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexanoxacyclooctadeclooctadecane,3,6,9,12_tetraoxadocosan_1_ol , decyltetraclcol , octaethylene glycol	4.45
	1,2_benzenediol , benzene_1,2_diol , 1,2_dihydroxybenzene , 1,2_benzenedio	6.38
	1,2_benzenediol , pyrocatechol , 0_benzenediol , 0_dihydroxybenzene , brenzkatechin pyrocatechol	
	[1,2,4]triazolo[1,5_A]pyrimidinium , 1,2_dihydro_3,5,7_trimethyl_2_thioxo_ , hydroxide , inner salt , 3,5,7_trimethyl	4.68
	[1,2,4]triazolo[1,5_A]pyrimidinium_2_thiolate, Tricyclo[6.3.0.0.(2,6)]undecan_10_one,3_[(2_methoxyetoxy)methoxy]_2_methyl_	
	ethoxy]ethanol, octaethylene glycol ,	4.14
	Tricyclo[5.2.2.0.(1,5)undec_8_en_1_one_4_[(2_methoxyethoxy)methoxy]_5_methyl_	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexanoxacyclooctadeclooctadecane	4.15
	2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_(2_methoxyethoxy)ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethanol	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexanoxacyclooctadeclooctadecane	5.82
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_N_hexadecanoic acid , N_hexadecanoic acid , tridecanoic acid	5.84
	Tricyclo[6.3.0.0.(2,6)] undecan_10_one , 3_[(2_methoxyetoxy)methoxy]_2_methyl_18,18_bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane , 1,1_bis(3,6,9,12,15,18_hexaoxacyclooctadecane)	4.13
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexanoxacyclooctadeclooctadecane,18,18_bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane , 1,1_bis(3,6,9,12,15,18_hexaoxacyclooctadecane)	3.68
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexanoxacyclooctadeclooctadecane	2.64
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexanoxacyclooctadeclooctadecane	4.34
	(2_methoxyethoxy)(trimethyl)silane silane , (2_methoxyethoxy)trimethyl_(2_methoxyethoxy)trimethylsilane	
	3,3_isopropylidenebis(1,5,8,11_tetraoxacyclotridecane) , 12_[1_methyl_1_(1,4,7,10_tetraoxacyclotridecan_12_yl)ethyl]_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane ,hexanoxacyclooctadeclooctadecane	4.58

Biyoyağ örneklerinin GC-MS analizi - (Devam).

Örnek	Kimyasal Bileşik	Alan
B20	Acetic acid , acetate , ethanoic acid , acetazol , urea , (nh ₂) ₂ co , alphadrate , aqua care , urea , (nh ₂) ₂ co , alphadrate , aqua care	3.07
	2_cyclopenten_1_one,3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 2_cyclopenten_1_one2_methyl_ , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 2_cyclopenten_1_one,3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 2_cyclopenten_1_one2_methyl_ , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 2_cyclopenten_1_one,3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 2_cyclopenten_1_one2_methyl_ , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one	2.11
	Phenol , sodium phenoxide , acid cabolique , anbesol , Phenol , sodium phenoxide , acid cabolique , anbesol	3.68
	Phenol , carbolic acid , bakers p and s liquid and oinment , benzenol	
	P_cresol , m_cresol , o_cresol	2.73
	Benzoic acid , benzoate , sodium benzonate , 210 , Benzoic acid , benzoate , sodium benzonate , 210	2.15
	Tricyclo[6.3.0.0.(2,6)] undecan_10_one , 3_[(2_methoxyetoxy)methoxy]_2_methyl_18,18_bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane , 1,1_bis(3,6,9,12,15,18_hexaoxacyclooctadecane) , octaethylene glycol	7.56
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadeclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadeclooctadecane	10.37
	Tricyclo[6.3.0.0.(2,6)] undecan_10_one , 3_[(2_methoxyetoxy)methoxy]_2_methyl_Heptaethylene glycol monododecyl ether , 3,6,9,12,15,18,21_heptaoxatritriacontan_1_ol	
	[1,2,4]triazolo[1,5_A]pyrimidinium 1,2_dihydro_3,5,7_trimethyl_2_thioxo_ , hydroxide , inner salt , 3,5,7_trimethyl[1,2,4] triazolo[1,5_A]pyrimidinium_2_thiolate 4_hepten_6_yn_2_one , 5_methyl_7_(trimethylsilyl)_ (z)_ , 5_methyl_7_(trimethylsilyl)_4_hepten_6_in_2_one	3.13
	Tricyclo[6.3.0.0.(2,6)] undecan_10_one , 3_[(2_methoxyetoxy)methoxy]_2_methyl_	
	Tricyclo[6.3.0.0.(2,6)] undecan_10_one , 3_[(2_methoxyetoxy)methoxy]_2_methyl_18,18_bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane , 1,1_bis(3,6,9,12,15,18_hexaoxacyclooctadecane)	3.95
	Tricyclo[6.3.0.0.(2,6)] undecan_10_one , 3_[(2_methoxyetoxy)methoxy]_2_methyl_ , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 15_crown_5	2.23
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadeclooctadecane, ethoxy]ethanol	5.74
	N_hexadecanoic acid , N_hexadecanoic acid , tridecanoic acid	7.00
	18,18_bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane , 1,1_bis(3,6,9,12,15,18_hexaoxacyclooctadecane), Heptaethylene glycol monododecyl ether, 3,6,9,12,15,18,21_heptaoxatritriacontan_1_ol	10.26

B2	Acetic acid , acetate , ethanoic acid , acetazol , oxo(thioxo)methane ,	4.62
1	carbon oxide sulfide (cos) , carbon monoxide monosulfide , carbon oxide sulfide urea , (nh ₂) ₂ co , alphadrade , aqua care	
	2_cyclopenten_1_one,3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one ,	2.98
	2_cyclopenten_1_one2_methyl_ , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one ,	
	2_cyclopenten_1_one,3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one ,	
	2_cyclopenten_1_one2_methyl_ , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one ,	
	2_cyclopenten_1_one,3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one ,	
	2_cyclopenten_1_one2_methyl_ , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one	
	Phenol , carbolic acid , bakers p and s liquid and oinment , benzenol	4.64
	Phenol , sodium phenoxide , acid cabolique , anbesol , Phenol , sodium phenoxide , acid cabolique , anbesol	
	P_cresol , p_methylphenyl acetate , o_cresol	2.81
	3_pyridinol , 3_pyridinol , 4_pyridinol	2.46
	18,18_bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane , 1,1	5.65
	_bis(3,6,9,12,15,18_hexaoxacyclooctadecane)	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_	
	hexaoxacyclooctadeclooctadecane, ethoxy]ethanol	
	1,2_benzenediol , pyrocatechol , 0_benzenediol , 0_dihydroxybenzene	8.71
	1,2_benzenediol , benzene_1,2_diol , 1,2_dihydroxybenzene ,	
	1,2_benzenedio , 1,2_benzenediol , benzene_1,2_diol ,	
	1,2_dihydroxybenzene , 1,2_benzenedio	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_	3.35
	hexaoxacyclooctadeclooctadecane,18,18_bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxac yclononadecane , 1,1 _bis(3,6,9,12,15,18_	
	hexaoxacyclooctadecane),ethoxy]ethanol	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_	4.95
	hexaoxacyclooctadeclooctadecane, ethoxy]ethanol , octethylene glycol	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_	2.82
	hexaoxacyclooctadeclooctadecane,18,18_bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxac yclononadecane , 1,1 _bis(3,6,9,12,15,18_hexaoxacyclooctadecane)	
	Furoxan , 4_nitro_3_phenyl_ , 2_oxide ,	4.72
	4_nitro_3_phenyl_1,2,5_oxadiazole 2_oxide	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_	
	hexaoxacyclooctadeclooctadecane	
	1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane , 1,4,7,10,13,16_	
	hexaoxacyclooctadeclooctadecane , octethylene glycol	
	N_hexadecanoic acid , N_hexadecanoic acid , tridecanoic acid	5.60
	, octethylene glycol,2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_[2_[2	4.21
	(2_methoxyethoxy)ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethoxy]ethox y] ethoxy]ethoxy]ethanol	

B2	2_cyclopenten_1_one , 2_cyclopenten_1_one , 1h_imidazole , 4.42	
2	1_methyl_2_cyclopenten_1_one,3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 2.62	
	3_methyl_2_cyclopentenone , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 2_cyclopenten_1_one, 3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 3_methyl_2_cyclopentenone , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one 2_cyclopenten_1_one,3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 2_cyclopenten_1_one , 2_methyl_3_methyl_2_cyclopenten_1_one	
	Ethanimidic acid , ethyl ester , ethyl acetimidate , ethyl ethanimidoate, 10.61	
	Acetic acid , acetate , ethanoic acid , acetazol	
	Tiirane , 2,3_ddihydrothiirene , aethylensulfid , epithioethane	
	2_cyclopenten_1_one, 3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 5.45	
	3_methyl_2_cyclopentenone , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 2_cyclopenten_1_one,3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 3_methyl_2_cyclopentenone , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one	
	Butanoic acid , butanoate , butyrate, butyric acid , Butanoic acid , 2.32	
	butanoate , butyrate, butyric acid	
	2,4_dimethyl_2_oxazoline_4_methanol , 4.65	
	2,4_dimethyl_4_hydroxymethyl_2_oxazoline , 4_oxazolemethanol , 4,5_dihydro_2,4_dimethyl_ (2,4_dimethyl_4 5_dihydro_1,3_oxazol_4_yl)methanol , 5_methyl_2,4_hydro_3h_pyrazol_3_one , 3h_pyrazol_3_one, 2,4_dihydro_5_methyl_ , 2,4_dihydro_5_methyl_3h_pyrazol_3_one , 2_pyrazolin_5_one , 3_methyl_ , Mepivacaine metabolite	
	2(5H)_furanone , .gamma._crotonol_aceone , 2_oxo_2 , 2.68	
	5_dihydrofuran(2_[5H]_furanone) , .gamma._hydroxycrotonoic acid lactone , 2(3H)_furanone , .alpha._crotonol acetone , .alpha._furanone , .beta.,.gamma._crotonolactone	
	2(3H)_furanone , .alpha._crotonol acetone , .alpha._furanone , .delta.,.beta.,.gamma._butenolide	
	2_cyclopenten_1_one , 2_hydroxy_3_methyl , 1,2_cyclopentanedione 4.39	
	,3_methyl_2_cyclopenten_1_one, 2_hydroxy_3_methyl	
	Phenol , methyl_2_pyrrolyl ketone , 2_acetyl pyrrole 3.62	
	1,4:3,6-dianhydro-alpha-d-glucopyranose , 3_aminopiperidin_2_one , 2.38	
	cyclopropanecarboxamide , n_2_methylpropyl	
	4_pyridinol , 3_pyridinol , 3_pyridinol 4.28	
	1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol , 5.40	
	3,4_altrosan , .beta._d_glucopyranose , 1,6_anhydro_ , 2.99	
	anhydro_d_mannosan , levoglucosan , 1,6_anhydro_.beta._d_glucopyranose , d_allose , .beta._d_allose , hexose	
Biyoyağ örneklerinin GC-MS analizi - (Devam).		
Örnek	Kimyasal Bileşik	Alan
B23	2_cyclopenten_1_one , 1H_pyrazole , 3_methyl , 1H_pyrazole , 3_methyl 3.01	
	2_cyclopenten_1_one , 2_methyl_ , 2_methyl_2_cyclopentanone , 2.31	
	2_methyl_2_cyclopenten_1_one	

[illegible]

3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_2_cyclopentanon 2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 2_cyclopenten_1_one , 2_methyl , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one	
Butanoic acid , butanoic acid , pentanoic acid	2.92
1,2_cyclopentanedione , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 2_hydroxy_3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 2_hydroxy_3_methyl	2.04
Phenol , 2_methylpyrazine , methyl_2_pyrrolyl ketone , 2_acetyl pyrrole	6.59
P_cresol , o_cresol , p_methylphenyl acetate	2.72
3_pyridinol , 3_pyridinol , 4_aminopyrimidine	4.35
Octaethylene glycol , Tricyclo[6.3.0.0.(2,6)]undecan_10_one , 3_[(2_methoxyethoxy)methoxy]_2_methyl_	2.93
Silane , (2_methoxyethoxy)trimethyl_ , (2_methoxyethoxy)(trimethyl) silane	
1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol , Tricyclo[6.3.0.0.(2,6)]undecan_10_one ,	5.94
3_[(2_methoxyethoxy)methoxy]_2_methyl_	3.21
18,18_bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane , _bis(3,6,9,12,15,18_hexaoxacyclooctadecane)	1,1
Tricyclo[5.2.2.0(1,5)undec_8_en_11_one,4_[(2_methoxyethoxy)methox y]_5_methyl_ , ethoxy]ethanol, Tricyclo[6.3.0.0.(2,6)]undecan_10_one , 3_[(2_methoxyethoxy)methoxy]_2_methyl_	2.72
ethoxy]ethanol, 18,18_bi_1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclononadecane , 1,1 _bis(3,6,9,12,15,18_hexaoxacyclooctadecane),öhexaoxacyclooctadeclo octadecane	2.75

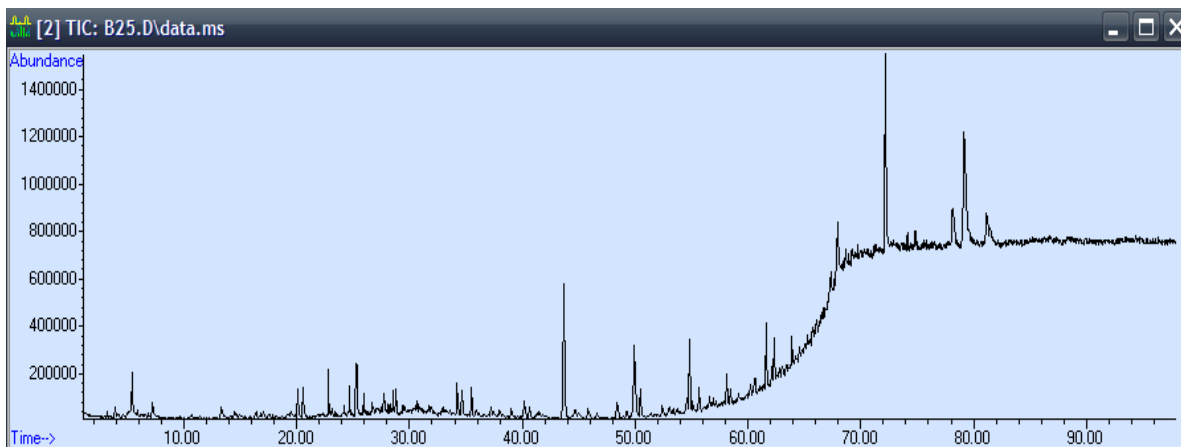
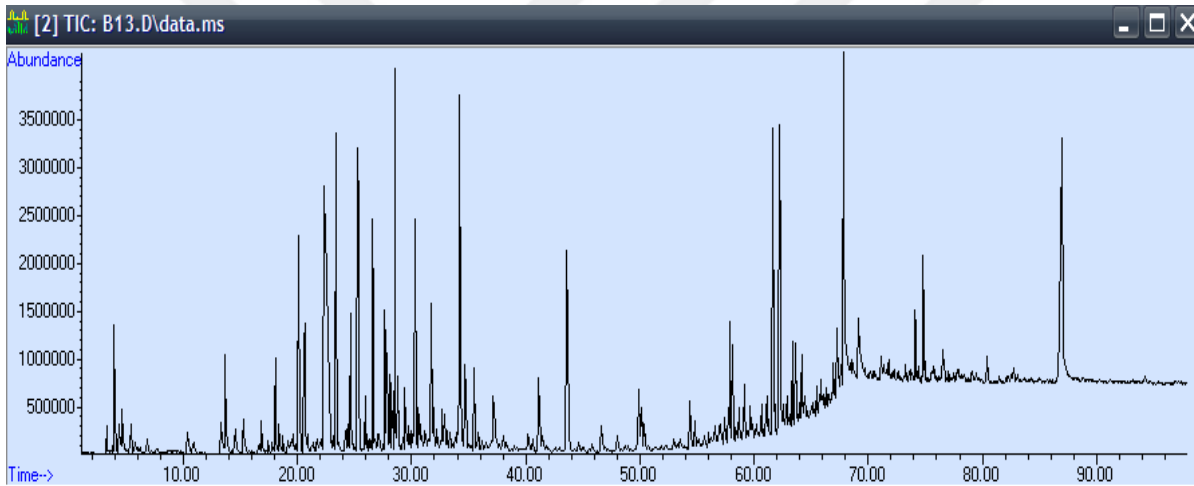
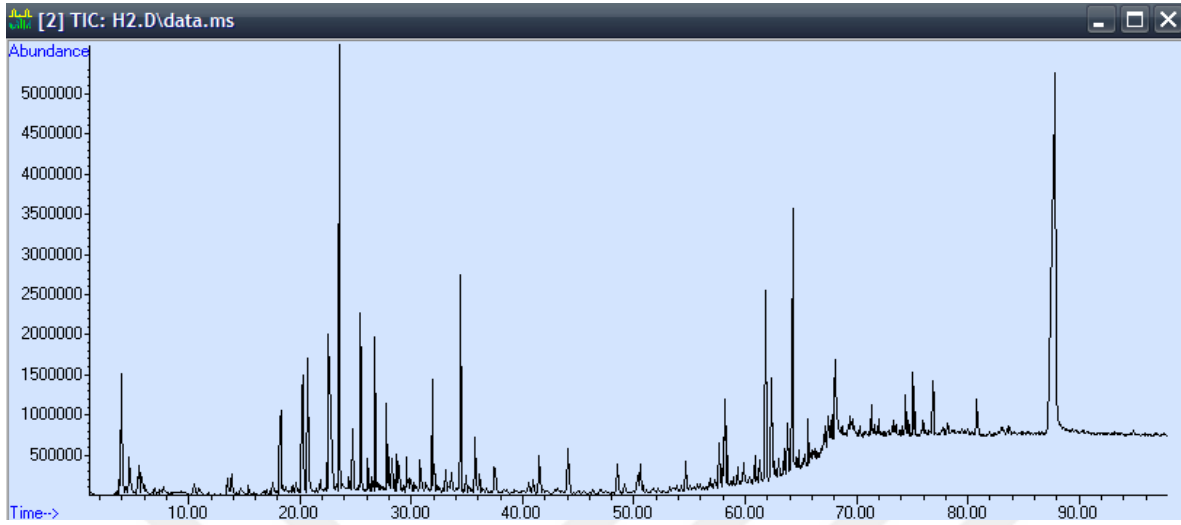
B26

Pyridine , Pyridine , Pyridine ,	2.74
2_cyclopenten_1_one , 2_cyclopenten_1_one , 1H_imidazole , 1_methyl_	4.31
2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 3_methyl_2_cyclopentenone , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_2_cyclopentanon , 2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 2_cyclopenten_1_one , 2_methyl , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , furan , 2,4_dimethyl_ , 2,4_dimethylfuran	3.09
Asetic acid , , ethanoic acid , acetate , acetazol , Thiirane , 2,3_dihydrothiurene , aethylensulfid , epithioethane Hydrazine , 1,1_dimethyl_ as_dim ethylhydrazine , dimazin , dimazine	9.79
2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 3_methyl_2_cyclopentenone ,	6.40

3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 3_methyl_2_cyclopentenone , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 3_methyl_2_cyclopentenone , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one	
Butanoic acid , butanoic acid , pentanoic acid	3.22
Isocrotonic acid , 2_butenic acid , (E)_ , crotonic acid	2.51
1,2_cyclopentanedione , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 2_hydroxy_3_methyl_ , 2_cyclopenten_1_one , 2_hydroxy_3_methyl_	3.09
Phenol , 2_methylpyrazine , methyl_2_pyrrolyl ketone , 2_acetyl pyrrole	3.84
3_pyridinol , 3_pyridinol , 4_pyridinol	6.58
1,2_benzenediol , 1,2_benzenediol , resorcinol	4.29
3,4_altrosan , .beta._d_glucopyranose , 1,6_anhydro_ , anhydro_d_mannosan , levoglucosan , 1,6_anhydro_.beta._d_glucopyranose , d_allose , .beta._d_allose , hexose	2.22
B27	
Asetic acid,ethanoic acid , acetate , acetazol , Thiirane , 2,3_dihydrothiurene , aethylensulfid , epithioethane,Hydrazine , 1,1_dimethyl_as dim ethylhydrazine , dimazin , dimazine	8.76
2_cyclopenten_1_one , 3_methyl_ , 1_methyl_1_cyclopenten_3_one , 3_methyl_2_cyclopentenone , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , propanoic acid , propanoate , propionate , propionic acid , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one 3_methyl_2_cyclopentenon	5.48
Butanoic acid , butanoic acid , ethanimidic acid , ethyl ester	3.47
(2E)_2_butenic acid , 2_butenic acid , , but_2_enoic acid , .alpha._butenoic acid (2E)_2_butenic acid , 2_butenic acid , , but_2_enoic acid , .alpha._butenoic acid , 2_butenic acid , (E)_ , crotonic acid , (E)_ , crotonic acid , (E)_2_butenic acid	2.80
1,2_cyclopentanedione , 3_methyl_2_cyclopenten_1_one , 2_hydroxy_3_methyl_ , 2_cyclopenten_1_one , 2_hydroxy_3_methyl_	2.16
Phenol , methyl_2_pyrrolyl ketone , 2_acetyl pyrrole , 2_methylpyrazine	3.60
Benzeneacetic acid , Benzeneacetic acid , 2_chloroethyl benzoate	6.57
Benzoic acid , 3_methyl_ , m_toluic acid , m_methylbenzoic acid , m_toluylic acid	3.16
2_(.beta._.beta._.beta._trideuterioethyl)pyridine , 2_cyclopenten_1_one , 2,3_dimethyl_ , 2,3_dimethyl_2_cyclopenten_1_one	

1,2_benzenediol , benzene_1,2_diol , 1,2_dihydroxybenzene , 11.2 1,2_benzenedio , brenzkatechin , pyrocatechol, pyrocatechol , 5 0_benzenediol , 0_dihydroxybenzene	
Pentaexacyclopentadecane, 15_crown_5 , 15_crown_5 ether	4.45
Oktaethylene glycol , Heptaethylene glycol monododecyl ether , 2.92 1,4,7,10,13,16_hexaoxacyclooctadecane	
hexaoxacyclooctadeclooctadecane , Oktaethylene glycol ,	4.58
1,4_benzenediol , 2_methyl_ 2_methylbenzene_1,4_diol , 2.08 1,4_benzenediol , 2_methyl , 1,4_hydroxy_2_methylbenzene,3,5_dihydroxytoluene , resorcinol , 5_methyl_,orcin,orcinol,1,3_benzenediol,2_methyl_,toluene_2,6 _diol,1,3_dihydroxy_2_methylbenzene	

EK 2: GC-MS Analiz Spektrumları



ÖZGEÇMİŞ



16.09.1989 tarihinde Khoy-İran’da doğan Mona FARDİNPOOR, 1995-2000 yılları arasında ilk eğitimi tamamlamıştır. Orta öğrenimini 2001-2007 yılları arasında İran’ın Tahran Şehri’nde tamamlayan Mona, 2007-2008 yıllarında ön lisans eğitimi Tahran Şehri’nde tamamlamıştır. 2008 yılında İran’da üniversite sınavına girerek Hakim Sabzevari Üniversitesi’nde Çevre Mühendisliği Bölümüne başlamış ve 2012 yılında mezun olmuştur. 2013 yılında ise Akdeniz Üniversitesi’ne ataması yapılmış, Yüksek Lisans eğitimi için Çevre Mühendisliği programına başlamıştır.

