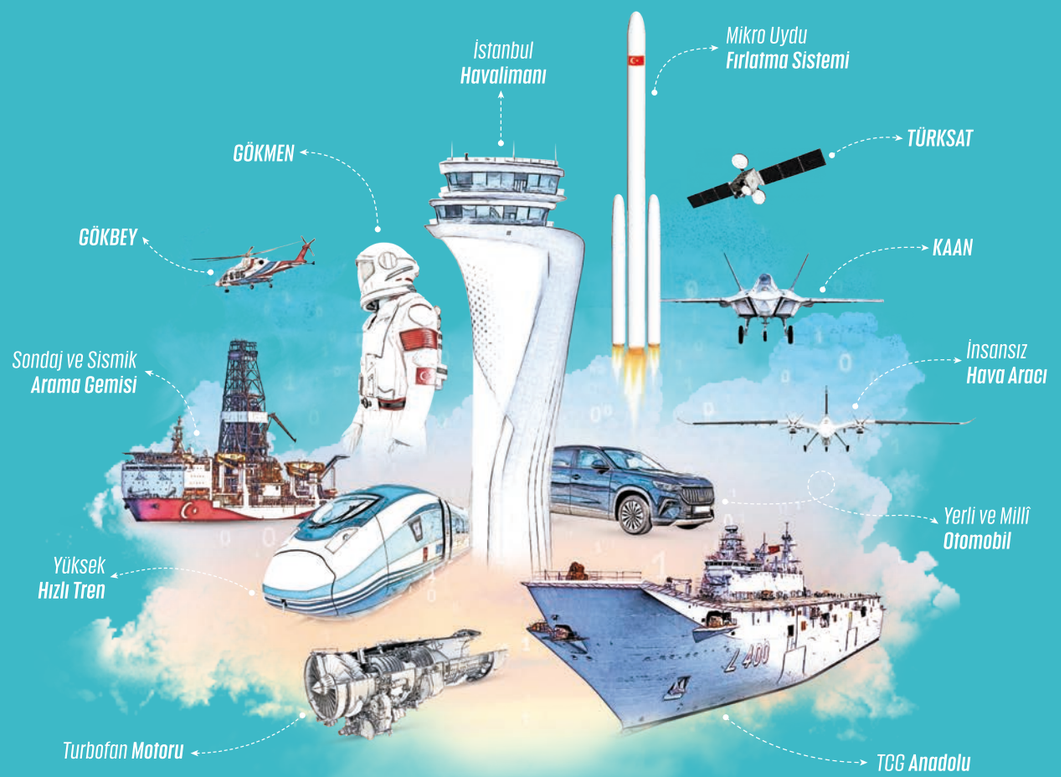
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.

ISBN: 978-975-11-7857-2

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşıması Zorunlu Değildir.

GIDA TEKNOLOJİSİ ALANI **BİTKİSEL YAĞ İŞLEME** 11-12 DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

BİTKİSEL YAĞ İŞLEME



GIDA TEKNOLOJİSİ ALANI

11-12

DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
GIDA TEKNOLOJİSİ ALANI

BİTKİSEL YAĞ İŞLEME

11-12

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Ayşe Sena KORKMAZ
Çağla YAZICI DEMİR
Emel ERKAL
Fatma Sema AKSOY ÖZTÜRK
Hatice SUNMAN SARAYHANOĞLU

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI 9295
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ 2955

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir.
Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

DİL UZMANI
Serap DEĞİRMENCİOĞLU

PROGRAM GELİŞTİRME UZMANI
Emel DOLDUR

REHBERLİK UZMANI
Sümeyye Betül HALLAK

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME UZMANI
Neslihan KOSER

GÖRSEL TASARIM UZMANI
Nazlı ORTAN ÖZGÜR

ISBN: 978-975-11-7857-2

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

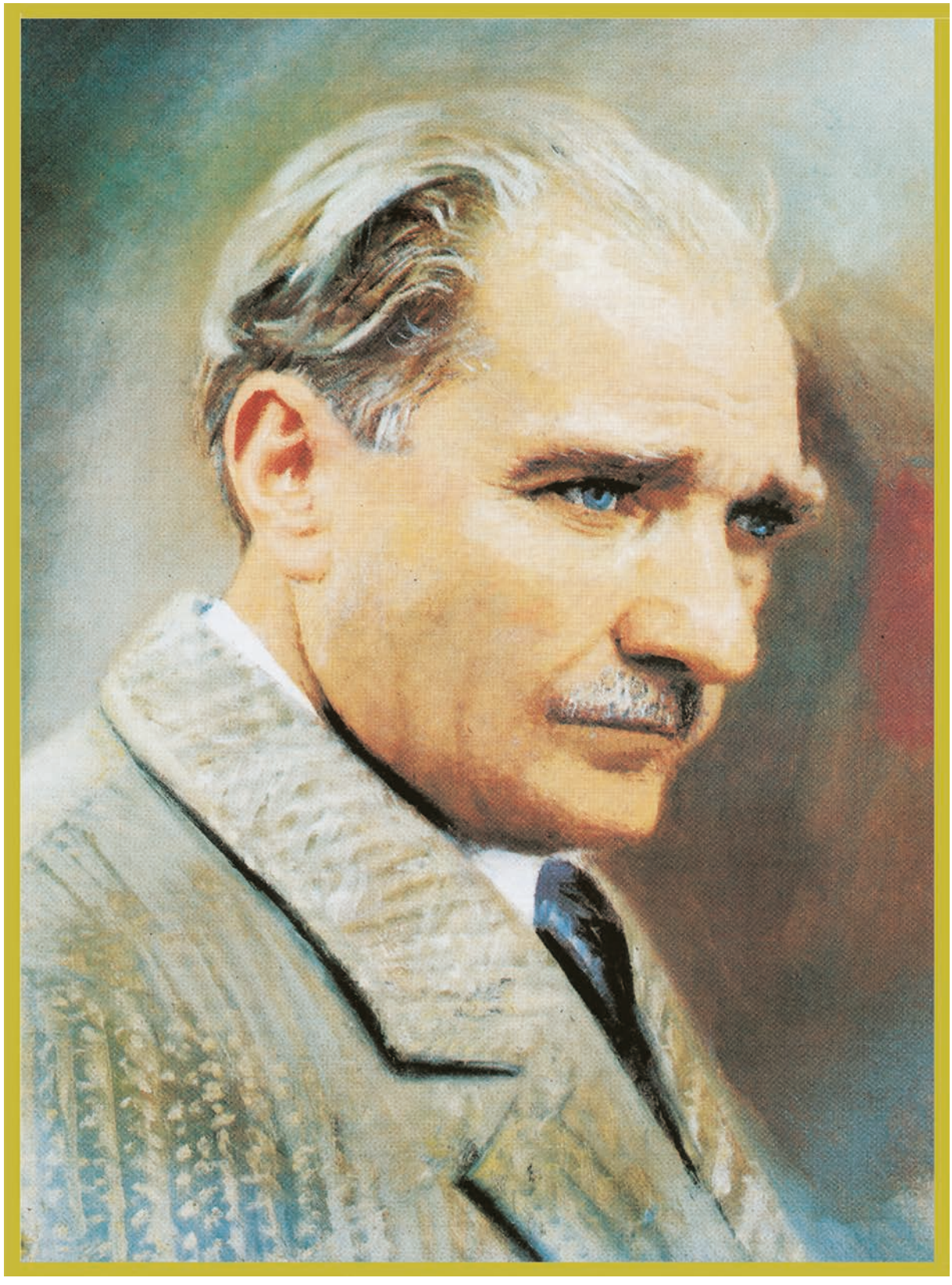
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI 11

1. ÖĞRENME BİRİMİ

BİTKİSEL YAĞ ÜRETİMİ 14

1.1. YAĞLI TOHUMLARA UYGULANAN ÖN İŞLEMLER 16

1.1.1. Bitkisel Yağ Kaynaklarının Sınıflandırılması 16

1.1.2. Bitkisel Yağların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri 17

1.1.3. Bitkisel Yağların Ham Maddeleri 18

1.1.4. Yağlı Tohumların Depolanması 23

1.1.5. Bitkisel Yağ Elde Etmede Ön İşlemler 25

1. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 30

1.2. HAM YAĞIN ELDE EDİLMESİ 31

1.2.1. Pres Yöntemi İle Yağ Elde Edilmesi 31

1.2.2 Çözücü (Solvent) Ekstraksiyonu İle Yağ Elde Edilmesi 32

1.2.3 Prepresyon – Ekstraksiyon Yöntemi İle Yağ Eldesi 37

1.2.4. Ham Yağların Depolanması 38

2. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 40

1.3. HAM YAĞDA RAFİNASYON İŞLEMİ 42

1.3.1. Kimyasal Rafinasyon 42

1.3.2. Fiziksel Rafinasyon 48

1.3.3. Ayçiçeği Yağı Üretimi 48

1.3.4. Mısır Yağı Üretimi 51

3. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 54

1.4. BİTKİSEL KATI YAĞ (MARGARİN) ÜRETİM TEKNOLOJİSİ 55

1.4.1. Margarin Üretiminde Kullanılan Ham Madde ve Yardımcı Maddeler 55

1.4.2. Margarin Çeşitleri ve Özellikleri 58

1.4.3. Margarinin Duyusal, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri 61

1.4.4. Margarin Üretim Aşamaları 62

1.4.5. Hidrojenasyonun Önemi ve İlkesi 66

1.4.6. İnteresterifikasyonun Önemi ve İlkesi 67

4. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 68

2. ÖĞRENME BİRİMİ

ZEYTİNYAĞI ÜRETİMİ 70

2.1. ZEYTİNİ PRESLEME 72

2.1.1. Zeytinin Önemi ve Bileşimi 72

2.1.2. Zeytinyağının Kimyasal Yapısı 75

2.1.3. Zeytinyağının Duyusal Özellikleri 80

2.1.4. Zeytinyağının Fiziksel Özellikleri 86

2.1.5. Zeytinyağı Üretim Aşamaları 86

1. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 112

2.2. ZEYTİNYAĞININ TORTU VE KARASUDAN AYRILMASI 113

2.2.1. Sıvı Fazların Birbirinden Ayrılması 113

2.2.2. Katı (Pirina) ve Sıvı Fazların Birbirinden Ayrılması 114

2.2.3. Zeytinden Elde Edilen Yan Ürünler 117

2.2.4. Filtrasyon 127

2. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 130

2.3. ZEYTİNYAĞINI AMBALAJLAMA VE DEPOLAMA 131

2.3.1. Zeytinyağının Sınıflandırılması 131

2.3.2. Zeytinyağının Kalitesine Etki Eden Faktörler 131

2.3.3. Zeytinyağının Depolanması 133

2.3.4. Zeytinyağının Ambalajlanması 135

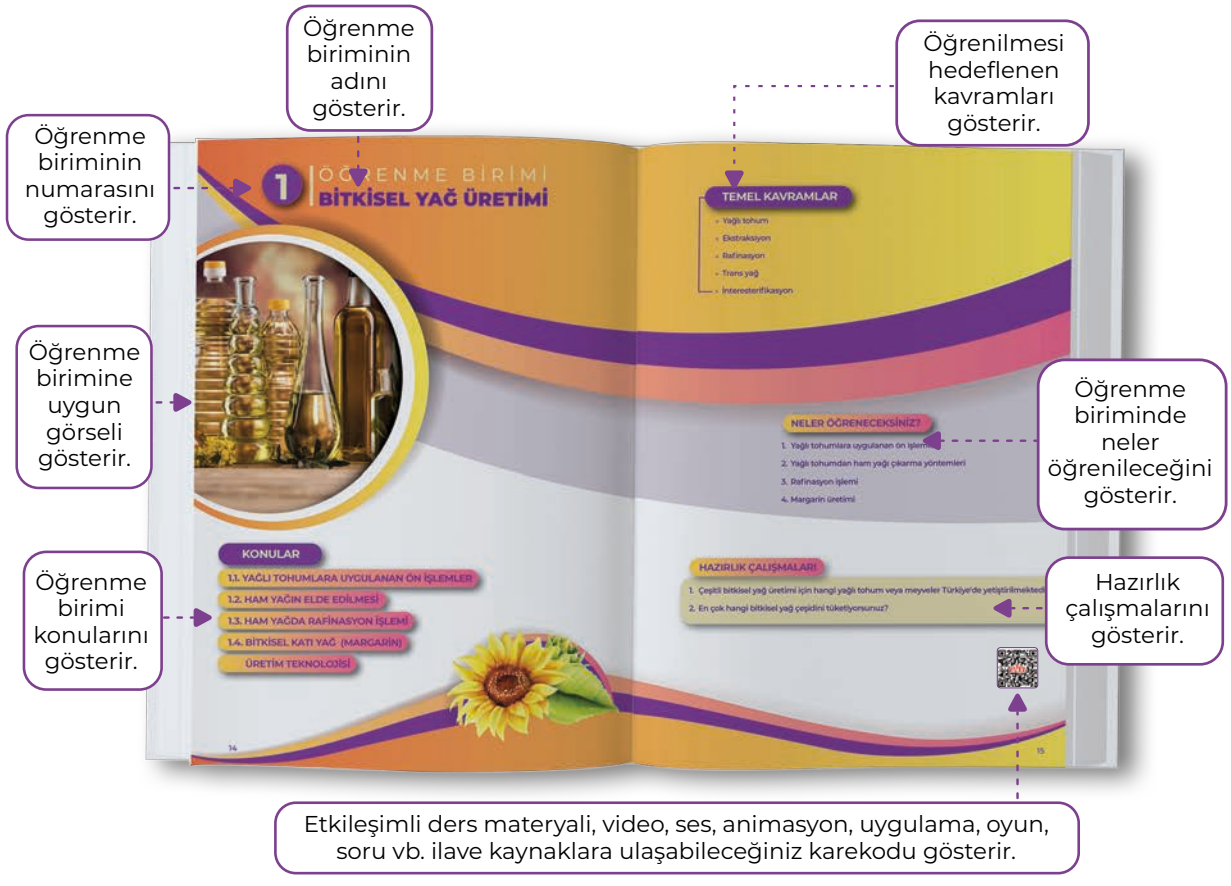
3. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 139

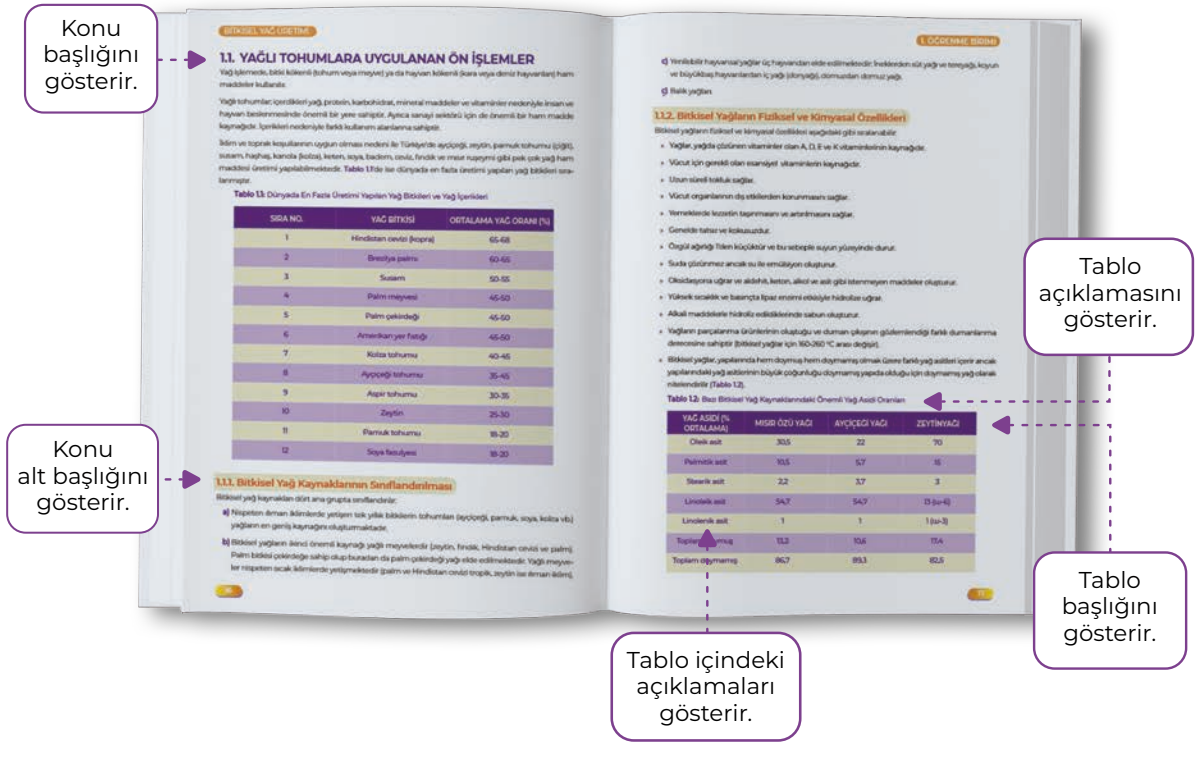
DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ 140

CEVAP ANAHTARLARI 141

KAYNAKÇA 143

DERS MATERYALİNİN TANITIMI





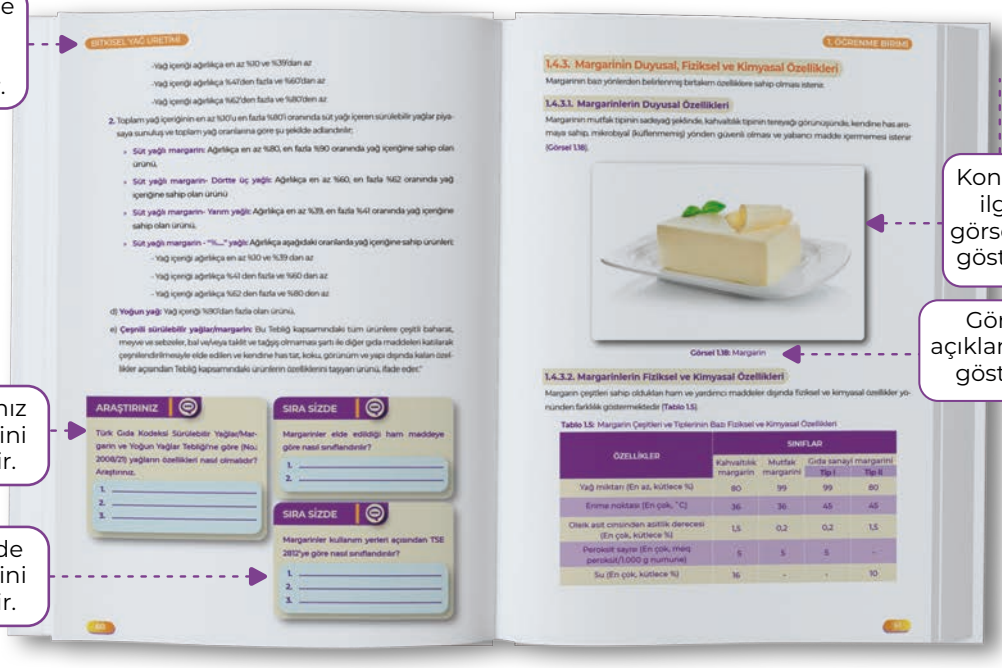
Öğrenme birimi adını gösterir.

Konu ile ilgili görselleri gösterir.

Görsel açıklamasını gösterir.

Araştırınız etkinliğini gösterir.

Sıra sizde etkinliğini gösterir.



Uygulama numarasını gösterir.

Konu ile ilgili şekilleri gösterir.

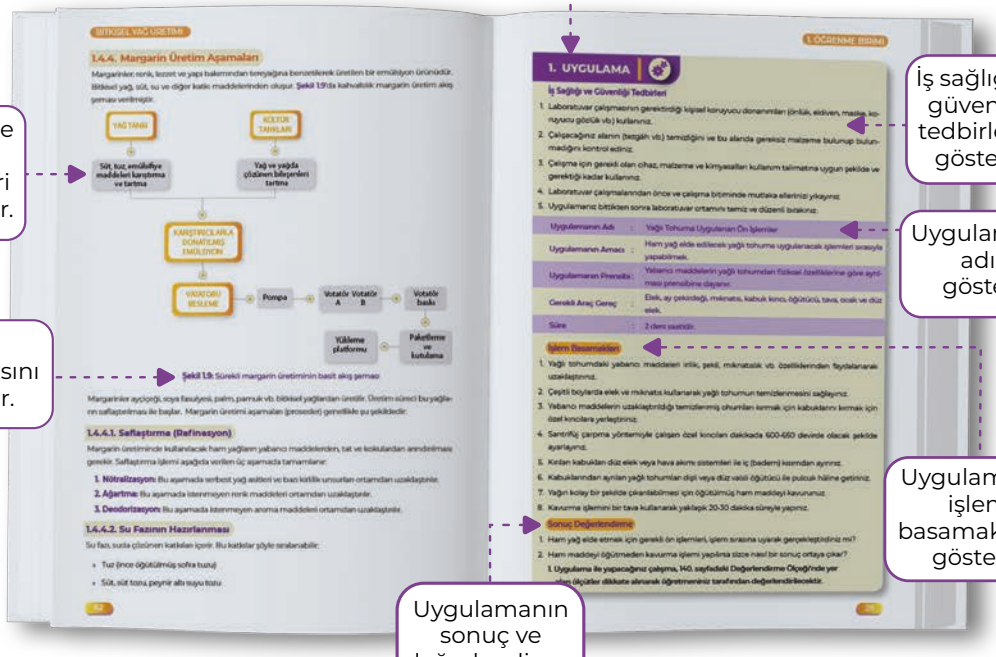
İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini gösterir.

Uygulamanın adını gösterir.

Şekil açıklamasını gösterir.

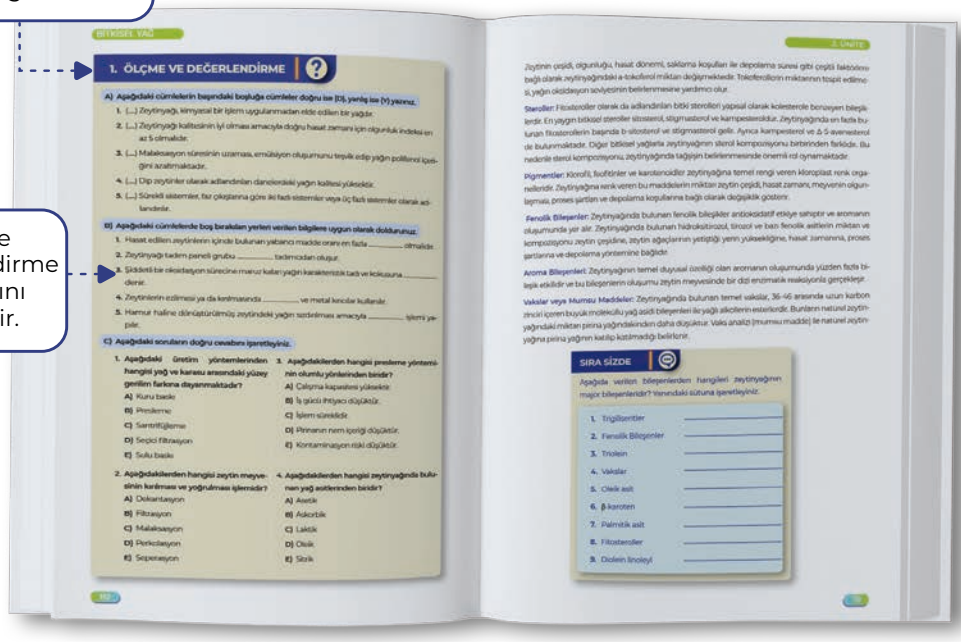
Uygulamanın işlem basamaklarını gösterir.

Uygulamanın sonuç ve değerlendirme bölümünü gösterir.



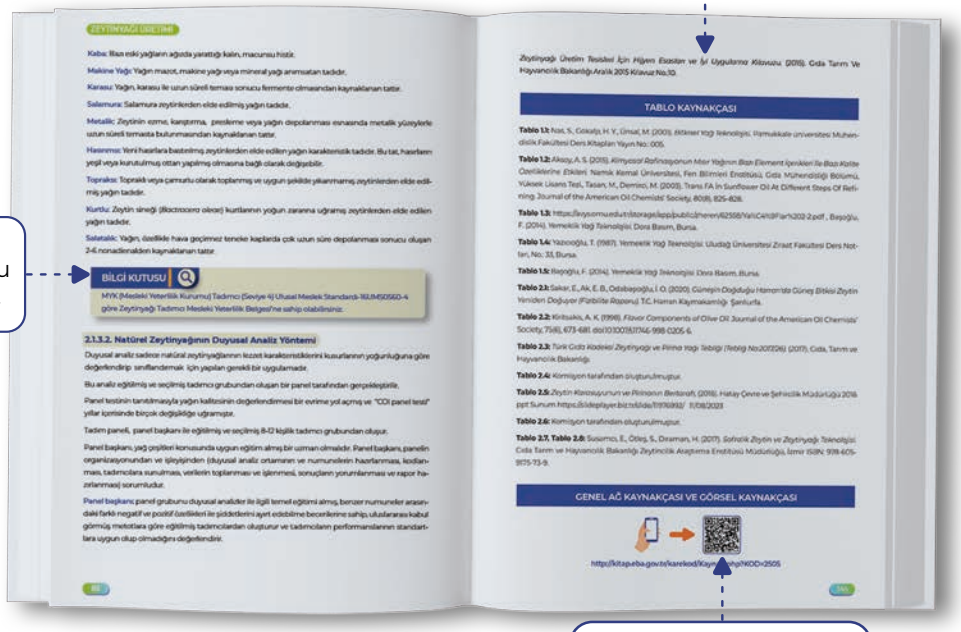
Ölçme değerlendirme numarasını gösterir.

Ölçme değerlendirme sorularını gösterir.



Kaynakçayı gösterir.

Bilgi kutusunu gösterir.



Genel ağ kaynakçası ve görsel kaynakçasına ait karekodu gösterir.

1 ÖĞRENME BİRİMİ
BİTKİSEL YAĞ ÜRETİMİ



KONULAR

1.1. YAĞLI TOHUMLARA UYGULANAN ÖN İŞLEMLER

1.2. HAM YAĞIN ELDE EDİLMESİ

1.3. HAM YAĞDA RAFİNASYON İŞLEMİ

1.4. BİTKİSEL KATI YAĞ (MARGARİN) ÜRETİM TEKNOLOJİSİ



TEMEL KAVRAMLAR

- Yağlı tohum
- Ekstraksiyon
- Rafinasyon
- Trans yağ
- İnteresterifikasyon

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Yağlı tohumlara uygulanan ön işlemler
2. Yağlı tohumdan ham yağı çıkarma yöntemleri
3. Rafinasyon işlemi
4. Margarin üretimi

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Çeşitli bitkisel yağ üretimi için hangi yağlı tohum veya meyveler Türkiye'de yetiştirilmektedir?
2. En çok hangi bitkisel yağ çeşidini tüketiyorsunuz?

1.1. YAĞLI TOHUMLARA UYGULANAN ÖN İŞLEMLER

Yağ işlemede, bitki kökenli (tohum veya meyve) ya da hayvan kökenli (kara veya deniz hayvanları) ham maddeler kullanılır.

Yağlı tohumlar; içerdikleri yağ, protein, karbohidrat, mineral maddeler ve vitaminler nedeniyle insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Ayrıca sanayi sektörü için de önemli bir ham madde kaynağıdır. İçerikleri nedeniyle farklı kullanım alanlarına sahiptir.

İklim ve toprak koşullarının uygun olması nedeni ile Türkiye'de ayçiçeği, zeytin, pamuk tohumu (çiğit), susam, haşhaş, kanola (kolza), keten, soya, badem, ceviz, fındık ve mısır ruşeymi gibi pek çok yağ ham maddesi üretimi yapılabilmektedir. **Tablo 1.1**'de dünyada en fazla üretimi yapılan yağ bitkileri sıralanmıştır.

Tablo 1.1: Dünyada En Fazla Üretimi Yapılan Yağ Bitkileri ve Yağ İçerikleri

SIRA NO.	YAĞ BİTKİSİ	ORTALAMA YAĞ ORANI (%)
1	Hindistan cevizi (kopra)	65-68
2	Brezilya palmı	60-65
3	Susam	50-55
4	Palm meyvesi	45-50
5	Palm çekirdeği	45-50
6	Amerikan yer fıstığı	45-50
7	Kolza tohumu	40-45
8	Ayçiçeği tohumu	35-45
9	Aspir tohumu	30-35
10	Zeytin	25-30
11	Pamuk tohumu	18-20
12	Soya fasulyesi	18-20

1.1.1. Bitkisel Yağ Kaynaklarının Sınıflandırılması

Bitkisel yağ kaynakları dört ana grupta sınıflandırılır:

a) Nispeten ılıman iklimlerde yetişen tek yıllık bitkilerin tohumları (ayçiçeği, pamuk, soya, kolza vb.) yağların en geniş kaynağını oluşturmaktadır.

b) Bitkisel yağların ikinci önemli kaynağı yağlı meyvelerdir (zeytin, fındık, Hindistan cevizi ve palm). Palm bitkisi çekirdeğe sahip olup buradan da palm çekirdeği yağı elde edilmektedir. Yağlı meyveler nispeten sıcak iklimlerde yetişmektedir (palm ve Hindistan cevizi tropik, zeytin ise ılıman iklim).

c) Yenilebilir hayvansal yağlar üç hayvandan elde edilmektedir: İneklerden süt yağı ve tereyağı, koyun ve büyükbaş hayvanlardan iç yağı (donyağı), domuzdan domuz yağı.

ç) Balık yağları.

1.1.2. Bitkisel Yağların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Bitkisel yağların fiziksel ve kimyasal özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Yağlar, yağda çözünen vitaminler olan A, D, E ve K vitaminlerinin kaynağıdır.
- Vücut için gerekli olan esansiyel vitaminlerin kaynağıdır.
- Uzun süreli tokluk sağlar.
- Vücut organlarının dış etkilerden korunmasını sağlar.
- Yemeklerde lezzetin taşınmasını ve artırılmasını sağlar.
- Genelde tatsız ve kokusuzdur.
- Özgül ağırlığı 1'den küçüktür ve bu sebeple suyun yüzeyinde durur.
- Suda çözünmez ancak su ile emülsiyon oluşturur.
- Oksidasyona uğrar ve aldehit, keton, alkol ve asit gibi istenmeyen maddeler oluşturur.
- Yüksek sıcaklık ve basınçta lipaz enzimi etkisiyle hidrolize uğrar.
- Alkali maddelerle hidroliz edildiklerinde sabun oluşturur.
- Yağların parçalanma ürünlerinin oluştuğu ve duman çıkışının gözlemlendiği farklı dumanlanma derecesine sahiptir (Bitkisel yağlar için 160-260 °C (celsius) arası değişir.).
- Bitkisel yağlar, yapılarında hem doymuş hem doymamış olmak üzere farklı yağ asitleri içerir ancak yapılarındaki yağ asitlerinin büyük çoğunluğu doymamış yapıda olduğu için doymamış yağ olarak nitelendirilir (**Tablo 1.2**).

Tablo 1.2: Bazı Bitkisel Yağ Kaynaklarındaki Önemli Yağ Asidi Oranları

YAĞ ASİDİ (% ORTALAMA)	MISIR ÖZÜ YAĞI	AYÇİÇEĞİ YAĞI	ZEYTİNYAĞI
Oleik asit	30,5	22	70
Palmitik asit	10,5	5,7	15
Stearik asit	2,2	3,7	3
Linoleik asit	54,7	54,7	13 (ω-6)
Linolenik asit	1	1	1 (ω-3)
Toplam doymuş	13,2	10,6	17,4
Toplam doymamış	86,7	89,3	82,5

- Bitkisel yağlar yapılarında elzem yağ asitleri içerir.
- Bitkisel yağlar doymamış yağlardır ve farklı bitkisel yağların doymamışlık dereceleri iyot sayısı ile ifade edilir.
- Kısa yağ asidi zincirine sahip doymamış yağlar, uzun yağ asit zincirine sahip doymuş yağlara göre daha düşük erime noktasına sahiptir.

1.1.3. Bitkisel Yağların Ham Maddeleri

İklim ve toprak koşullarının uygun olması nedeni ile Türkiye'de ayçiçeği, pamuk tohumu (çiğit), susam, haşhaş, kanola (kolza), keten, soya, badem, ceviz, fındık ve mısır ruşeymi gibi pek çok yağ ham maddesi üretimi yapılabilmektedir. Ayrıca Türkiye, dünyadaki en önemli zeytin üreticilerindendir. Aşağıda bazı yağlı tohumlar ve bunlardan elde edilen yağlar hakkında bilgi verilmiştir.

1.1.3.1. Ayçiçeği

Türkiye'nin farklı bölgelerinde 1,5 milyon ton civarında ayçiçeği tohumu üretilmektedir. Türkiye'nin bitkisel yağ ihtiyacının %50'si ayçiçeğinden karşılanır. Ayçiçeği tohumundan presyon ve ekstraksiyon işlemleriyle yağ elde edilir (**Görsel 1.1**). Kabuk iç yüzeyindeki zar, mumsu maddelerce zengindir. Bu maddeler, işlem sırasında yağa geçer ve yağda bulanıklığa sebep olur. Bu nedenle ayçiçeği yağına rafinasyon işlemi uygulanır.



Görsel 1.1: Ayçiçeği yağı ve tohumu

Ayçiçeğinin yağ oranı %35-%45 arasında değişir. *Helianthus annuus* bitkisinin tohumundan elde edilen bir yağdır. Ayçiçeği yağının tadı hafiftir, görünüşü açık renklidir. Diğer bitkisel yağlara göre daha çok E vitamini içerir. Düşük miktarda doymuş yağ asidi içeren ayçiçeği yağı tekli doymamış ve çoklu doymamış yağların bir karışımıdır. Orta-oleik, linoleik ve yüksek-oleik olmak üzere üç tip ayçiçeği yağı vardır.

1.1.3.2. Pamuk Tohumu (Çiğit)

Çiğit, yaklaşık %40 oranında lif ve %60 oranında çekirdek içerir. Çekirdek, liflerden ayrıldıktan sonra geriye %20 yağ içeren tohum kalmaktadır. Türkiye'deki çiğit üretimi GAP projesi kapsamında 1,5 milyon

ton civarına yükselmiştir. Çırçır makinelerinden geçen tohum %6-%8 oranında **lint** adı verilen kısa lifler içermektedir. Bu şekilde işlenen tohum, yağ ile toksik etkili ve polifenolik yapılı **gossipol** denilen bir antioksidan madde içerir . Gossipol aynı zamanda pamuk yağı varlığı için bir indikatördür.

Pamuk yağı, koyu renkli (kırmızı-kahverengi) ve kendine özgü tadı ve kokusu olan bir yağdır (**Görsel 1.2**). Pamuk yağı %70 oranında doymamış yağ asitleri içerir. [%18'i tekli doymamış yağ asidi (oleik asit) ve %52'si çoklu doymamış yağ asidi (linoleik asit)].



Görsel 1.2: Pamuk ve pamuk yağı

1.1.3.3. Soya Tohumu

Soya fasulyesi, *Leguminosae* familyasından Glycine max türlerinin tohumlarından elde edilir. Ana vatanı Çin'dir. Soya tohumunun protein içeriği (%39-%45), yağ içeriğinden (%18-%20) daha yüksek olduğundan tekstil ve boya ürünlerinin üretilmesinde de kullanılır.

Soya yağı %4-%11 linolenik, %44-%62 linoleik asit içeriği ile linolenik grubu yağlar arasındadır (**Görsel 1.3**).



Görsel 1.3: Soya ve soya yağı

1.1.3.4. Kolza (Kanola) Tohumu

Haçlıgiller (*Krusifera*) familyasından olan kolza tohumu, en eski yağ bitkisidir (**Görsel 1.4**). Yağ miktarı %30-%45 arasındadır ancak kolza yağında bulunan yüksek erüsik asit (%40-%64) ve tohumda bulunan glikozinolat nedeni ile kolza yağının tüketimi tavsiye edilmez. Kanada başta olmak üzere Kuzey Avrupa ülkelerinde kolza için ıslah çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda yapısındaki erüsik asit oranı %1'in altına düşmüştür. Bu tip yağlara **kanola yağı** denir. Düşük erüsik asitli kanola yağı içindeki en önemli yağ asitleri oleik ve linoleik asittir.



Görsel 1.4: Kolza

1.1.3.5. Mısır

Mısır; *Graminae* familyasından olup tanelerinde nişasta bulunan bir hububattır. Tanedeki yağ, embriyoda ve ruşeymde yer alır. Tanedeki yağ miktarı %3-%6,5 iken embriyodaki yağ miktarı ortalama %50'dir (**Görsel 1.5**). Türkiye'de mısır üretimi, yıllık 6,5 milyon ton civarındadır. Buradan yaklaşık 100 bin ton yağ alınmaktadır.



Görsel 1.5: Mısır ve mısır yağı

Mısır yağı, pişirme işleminde kızartmalık yağ olarak ve margarin üretiminde kullanılır. Son yıllarda bitkisel kaynaklı yağlar içerisinde en çok talep edilen yağ çeşididir. Mısır yağı; %19-%49 oleik asit, %34-%62 linoleik asit içeriği ile oleik-linoleik grubu arasındadır.

1.1.3.6. Fındık

Fındık üreticisi olarak dünyanın önde gelen ülkesi Türkiye'dir. Yıllık üretim 650-700 bin tondur. Fındık, protein ve doymamış yağlar açısından zengindir. Ayrıca önemli miktarda tiamin (B_1 vitamini) ve B_6 vitamini içerir. Yağ oranı %64 civarındadır (**Görsel 1.6**).



Görsel 1.6: Fındık ve fındık yağı

Fındık yağı, fındığın preslenmesiyle elde edilir. Yoğun bir aromaya sahiptir ve pişirme yağı olarak kullanılır. Fındık yağı %71-%91 oleik asit ve %2-%21 linoleik asit içermektedir. Ayrıca fındık yağı kalsiyum ve E vitamini yönünden de zengindir. Fındık yağı çikolata sanayinde kullanılmaktadır.

1.1.3.7. Zeytin

Zeytin meyvesi Akdeniz kökenlidir. Türkiye'de Marmara Bölgesi'nden Gaziantep'e kadar geniş bir üretim alanı bulunmaktadır. Yıllık üretim yaklaşık 1,5 milyon ton civarındadır. Bunun yaklaşık 500 bin tonu sofralık olarak işlenirken 1 milyon tonu yağa işlenir. Türkiye'deki bazı yaygın zeytin türleri şunlardır: Gemlik, Ayvalık (Edremit), memecik, uslu, erkence, saurani, Nizip yağlık ve Kilis yağlık. Zeytin, çeşidine bağlı olarak %15-%35 oranında yağ içerir (**Görsel 1.7**).



Görsel 1.7: Zeytin ve zeytinyağı

Zeytinyağı *Olea europaea* olarak bilinen zeytin ağacı meyvelerinden fiziksel metotlarla elde edilir. Zeytinyağında %65-%85 oleik asit ve %4-%15 linoleik asit bulunur.

1.1.3.8. Palm

Palm yağı, *Elaeis guineensis* olarak bilinen yağlı meyvenin pulp kısmından elde edilir. Yüksek miktarda beta karoten içermesi nedeniyle kırmızımsı bir renge sahiptir. Genellikle pişirme yağı ve margarin bileşeni olarak kullanılmaktadır. Beta-karoteni parçalamak amacıyla yağ, birkaç dakika kaynatılır. Böylece yağ renksiz hâle getirilir. Palm yağı, yüksek oranda doymuş yağ asidi içerir ve oda sıcaklığında yarı katı hâlde bulunur (**Görsel 1.8**)



Görsel 1.8: Palm ve palm yağı

1.1.3.9. Susam

Susam, *Pedaliaceae* familyasının en önemli temsilcisidir. Sesamin, sesamol ve sesamolin gibi doğal antioksidanlar içerir. Susam yağ oranı %44-%55 arasında değişkenlik gösterir. Genellikle presleme yöntemi ile elde edilen bir yağdır. Sıvı yağ olarak tüketilmesinin yanında margarin üretiminde de kullanılır. Susam yağı %35-%46 oleik asit, %35-%48 linoleik asit içerir (**Görsel 1.9**).



Görsel 1.9: Susam ve susam yağı

1.1.4. Yağlı Tohumların Depolanması

Bitkisel yağ işleme teknolojisinin en önemli basamaklarından biri yağlı tohumların depolanması işlemidir. Yağlı tohumların kalitesinin korunması, yüksek verimli ve kaliteli bitkisel yağ üretimi için oldukça önemlidir. Yağlı tohumların biyolojik aktivitesi, hasattan sonra bile çevresel etmenlere de bağlı olarak devam etmektedir.

Bitkisel yağ endüstrisinde ihtiyaç duyulan ham madde, yağlı tohumların hasat edilmesinden sonra 2-3 ay içerisinde temin edilmelidir. Dolayısıyla satın alınan tohumların işlenecekleri zamana kadar bozulmalarını önlemek için en uygun depolama yöntemi seçilmelidir.

Depolanacak yağlı tohumların içindeki yabancı madde miktarı %1'den fazla olmamalıdır. Nem oranı, kritik nem sınırını geçmemelidir. Yani yağlı tohumun çimlenmesine ve bozulmasına neden olacak nem oranının altında olmalıdır. Kritik nem sınırı; ayçiçeği tohumunda %9,5, pamuk çiğidinde %10-%11, soyada %13, kolzada %12'dir.

1.1.4.1. Yağlı Tohumları Depolama Yöntemleri

Yağlı tohumlar, ambar (yığma) tipi ve silo tipi depolama olmak üzere iki şekilde depolanabilir.

Ambar Tipi Depolama

Bu depolama tipinin esası, yağlı tohumların hava ile temas etmesidir. **Görsel 1.10**'da görüldüğü gibi beton bir zemin üzerine ve gerekli ölçülerde (uzunluk, yükseklik ve en) inşa edilmesi gerekir. Zeminden en fazla 2 metre yüksekliğe kadar ham madde yığılır çünkü kızışma ve yangın tehlikesi vardır ancak havalandırma yapılırsa 2-4 metre yükseklikte depolanabilir. Bu depolama tipinde havalandırma yapılarak kızışma kolaylıkla giderilir. Hava sirkülasyonu sebebiyle nem azaltılır. Çürüme ve küflenme başlarsa gözle görülür ve bunun için önlem alınabilir ancak havalandırma için açılan pencere veya hava kanallarından haşere girer.



Görsel 1.10: Ambar tipi depolama

Silo Tipi Depolama

Ambar tipi depolamanın aksine silo tipi depolamada amaç, hava ile teması kesmektir. Ambar tipi depolamanın tam tersidir. Mikroorganizmaların çalışması engellenir ve tohumların enzim aktivitesi durdurulur.

Silolar altıgen, köşe veya daire şeklinde olabilir (**Görsel 1.11**). Tohumların taşınması elevatör sistemi ile gerçekleştirilir. Silolar az yer kaplar. Haşerelere karşı korunaklıdır. Hava rutubetinden etkilenmez ancak silo içindeki ürünler kızışma ve çimlenme başlarsa hemen fark edilemez.



Görsel 1.11: Silo tipi depolama

1.1.4.2. Depolama Sırasında Bozulmaya Neden Olan Etmenler

Yağlı tohumların depolanması sırasında bozulmasına neden olan etmenler iki ana grupta toplanır. Bunlar; fizyolojik (tohuma ait olanlar) ve dış etmenlerdir.

Fizyolojik Etmenler

Tohum ya da meyve hasat edildiği andan itibaren fizyolojik etmenlerin olumsuz etkileri başlar. Solunum, enzimler ve çimlenme olumsuz etmenler olarak görülürken antioksidanlar olumlu bir etmen olarak değerlendirilir.

1. Enzimler: Yağlı tohumlardaki yağın lipaz enziminin hidrolizi sonucu serbest asitlik artmaktadır.

2. Solunum: Tohumda düşük düzeyde bile olsa devam eden solunum, oksijeni kullanarak CO_2 üretir ve yapısındaki karbohidratları (özellikle nişasta) parçalar. Ortaya ısı veren bir reaksiyon meydana gelir. Böylece tarımsal ürünlerde depolanma esnasında **kızışma** olarak adlandırılan olay meydana gelmektedir.

Depolanan tohum yığınlarındaki solunum hızı aşağıdaki özelliklere bağlı olarak değişir:

- Tohumun nem içeriği
- Depo atmosferindeki oksijen ve karbondioksit miktarı
- Sıcaklık
- Zedelenmiş tohum miktarı

3. Çimlenme: Canlılığı devam eden tohum, uygun ortam şartlarında hemen çimlenir. Çimlenmenin başlaması tohumun nem içeriğine bağlıdır. Yüksek nem şartlarında tohumdaki enzimler aktif olur. Dolayısıyla trigliserit molekülleri hidroliz yoluyla parçalanır ve yağdaki serbest asitlik hızla artar.

4. Doğal Antioksidanlar: Oksidatif reaksiyonları engelleyen maddelere **antioksidan** adı verilmektedir. Antioksidanlar, tohum yağının oksijen etkisinde oksidatif yolla bozulmasını önlediği için olumlu bir etmen olarak değerlendirilir. Tohum yağındaki en önemli antioksidan tokoferoldür. Bunun dışında sasemin, gossypol, sesam, sesamol ve sesamolin de doğal antioksidanlardır.

Dış Etmenler

Yağlı tohumlarda bozulmalara neden olan dış etmenler kimyasal ve biyolojik olmak üzere iki ana grupta incelenir:

1. Kimyasal Etmenler: Yağ ham maddelerinin bozulmasında etkili olan kimyasal etmenler su ve oksijendir. Ham maddelerdeki yağ ile kimyasal tepkimelere girmesi sonucunda su ve oksijende bozulmalar meydana gelir.

Su, tohumların çimlenmesine ve mikroorganizmaların faaliyetine neden olur. Ayrıca tohumlardaki yağı kimyasal yolla hidroliz ederek yağın serbest asitliğinin artmasına sebep olur.

Oksijen ise oksidatif bozulma tepkimelerine neden olmaktadır. Özellikle zedelenmiş tohumlarda hava ile temas yüzeyi arttığı için yağın yapısında oksidasyon ürünlerinin oluştuğu oksidatif bozulmalar meydana gelir.

2. Biyolojik Etmenler: Depolanan yağlı tohumların bozulmasında etkili olan biyolojik etmenler; tohumlarda bulunan bakteri, küf mantarları vb. mikroorganizmalar ve depo zararlılarıdır (haşereler).

Mikroorganizmalar, etkisini gösterebilmek için belirli miktarda neme ihtiyaç duyar ve bu tip bozulmalar genellikle enzim aktivasyonu, hidrolitik yağ parçalanması ya da otooksidasyon gibi bozulma şekilleri ile beraber ortaya çıkar. Mikroorganizma kaynaklı bozulmalarda en etkili olan küf, aflatoksin oluşturan *Aspergillus niger*'dir.

Fareler ve çeşitli böcekler depolanan tohumlara zarar verebilir. Tohumları parçalayarak yağın oksidatif ve enzimatik bozulmasına neden olur. Bunu önlemek için ambar / silo sık sık kontrol edilmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır.

1.1.5. Bitkisel Yağ Elde Etmede Ön İşlemler

Yağlı tohumlardan ve meyvelerden yağ çıkararak ham yağ elde etmek için yağa bazı ön işlemlerin uygulanması gerekir. Bunlar; tohumların temizlenmesi, kabukların kırılması ve tohumdan ayrılması, tohum içinin ezilmesi (öğütme) ve tohumların kavrulması işlemleridir.

1.1.5.1. Yağlı Tohumların Temizlenmesi

Yağlı tohum dışında taş, toprak, sap, saman, metal parçalar vb. her türlü yabancı maddenin uzaklaştırılması işlemidir. Yabancı maddeler; irilik, şekil, yoğunluk ve mıknatıslık özelliklerine göre çeşitli ekipman yardımıyla tohumlardan ayrılır.

Elekler: Yağlı tohumlardaki yabancı maddelerin iriliklerine göre (boyut farkı) ayrılmasında elekler kullanılır. Düz elekler ve döner elekler olmak üzere iki tiptir. Düz ve döner elekler, içerdikleri delik çapına göre iki bölüme ayrılır. İlk kısımda yer alan elek çapı yağlı tohumların geçebileceği boyuttadır. Yağlı tohumlardan daha iri yabancı maddeler elek üstünde kalır. İkinci kısımdaki elek çapı ise yağlı tohumların elek üstünde kalmasını sağlar. Yağlı tohumlardan daha küçük yabancı maddeler elek altına geçer.

Triyörler: Yağlı tohumların içerisindeki yabancı maddeleri şekil farkı prensibine dayanarak ayıran ekipmanlara **triyör** denir (**Görsel 1.12**). Triyörler yapısal olarak döner eleklere benzer. Triyörde, döner tambur içine yağlı tohumun giremeyeceği ama şekil farklılığı olan tohum ya da yabancı maddenin girebileceği oyuklar vardır.



Görsel 1.12: Triyör

Pnömatik Ayırıcılar (Aspiratörler): Şekil ve irilik bakımından tohumlardan ayrılamayan yabancı maddeler yoğunluk farkı göz önüne alınarak ayrılır. Bu işlemin prensibi hava akımı ile tohumların yabancı maddeye göre daha uzağa sürüklenmesidir. Toz ve saman gibi yoğunluğu az olanlar en uzağa, yağlı tohumlar orta mesafeye, taş ve metal gibi ağır olanlar en yakın mesafeye sürüklenir.

Mıknatıslı Ayırıcılar: Metal parçalı yabancı maddeler, elek çıkışına yerleştirilen mıknatıs çubuklar ya da elektromanyetik döner mıknatıslar yardımı ile yağlı tohumlardan uzaklaştırılır (**Görsel 1.13**). Bu işlem yapılmazsa metal parçacıklar makinelerde çeşitli arızalara neden olur.



Görsel 1.13: Mıknatıslı ayırıcı

Linterleme Makineleri: Bu makineler sadece pamuk yağı üreten fabrikalarda bulunur. Çiğitte bulunan kısa lif yapılarına **linter** denir. Bu kısa liflerin çiğitten uzaklaştırılması gerekir. Aksi hâlde kısa lifler yağı emerek randımanı düşürür. Linterleme işlemi kimyasal ve fiziksel yöntem ile yapılabilir. Kimyasal yöntemde asit ile muamele söz konusudur. Asit, yağlı tohumdaki linterlerin yakılmasını sağlar ancak bu yanma sonucunda ekonomik değeri olan linter yan ürün olarak kullanılamaz. Ayrıca asit, yağlı tohum ile temas ederek yağ kalitesini de olumsuz etkileyebilir. Bu gibi nedenlerle genellikle fiziksel linterleme işlemi tercih edilir. Fiziksel linterlemede tohumlar linterleme makinesine verilir (**Görsel 1.14**). Makinedeki testere, linterlerin kesilmesini sağlarken fırça, linterin toplanmasını sağlar. Neticede linti alınmış tohum ve lint ayrı kısımlarda toplanır.



Görsel 1.14: Linter makinesi

1.1.5.2. Kabukların Kırılması ve Tohumdan Ayrılması

İşlemlerin temel amacı, yağda kalite kaybını önlemektir. Normal şartlarda tohum kabukları yağ içermez ancak yağlı tohumlara kabuk ayrılmadan presleme işlemi uygulanırsa tanedeki yağ, kabuk tarafından emilir. Tohum kabuğuna geçen yağları geri almak mümkün değildir. Ayrıca kabuktaki mumsu maddeler, renk ve aroma maddeleri de yağa geçeceğinden bu durum yağın kalitesini olumsuz etkiler. Dolayısıyla yağlı tohumdaki kabukların kırılıp iç kısımların kabuktan ayrılması gerekir.

Yağlı tohumlar özel kırıcılarda çarpma yöntemiyle kırılır. Kabuk kırma işleminde dikkat edilmesi gereken en önemli nokta sadece kabukların çatlaması, yani iç kısmında (tanede) zedelenme olmamasıdır. Aksi durumda ezilen ve zedelenen tohumlarda oksidatif bozulma başlamış olur. Kırılan kabuk, bar ve disk soyucular ile tohumdan ayrılır. Keten, haşhaş, kolza, susam gibi tohumlara kabuk kırma ve / veya soyma işlemi tohumlar çok küçük olduğu için uygulanmaz.

Kırılan kabuklar düz elek, hava akımı gibi sistemler yardımıyla tohumdan ayrılır. Ayrılan içte kabuk kalması randımanı düşürür ancak yağ çıkarma yöntemine göre iç kısmına bir miktar kabuk bulunması istenebilir. Ekstraksiyon yöntemi ile yağ çıkarılacaksa kabuk miktarının mümkün olduğunca az olması gerekirken pres yönteminde iç kısım ile bir miktar da kabuk bulunması istenir. Örneğin ayçiçeği yağında bu oran %7-%10'dur. Pres ile yağ çıkarma yönteminde iç ile birlikte bir miktar kabuk bulunması şu sebeplerle istenir:

- Kabuk, levha gibi bir görev görerek presleme işleminde yağın daha kolay çıkmasını sağlar.
- Kabuk, yağın sızmasını önler.

1.1.5.3. Tohumun Öğütülmesi

Tohumun öğütülmesi, yağın çıkarılmasını kolaylaştırmak amacıyla yapılan bir işlemdir. Yağlı tohumların küçük parçalara dönüştürülmesi ezme, öğütme, pul hâline getirme veya ince parçacıklara indirgeme (rolling) şeklindedir. Yağlı tohumların özelliğine göre öğütme işleminde dişli veya düz valsli sistemler kullanılır.

Öğütme işleminin amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Daneyi oluşturan dokuların parçalanmasını sağlar.
- Hücre ve doku içinde hapsedilmiş yağın sızdırılması kolaylaşır.
- Ezme ve öğütme işlemi sonucu yüzey alanı artar. Böylece yağın sızdırılmasına ait yüzey alanı da artmış olur.

Pamuk ve ayçiçeği, üst üste konulan beş valsli bir değirmende kademeli olarak öğütülmektedir. Üsteki iki vals, dişli olup kırma işlemini yapar. Diğerleri ezme valsi olup kırmayı öğütür ve pul hâline getirir. Yapışkan, ince, homojen pulların elde edilmesi için rutubetin fazla olması gerekir (%8-%10). Pullar düşük rutubette kırılır. Bu nedenle kırılmış tohumlara, ezme valslerine getirilmeden önce hafifçe buhar verilir.

1.1.5.4. Tohumların Kavrulması

Yağlı tohumların kavrulması işlemi, ısı uygulanarak tohumun mikroskobik yapıdaki yağa kadar kolayca çıkarılmasını sağlar. Kavurma işlemi sırasında yağlı tohumlarda kimyasal ve fiziko-kimyasal değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimler sonucunda kavurma işleminin faydaları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Tohum yapısındaki mikroskobik zerreler hâlinde dağılmış yağ damlacıkları, sıcaklık etkisi ile büyük damlalar oluşturur ve daha kolay ekstrakte edilir.
- Yağın viskozitesi sıcaklıkla azalır, dolayısıyla akıcılığı artar.
- Tohumda bulunan proteinler koagüle olur ve yağ zerrelerini çevreleyen hücre zarının yağın dışarıya çıkışını kolaylaştıran bir yapıya kavuşmasını sağlar.
- Öğütme işlemi ile hücrelerin parçalanmış zarları kavrulma sonrası gevrek ve kolay parçalanabilir bir yapıya kavuşur.
- Kavurma işlemi ile yağ kümelerinin çevresini saran su uzaklaştırılır. Böylece yağın çözgen ile daha kolay alınması sağlanır.
- Yağ damlacıklarının yüzey gerilimi azalır.
- Tohum sterilize edilmiş olur.
- Enzimler inaktif hâle gelir.
- Tohumdaki nem oranı %4-%5 düştüğünden pres kapasitesi artar.
- Yağlı tohumda bulunabilecek mikroorganizmalar ve pamuktaki gossipol gibi bazı toksinler inaktif hâle getirilmiş olur.

Kavurma işlemi küçük işletmelerde tek katlı tavalarda doğrudan ateşle ısıtılarak gerçekleştirilir. Büyük işletmelerde ise 4-5 katlı ısı yalıtımlı tavalar kullanılmaktadır.

1. UYGULAMA

İş Sağlığı ve Güvenliği Tedbirleri

1. Laboratuvar çalışmasının gerektirdiği kişisel koruyucu donanımları (önlük, eldiven, maske, koruyucu gözlük vb.) kullanınız.
2. Çalışacağınız alanın (tezgâh vb.) temizliğini ve bu alanda gereksiz malzeme bulunup bulunmadığını kontrol ediniz.
3. Çalışma için gerekli olan cihaz, malzeme ve kimyasalları kullanım talimatına uygun şekilde ve gerektiği kadar kullanınız.
4. Laboratuvar çalışmalarından önce ve çalışma bitiminde mutlaka ellerinizi yıkayınız.
5. Uygulamanız bittikten sonra laboratuvar ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Uygulamanın Adı	:	Yağlı Tohuma Uygulanan Ön İşlemler
Uygulamanın Amacı	:	Ham yağ elde edilecek yağlı tohuma uygulanacak işlemleri sırasıyla yapabilmek.
Uygulamanın Prensibi	:	Yabancı maddelerin yağlı tohumdan fiziksel özelliklerine göre ayrılması prensibine dayanır.
Gerekli Araç Gereç	:	Elek, ay çekirdeği, mıknatıs, kabuk kırıcı, öğütücü, tava, ocak ve düz elek.
Süre	:	2 ders saatidir.

İşlem Basamakları

1. Yağlı tohumdaki yabancı maddeleri irilik, şekil, mıknatıslık vb. özelliklerinden faydalanarak uzaklaştırınız.
2. Çeşitli boylarda elek ve mıknatıs kullanarak yağlı tohumun temizlenmesini sağlayınız. Yabancı maddelerin uzaklaştırıldığı temizlenmiş tohumları, kabuklarını kırmak için özel kırıcılara yerleştiriniz.
3. Santrifüj çarpma yöntemiyle çalışan özel kırıcıları dakikada 600-650 devirde olacak şekilde ayarlayınız.
4. Kırılan kabukları düz elek veya hava akımı sistemleri ile iç (badem) kısımdan ayırınız.
5. Kabuklarından ayrılan yağlı tohumları dişli veya düz valsli öğütücü ile pulcuk hâline getiriniz.
6. Yağın kolay bir şekilde çıkarılabilmesi için öğütülmüş ham maddeyi kavurunuz.
7. Kavurma işlemini bir tava kullanarak yaklaşık 20-30 dakika süreyle yapınız.

Sonuç Değerlendirme

1. Ham yağ elde etmek için gerekli ön işlemleri, işlem sırasına uyarak gerçekleştirdiniz mi?
2. Ham maddeyi öğütmeden kavurma işlemi yapılırsa nasıl bir sonuç ortaya çıkar?

1. Uygulama ile yapacağınız çalışma, 140. sayfadaki Değerlendirme Ölçeği'nde yer alan ölçütler dikkate alınarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

1. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (.....) Ambar tipi depolama işleminin esası, yağlı tohumların hava ile temasını kesmektir.
2. (.....) Su ve oksijen, yağ ham maddelerinin bozulmasında etkili olan kimyasal etmenlerdir.
3. (.....) Mısır yağı, pişirme işleminde kızartmalık yağ olarak ve margarin üretiminde kullanılır.
4. (.....) Tohumun öğütme işleminin temel amacı yağda kalite kaybının önlenmesidir.
5. (.....) Yağlı tohumlarda kabuk ayrılmadan presleme işlemi uygulanırsa tanedeki yağ kabuk tarafından emilir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri verilen bilgilere uygun olarak doldurunuz.

1. Çiğitte bulunan kısa lif yapılarına ..... denir.
2. Ayçiçeği yağında bulunan bulanıklığı gidermek için ..... işlemi uygulanır.
3. Hücre ve doku içindeki yağın sızdırılmasını kolaylaştıran işleme ..... denir.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi yağlı tohumların depolama esnasında bozulmasındaki fizyolojik etmenlerden biridir?

A) Çimlenme
B) İlaçlar
C) Mikroorganizmalar
D) Mineraller
E) Vitaminler

2. Yağlı tohumlarda bulunan yabancı maddeleri şekil farkı prensibine göre ayıran aletlere ne ad verilir?

A) Aspiratör
B) Elek
C) Linterleme makineleri
D) Mıknatıslı ayırıcılar
E) Triyör

3. Aşağıdakilerden hangisi tohumlara uygulanan kavurma işleminin faydalarından biri değildir?

A) Enzimler aktif hâle gelir.
B) Tohum sterilize edilmiş olur.
C) Tohumdaki proteinler denatüre olur.
D) Yağ daha kolay ekstrakte edilir.
E) Yağın vizkositesi azalır, akıcılığı artar.

4. Aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Kabuk kırmada en önemli nokta iç kısım zedelenmeden kabukların çatlamasıdır.
B) Mikroorganizma kaynaklı bozulmalarda en etkili küf, Fusarium'dur.
C) Tohum yağında bulunabilecek en önemli antioksidan madde gossypoldür.
D) Tohumlardaki yağın lipaz enziminin hidrolizi sonucu, serbest asitlik artmaktadır.
E) Yağlı tohumları küçük parçalara dönüştürme işlemi ezme, öğütme, pul hâline getirme veya rollngtir.

1.2. HAM YAĞIN ELDE EDİLMESİ

Yağ elde edilmesinde ham madde olan yağlı tohum ve meyvelere uygulanan ön işlemler sıralanmıştır. Kavrulan yağlı tohumlardan ve meyvelerden yağ çıkarılmasında üç yöntem kullanılır:

1. Pres yöntemi (basınç ile)
2. Ekstraksiyon yöntemi (çözücü madde ile)
3. Prepresyon-ekstraksiyon (1 ve 2. yöntemin karışımı) yöntemi

Yağlı tohum ve meyvelerdeki yağ oranına göre bu üç yöntemden uygun olan kullanılır.

1.2.1. Pres Yöntemi İle Yağ Elde Edilmesi

Ham maddedeki yağ oranı %30 ve üzerinde olan yağlı tohumların ham yağa işlenmesinde kullanılır. Yağlı tohumların veya meyvelerin yüksek basınç altında sıkıştırılması sonucu yağ elde edilir. Presleme işlemi ile tohumda bulunan yağın yaklaşık %50- %60'ı alınmış olur. İşlem sonunda esas ürün olarak ham yağ, yan ürün olarak yağı alınmış küspe elde edilir. Genellikle kesikli çalışan hidrolik presler, sürekli vidalı presler kullanılır. Presler çalışma şekillerine göre şu şekilde sınıflandırılır:

» Kesikli çalışan presler

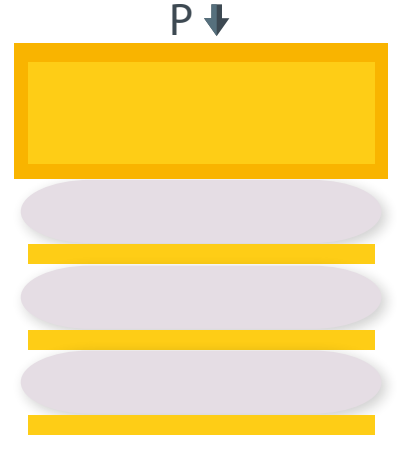
1. Açık presler
2. Kapalı presler

» Sürekli çalışan presler

1. Anderson presleri
2. Rose Downs presleri

1.2.1.1. Açık Presler

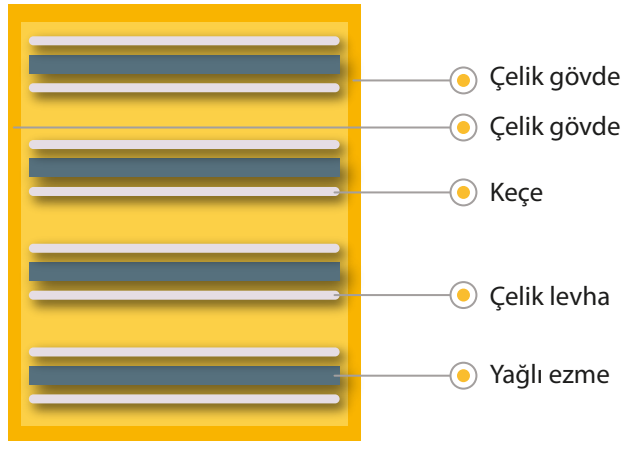
Açık preslerde preslenecek yağlı madde bohça şeklinde kil bezlere sarılır. Her bir bohça arasına hareketli demir levhalar konur (**Şekil 1.1**). Hidrolik pres çalıştırılarak yağ çıkarma işlemine başlanır. Prese basınç uygulandığında çıkan yağ önce pres bezine ardından bölmelerin kenarlarına doğru hareket ederek aşağıda toplanır. Kenar kısımlarda kalan küspede yağ kaldığından bu kısımlar yeniden prese verilir. Hidrolik veya helezonlu sistemlerle çalışan presler arasındaki ham madde yüksek basınçla sıkılır ve yağ çıkarılır.



Şekil 1.1: Açık preslerin çalışma şekli

1.2.1.2. Kapalı Presler

Lif içeriği az, yağ oranı fazla olan yağlı tohumlar için tercih edilir. Kapalı presler süzgeçli preslerdir. Preslenecek tohumlar delikli süzgeç şeklindeki silindirler içine konur (**Şekil 1.2**). Keçe, yağ için iyi bir geçirgen olduğundan yağ, keçeden levha boyunca deliklere doğru akar. Kapalı preslerin verimi açık preslere göre fazla mukavemetten dolayı daha azdır.



Şekil 1.2: Kapalı preslerin çalışma şekli

1.2.1.3. Sürekli Çalışan Presler

Ayçiçeği, soya, keten tohumu, çiğit ve yer fıstığının mekanik ekstraksiyonunda sürekli presleme sağlayan presler kullanılır. Sürekli (kontinü) preslerde işçilik daha azdır. Bu preslerde sıkma işlemi daha etkili olduğu için ham maddeden elde edilen yağ daha fazladır. Sürekli çalışan sistem olduğundan yağın ısınması söz konusu olur. Bu nedenle sürekli çalışan preslerde soğutmayı sağlayan kısımlar da bulunur (**Görsel 1.15**).

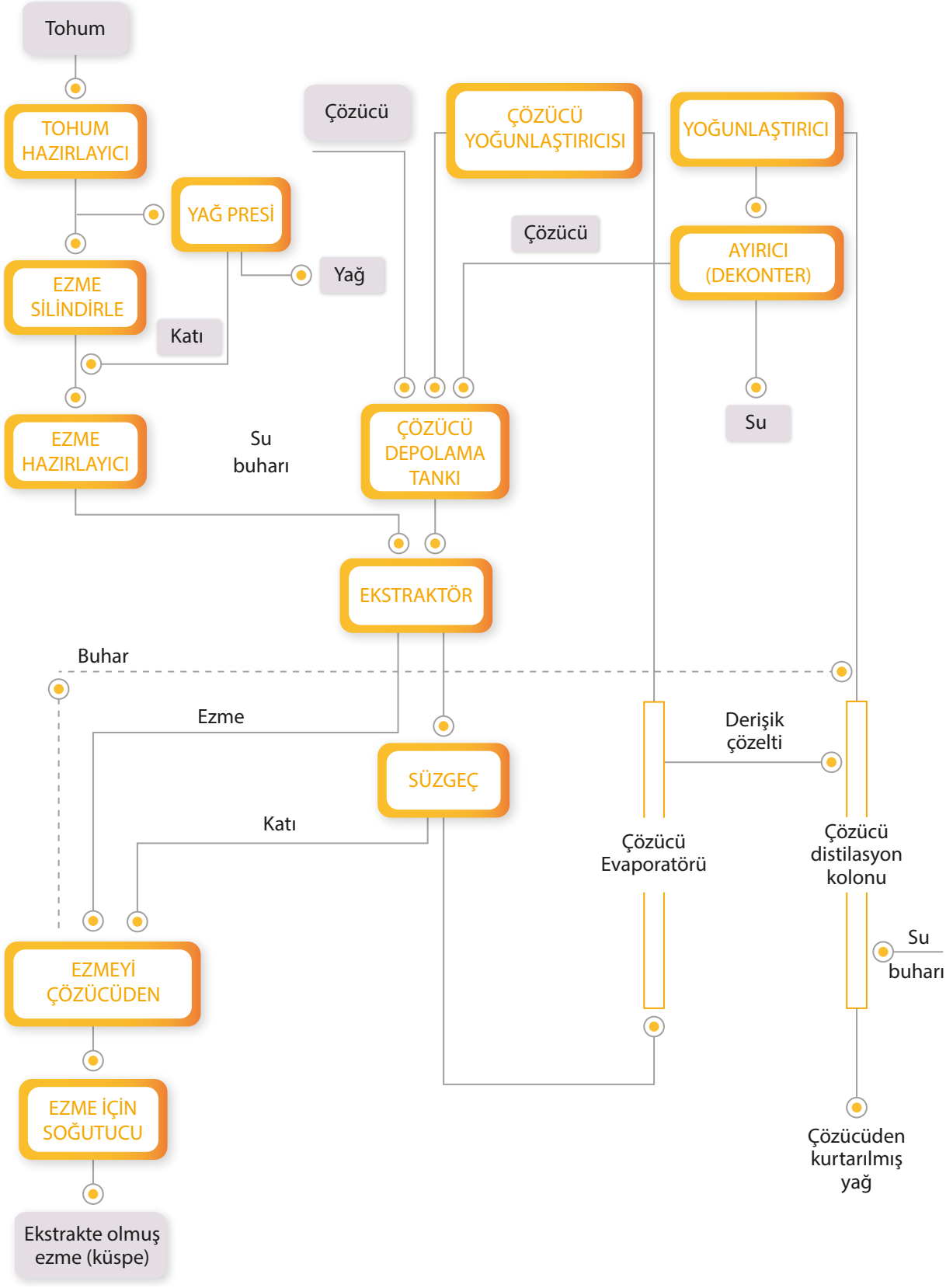


Görsel 1.15: Soğuk pres ile yağ eldesi

1.2.2. Çözücü (Solvent) Ekstraksiyonu İle Yağ Elde Edilmesi

Ham maddedeki yağ oranı %20 ve altında ise ekstraksiyon yöntemi kullanılır. Çözücü ekstraksiyonun temeli; yağın, içinde çözündüğü bir organik çözücü ile yağlı tohum küspesini muamele edip yağın çözücüye geçmesini sağlamaktır. Sonra solvent (çözücü) süzülerek ayrılıp uçurulur ve geriye ham yağ

kalır. Ekstraksiyon, süzme, ayırma, yoğunlaştırma, evaporasyon, distilasyon gibi işlem basamakları ile solvent ekstraksiyonu tamamlanır (**Şekil 1.3**).



Şekil 1.3: Yağlı tohumlardan yağ ekstraksiyonu işlem akış şeması

Günümüzde ekstraksiyon yöntemiyle yağ çıkarma işlemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Hidrolik preslerden elde edilen küspelerde %5-%6 oranında yağ kalmakta iken çözücü ekstraksiyonunda küspede kalan yağ miktarı %1 civarındadır. Soya ve çiğit gibi yağ oranı düşük olan yağlı tohumlardan yağ elde etmede bu yöntem daha da fazla önem arz eder.

Bu yöntemin avantajı yağlık ham madde, ekstraksiyon işlemi öncesinde hiç kavrulmaz ya da çok az bir ön ısıtmaya tabi tutulur. Böylece hem yağın hem de küspenin ısı nedeniyle gördüğü zarar en aza indirgenir.

Dezavantajı tesisin kurulumunun çok maliyetli olmasıdır. Çözücüler yanıcı ve patlayıcı özellikte olduğundan yangın, patlama vb. olasılıklar yüksektir.

1.2.2.1. Çözücüler (Çözgen) ve Özellikleri

Yağ endüstrisinde çözücü olarak birçok organik madde kullanılmaktadır. Çözücülerde bulunması gereken özellikler şöyle sıralanabilir:

- Çözgen, ham maddeye uygun seçilmeli ve yağdan başka maddeyi çözmemelidir.
- Çözgen, yağ ve küspe ile tepkimeye girmemelidir.
- Çözgen, yanıcı ve patlayıcı olmamalıdır.
- Çözgenin kaynama noktası düşük olmalıdır (Tablo 1.3.).
- Çözgenin kendisi ve buharı zehirli olmamalıdır.
- Çözgen ucuz olmalıdır.
- Çözgen ham maddeye kolay nüfuz etmeli, kolay buharlaşmalı, yağda ve küspede kötü koku ve tat bırakmamalıdır.
- Çözgenin viskozitesi düşük olmalıdır.
- Çözgenin donma noktası 0 °C'un altında olmalıdır.
- Çözgen, elde edilen yağda kalıntı bırakmamalıdır.

Tablo 1.3: Bazı Çözücüler ve Onlara Ait Kaynama Noktası Dereceleri

ÇÖZGENLER	KAYNAMA NOKTASI (°C)
Etanol	78
n- pentan	30-59
n- hekzan	63-70
n- heptan	88- 98
Eter	35
CS_2	46,5
Aseton	56
Benzen	80

Kullanılan başlıca çözgenler şöyle gruplandırılabilir:

- Karbon sülfür (CS_2)
- Hidrokarbonlar (n-pentan, n-hekzan, n-heptan)
- Halojenli hidrokarbonlar (trikloretilen)
- Alkoller
- Küçük moleküllü gaz formundaki hidrokarbonlar
- Süper kritik akışkanlar

Hidrokarbonlar, küspeden ve miselladan kalıntı bırakmadan uzaklaşabilmektedir. Maliyeti düşüktür ancak yanıcı, patlayıcı ve kükürt içeren toksik etkiye sahiptir. Hidrokarbon buharını solumak, solunum yolu hastalıkları, felç gibi rahatsızlıklar meydana getirir. Ayrıca havadan daha ağır olduğu için işletmede gazın biriktiği yerlerde patlamalara neden olabilir. Günümüzde en yaygın kullanılan yağ çözücü hekzandır. Hekzan, kaynama noktası 64-68 °C olan yanıcı bir madde olduğu için kullanım esnasında dikkatli olunmalıdır. Pres yönteminde olduğu gibi kesikli ve sürekli çalışan sistemlerle ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilebilir. Ekstraksiyon işlemi sonunda evaporatör sistemleri vasıtasıyla kaynama derecesi farkından yararlanarak ham yağ ve hekzan birbirinden ayrılır.

Yağ endüstrisinde uygun fiyat, kolay bulunabilme ve yüksek yağ çözünürlüğü özelliklerine sahip olmasından dolayı kullanılan diğer bir çözücü madde karbon sülfürdür (CS_2) ancak hoş olmayan kokusu ve yüksek derecede yanıcı olması düşük kaynama noktalarına sahip hidrokarbon türevlerinin kullanılmasına yol açmıştır.

Trikloretilen ($ClCH=CCl_2$) yanıcı olmaması nedeniyle yağ endüstrisinde yaygın olarak kullanılmıştır. Kaynama noktası düşük olduğu için çözücü kaybı da az olur ancak ortaya çıkan buharın işçileri olumsuz etkilemesi ve küspede bıraktığı kalıntıların "düren hastalığı"na sebep olması nedeniyle artık kullanılmamaktadır. Perkloretilen, karbontetraklorür, kloroform, dikloretan diğer halojenli hidrokarbonlardan bazılarıdır. Tüm halojenli hidrokarbonlardan yüksek sıcaklık ve oksijen etkisiyle savaş gazı olarak bilinen "fosgen" meydana gelmektedir.

BİLGİ KUTUSU

Düren Hastalığı: Sığırlarda vitamin yetersizliği, aşırı güçsüzlük ve yorgunluk belirtilerinin görülmesidir.

Alkoller (etanol, izopropil alkol vb.) pek yaygın olmasa da bazı ülkelerde çözgen olarak kullanılmaktadır. Alkollerin sıcakken yağ ile oluşturduğu karışım, soğuyunca yağ ve alkol fazlarına kendiliğinden ayrılır. Dolayısıyla diğer çözgenlerdeki gibi destilasyon işlemine gerek olmaz. Alkollerin yağı çözme özelliği içerdiği su miktarı ile ters orantılıdır.

Gaz formundaki propan, etan, bütan gibi hidrokarbonlar ve CO_2 gibi inert gazların uygun basınç ve sıcaklık altında sıvılaştırılması sonucu "süper kritik akışkan" denilen sıvı çözgenler elde edilmiştir. Ne kadar basınç uygulanmış olsa da gazların sıvılaştırılamadığı bir sıcaklık derecesi vardır. Süper kritik akışkanların yoğunluğu ve yayılma değerleri, sıvılara daha yakındır. Viskozite değerleri ise gazlara daha ya-

kındır. Farklı basınç ve sıcaklık uygulaması ile süper kritik akışkanlar istenilen özelliklerde ayarlanabilir ve yoğunlukları değiştirilebilir. Son zamanlarda uygulanan bu teknikle yağda vitaminler dâhil olmak üzere pek çok bileşen korunmaktadır. Günümüz gıda endüstrisinde kullanımı gittikçe yaygınlaşmıştır..

1.2.2.2. Ekstraktör Tipleri ve Özellikleri

Yağlı bir ham maddenin ekstraksiyonu için gıda sanayinde çeşitli ekstraktörler kullanılır. Ekstraktörler aşağıdaki gibi gruplandırılmıştır:

- Kesikli (batch) ekstraktörler
- Sürekli çalışan presler
  1. Perkolasyon tipi ekstraktör
  2. İmmersiyon tipi ekstraktör

Kesikli (Batch) Ekstraktörler

Bu tip ekstraktörler; küçük işletmelerde ve eczacılıkta kullanılan yağlarda, presleme sonucu arta kalan küspede, renk açma toprağında kalan yağı alma işleminde ve rendering işleminden kalan atıklardaki yağı almak için kullanılır.

Bu ekstraksiyon sistemi dört bölümden oluşur. Bunlar; ekstraktör, destilatör, kondensatör ve toplama kabıdır. Yağlı ham madde ekstraktöre yerleştirilir, toplama kabı veya kondensatörden çözücü gönderilir ve ısıtılır. Uçan çözücü buharı kondensatörde yoğunlaşır, toplama kabına gider, sudan ayrılır ve tekrar ekstraktöre geçer. Ham maddedeki yağ oranı %1'e düşünce "misella" diye adlandırılan yağ + çözücü karışımı destilatöre gönderilir ve çözücü uzaklaştırılır. Buharlaşan çözücü kondensatörde yoğunlaştırılır ve tekrar kullanılır. Prensip olarak laboratuvarda uygulanan soxhelet yöntemine benzemektedir.

Sürekli (Continuous) Ekstraktörler

Sürekli çalışan ekstraktör sisteminde çözgen ve yağlı ham madde, ters akım prensibine göre ve belli bir hat boyunca sürekli temas ettirilir. Devamlı yağlı tohum ezmesi girişi yapılır ve diğer taraftan yağı alınmış küspe çıkar. Bununla beraber uygun bir çözücü kullanılarak yağca doymuş misella alınır. Ekstraksiyon cihazı sağlam ve kullanışlı olmalıdır. Bakımı kolay ve emniyetli olmalıdır. Ekstraksiyon işleminde yağlı ham madde fazla ufalanmamalı ve misellayı bulandırmamalıdır.

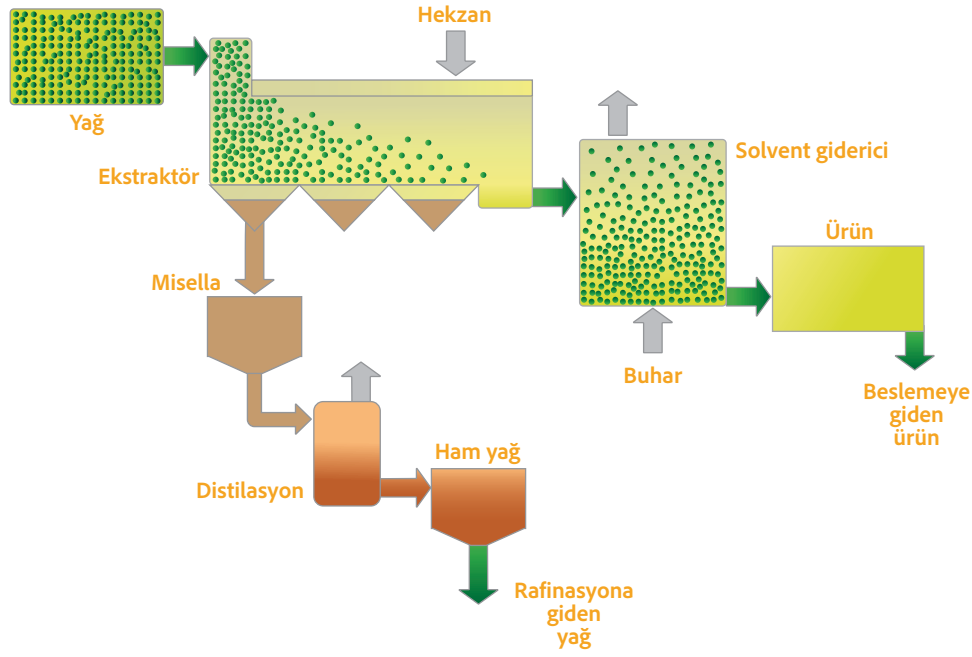
Sürekli çalışan ekstraktörler prensip olarak şu iki sisteme dayanır:

- Perkolasyon tipi ekstraktörler (dönme dolap, basket tip ve rotosel ekstraktör)
- İmmersiyon tipi ekstraktörler (bant sistemli ekstraktörler)

Perkolasyon tipi ekstraktörlerde yağlı ham madde, hareket eden bir kap içindedir. Çözücü madde devamlı olarak bunun içinden geçer. Burada aynı ve zıt yönlü akım uygulanır. İmmersiyon tipi ekstraktörlerde ise madde, çözücü içinden zıt akımla geçirilir.

Her iki ekstraktör tipinin avantaj ve dezavantajları vardır. Perkolasyon tipinde misella, delikli bir kapta bulunan yağlı materyal içinden geçeceği için süzülmüş olur. Berraktır ve ayrı bir süzme işlemi gerekmez. Çözücünün maddeye geçişinde maddenin belli bir tanecik büyüklüğünde ve şeklinde olması

istenir. İmmersiyon tipinde misella bulanıktır (**Şekil 1.4**). Dolayısıyla süzülmesi gerekir. Tanelerin belli bir büyüklükte ve şekilde olmasına gerek yoktur. İnce tanecik yapısında bile olabilir.



Şekil 1.4: İmmersiyon tipi ekstraksiyon

Ekstraksiyon işleminin sonucunda "misella' ve 'küspe" olarak adlandırılan iki ürün elde edilir.

Misella esas istenilen ana maddeyi taşıdığı için önemlidir. Evaporasyon işleminden önce filtre edilir. İçindeki istenmeyen maddeler ayrılır. Böylece evaporasyonla bu maddelerin yağa karışması ve yağın rengini değiştirmesi engellenir.

Küspe (yem) ise fabrika için yan gelirdir ancak küspenin kullanılabilmesi için çözücünün uzaklaştırılması gerekir. Bu işlemde "toaster" denilen cihazlar kullanılır.

1.2.2.3. Çözücünün Geri Kazanılması

Kullanılan yağ elde etme yöntemlerinde ham maddeye hekzan eklenerek misella elde edilir. Misella ilk olarak süzülür ve içindeki katı parçacıklardan ayrılır. Sonra çeşitli destilatörlerden geçirilerek yağ miktarı %20-%25'ten %50'ye çıkarılır. Misella önce vakumlu film evaporatörde %90-%95 yağ içeriğine, ardından vakumlu plakalı ısıtıcılarda %100 yağ içeriğine kadar konsantre edilir. Böylece elde edilen yağda hiç hekzan kalmaz.

Ekstraktörden ayrılan küspelerde ise %25-%40 oranında çözücü kalır. Çözücünün küspeden uzaklaştırılabilmesi için pişirici ya da kavurucu sistemlerden faydalanılır.

1.2.3. Prepresyon–Ekstraksiyon Yöntemi İle Yağ Eldesi

Yağ sanayinde pek çok fabrikada uygulanan ve yağ oranı yüksek ham maddelerde en çok tercih edilen yöntem, prepresyon-ekstraksiyon yöntemidir. Örneğin yağ oranı %40 olan ham maddenin önce presyon ile yağı çıkarılarak yağ miktarı %20'nin altına indirilir ve ardından ham maddeye ekstraksiyon yöntemi uygulanır. Uygulanan bu iki aşamalı yöntem hem yüksek verim sağlar hem de ekonomiktir.

Ön-preslemeli çözgen ekstraksiyonu da denilen bu yöntemin temel prensibi, yağlı tohumlardaki yağın bir kısmının expeller presler yardımı ile alınması ve geri kalan yağın ise organik çözücüler kullanılarak ekstrakte edilmesidir. Ön-presleme işleminden sonra küspede yaklaşık %15–%18 oranında yağ kalmaktadır. Küspe doğrudan solvent ekstraksiyonundaki gibi çözücü ile muamele edilmektedir. Böylece küspede sadece %0,5-1 oranında yağ kalana kadar yağın ayrılması sağlanır.

Presleme ve solvent ekstraksiyonu ile elde edilen yağlar rafinasyon işlemine alınmadan önce genellikle karıştırılır. Bu sistemin kullanılmasıyla preslemenin kapasitesi artar ve doğrudan çözücü muamelesinden daha az miktarda çözücü kullanılır.

1.2.4. Ham Yağların Depolanması

Zeytinyağı hariç diğer yağların yemeklik olarak tüketilmesi için mutlaka rafine edilmesi gerekir. Üretim tesisinde hepsi işlenmeyen ya da artan ham yağ, en iyi şartlarda en az kayıpla depolanmalıdır. Depolama süresi uzadıkça meydana gelecek kayıpları azaltmak için çeşitli önlemler alınmalıdır. Örneğin yağ içinde bulunan tohum parçacıkları filtre veya santrifüj edilerek alınmalıdır. Eğer alınmazsa tohumun içerdiği enzimler yağdaki asitliğin yükselmesine neden olur. Ayrıca su ve tohum parçacıklarının içerdiği proteinli bileşikler de mikroorganizma gelişimine uygun bir ortam oluşturur. Ham yağın içindeki su uzaklaştırıldığı zaman hidrolitik bozulma önlenir ve asitlik yükselmez. Ham yağlar doğal olarak çeşitli oranlarda antioksidan maddeler içerir. Bu maddeler de oksidatif reaksiyonlara karşı stabil olmalarını sağlar ancak ham yağ eldesine kadarki süreçte kayba uğrar.

Ham yağın uzun süre depolanabilmesi için alınması gereken bazı önlemler şöyle sıralanabilir:

- Ham hâlde saklanan bütün yağların temiz olması, tortusundan ve küspe parçacıklarından arındırılması gerekir.
- Oksidasyon tehlikesi nedeniyle ham yağların çok fazla bekletilmesi gerekir.
- Ham yağın konulduğu deponun temiz ve cidarlarının pürüzsüz olması gerekir. Yapı beton ise fayansla kaplı, demir ise yağa zarar vermeyecek bir boya ile boyanmalıdır.
- Depo veya kaplar ham yağ ile ağzına kadar doldurulmalıdır. Eğer kap tam doldurulamadıysa boş kalan kısımdaki hava, azot gazı ile uzaklaştırılmalıdır.
- Depo sıcaklığı mutlaka 10-15 °C arasında tutulmalıdır.
- Depolanan yağdan haftada bir numune alınarak yağdaki serbest asitlik, peroksit, P-anisidin değeri ve aldehit sayıları kontrol edilmelidir.
- Kontrol sonucu çıkan değerler yağın bozulmasını işaret ediyorsa depodaki yağ hiç bekletilmeksizin rafine edilmelidir.
- Depolamada oluşabilecek nicel ve nitel kayıpları önlemek için mutlaka kontrollü depolama yapılmalıdır.

2. UYGULAMA

İş Sağlığı ve Güvenliği Tedbirleri

1. Laboratuvar çalışmasının gerektirdiği kişisel koruyucu donanımları (önlük, eldiven, maske, koruyucu gözlük vb.) kullanınız.
2. Çalışacağınız alanın (tezgâh vb.) temizliğini ve bu alanda gereksiz malzeme bulunup bulunmadığını kontrol ediniz.
3. Çalışma için gerekli olan cihaz, malzeme ve kimyasalları kullanım talimatına uygun şekilde ve gerektiği kadar kullanınız.
4. Laboratuvar çalışmalarından önce ve çalışma bitiminde mutlaka ellerinizi yıkayınız.
5. Uygulamanız bittikten sonra laboratuvar ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Uygulamanın Adı	:	Çözücü Ekstraksiyon Yöntemiyle Yağ Eldesi
Uygulamanın Amacı	:	Soxhelet cihazı ve uygun çözücü ile yağ elde edebilmek.
Uygulamanın Prensibi	:	Yağ elde edilecek ham maddeden gerekli miktarda ekstraksiyon cihazına yerleştirip, uygun çözücü ile ekstrakte edilerek çözücünün uzaklaştırılması ile ham yağın elde edilmesi prensibine dayanır.
Gerekli Araç Gereç	:	Mısır, soxhelet ekstraksiyon cihazı, hassas terazi, ısıtıcı, geri soğutucu, etüv, filtre kâğıdı veya kartuş, balon, çözücü (hekzan) ve saf su.
Süre	:	6-8 ders saatidir.

İşlem Basamakları

1. Ön işlemlerden geçmiş olan mısır numunesinden 5-10 g hassas terazide tartınız.
2. Tartılan numuneyi filtre kâğıdına sarıp veya ekstraksiyon kartuşuna koyup ekstraksiyon cihazına yerleştiriniz.
3. Kartuşu ekstraktörün haznesine yerleştirdikten sonra ekstraksiyon işlemi için balon içerisine 200 ml hekzan ilave ediniz.
4. Çözücünün yavaş kaynamasını sağlayacak şekilde ısıtıcının sıcaklığını ayarlayınız.
5. Ekstraksiyon düzeneğini kurunuz (Balon, ekstraktör ve soğutucuyu bağlayınız.).
6. Isıtıcıyı ve geri soğutucuyu çalıştırınız.
7. Geri damıtma hızının dakikada en az üç damla olmasına dikkat ediniz.
8. Ekstraksiyon sisteminde 15 kere sifonlama işlemi gerçekleştikten sonra ısıtıcıyı kapatınız ve sistemi soğumaya bırakınız.
9. Ekstraktörün haznesinde bulunan filtre kâğıdını çıkarınız.
10. Balondaki çözücü+yağ karışımından çözücüyü damıtma işlemiyle geri kazandırarak uzaklaştırınız.

2. UYGULAMA

11. Bu işlemde balondaki yağı yakmamaya dikkat ediniz.
12. Balon içinde az miktarda kalan çözücüyü uzaklaştırmak için, balonu 103 °C'a ayarlı etüve yerleştiriniz.
13. Elde edilen ham yağın sadece balonda kalmasını sağlayınız.

Sonuç Değerlendirme

1. İşlem basamaklarını sırasıyla takip ettiniz mi?
2. Geri damıtma hızınız dakikada kaç damla olarak gerçekleşti?
3. Kullandığınız çözücünün kaynama noktasına bakarak yavaş kaynamasını sağladınız mı?
4. Kaç ml ham yağ elde ettiniz?

2. Uygulama ile yapacağınız çalışma, 140. sayfadaki Değerlendirme Ölçeği'nde yer alan ölçütler dikkate alınarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

2. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (.....) Solvent ekstraksiyonu ile yağ eldesi, yağ oranı %20'den düşük yağlı tohumlar için uygulanır.

2. (.....) Yağ endüstrisinde kullanıma en elverişli çözgen hekzandır.

3. (.....) Küspede bulunan çözücünün uzaklaştırılması için toaster denilen cihazlar kullanılır.

4. (.....) Ön presleme işleminden sonra küspede yaklaşık %20–%25 oranında yağ kalmaktadır.

5. (.....) Ayçiçeği, çiğit, soya, keten tohumu vb. ekstraksiyonunda sürekli çalışan presler kullanılır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri verilen bilgilere uygun olarak doldurunuz.

1. Trikloretilenin küspede bıraktığı kalıntıların ..... sebebi olduğu görülmüştür.

2. Alkollerin yağı çözme özelliği içerdiği su miktarı ile ..... orantılıdır.

3. Ham yağın içindeki su uzaklaştırıldığı zaman ..... bozulma önlenir.

4. Pres yöntemi ile yağ eldesi işlemi yağ oranı ..... olan yağlı tohumların işlenmesinde kullanılır.

5. Ekstraksiyon işleminin sonunda elde edilen ..... esas istenilen ana maddeyi taşır.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi solvent ekstraksiyonundaki işlem basamaklarından biri değildir?

A) Ayırma
B) Distilasyon
C) Evaporasyon
D) Fermantasyon
E) Süzme

2.
I. Destilatör
II. Desikatör
III. Kondensatör

Yukarıda verilen öncüllerden hangileri kesikli ekstraktör bölümlerindendir?

A) Yalnız I
B) I ve II
C) II ve III
D) I ve III
E) I, II ve III

3. Aşağıdakilerden hangisi ham yağın depolanmasında alınacak önlemlerden biri değildir?

A) Kontrollü depolama uygulaması yapılmalıdır.
B) Ham yağ tortu ve küspeden arınmış, temiz olmalıdır.
C) Oksidasyon tehlikesi sebebiyle uzun süre bekletilmemelidr.
D) Depo veya kaplar ham yağ ile ağzına kadar doldurulmalıdır.
E) Depo sıcaklığı mutlaka 30-35 °C arasında tutulmalıdır.

4. Aşağıdakilerden hangisi çözücülerde bulunması gereken özelliklerden biri değildir?

A) Yanmayan ve patlamayan maddeden olmalıdır.
B) Yağ ve küspe ile tepkimeye girmemelidir.
C) Kaynama noktası yüksek olmalıdır.
D) Kendisi ve buharı zehirli olmamalıdır.
E) Vizkositesi düşük olmalıdır.

5. Aşağıda süper kritik akışkan sıvılar hakkında verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Süper kritik akışkan sıvılar, gaz formundaki bazı hidrokarbonlar ve CO_2 gibi inert gazların uygun basınç ve sıcaklık altında sıvılaştırılması sonucu elde edilmiştir.
B) Süper kritik akışkanların yoğunluğu ve viskozite değerleri gazlara daha yakındır.
C) Farklı basınç ve sıcaklık uygulaması ile yoğunlukları değiştirilebilir.
D) Bu yöntemle yağdaki vitaminler dâhil olmak üzere pek çok bileşenler korunmaktadır.
E) Gıda endüstrisinde kullanım alanı gittikçe artmaktadır.

6. Çalışma prensibi olarak laboratuvarda uygulanan soxhelet yöntemine benzeyen ekstraktör tipi hangisidir?

A) Yarı sürekli ekstraktörler
B) Kesikli (batch) ekstraktörler
C) Sürekli çalışan presler
D) Perkolasyon tipi ekstraktör
E) İmmersiyon tipi ekstraktör

1.3. HAM YAĞDA RAFİNASYON İŞLEMİ

Rafinasyon işlemi; ham yağın tüketime uygun olacak şekilde renksiz, kokusuz, asitliği giderilmiş ve istenmeyen maddelerden arındırılmış duruma getirilmesi işlemidir. Bu amaçla uygulanan bir dizi kimyasal ve fiziksel aşamaları kapsar (**Tablo 1.4**). Bitkisel yağlar rafinasyon işleminden geçmeden tüketilemez. Bu duruma istisna olan tek bitkisel yağ, asitliği yüksek olmayan zeytinyağıdır.

Rafinasyon işlemi kimyasal rafinasyon ve fiziksel rafinasyon olmak üzere iki farklı şekilde uygulanabilir. Üretim yerine göre değişiklik gösterebilmekle beraber uygulanan rafinasyon işleminde genel olarak beş aşama vardır. Bunlar şöyle sıralanabilir:

1. Müsilaj-zamksı madde giderme (degumming)
2. Asitlik giderme (nötralizasyon)
3. Ağartma (bleaching)
4. Soğuklatma (vinterizasyon)
5. Koku giderme (deodorizasyon)

Tablo 1.4: Rafinasyon Aşamalarında Yağdan Ayrılan Maddeler

RAFİNASYON AŞAMASI	HAM YAĞDAN AYRILAN MADDELER
Müsilaj-zamksı madde giderme (degumming)	Fosfolipitler, proteinli bileşikler, şekerler, reçineler, iz metaller
Asitlik giderme (nötralizasyon)	Serbest yağ asitleri, sabunsu maddeler, renk maddeleri (pigmentler)
Ağartma (bleaching)	Renk maddeleri (pigmentler) ile bazı vitamin ve antioksidanlar
Soğuklatma (vinterizasyon)	Stearinler ve mumsu maddeler
Koku giderme (deodorizasyon)	Aldehitler, ketonlar, sülfür bileşikleri ve yağ alkolleri

1.3.1. Kimyasal Rafinasyon

Kimyasal rafinasyon ayçiçeği yağı, mısır yağı, kanola yağı gibi birçok yağın rafinasyonu için geniş çapta kullanılan bir rafinasyon yöntemidir. Kimyasal rafinasyon işlemi müsilaj giderme (degumming), asitlik giderme (nötralizasyon), ağartma (bleaching), soğuklatma (vinterizasyon) ve koku giderme (deodorizasyon) aşamalarını kapsar (**Şekil 1.5**).

Kimyasal rafinasyonda kullanılan yüksek sıcaklık ham yağdaki istenmeyen bileşikler bazı biyoaktif bileşiklerin uzaklaştırılmasına neden olur. Bu biyoaktif bileşikler yağın oksidatif stabilitesini ve besin değerini etkiler. Aynı zamanda kimyasal rafinasyon işleminde her ne kadar serbest yağ asidi içeriğinde ve yağ veriminde kayıplar söz konusu olsa da işlemin bunlar üzerinde fiziksel rafinasyondan daha az etkiye sahip olduğu kanıtlanmıştır. Neticede kimyasal rafinasyon yağ endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yeni teknolojik gelişmelerle kimyasal rafinasyonun yağ üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması üzerinde çalışmalara devam edilmektedir.



Şekil 1.5: Bitkisel yağın kimyasal rafinasyonu

1.3.1.1. Müsilaj-Zamksı Madde Giderme (Degumming)

Müsilaj giderme, yağdaki fosfolipitlerin eser miktarda bulunan metallerin ve müsilajlı maddelerin yağdan uzaklaştırıldığı işlemdir. Bu maddeler ham yağda yaklaşık %0,03 oranında çözünür veya kolloidal hâlde bulunur.

Bazı yağlı tohumlar presleme işlemine tabi tutulduktan sonra yapılarında bulunan müsilajlı maddeler ayrılır ve/veya yapılarındaki fosfolipitler dibe çöker. Bu yapılar rafinasyonun ilerleyen aşamalarında örneğin ağartma aşamasında kullanılan filtrelerde tıkanmalara sebep olabilir. Bunlar aynı zamanda yağın yemeklik kalitesini olumsuz etkileyecek safsızlıklardır. Bu sebeple müsilaj giderme işlemiyle uzaklaştırılır.

Fosfolipitler, güçlü emülsifiye edici maddelerdir. Bu maddeler yağdan uzaklaştırılmazsa fosfolipitlerin metalleri taşıma özelliğinden dolayı rafinasyon kayıpları artacak ve yağın oksidatif stabilitesi azalacaktır.

Müsilaj giderme işlemi uygulanmadığı takdirde sonraki aşamalar olan asitlik giderme ve koku giderme aşamalarının verimliliği olumsuz etkilenecek ve koyu renkli yağ oluşumu söz konusu olacaktır.

Suyla ve Asitle Müsilaj Giderme

Yağ türüne göre değişmekle birlikte yağlarda hidratlanabilir ve hidratlanabilir olmayan iki farklı fosfolipit vardır. Ham yağda bulunan hidratlanabilir ve hidratlanabilir olmayan fosfolipitleri uzaklaştırmak için sıvı ve asit ile müsilaj giderme uygulamaları yapılır.

Suyla ve asitle müsilaj giderme işlemleri günümüzde yağ endüstrisinde en yaygın kullanılan müsilaj giderme yöntemleridir. Suyla müsilaj giderme işleminde hidratlanabilir fosfolipitler uzaklaştırılırken asitle müsilaj giderme işleminde hidratlanabilir olmayan fosfolipitler uzaklaştırılır.

Hidratlanabilir olmayan fosfolipitleri hidratlanabilir fosfolipitlere dönüştürmek için fosforik asit, müsilaj giderme maddesi olarak da sitrik asit kullanılabilir. Fosforik asit aynı zamanda müsilaj giderme esnasında klorofil maddesinin de uzaklaşmasını sağlar ancak fazla kullanılması fosfor içeriğini artıracağından miktarının iyi belirlenmesi gerekir.

Su ve asitle müsilajın giderildiği bu yöntemde ucuz kimyasalların kullanılabilmesi ve müsilajın uygun bir maliyetle uzaklaştırılarak yağ kalitesinin kabul edilebilir değerlere getirilmesi bu yöntemin avantajlarıdır. Daha yüksek müsilaj giderme verimi sağlamak, daha düşük sıcaklıkta çalışılabilmek, daha az enerji tüketimi ve biyoaktif bileşenlerin daha az zarar görmesini sağlamak gibi nedenlerle yeni müsilaj giderme yöntemleri üzerinde de çalışılmaktadır.

Su ile müsilaj giderme ve asitle müsilaj giderme yöntemlerinin uygulanışı birbirine benzer. İki yöntemde de yağ su / asit ile karıştırılır ve belli bir süre sonra çöken zamksı maddeler yağdan uzaklaştırılır.

Kuru Müsilaj Giderme

Kuru müsilaj giderme, palm ve Hindistan cevizi yağları gibi düşük fosfolipit içeriğine sahip yağlar için uygundur. Bu işlemde ham yağ, metal iyon / fosfatit komplekslerini çözmek için fosforik veya sitrik asit ile karıştırılır ardından bu karışıma fosfatitleri, pigmentleri ve diğer safsızlıkları gidermek için ağartma toprağı ile müdahâle edilir. Yağ ile ağartma toprağı birbirinden ayrıldığında metal iyon / fosfatit kompleksleri de yağdan ayrılmış olur.

Enzimatik Müsilaj Giderme

Enzimatik müsilaj giderme, kimyasal işlemlere kıyasla yüksek müsilaj giderme verimi nedeniyle son zamanlarda araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Ağırlıklı olarak laboratuvar ve pilot tesis ölçeklerinde çalışılmıştır. Fosfolipazlar ve fosfolipitleri uzaklaştırmak ve yağ verimini artırmak için enzimatik zamk müsilaj kullanılabilir.

Enzimatik müsilaj giderme proses sırasında asit, alkali ve atık su kullanımını azaltabilir; çalışma adımlarını en aza indirebilir ve ürün verimini artırabilir. Bununla birlikte enzimlerin yüksek maliyeti, enzimlerin reaksiyon karışımından ayrılmasındaki zorluklar ve yeni ekipman gerekliliği nedeniyle enzimatik müsilaj gidermenin ticari ölçekte uygulanması zordur.

Membran Müsilaj Giderme

Fosfolipitlerin membran müsilaj giderme ile uzaklaştırılması, itici güç olarak hareket eden hidrolik basınç ile boyut ve moleküler ağırlık farklılıklarına göre bileşiklerin ayrılmasına dayanır.

Membran müsilaj gidermenin başlıca avantajları; müsilaj ve ağartma işleminin enerji açısından verimli tek bir adımda birleştirilmesi, düşük enerji tüketimi, güvenli olması, kimyasal kullanılmaması, biyoaktif bileşiklerin tutulması, atık su arıtımının ortadan kaldırılması, basit bir kullanımı olmasıdır. Membran zamk gidermedeki dezavantajlar ise solvent içermeyen koşullarda zayıf akışı ve bu tekniğin endüstriyel ölçekte uygulanmasını geciktiren membranların kararsızlığıdır.

Yumuşak Müsilaj Giderme

Yumuşak müsilaj giderme, ham yağdan fosfolipitleri çıkarmak için EDTA (etilendiamin-tetra-asetik asit) gibi bir şelatlama maddesi kullanılan bir zamk giderme işlemidir. Şelatlama maddesi ile fosfolipitlerin uzaklaştırılması, EDTA'nın metal iyonlarını şelatlama özelliğine dayanmaktadır. Bu yöntem, düşük

fosfolipit içeriğine sahip yağ için uygundur. Bununla birlikte dezavantajları ise yumuşak müsilaj giderme işleminde şelatlama maddelerinin kullanılması yağın tüketim için kabul edilebilirliği yönünde şüphe oluşturmaktadır.

1.3.1.2. Asitlik Giderme (Nötralizasyon)

Asitlik giderme, kimyasal rafinasyon prosesinde serbest yağ asitlerinin nötralize edildiği ve musilaj giderme işlemi uygulanmış yağdaki istenmeyen renk ve koku üretebilen bileşiklerin uzaklaştırıldığı bir aşamadır. Serbest yağ asitleri bu aşama ile giderilmediği takdirde pişirme esnasında duman çıkararak yanar.

Asitlik giderme uygulaması için genellikle NaOH (sodyum hidroksit) kullanılır. NaOH serbest yağ asitleri ile sabun oluşturur, oluşan sabunun yağdan uzaklaştırılması ile nötralizasyon işlemi gerçekleştirilir. Asitlik gidermede, nötralize edilecek alkalinin Baume (Bome) derecesinin iyi seçilmesine ve uygun miktarda alkali kullanılmasına dikkat edilmelidir. Asitlik giderme işlemi ile yağlarda %5'e kadar çıkabilen asitlik değeri %0,1'e kadar indirilebilir.

Biyolojik Asit Giderme

Biyolojik asit giderme, mikroorganizmaların kullanımı ile serbest yağ asitlerinin uzaklaştırılmasıdır. Bu amaçla kullanılan *Pseudomonas sp.* topraktan izole edilir ve hücre dışı lipaz salgılamadan serbest yağ asitlerinin kullanılmasına yardımcı olur. Bununla birlikte ortam oluşturma ve saf kültür bakımı gibi işlemler ve ayrıca mikroorganizmanın yağ karışımından ayrılmasındaki zorluk, biyolojik asit gidermenin dezavantajlarını temsil eder.

Membran Teknolojisi

Membranlar, kimyasal içeren tüm ayırma işlemleri için iyi bir yöntemdir. Serbest yağ asitleri, trigliseritlerin moleküler ağırlığının üçte biri olduğundan serbest yağ asitlerinin tek başına membran kullanımıyla ayrılması zordur. Bu nedenle, membran uygulamasının solvent ekstraksiyon işlemi ile birleştirilmesi önerilmektedir.

Membranların çoğu, su arıtma amaçları için tasarlandığından solvent deasidifikasyonlu membran uygulaması, membran geçirgenlik özelliklerini değiştirir. Poliamit ve polietersülfon, stabil ve yağ-çözücü karışımının asitten arındırılması için uygun membran örnekleridir. Bu işlemin dezavantajı ise zar üzerinde yağın birikerek kirlilik oluşturmasıdır.

Çözücü Ekstraksiyonu

Etanol gibi uygun bir çözücü kullanılarak uygulanan sıvı-sıvı ekstraksiyonu, yağdaki serbest yağ asitlerinin çıkarılmasına yardımcı olur. Bu işlem, yağdaki biyoaktif bileşiklerin korunması için uygun ortam sıcaklığında ve atmosfer basıncında gerçekleştirilir.

Uygulama esnasında daha az enerji tüketimi ve daha az nötr yağ kaybı bu tekniğin avantajlarıdır ancak ekstraksiyondan sonra yağdaki solvent kalıntılarının uzaklaştırılması zahmetlidir ve ekstra enerji harcanmasını gerektirir. Bu nedenle, çözücü ekstraksiyonuna alternatif olarak süper kritik akışkanlar önerilir. Süper kritik akışkanların organik çözücülerin kullanımına göre çekici özellikleri toksik olmaması, ucuz olması, ayrılma kolaylığı, oldukça seçici olması ve yüksek asitli yağ için uygun olmasıdır.

Nanonötralizasyon

Nanonötralizasyonda ilk olarak ham veya müsilajı giderilmiş yağ NaOH çözeltisi ile karıştırılır ve yüksek basınçlı bir besleme pompası ile Nano Reaktörler içinden 40-80 bar basınçta aktarılır. Ham yağ ve NaOH çözeltisini iyice karıştırmak için Nano Reaktörlerin yüksek basınç ve benzersiz tasarımının kombinasyonu ile yüksek bir türbülans ve güçlü kesme kuvvetleri oluşturulur. Bundan sonra nano-işlenmiş yağ, 3-4 bar'lık bir tahliye basıncında doğrudan santrifüjlü ayırıcıya aktarılır. Nanonötralize edilmiş yağ, daha sonra suyla yıkama veya silika işleme prosesine akar.

Fosforik asit tüketiminin azaltılması (%90'a kadar), NaOH çözeltisi tüketiminin azaltılması (>%30), hidratlanamayan fosfolipitlerin giderilmesinde yüksek verimlilik ve sabunsu yapıları ayırma işlemindeki verimlilik bu uygulamanın avantajlarıdır.

1.3.1.3. Ağartma (Bleaching)

Ağartma; yağdaki renk pigmentlerini (klorofil ve karotenoidler) ve ayrıca oksidasyon ürünlerini, artık sabunsu yapıları, artık fosfolipitleri ve metal iyonlarını ağartma toprağı kullanılarak çıkarmak için vakum veya kısmi vakum altında gerçekleştirilen bir adımdır. İşlem sonunda elde edilen ağartılmış yağ, nötralize edilmiş yağdan daha açık renklidir.

Ağartma işleminde yaygın olarak bir adsorpsiyon reaktifi eklenir. Daha sonra safsızlıklar adsorbe edilir ve süzme yoluyla adsorptif reaktif ile birlikte ayrılabilir. Ağartma işleminde ağartma toprağı, aktif karbon ve silika bazlı ürünler kullanılmıştır ancak ağartma toprağı, yüksek adsorpsiyon performansı ve satın alma maliyetinin düşüklüğü nedeniyle en çok tercih edilen adsorbandır.

Doğal ve asitle aktive olan ağartma toprakları, ticari ağartma topraklarının iki temel türüdür. Asitle aktifleştirilmiş ağartma toprağı, nötr ağartma toprağından daha yüksek adsorpsiyon kapasitesinde ve kimyasal olarak daha aktif olduğu için doğal ağartma toprağına göre daha çok tercih edilir. Asitle aktifleştirilmiş ağartma toprağı; bentonit, montmorillonit ve atapulgit gibi aktif olmayan alüminyum silikatlardan elde edilebilir; ardından ağartma toprağındaki nem içeriğinin %10-%15'ine kadar sülfürik veya hidroklorik asit, yıkama ve kurutma işlemleri kullanılarak asitle muamele edilir. Sıcaklık, basınç, süre, çalkalama hızı ve ağartma toprağının konsantrasyonu ağartma aşamasını etkileyen parametrelerdir. Ağartma işlemi sırasında ağartma toprağı tarafından adsorbe edilen renk pigmentleri ile yağda kalan renk pigmentleri arasında bir denge sağlanmalıdır. Yağ karışımının ağartma işleminde yoğun bir şekilde karıştırılması, yağ ile ağartma toprağı arasındaki teması iyileştirebilir ve bu da dengeye nispeten kısa sürede ulaşılmasına yardımcı olur. Denge noktasına ulaştıktan sonra ağartma toprağı tarafından yağdan daha fazla renk pigmenti emilemez. Ağartma aşamasında kullanılan ağartma toprağının tam miktarı, yağın kalitesine ve ağartma toprağının adsorpsiyon özelliğine bağlıdır. Ağartma işleminden sonra ağartma toprağı süzülerek, yağdan ayrılarak ağartılmış yağ ve filtre keki elde edilir. Filtrelemenin sonunda ağartma yağında kalan yağı azaltmak için kek, buhar veya nitrojen üfleme ile kurutulabilir.

Ultrasonik ağartma, ağartma işleminde renk pigmentlerini gidermek için uygulanan yeni bir tekniktir. Bu yöntemde absorban kullanımını azaltmadan ısı ve sonokimya uygulaması yapılır. Bununla birlikte, oksidasyon ürünleri, ultrasonla zenginleştirilmiş ağartmada giderilememektedir. Ultrason; sıvıların özelliklerine, havanın varlığına ve ultrasonik sistemin akustik gücüne dayalı olarak çözümlerde kavitasyon üreten yüksek enerjili dalgalanmalar oluşturacaktır. Ultrason basıncındaki hızlı değişimler,

mikroskobik boyutlarda oluşan boşluğun hızla çökmesi ile birlikte kavitasyona sebep olacaktır. Ultrasonik ağartma; ağartma etkinliğinin artması, adsorban kullanımının azalması, işlem süresinin azalması, ağartma sıcaklığının düşürülmesi ve nihayetinde ağartma maliyetlerinin ve kayıplarının azaltılması gibi avantajlar sağlayabilir. Reaksiyon koşulları, ultrasonla güçlendirilmiş ağartma ile iyileştirilebilir.

BİLGİ KUTUSU

Sonokimya, kimyasal reaksiyonlara ve işlemlere ultrason uygulanmasıdır.

1.3.1.4. Soğuklatma (Vinterizasyon)

Vinterizasyonun amacı, zincir uzunluğu ve doymamışlık derecesinden etkilenen yağ asitlerinin erime noktalarının farklılığına dayanarak doymuş yağ asitlerini doymamış yağlardan ayırmaktır. Bu işlem, kontrollü soğutma ve ardından filtrasyon yoluyla yağın kısmi kristalizasyonunu içerir.

İşlemde yağ en az 6 saat 0-19 °C'a soğutulur. Yüksek erime noktasına sahip yağ bileşenleri kristalleşecek, ardından yaklaşık 15 °C'ta bir filtre yardımı ile süzülecektir. Böylece yağ, bu işlemde viskoz sıvı ve katı olmak üzere iki fraksiyon oluşturacaktır. Bu nedenle doymuş ve tekli doymamış yağ asitleri kristalleşecek ve daha yüksek erime sıcaklıkları nedeniyle süzme yoluyla ayrılabilecekken çoklu doymamış yağ asitleri [PUFA (polyunsatured fatty acids)] hâlâ yağda kalacaktır.

Organik çözücü, doymuş yağ asitlerinin kütle transferini ve fraksiyon kristalizasyonunu artırmak için soğuklatma prosesinde kullanılabilir. Çözücü tipi, kullanılan çözücü miktarı ve ikinci soğutma aşamasındaki çalkalama doymuş ve doymamış yağ asitlerinin konsantrasyonu üzerinde soğuklatma sürecini etkileyebilir.

Soğuklatma işlemi, PUFA'yı konsantre etmenin yanı sıra bitkisel yağlardaki mumları da giderebilir. Mumlar tüm bitkisel yağlarda bulunmaz ancak yağ bulanıklığını azaltmak ve yağ görünümünü iyileştirmek için mumu çıkarmak gerekir. Bunun nedeni, sağlığa olumsuz bir etkisi olmamasına rağmen yağda puslu bir görünüme sebep olması ve böyle bir yağın tüketici tarafından tercih edilmemesidir.

1.3.1.5. Koku Giderme (Deodorizasyon)

Koku giderme; serbest yağ asitlerini, oksidatif bileşikler (aldehitler ve ketonlar) gibi uçucu bileşikleri ve buhar basıncına ve uçuculuğuna bağlı olarak diğer kirleticileri çıkarmak için vakum basıncı altında yüksek sıcaklıkta buhar damıtma olan rafinasyon işleminin son aşamasıdır.

Mevcut koku giderme aşamasının üç ana amacı vardır:

1. Serbest yağ asitleri ve ikincil oksidasyon ürünleri gibi uçucu bileşenlerin uzaklaştırılması
2. Kötü aromanın giderilmesi
3. Pigmentlerin termal olarak yok edilmesi

Koku giderme; hidroperoksitlerin termal yok edilmesi, serbest yağ asitleri ve diğer uçucu koku ve lezzet bileşiklerinin neredeyse tamamen çıkarılmasıyla rafine yağın lezzetini ve oksidatif stabilitesini iyileştirir. İkincil oksidasyon ürünlerinin çoğu uçucudur ve koku giderme aşamasında buhar damıtma işlemi ile

giderilebilir. Bu esnada yağın peroksit değeri, mümkün olan minimum değere indirilirken karotenoitler, tokoferoller ve fitosteroller gibi diğer bileşenlerin de koku giderme sırasında bozulması kaçınılmazdır.

Koku giderme, normalde 200-240 °C sıcaklıkta sıyırma buharının eklenmesiyle vakum basıncı altında gerçekleştirilir. Düşük sıcaklıkta uzun süreli veya yüksek sıcaklıkta daha kısa sürede gerçekleştirilen koku giderme, daha iyi stabiliteye sahip yağ verebilir.

İstenmeyen uçucu bileşenlerin giderilmesini sağlamak için yağ ve buhar arasında yeterli temasın sağlanması gerekir. Günümüzde modern tesislerde sürekli ve yarı sürekli koku gidericiler tercih edilmektedir. Sürekli ve yarı sürekli koku giderme için farklı tipte koku gidericiler mevcuttur. Koku gidericinin tasarımı, esas olarak yağ ve sıyırma buharı arasındaki temasın maksimum yüzeyine dayanmaktadır. Böylece sürekli koku gidermede daha kısa işlem süresi, daha az işçilik, yağ üzerinde daha az ısıl işlem yapıldığından biyoaktif bileşiklerin daha az bozunması ön plana çıkar.

Sıyırma buharının sıcaklığı, vakum basıncı, süresi, miktarı ve akış hızı, küçük bileşenlerin kaybı ve kokusu giderilmiş yağların nihai kalitesi dâhil olmak üzere koku giderme verimliliğini etkileyecektir. Koku giderme sürecindeki yeni gelişmeler daha verimli süreçleri, daha düşük işletme maliyetini, daha yüksek yağ verimini ve yağın besin değerinin daha iyi korunmasını hedeflemektedir.

Koku giderme işlemi; yağın havasını alma, ısıtma, koku giderme ve soğutma olmak üzere dört aşamadan oluşur. Üretilen nihai rafine yağ; açık renkli ve kokusuz, yüksek kaliteli olmalıdır. Yağ, koku giderme işlemi tamamlandıktan sonra vakum altında 60-80 °C'a soğutulur. Rafine edilmiş yağa nitrojen gazı serpilir ve yağ tanklarda veya şişelerde depolanır. Koku giderici distilat, buhardan ayrıldığı bir fırçalı soğutucuda toplanabilir ve yem endüstrisi gibi diğer uygulamalar için kullanılabilir veya E vitamini üretimi için geri kazanılabilir. Koku giderici distilat, bileşiminde yüksek tokoferoller ve fitosteroller mevcutsa değerli olabilir.

1.3.2. Fiziksel Rafinasyon

Fiziksel rafinasyon işleminde asitlik giderme aşamasının olmayışı fiziksel arıtmayı kimyasal arıtmadan ayıran özelliktir. Bu nedenle fiziksel arıtma, müsilaj giderme, ağartma, soğuklatma ve koku giderme işlemlerini içerir. Kimyasal kullanımının az ve atık probleminin daha az olması çevre dostu fiziksel rafinasyon işleminin avantajlarıdır.

Fiziksel rafinasyonda en az 15 kg/ton yağ kullanılması önerilir. Öte yandan, kimyasal rafinasyonda 10 kg/ton yağ kullanılması önerilir. Fiziksel rafinasyonda kullanılan yüksek sıcaklık nedeniyle biyoaktif bileşenlerin bozunması daha fazladır ve nihai rafine edilmiş yağın kalitesini ve depolama stabilitesini olumsuz yönde etkilemiş olur. Bununla birlikte kimyasal arıtma, yağda istenen bileşenler ve yağ stabilitesi üzerinde daha az etkiye sahiptir. Yüksek miktarda çoklu doymamış yağ asitleri içeren yağlar için fiziksel rafinasyon uygun değildir. Fiziksel rafinasyon; Hindistan cevizi yağı, palmiye yağı gibi düşük fosfolipit içeriği ve >%1 ile yüksek serbest yağ asidi içeriği olan yağlar için uygundur.

1.3.3. Ayçiçeği Yağı Üretimi

Ayçiçeği yağı, ayçiçeği bitkisinin tohumundan üretilir. Yemeklik kalitesinin yüksek olması ve ayçiçeği tohumunun içerdiği yüksek orandaki yağ (%22- %50) nedeniyle Türkiye'de üretimi ve tüketimi en yüksek olan yağdır. Ayçiçeği ve ayçiçeği yağı üretiminin yaklaşık %50'si Marmara Bölgesi'nde yapılmaktadır.

Ayçiçeği yağının üretimi ayçiçeği tohumunun fabrikaya getirilmesi ile başlar (**Şekil 1.6**). Ham maddenin kabulünde yabancı madde aranır, nem ve yağ oranı analizleri yapılır. Kabul edilen ham madde üretime girene kadar ambar veya silolarda muhafaza edilir.

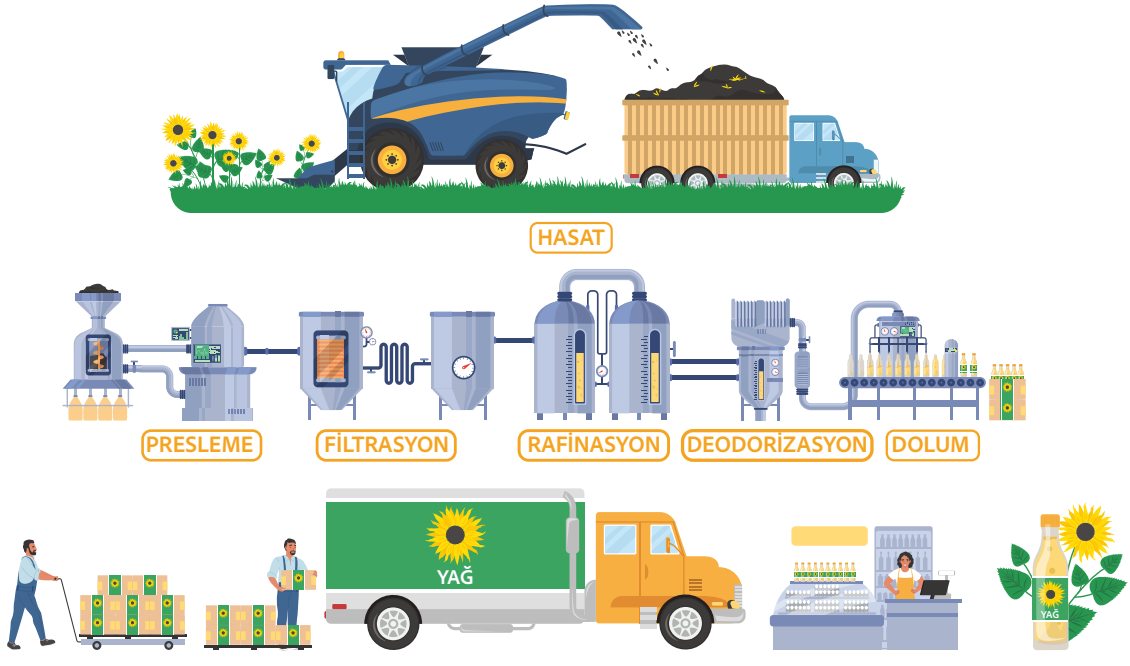
Üretime girecek olan ham madde öncelikle temizleme işlemiyle sap, yaprak, toz, toprak gibi unsurlardan arındırılır. Temizlenmiş ayçiçeği tohumları dişli vals sistemleri aracılığı ile parçalanır ve öğütülür. Ardından tohumlar, yağın verimli bir şekilde çıkarılabilmesi için kavurma işlemine tabi tutulur.

Ham yağın elde edildiği ilk aşama olan sıkma işlemi presler vasıtasıyla yapılır. Sıkma işlemi ile preslerden yağ geçerken küspe parçaları da yağa karışmış olabileceğinden yağ, filtrelerden geçirilip süzülür.

Yağlı tohuma uygulanan sıkma işlemi ile yağın büyük bir kısmı çıkarılmış olsa da kalan küspede hâlâ %20 gibi yüksek bir oranda yağ bulunabilir. Kalan yağın da çıkarılması için ekstraksiyon işlemi uygulanarak küspe, ekstraksiyon kazanlarına aktarılır. Kazanlardaki yağlı küspeye hekzan verilir. Küspedeki yağ, hekzan vasıtasıyla ayrılarak %1-%1,5 oranına kadar düşer. Elde edilen ham yağdan hekzanın ayrılması için damıtma yönteminden yararlanılır ve kaynama noktası yağdan daha düşük olan hekzan, buharlaştırılarak ortamdan uzaklaştırılır.

Hem presleme hem ekstraksiyon işlemi uygulanarak prepresyon-ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen ham yağ, hemen rafinasyon işlemine başlanmayacaksa uygun şartlar sağlanarak depolanır.

Ham ayçiçeği yağının rafinasyonuna geçildiğinde önce müsilaj giderme ve asitlik giderme işlemleri uygulanır. Müsilaj gidermek için yağ içerisine %01-%1,5 oranında fosforik asit; asitlik gidermek için ise %20-%22'lik NaOH verilir. Fosforik asit zamksı maddelerle reaksiyona girerken NaOH serbest yağ asitleri ve fosforik asidin fazlası ile reaksiyona girer. Reaksiyonlar neticesinde ortam nötralize edilmiş olur ve oluşan sabunsu maddeler ve zamksı maddeler santrifüj ile yağdan ayrılır.



Şekil 1.6: Ayçiçeği yağı üretimi

Gerek tohumdan geçen renk maddeleri gerekse bu aşamaya kadarki işlemler neticesinde yağın rengi koyulaşır. Tüketici tercihine uygun renkte yağ eldesi için ağartma işlemine geçilir. Tanklarda ağartma toprağı ve yağın karıştırılması ile renk maddelerinin ağartma toprağına geçmesi ve yağın renginin açılması sağlanır.
Soğuklatma işleminde yağın sıcaklığı kademeli olarak önce 15 °C son olarak da 5 °C'a kadar düşürülür. Etilen glikollü su, soğutucu olarak yaygın şekilde kullanılır.

Son olarak koku giderme aşamasında deodorizasyon kazanlarında yüksek sıcaklık ve buhar uygulaması ile istenmeyen kokuya sebep olan uçucu bileşenler uzaklaştırılmış olur.

Tüketilebilir yemeklik yağ niteliğine gelen ayçiçeği yağı, pompalar yardımıyla tanklardan dolum ünitesine aktarılır. Genellikle pet şişeler ve teneke kutulara dolum yapılır. Ayçiçeği yağı üretimi akış şeması **Şekil 1.7**'de verilmiştir.



Şekil 1.7: Ayçiçeği yağı üretimi akış şeması

1.3.4. Mısır Yağı Üretimi

Mısır yağı, mısır tanesinin embriyo kısmından üretilir. Mısır tanesinin tamamında %3-%6 oranında yağ bulunurken bunun %85'i embriyo kısmındadır. Türkiye'de çeşitli bölgelerde üretilen mısır dünyada da geniş bir üretim alanına sahiptir.

Mısır yağı üretimi için fabrikaya gelen mısır; toz, yabancı madde vb. unsurlardan temizlenir ve üretime girene kadar ambarlarda depolanır. Üretime başlamak için ilk aşama öğütme işlemidir. Mısıra kuru veya ıslak öğütme işlemi uygulanabilir ancak mısır yağı üretiminde kuru öğütme tercih edilir.

Öğütme işleminden önce kırılmanın kolay olmasını sağlamak ve tohumları çimlenme olayından arındırmak için masarayon işlemi uygulanır. Bu amaçla tohumlar %0,02 SO_2 içeren 50 °C'taki sulu çözeltide 30-40 saat bekletilir. Ardından tohumlar öğütülür ve %5 nem içeriğine kadar kurutulur. Özü elde edilmiş olan mısıra 90-100 °C'luk ısı uygulanır. Yağı çıkarmak için de pres, ekstraksiyon veya prepresyon-ekstraksiyon yöntemlerinden uygun olanı tercih edilir.

Ham mısır yağı; yaklaşık %3 oranında serbest yağ asidi, fosfor, ksantofil ve karoten gibi pigmentler, mumlar vb. çözünmeyen bileşikler içerir. Ayrıca oksidasyon sonucu oluşan bileşikler ile mikotoksin, pestisit ve insektisit kalıntıları da bulunabilir. Tüm bu safsızlıklar rafinasyon işlemiyle uzaklaştırılır.

Rafinasyon, fosfolipitleri uzaklaştıran ve oksidasyona karşı dayanıklılığı artıran müsilaj giderme ile başlar. İşlem, önceden ısıtılmış olan yağa tercih edilen müsilaj giderme yöntemine göre yağın asit (%0,2-%1 oranında sitrik asit veya fosforik asit) veya su ile uygun süre ve sıcaklıkta karıştırılmasına ve santrifüjlenerek zamksı maddelerinin ayrılmasına dayanır.

Nötralizasyon aşamasında serbest yağ asitlerinin nötürleşmesi için NaOH çözeltisi kullanılır. NaOH ile reaksiyon sonucu oluşan sabunsu yapılar müsilaj giderme aşamasında giderilememiş olan maddeleri emer. Santrifüj işlemi ile sabunsu yapıların ham yağdan ayrılmasıyla nötralizasyon işlemi tamamlanır.

Ağartma işleminde mısır yağından ayrılan pigmentler, bazı karotenoitler ve bazı sinnamik asit türevleridir. Uygulama için ağartma toprağı veya asitle aktive edilmiş killer kullanılabilir. İşlem, ağartıcı madde ile mısır yağının vakumlu tanklarda 80-10 °C'ta 15-30 dakika karıştırılması ile yapılır (**Görsel 1.16**).



Görsel 1.16: Mısır yağı dolum hattı

Soğuklatma işleminde mısır yağında bulanıklığa sebep olan yapılar uzaklaştırılır. Uygulama kimyasal kullanmadan ve kullanılan sistemin türüne göre 5 ile 10 °C'ta 2 ila 24 saatte gerçekleştirilir.

Rafinasyonda son aşama olarak yüksek sıcaklıkta ve basınçta koku giderme işlemi uygulanır. Uçucu bileşenler, aromatik hidrokarbonlar, kokulu bileşikler vb. yapılar uzaklaştırılır. Neticede organoleptik özellikleri iyileştirilmiş, tüketime uygun yemeklik mısır yağı elde edilmiş olur. Dolum ünitesine pompalar vasıtasıyla aktarılan yağ, pet şişe ve teneke kutulara doldurulur. Mısır yağı üretimi akış şeması **Şekil 1.8**'de verilmiştir.



Şekil 1.8: Mısır yağı üretimi akış şeması

SIRA SİZDE

Aşağıdaki rafinasyon aşamaları ve yağdan ayrılan maddelerdeki boşlukları tamamlayarak rafinasyon aşaması-yağdan ayrılan maddeler eşleştirmelerini yapınız.

Rafinasyon Aşaması	Ham Yağdan Ayrılan Maddeler
Müsilaj-zamksı madde giderme (degumming)	Renk maddeleri (pigmentler) ile a) ..... ve ..... b) ..... ve mumsu maddeler c) Aldehitler, ... ve yağ alkolleri d) ..... proteinli bileşikler, ..., ..., ... e) ....., sabunsu maddeler, ...

SIRA SİZDE

Aşağıdaki ayçiçeği yağı üretim akış şemasının boş bırakılan aşamalarını tamamlayınız.

1. Ayçiçeği
2. .....
3. .....
4. Pres ve/veya ekstraksiyon
5. .....
6. .....
7. .....
8. Ağartma (bleaching)
9. .....
10. .....
11. .....

SIRA SİZDE

Aşağıdaki mısır yağı üretim akış şemasının boş bırakılan aşamalarını tamamlayınız.

1. Mısır tanesi
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....
6. Müsilaj giderme (degumming)
7. .....
8. .....
9. Soğuklatma (vinterizasyon)
10. .....
11. Ambalajlama

3. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (.....) Müsilaj giderme işlemi uygulanmazsa sonraki aşamaların verimliliği düşer ve koyu renkli yağ oluşur.
2. (.....) Bitkisel yağların hiçbiri rafinasyon işlemi uygulanmadan tüketilemez.
3. (.....) Kimyasal rafinasyon işlemi yağ endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır.
4. (.....) Ağartma işlemi uygulanmış yağ nötralize yağdan daha açık renklidir.
5. (.....) Mumlar tüm bitkisel yağlarda bulunan ve uzaklaştırılması gereken yapılardır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri verilen bilgilere uygun olarak doldurunuz.

1. Ham yağda hidratlanabilir ve hidratlanabilir olmayan fosfolipitleri uzaklaştırmak için ..... giderme uygulamaları yapılır.
2. Asitlik gidermede nötralize edilecek alkalinin ..... derecesinin iyi ayarlanması gerekir.
3. Düşük fosfolipit içeriği ve >%1 ile yüksek serbest yağ aside içeriği olan yağlar için ..... rafinasyon işlemi uygulanır.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. **Biyolojik asit giderme işleminde yaralanılan mikroorganizma aşağıdakilerden hangisidir?**
   - **A)** *Aspergillus*
   - **B)** *Clostridium botulinum*
   - **C)** *Lactobacillus*
   - **D)** *Mucor*
   - **E)** *Pseudomonas sp.*

2. **Ham yağdan fosfolipitleri çıkarmak için EDTA gibi bir şelatlama maddesinin kullanıldığı müsilaj giderme işlemi aşağıdakilerden hangisidir?**
   - **A)** Enzimatik
   - **B)** Kuru
   - **C)** Membran
   - **D)** Suyla ve asitle
   - **E)** Yumuşak

3. **Çoklu doymamış yağ asitlerini konsatre etmek, mumsu yapıları uzaklaştırarak berrak bir yağ elde etmenin sağlandığı rafinasyon aşaması aşağıdakilerden hangisidir?**
   - **A)** Ağartma
   - **B)** Asitlik giderme
   - **C)** Koku giderme
   - **D)** Müsilaj giderme
   - **E)** Soğuklatma

4. **Aşağıdaki rafinasyon aşamalarından hangisi fiziksel rafinasyon işleminde uygulanmaz?**
   - **A)** Ağartma
   - **B)** Asitlik giderme
   - **C)** Koku giderme
   - **D)** Müsilaj giderme
   - **E)** Soğuklatma

1.4. BİTKİSEL KATI YAĞ (MARGARİN) ÜRETİM TEKNOLOJİSİ

Bitkisel ve hayvansal kaynaklı çeşitli yağlar ile su, yağsız süt ve diğer yardımcı maddeler karıştırılarak emülsifiye bir ürün olan margarin üretilir (**Görsel 1.17**).



Görsel 1.17: Ambalajlı margarin örneği

Margarin kelimesi Yunancada "inci" anlamına gelen "margoron" sözcüğünden gelir. Dünyada ilk margarin, 1869 yılında Fransa'da üretilmiştir. Dönemin Fransa Kralı III. Napoleon'un (Napolyon) nispeten pahalı olan tereyağına alternatif bulunmasını emretmesi üzerine kimyager Mége Mouriés (Mej Muğyes) margarin formülünü bulmuştur. Bu formül zamanla çeşitli değişikliklere uğramış ancak margarin üretimi devam etmiştir.

1917 yılında margarin üretiminde hayvansal yağların yerine ağırlıklı olarak bitkisel yağlar kullanılmış, 1923 yılında ise bitkisel yağlara A vitamini ilave edilmiştir.

Türkiye'de margarinin tarihi 1954 yılına dayanır. 1970 yılından itibaren kâse margarin üretimi yapılmaktadır. 2006 yılında trans yağ içermeyen margarin üretimine başlanmıştır. Türkiye'de değişen Etiketleme Tebliği ile 2007 yılından itibaren margarin ambalajları üzerinde "TRANS YAĞ YOKTUR!" ibaresi yer alabilmektedir.

Kahvaltılık margarin 2007 yılına kadar hidrojenasyon teknolojisi ile üretilmiştir. Daha sonra sağlık açısından trans yağ içermemesi konusunun gündeme gelmesi ve Etiketleme Tebliği'nde bu konuya yer verilmesi sonucunda interesterifikasyon teknolojisi ile üretilmeye başlanmıştır.

Endüstriyel margarinlerin çoğunda hâlâ hidrojenasyon teknolojisi kullanılmaktadır.

1.4.1. Margarin Üretiminde Kullanılan Ham Madde ve Yardımcı Maddeler

Margarin, tereyağı taklit edilerek elde edilen bir yağdır. Bu nedenle margarinin yapı, kıvam ve ergime noktası yönünden olduğu kadar renk, tat ve koku özellikleri yönünden de tereyağına benzer niteliklerde olması istenir. Margarinin özelliklerini tereyağına benzetebilmek için üretiminde farklı nitelik ve miktarlarda pek çok katkı maddesi ile yardımcı maddelerden yararlanılır.

1.4.1.1. Margarin İmalatında Kullanılan Ham Maddeler

Margarin üretiminde kullanılan çeşitli ham maddeler şu şekildedir:

Katı Yağ

Sertleştirilmiş bitkisel yağlardan olan yer fıstığı yağı, margarin yapımında en fazla kullanılan yağdır. Sertleştirme işleminde linoleik asidin tamamına yakını izo-oleik aside dönüşmektedir. Bu durumda ergime noktası 33-35 °C, iyot sayısı 72-74 ve izo-oleik asit yüzdesi %30-%35 arasındadır.

Yer fıstığının bulunamadığı durumlarda pamuk, palm ve ayçiçeği yağları da bu amaçla yaygın olarak kullanılır. Bitkisel yağlara ilave olarak sığır iç yağlarından elde edilen hayvansal kaynaklı oleomargarin de margarin üretiminde az miktarda kullanılmaktadır.

ABD'de (Amerika Birleşik Devletleri) soya yağı sertleştirilerek (ergime noktası 30-35 °C) bu amaçla kullanılır.

Bitkisel margarin; bitkisel sıvı yağların selektif hidrojenasyon veya interesterifikasyon yöntemi ile sertleştirilerek içerisine su, yağsız pastörize süt veya yağsız süt tozu / peynir altı suyu tozu / starter kültür, renk maddeleri, aroma maddeleri, vitamin ve koruyucular ilave edilerek elde edilen emülsiyon şeklinde tanımlanır.

Süt Ürünleri

Margarin imalatında su fazı hazırlamak için yağsız pastörize süt (Laktik asit cinsinden asitliği %0,2'yi geçmemelidir.) veya yağsız süt tozu / peynir altı suyu tozu kullanılmaktadır. Margarinde istenen tereyağı tadı, kullanılacak sütün fermantasyonu ile kısmen elde edilebilmektedir. Sütün margarin üretiminde kullanılma amaçlarından biri de margarinin protein içeriğini artırmaktır.

1.4.1.2. Margarin İmalatında Kullanılan Yardımcı Maddeler

Margarin üretiminde kullanılan bazı yardımcı maddeler şu şekildedir:

Antimikrobiyal / Antioksidan Maddeler

Margarin üretiminde istenmeyen mikrobiyal gelişimi önlemek amacıyla değişik ülkelerce miktarları farklı değerler hâlinde sınırlandırılmış olan koruyucu maddelerin kullanımına hemen tüm ülkelerin mevzuatlarında izin verilmiştir. Mikroorganizmaların gelişmesini önlediği gibi yağda acılaşma ve sabunlaşmayı da engelleyebildiğinden 1 kg margarine en çok 1.000 mg düzeyinde sorbik asit, sorbik asidin Na, K veya Ca tuzlarından her biri ayrı ayrı ya da karışım hâlinde katılabilmektedir.

Koruyucu madde kullanıldığı takdirde etiket üzerinde "Konservatif madde içerir." ifadesinin yer alması zorunludur. Sorbik asit, vücutta su ve karbondiokside parçalanabildiğinden fizyolojik yönden ve yağdaki dağılım katsayısının uygunluğu nedeniyle kimyevi yönden benzoik aside kıyasla daha çok tercih edimektedir.

Antioksidan madde olarak doğal ve sentetik tokoferoller (sınırsız miktarda), propil oktil, dodesil gallatlar, BHA ve BHT her biri tek başına ya da karışım hâlinde 1 kg margarin için 1.000 mg düzeyini aşmayacak miktarda kullanılır.

Aroma (Tat ve Koku) Maddeleri

Aroma ve tat vermek amacıyla margarine bitkisel ve hayvansal yağların dışında fermente yağsız süt ya da fermente rekombine süt, süt asitleri, ekşiticiler, yoğurt ve süt katılmaktadır. Bu durum tereyağına benzer tat ve kokunun sağlanması için her zaman yeterli olmayabilir. Bu nedenle tat ve koku oluşturması amacıyla yağa çoğu kez diasetil veya asetil metil karbinol ve bütirik asit katılmaktadır.

Emülgatörler

Margarin üretiminde büyük bir öneme sahip emülgatörlerin üretimdeki görevi, su fazını yağ fazı içerisine dağıtmaktır. İki farklı nitelikteki su ve yağ fazlarının homojen ve dayanıklı bir emülsiyon oluşturması için ortama emülgatör madde ilave edilir. Önceden %0,3-%1 oranında kullanılarak emülsiye edici etkisinden yararlanılılan yumurta sarısı, istenmeyen aromaya ve mikrobiyal gelişime neden olduğundan günümüzde pek tercih edilmez.

Doğal emülgatör sınıfında soya ve kolzadan elde edilen arıtılmış fosfatitler, yağsız sütten elde edilen kazein de emülgatör olarak kullanılmaktadır. Kazein, kızartma sırasında ürünlere hoşa giden bir kahve-rengileşme sağlar ve ürünlerin yanmasını önler. Kazeinde bulunan bu özellikler, margarinlere kızartma yağı olarak kullanılabilme niteliği kazandırır.

Günümüz margarin sanayinde başta palmitik, stearik ve oleik asitler gibi orta ve uzun zincirli yağ asitlerinin mono ve digliseritleri emülgatör olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bu madedeler lesitinle birlikte kullanıldığında margarin emülsiyonu daha kolay ve dayanıklı bir şekilde oluşur. Monogliseritlerin su bağlama gücü, digliseritlere kıyasla daha yüksek olduğundan emülsiyon oluşturma gücü yükseltir.

Emülgatör maddeler son ürünün emülsiyon kararlılığını yükseltmektedir. Ayrıca bu maddeler, kristalize olma yeteneklerinin daha yüksek olması nedeniyle margarinde yağ kusması olarak tanımlanan yağ fazı ayrışmasını önler.

Kıvam Vericiler

Sıvı hâldeki yağları sürülebilir kıvama getirmek yani yağların yoğunluğunu artırmak için çok farklı yöntemler kullanılabilir. Bu amaçla margarinin yapısına katılaştırma özelliği bulunan jelatin, emülgatör, süt tozu, aljinat ve pektin gibi katkı maddeleri ilave edilebilir.

Mutfak Tuzu

Bileşiminde oransal olarak %0,1'den fazla tuz bulunan margarinlere **tuzlu margarin** denir. Tuz oranı, tuzlu margarin şeklinde adlandırılmak kaydıyla %0,2'ye kadar normal kabul edilir. Margarine katılan tuz, margarinde oluşan bozuk tadı bir dereceye kadar gölgeleyebilmektedir.

Renk Maddeleri

Margarin üretiminde temel amaçlardan biri, renk yönünden mümkün olduğunca tereyağına benzer bir yağ elde etmektir. Bu nedenle doğal rengi beyaz olan ve katı yağlardan üretilen margarinleri tereyağının sarı rengine benzetmek amacıyla sarıya boyamak yaygın bir uygulamadır. Eskiden bu amaçla yalnızca havuç veya palm yağlarından elde edilen doğal boyalar kullanılırken son yıllarda özellikle sentetik β-karoten maddesine de izin verilmektedir. Anotto veya sentetik karotenle karıştırılmak kaydı ile biksin de margarinleri renklendirmede yaygın olarak kullanılmaktadır.

Doğal β-karoten preparatları; margarin içerisine, antioksidanlarca zenginleştirilmiş yağlı çözeltiler hâlinde, yağ fazına göre ton başına 12-18 g arasında katılmaktadır. .

Margarinleri renklendirmede diğer bir uygulama ise β-karotence zengin palm yağının margarinlere %0,3-%0,5 oranında katılması şeklindedir. Beğenilen renk tonunu yakalayabilmek için palm yağı, sentetik β-karotenle karıştırılarak kullanılır.

Sıçramayı Önleyici Maddeler

Yapısında önemli miktarda su içeren yağların (kahvaltılık tipi margarinler) kızartma sıcaklık derecesine ısıtılması hâlinde, yapılarındaki suyun ani buharlaşması sonucunda yağ sıçramaları meydana gelir. Bunun yanında katılan fermente sütteki proteinler ileri derecede tahrip olur. Bu sebeple kahvaltılık yağların, kızartma işleminde kullanılmaması gerekir. Buna rağmen kullanılmaları hâlinde oluşabilecek sıçramaları önleyebilmek için geçmiş zamanlarda içerisine "emülsiyon yağı" da denilen "oksi polimerize yağlar" katılırdı. Söz konusu ürünlerin sağlık yönünden zararlı oldukları tespit edildiğinden günümüzde bunların yerine yağa %10 oranında hava ya da inert gaz emdirilmekte ya da lesitin, kazein veya yumurta sarısı gibi maddeler katılabilmektedir.

Su

Margarin üretiminde, su fazı olarak fermente edilmiş yağsız süt ya da rekombine süt kullanılabilir. Bunların yanı sıra doğrudan su ya da peynir altı suyu da kullanılabilmektedir. Suyun, margarin yapısında yer almasının yanında suda çözünen maddeleri çözme görevi de vardır. Margarin üretiminde kullanılacak suyun nötr tat ve kokuda, pH derecesi 6 civarında, gerektiğinde filtre edilip havalandırılmış, bakteriyolojik yönden güvenli ve içme suyu kalitesinde olması gerekir. Sertlik derecesi 14,3-17,9 Fransız sertlik derecesi aralığında olmalıdır. Ayrıca oksidatif tepkimeleri hızlandırdığı için içerdiği demir miktarı 0,5 mg/l'yi ve mangan miktarı 1 mg/l'yi aşmamalıdır.

Vitaminler

Bitkisel sıvı ya da katı yağlardan üretilen margarinlerde tokoferol (E vitamini) dışında vitamin bulunmaz. Bu nedenle birçok ülkede olduğu gibi tereyağındaki A vitamini miktarı (3-60 İU/g) baz alınarak margarinlerin yağda eriyen vitaminlerden A vitamini ile 20 IU/g olacak şekilde zenginleştirilmesi besleyiciliği yönünden gerektiği için bu durum Türkiye'de de mevzuatla zorunlu hâle getirilmiştir. Aynı şekilde tereyağındaki miktarı 0,1-4 IU/g arasında değişen D vitamininin de margarinlere 0,3 IU/g düzeyinde katılması yasal bir zorunluluktur.

1.4.2. Margarin Çeşitleri ve Özellikleri

Margarinler özelliklerine göre çeşitlilik göstermektedir. Margarinler elde edildiği ham maddeye göre iki sınıfa ayrılır:

1. Bitkisel yağ kökenli margarinler (bitkisel margarin)
2. Hayvansal yağ kökenli margarinler (hayvansal margarin)

Margarin, kullanım yerlerine bağlı olarak TSE 2812'ye göre kahvaltılık margarin, mutfak tipi margarin ve gıda sanayi margarini (endüstriyel margarin) olmak üzere üç sınıfa ayrılır. Bunlar şöyle açıklanabilir:

1. **Kahvaltılık Margarin:** Tereyağı kıvamındadır ve ekmeğe kolaylıkla sürülebilmektedir. Kahvaltılık margarin, su ve/veya süt fazı ile yağ fazının meydana getirdiği bir emülsiyondur. Erime noktası 36 °C olmalıdır. Kahvaltılık margarin aşağıdaki bileşenleri içermektedir:
   - Bitkisel yağ (%82oranında)
   - Bitkisel lesitin (%5'e kadar)
   - Tuz (en çok %0,2)
   - Benzoik asit (koroyucu olarak) ve boya maddeleri (%2'ye kadar)
   - Vitamin (A, D ve E vitaminleri)
   - Aroma verici maddeler
2. **Mutfak Tipi (Yemeklik Margarin):** Emülsiyon hâlinde olmayan ve %99 oranında yağ içeren, üretimi kahvaltılık margarine göre daha kolay olan çeşittir. Mutfak tipi margarin aşağıdaki özellikleri taşır:
   - En az %99 yağ içerir.
   - %0,2 asidite oranına sahiptir.
   - Erime noktası en çok 36 °C olmalıdır.
   - Vitamin ilavesi etikette türü ve miktarı belirtilmek şartıyla serbesttir.
   - Boya maddesi ilave edilebilir.
3. **Gıda Sanayi Margarini (Endüstriyel Margarin):** Gıda sanayi margarini, tip 1 (en az %99 yağ içeren) ve tip 2 (en az %80 yağ içeren) olmak üzere ikiye ayrılır. Gıda sanayinde çeşitli gıdaların hamur (börek, baklava, poğaça), şekerleme, gofret, kek, fastfood [(festfud (hızlı yemek)] vb. üretiminde kullanılmak üzere üretilerek çoğunlukla üretici firmalara satılan margarin çeşididir.

Margarinler, içerdikleri tuz miktarına göre ise tuzlu ve tuzsuz olmak üzere ikiye ayrılır. Türk Gıda Kodeksi Sürülebilir Yağlar/Margarin ve Yoğun Yağlar Tebliği (No.: 2008/21) :

> "ç) ***Sürülebilir yağlar/margarin*** *başlığına göre insan tüketimine uygun bitkisel ve/veya hayvansal yağlar ve/veya süt yağından elde edilen temel olarak yağ içinde su emülsiyonu tipinde, süt ve/veya süt ürünleri içerebilen şekillendirilebilir ürün grubunu,*

1. Toplam yağ içeriğinin en fazla %3'ü oranında süt yağı içerebilen sürülebilir yağlar, piyasaya sunuluş ve toplam yağ oranlarına göre şu şekilde adlandırılır;
   - **Margarin:** Ağırlıkça en az %80, en fazla %90 oranında yağ içeriğine sahip ürünü,
   - **Margarin - Dörtte üç yağlı:** Ağırlıkça en az %60, en fazla %62 oranında yağ içeriğine sahip ürünü,
   - **Margarin - Yarım yağlı:** Ağırlıkça en az %39, en fazla %41oranında yağ içeriğine sahip ürünü,
   - **Margarin - "%...." yağlı:** Ağırlıkça aşağıdaki oranlarda yağ içeriğine sahip ürünleri;

-Yağ içeriği ağırlıkça en az %10 ve %39'dan az

-Yağ içeriği ağırlıkça %41'den fazla ve %60'dan az

-Yağ içeriği ağırlıkça %62'den fazla ve %80'den az

2. Toplam yağ içeriğinin en az %10'u en fazla %80'i oranında süt yağı içeren sürülebilir yağlar piyasaya sunuluş ve toplam yağ oranlarına göre şu şekilde adlandırılır;

» **Süt yağlı margarin:** Ağırlıkça en az %80, en fazla %90 oranında yağ içeriğine sahip olan ürünü,

» **Süt yağlı margarin- Dörtte üç yağlı:** Ağırlıkça en az %60, en fazla %62 oranında yağ içeriğine sahip olan ürünü

» **Süt yağlı margarin- Yarım yağlı:** Ağırlıkça en az %39, en fazla %41 oranında yağ içeriğine sahip olan ürünü,

» **Süt yağlı margarin - "%...." yağlı:** Ağırlıkça aşağıdaki oranlarda yağ içeriğine sahip ürünleri;

- Yağ içeriği ağırlıkça en az %10 ve %39 dan az

- Yağ içeriği ağırlıkça %41 den fazla ve %60 dan az

- Yağ içeriği ağırlıkça %62 den fazla ve %80 den az

d) **Yoğun yağ:** Yağ içeriği %90'dan fazla olan ürünü,

e) **Çeşnili sürülebilir yağlar/margarin:** Bu Tebliğ kapsamındaki tüm ürünlere çeşitli baharat, meyve ve sebzeler, bal ve/veya taklit ve tağşiş olmaması şartı ile diğer gıda maddeleri katılarak çeşnilendirilmesiyle elde edilen ve kendine has tat, koku, görünüm ve yapı dışında kalan özellikler açısından Tebliğ kapsamındaki ürünlerin özelliklerini taşıyan ürünü, ifade eder."

ARAŞTIRINIZ

Türk Gıda Kodeksi Sürülebilir Yağlar/Margarin ve Yoğun Yağlar Tebliği'ne göre (No.: 2008/21) yağların özellikleri nasıl olmalıdır? Araştırınız.

1. .....
2. .....
3. .....

SIRA SİZDE

Margarinler elde edildiği ham maddeye göre nasıl sınıflandırılır?

1. .....
2. .....

SIRA SİZDE

Margarinler kullanım yerleri açısından TSE 2812'ye göre nasıl sınıflandırılır?

1. .....
2. .....
3. .....

1.4.3. Margarinin Duyusal, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Margarinin bazı yönlerden belirlenmiş birtakım özelliklere sahip olması istenir.

1.4.3.1. Margarinlerin Duyusal Özellikleri

Margarinin mutfak tipinin sadeyağ şeklinde, kahvaltılık tipinin tereyağı görünüşünde, kendine has aromaya sahip, mikrobiyal (küflenmemiş) yönden güvenli olması ve yabancı madde içermemesi istenir (**Görsel 1.18**).



Görsel 1.18: Margarin

1.4.3.2. Margarinlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

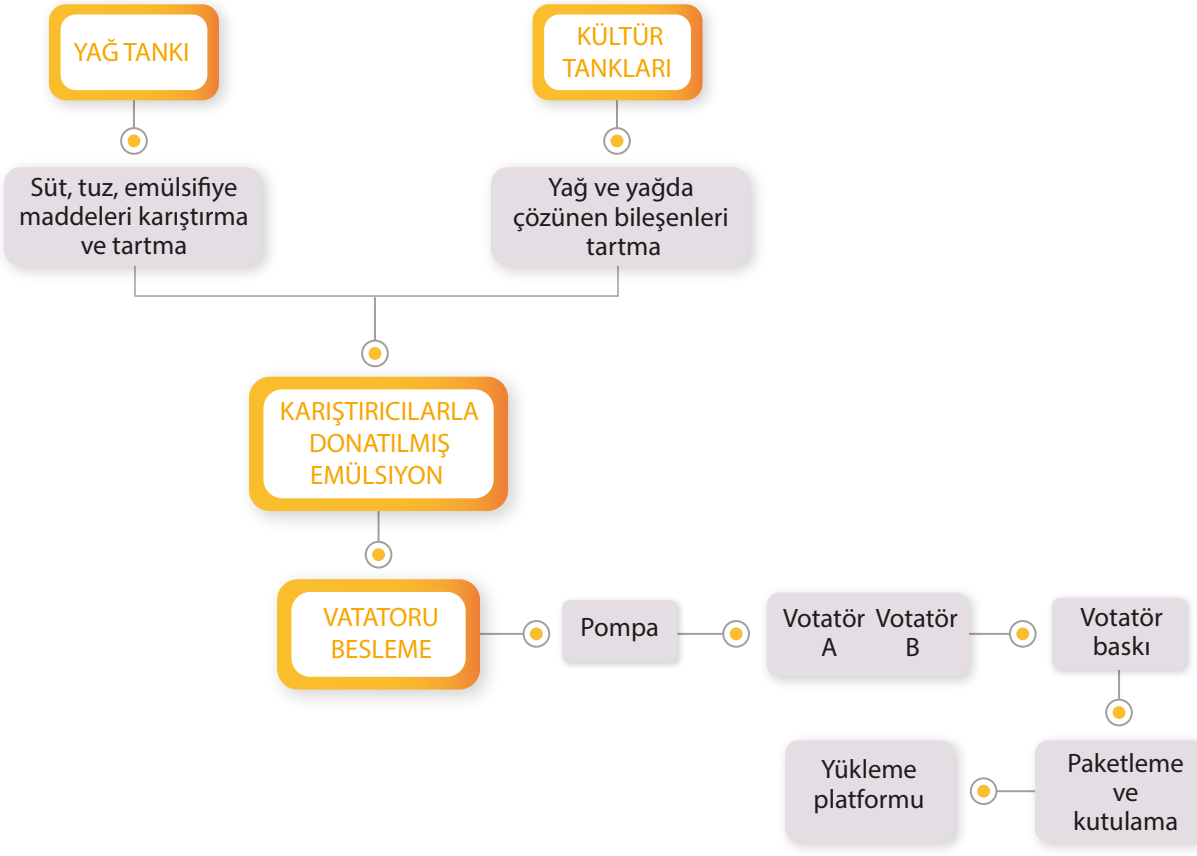
Margarin çeşitleri sahip oldukları ham ve yardımcı maddeler dışında fiziksel ve kimyasal özellikler yönünden farklılık göstermektedir (**Tablo 1.5**).

Tablo 1.5: Margarin Çeşitleri ve Tiplerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

ÖZELLİKLER	SINIFLAR			
	Kahvaltılık margarin	Mutfak margarini	Gıda sanayi margarini	
			Tip I	Tip II
Yağ miktarı (En az, kütlece %)	80	99	99	80
Erime noktası (En çok, ˚C)	36	36	45	45
Oleik asit cinsinden asitlik derecesi (En çok, kütlece %)	1,5	0,2	0,2	1,5
Peroksit sayısı (En çok, meq peroksit/1.000 g numune)	5	5	5	-
Su (En çok, kütlece %)	16	-	-	10

1.4.4. Margarin Üretim Aşamaları

Margarinler; renk, lezzet ve yapı bakımından tereyağına benzetilerek üretilen bir emülsiyon ürünüdür. Bitkisel yağ, süt, su ve diğer katkı maddelerinden oluşur. **Şekil 1.9**'da kahvaltılık margarin üretim akış şeması verilmiştir.



Şekil 1.9: Sürekli margarin üretiminin basit akış şeması

Margarinler ayçiçeği, soya fasulyesi, palm, pamuk vb. bitkisel yağlardan üretilir. Üretim süreci bu yağların saflaştırılması ile başlar. Margarin üretimi aşamaları (prosesler) aşağıda açıklanmıştır.

1.4.4.1. Saflaştırma (Rafinasyon)

Margarin üretiminde kullanılacak ham yağların yabancı maddelerden, tat ve kokulardan arındırılması gerekir. Saflaştırma işlemi aşağıda verilen üç aşamada tamamlanır:

1. **Nötralizasyon:** Bu aşamada serbest yağ asitleri ve bazı kirlilik unsurları ortamdan uzaklaştırılır.
2. **Ağartma:** Bu aşamada istenmeyen renk maddeleri ortamdan uzaklaştırılır.
3. **Deodorizasyon:** Bu aşamada istenmeyen aroma maddeleri ortamdan uzaklaştırılır.

1.4.4.2. Su Fazının Hazırlanması

Su fazı, suda çözünen katkıları içerir. Bu katkılar şöyle sıralanabilir:

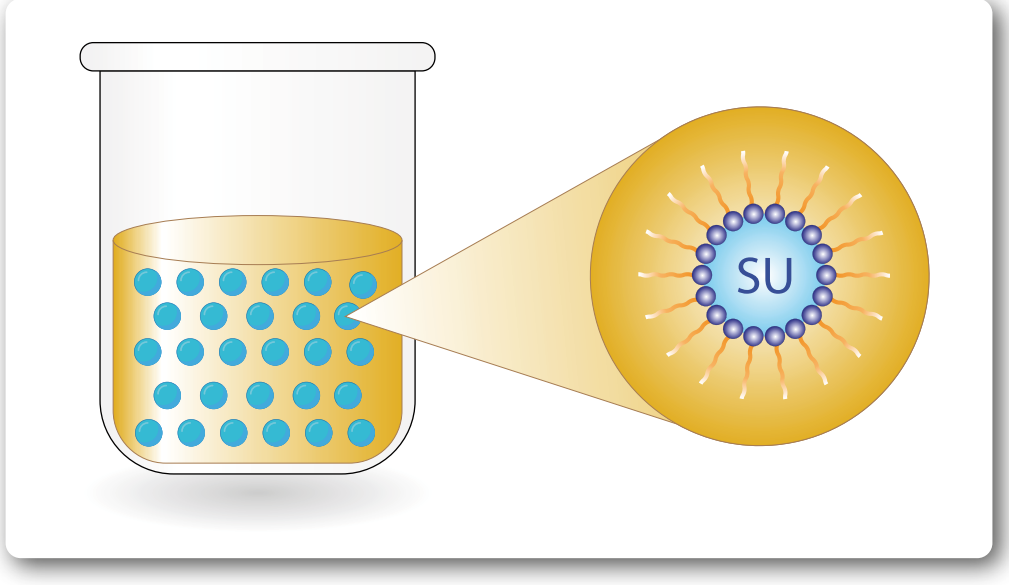
- Tuz (ince öğütülmüş sofra tuzu)
- Süt, süt tozu, peynir altı suyu tozu

- Asitlik düzenleyici (sitrik asit)
- Aroma maddesi (Tereyağı tadını elde etmek için diasetil maddesi ilave edilir.)
- Antimikrobiyal maddelerdir (benzotik ve sorbik asitler veya tuzları).

Günümüzde bu "süt fazının" hazırlanması için suya yağsız süt tozu ya da peynir suyu tozu gibi kurutulmuş, proteinli bileşen ilave edilir. Daha sonra bu karışım pastörize edilir. Bazen bu karışıma starter kültür ilave edilerek fermantasyon başlatılır. Fermantasyon sonucunda tereyağı aroma maddeleri üretilir. Daha sonra fermente kütle 4-5 °C'a soğutulur. Üretilecek margarinde istenen miktarda tuz ve diğer koruyucu maddeler karışıma ilave edilerek su fazı hazırlanır.

1.4.4.3. Yağ Fazının Hazırlanması

Margarin, yağ içinde su fazını barındırmakla birlikte yağ ve yağda çözünen katkıları içerir (**Şekil 1.10**). Kullanılacak yağın cinsi elde edilmek istenen margarin çeşidine bağlı olarak değişir. Bu katkılar şöyle sıralanabilir:



Şekil 1.10: Yağ içinde su fazı

- Emülgatör (mono ve digliseritler)
- Lesitin (Sıçramayı önler, emülsiyon stabilitesi sağlar.)
- Renklendirici (β karoten)
- Aroma maddesi
- Vitamin (A, D, E)

Margarinin konsistensi, kullanılan yağların yapısına fazlasıyla bağlıdır. Bu sebeple kullanılacak sıvı ve katı yağların özelliklerine ve oranlarına dikkat edilmelidir. Yağlı fazın hazırlanmasında genel kural nispeten yüksek derecede eriyen hidrojene yağı daha yumuşak yağla karıştırmaktır.

Margarinin yağ fazını oluşturmak için seçilmiş olan sıvı ve katı yağlar 36 °C'un üzerindeki sıcaklığa kadar ısıtılır. Daha sonra bu yağlar bir tank içerisinde belirlenen oranlarda birbiriyle karıştırılır. Sonra bu karışım yağda çözünen bileşenleri içeren diğer bir tanka aktarılır. İkinci tankta A vitamini, renklendirici (β karoten), aroma geliştirici, emülsifier maddeler karıştırılarak katı ve sıvı faz hazırlanır. **Şekil 1.11**'de yemeklik margarin üretim aşamaları verilmiştir.



Şekil 1.11: Yemeklik margarin üretimi akış şeması

1.4.4.4. Emülsiyon Hazırlama

Ayrı tanklarda hazırlanan yağ fazı ve sulu faz yayık adı verilen bir ön karıştırma tankında belirlenen oranlarda birbirleri ile karıştırılır. Daha sonra karışım votatör adı verilen sürekli ısı değiştiriciye aktarılıp yüksek basınçlı pompadan (homojenizatör) geçirilerek küçük damlacıklar hâlinde emülsiye edilir. Yağ içerisindeki su damlacıklarının çapları 5 μ (mikron) kadardır.

Emülsiye edici maddeler, emülsiyon oluşumu sırasında ve oluşumundan sonra emülsiyon stabilizasyonunun sağlanmasında etkilidir.

1.4.4.5. Soğutma ve Kristalizasyon

Emülsiyon oluşumundan sonra soğutma ve kristalizasyon işlemi uygulanır. Bu işlem MPU (margarin proses ünitesi) veya votatör adı verilen ünitelerde sürekli çalışan kristalizatörlerle yapılır.

Kendi hâlinde soğumaya bırakılan yağlarda kumsu, homojen olmayan, pütürlü bir yapı oluşur. İlk önce doymuş trigliseritler kristalleşir ve daha sonra büyüyerek homojen olmayan bir kütle meydana gelir. Margarini soğutmadaki amaç; görüntüsüne, stabilitesine, yapısına fonksiyonuna uygun yağ üretmektir. Dolayısıyla sertleşmeyi sağlamak için sadece yağı soğutmak yeterli değildir. Margarin

emülsiyonunda istenen kıvamlılık, kristalizasyon ve yumuşak bir form elde edebilmek için kontrollü kristalizasyon prosesi uygulanarak hızlı bir soğutma ve buna bağlı katılaştırma sağlanır. Sıcak emülsiyon, yüksek basınç pompası vasıtasıyla soğutma silindirlerine gönderilir. Soğutma silindirlerinin yüzeyinde emülsiyon hızla soğur ve kristalleşir. Kristalize olan emülsiyon, hızlı dönen bıçaklarla kazınır. Bu, birkaç aşamadan oluşan bir prosestir. En son aşamada ürün, dinlenme silindirinden geçirilerek homojen yapının sabitlenmesi sağlanır ve ürün ambalajlanmak için hazır hâle getirilir.

Margarin, vatotor içerisinde elde edilecek yağın tipine göre 45-48 °C'tan 8-12 °C'a kadar soğutulur.

Margarin yemeklik olarak kullanılacaksa yumuşak dokulu ve orta kıvamda olmalıdır. Pasta ve şeker imalatında kullanılacaksa yumuşak bir yapı ile birlikte kısmen sert ve dayanıklı bir kıvamda olmalıdır.

Yağlar homojen bir yapıda görünmelerine rağmen mikroskobik incelemelerde, yağlarda birbirine kilitlenmiş küçük kristaller ve bunların arasına yerleşmiş sıvı yağ vardır.

Soğutucu olarak amonyak veya freon gazları kullanılır.

1.4.4.6. Ambalajlama

Ürünün paketlenmesi için daha katı bir doku (konsistens) isteniyorsa ürün dinlendirilir. Bu amaçla silindir şeklindeki soğutucu tüplerde katı hâlde bulunan margarin yüksek basınç ile dinlendirme tüpüne gönderilir. Dinlendirme tüpü paketleme makinesinin giriş kısmına monte edilmiş hâldedir. Margarinin kıvamlılığı dikkate alınıp 1-2 atm basıncı muhafaza edilerek kalıplama makinesinin kalıplama bölmesine gönderilir. Akış fazlası geri alınır. Dinlendirme işlemi B ünitesinde yapılır. Eğer ürün doğrudan A ünitesinden çıkarılıp paketlenirse ürün zayıf yapılı ve çok sert olur. B ünitesinde uzun zaman tutulursa çok yumuşak ürün elde edilir (**Şekil 1.12**).



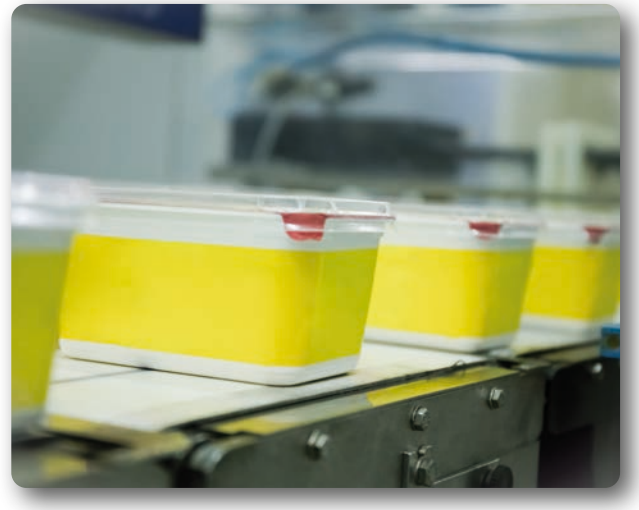
Şekil 1.12: Margarin üretimi işlem akış şeması

Yağ, paketlemeye gitmeden önce bir genleşme valfinden geçer. Bu ani genleşme ürünün görünüş ve parlaklığını iyileştirir.

Perakende satışa sunulacak margarinler kalıplama ve paketleme makinelerinde otomasyon üretimle küçük paketler hâlinde (70-100 adet/dk.) paketlenir (**Görsel 1.19**).

Üretilen margarinlerde su miktarı, erime noktası, değişik sıcaklıklarda kıvamlılık, pH, renk, bakteriyolojik kontroller, dayanıklılık testi ve tat paneli gibi kalite ve dayanıklılık testleri yapılır.

Üretim çıkışından tüketicinin mutfağına ulaşana kadar kalitenin bozulmaması için ürünlerin depolanması ve dağıtımı, uygulama sıcaklığının hemen altında bir sıcaklıkta yapılmalıdır.

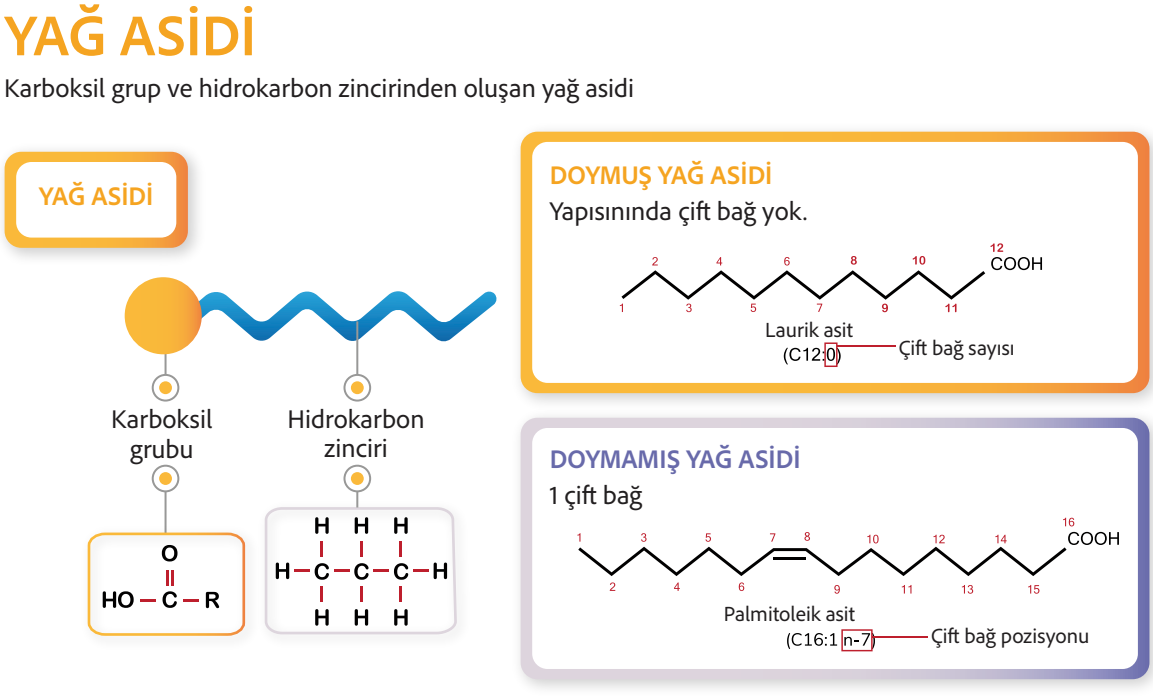


Görsel 1.19: Margarinin ambalajlanması

1.4.5. Hidrojenasyonun Önemi ve İlkesi

Hidrojenasyon işlemi, geçmişte margarin üretiminin temelini oluşturmuştur. Zamanla kalp ve damar sağlığı sorunları, tip II diyabet, çocuklarda astım, orta yaş ve üzeri insanlarda alzheimer (alzaymır), bebek ve çocuklarda büyüme geriliğine sebep olan trans yağ oluşumuna neden olduğundan bu işlemin uygulanması büyük oranda azalmıştır. Bilhassa 2007 yılından itibaren kahvaltılık margarinlerin "TRANS YAĞ YOKTUR!" ibaresi ile üretilmesi bu yöntem ile margarin üretim düzeyini azaltmıştır.

Hidrojenasyon işlemi; sıvı yağların ve düşük erime noktasına sahip yağların içerdiği çift bağların belirli sıcaklık, uygun basınç ve katalizör (nikel vb.) varlığında hidrojen gazı ile doyurulup, tek bağa dönüştürülerek yüksek erime noktasına sahip ürün elde edilmesidir (**Şekil 1.13**). Bu işlemde ürün aynı zamanda sıvı formdan katı forma dönüştürülmüş olur.



Şekil 1.13: Doymuş ve doymamış yağ asitleri

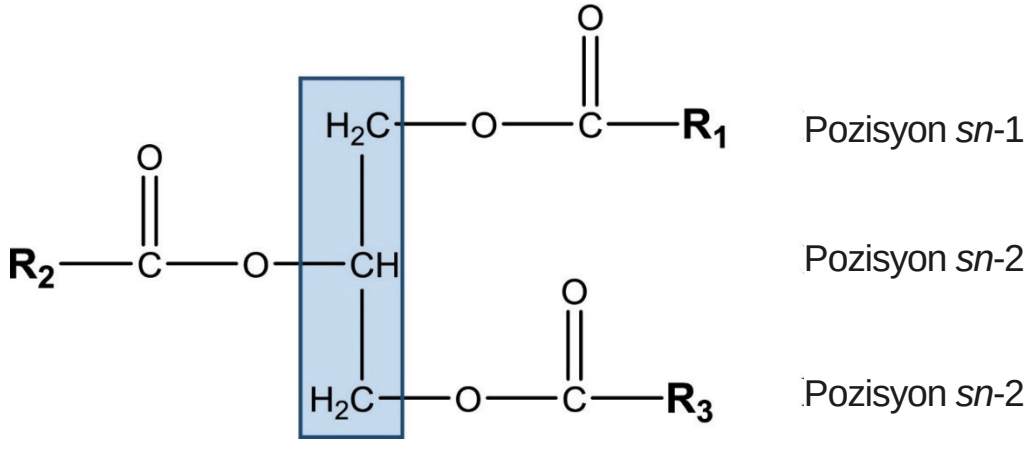
Hidrojenasyon işlemi; tam, kısmi ve selektif (seçici) hidrojenasyon olmak üzere üç gruba ayrılır:

1. **Tam Hidrojenasyon:** Çift bağlar tamamen doyurulur ve erime noktası yüksek yağ elde edilir.
2. **Kısmi Hidrojenasyon:** Bu yöntemle katılaştırılan yağların erime noktaları vücut sıcaklığının altındadır.
3. **Selektif (Seçici) Hidrojenasyon**: Bu yöntemde ise üç çift bağ içeren yağ asidi iki çift bağ içerenden, iki çift bağ içeren yağ asidi bir çift bağ içerenden daha öncelikli olarak tepkimeye sokulmaktadır.

1.4.6. İnteresterifikasyonun Önemi ve İlkesi

Hidrojenasyon işlemi; reaksiyonu ile oluşan trans yağ ve onun sebep olduğu sağlık sorunları nedeni ile margarin üretiminde alternatif bir yöntem olarak interesterifikasyon uygulaması önem kazanmıştır. İnteresterifikasyon sürecini anlamak için temel yağ moleküler yapısının bilinmesi gerekmektedir. Triaçilgliserol (TAG), diyet yağının baskın formudur (~%95) ve bir gliserol omurgasına esterlenmiş üç yağ asidinden oluşur (**Şekil 1.14**). Her bir yağ asidi, iki dış pozisyon sn-1 ve sn-3 yağ asitleri ve merkezi pozisyon sn-2 yağlı asit olarak adlandırılan stereospesifik bir numaralandırma sistemi (sn) kullanılarak adlandırılan üç pozisyondan birini işgal edebilir (**Şekil 1.14**). Bir TAG molekülünün fiziksel ve biyokimyasal özelliklerinin, bileşen yağ asitlerinin konumu (sn-1, sn-2 veya sn-3), yağ asitlerinin zincir uzunluğu, doygunluk dereceleri (çift bağ sayısı) ve konfigürasyonları (cis veya trans) dâhil olmak üzere birçok belirleyicisi vardır.

İnteresterifikasyon, bazı gıdalardaki doymuş yağ asitleri (SFA) ve trans yağ asitleri (TFA) seviyelerinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Hidrojenasyon işlemine alternatif olarak kullanılan interifikasyon yönteminde yaygın teknik, diyet yağının ana bileşeni olan triaçilgliseroller içindeki yağ asitlerinin konumunun yeniden düzenlenmesidir (**Şekil 1.14**).



Şekil 1.14: Bir triaçilgliserol (TAG) molekülünün genel yapısı [Yağ asitleri (R1, R2 ve R3), üç stereospesifik pozisyonun (sn-1, sn-2 ve sn-3) her birinde uzunlukları ve doymamışlık dereceleri bakımından farklılık gösterir. Taralı alan, molekülün gliserol "omurgasını" temsil eder.]

4. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (.....) Margarin yapı, kıvam, renk, tat ve koku yönünden tereyağı taklit edilerek üretilen bir üründür.
2. (.....) Margarin üretiminde çeşitli bitkisel yağlar kullanılabilir ancak en az kullanılan bitkisel yağ yer fıstığı yağıdır.
3. (.....) Hidrojenizasyon yöntemi oluşan trans yağın sebep olduğu sağlık sorunları nedeni ile alternatif yöntem olarak interesterifikasyon uygulaması önem kazanmıştır.
4. (.....) Margarin üretiminde uygulanılan soğutma işleminde amaç görüntüsüne, stabilitesine, yapısına ve fonksiyonuna uygun yağ üretmektir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri verilen bilgilere uygun olarak doldurunuz.

1. 2007 yılına kadar hidrojenasyon yöntemi kullanılarak üretilen margarin, sonraki yıllarda .....teknolojisi ile üretilmektedir.
2. Margarin üretimde kullanılan ..... görevi su fazını yağ fazı içerisine dağıtmaktır.
3. Kahvaltılık margarin %82, mutfak tipi margarin ise en az %99 oranında ..... içerir.
4. Hidrojenizasyon işlemi ile çift bağlar ..... gazı ile doyurulup tek bağa dönüştürülmektedir.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi margarin üretiminde kullanılan ham maddelerden biridir?

A) Antimikrobiyal maddeler
B) Emülgatörler
C) Kıvam vericiler
D) Süt ürünleri
E) Tuz

2. Aşağıdakilerden hangisi margarin üretiminde kullanılan emülgatörlerden biri değildir?

A) Digliseritler
B) Fosfatitler
C) Kazein
D) Monogliseritler
E) Trigliseritler

3. Aşağıdakilerden hangisi yağda kullanılan antioksidan maddelerden biri değildir?

A) BHA
B) BHT
C) Propil alkol
D) Dodesil gallatlar
E) Tokoferoller

4. Aşağıdakilerden hangisi margarin üretiminde kullanılan yardımcı maddelerden biri değildir?

A) Süt ürünleri
B) Antioksidan maddeler
C) Aroma maddeleri
D) Sıçramayı önleyiciler
E) Kıvam vericiler

5. Aşağıdakilerden hangisi hidrojenizasyon yöntemi kullanımının azalmasının temel sebebidir?

A) İşlemde yüksek basınç gerekir.

B) İşlemde yüksek sıcaklıklara çıkılmalıdır.

C) İşlem yüksek maliyetlidir.

D) İşlemde sağlığa zararlı trans yağ oluşur.

E) Son ürünün paketlenmesi zordur.

6. Aşağıdakilerden hangisi margarin üretiminde amonyak ve freon gazlarının kullanım amacıdır?

A) Deodorize etmek

B) Dinlendirmek

C) Hidrojenize etmek

D) Kıvam vermek

E) Soğutmak

7. Aşağıdakilerden hangisi mutfak tipi margarinlerin özelliklerinden biri değildir?

A) En az %99 yağ içerir.

B) %2 asidite oranına sahiptir.

C) Erime noktası en çok 36 °C olmalıdır.

D) Vitamin ilavesi serbesttir.

E) Boya maddesi ilave edilebilir.

8. Aşağıdakilerden hangisi margarin üretim aşamalarından biri değildir?

A) Saflaştırma (rafinasyon)

B) Isıl işlem uygulama ve kristalizasyon

C) Su fazının hazırlanması

D) Yağ fazının hazırlanması

E) Emülsiyon hazırlama

9. Aşağıdakilerden hangisi β-karotenin margarin üretiminde kullanım amacıdır?

A) Aroma vermek

B) Kıvam vermek

C) Renk vermek

D) Sıçramayı önlemek

E) Vitamin kaynağı olarak

10. Aşağıdakilerden hangisi üretilen margarinlere uygulanan kalite testlerinden biri değildir?

A) Bakteriyolojik testler

B) Dayanıklılık testi

C) Kül testi

D) Renk testi

E) pH testi

2 ÖĞRENME BİRİMİ
ZEYTİN YAĞI ÜRETİMİ

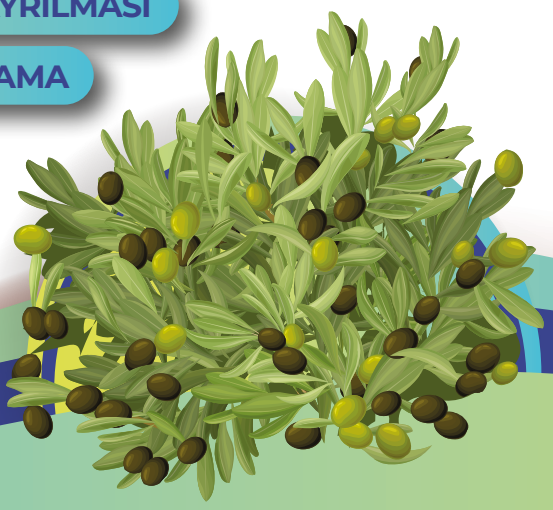


KONULAR

2.1. ZEYTİNİ PRESLEME

2.2. ZEYTİNYAĞININ TORTU VE KARASUDAN AYRILMASI

2.3. ZEYTİNYAĞINI AMBALAJLAMA VE DEPOLAMA



TEMEL KAVRAMLAR

- Zeytin
- Zeytinyağı
- Presleme
- Malaksasyon
- Üretim yöntemi
- Dekantör
- Faz
- Tortu ve karasu
- Pirina

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

1. Zeytinin önemi ve bileşimi
2. Türkiye'de üretimi yapılan başlıca zeytin çeşitleri
3. Zeytinyağının kimyasal yapısı, duyusal ve fiziksel özellikleri
4. Zeytin hasat zamanı ve türünün yağ kalitesine etkisi
5. Zeytinyağı üretim yöntemleri ve ilkeleri

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Mutfağınızda en sık kullandığınız yağ hangisidir? Bu yağı tercih etme sebebiniz nedir?
2. Zeytinyağını beslenme dışında hangi alanlarda kullanırsınız?
3. Zeytinyağını satın alırken etiket bilgilerine dikkat eder misiniz? Neden?

2.1. ZEYTİNİ PRESLEME

Önemli bir besin ve ticaret maddesi olan zeytin tarih boyunca mitolojilere, dinlere, sanata yansımış; dostluk ve barışın simgesi olmuştur. Zeytinin önemi günümüzde de sağlık, spor ve güzellik aracı olarak birçok farklı alanda kullanımı ile devam etmektedir.

Zeytinyağı, zeytin ağacının meyvesinden fiziksel veya mekanik yolla zeytine hiçbir kimyasal işlem uygulanmadan elde edilir. Zeytin meyvesi önce içindeki yabancı maddelerden temizlenerek yıkanır, çekirdeği ile birlikte kırılıp ezilerek püre hâline getirilir. Daha sonra püre hâlindeki zeytine uygun ısıl ortamda dekantasyon, santrifüj ve filtrasyon işlemleri uygulanır.

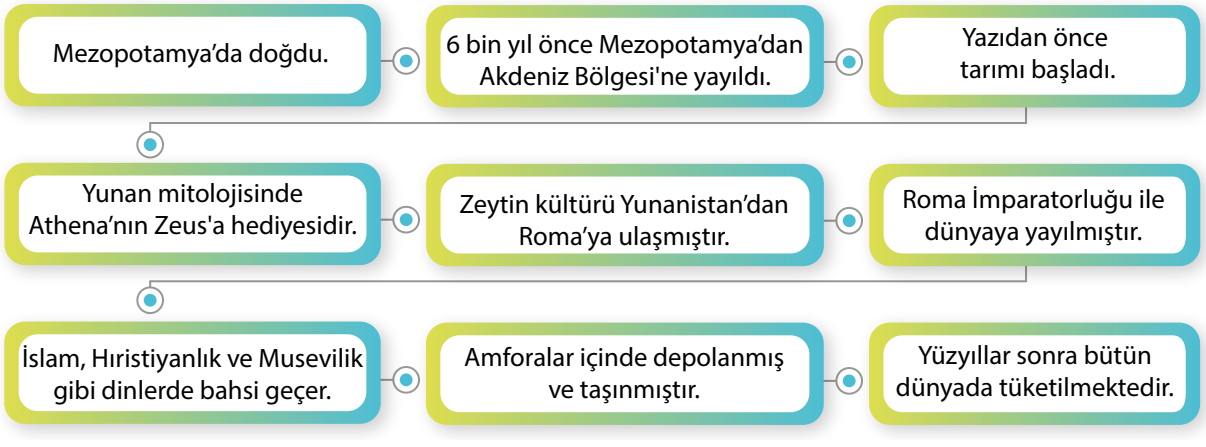
Zeytinyağı tüketiminin diğer bitkisel yağlar içinde hak ettiği yere ulaşabilmesi için öncelikle ham maddesi iyi tanınmalıdır. Zeytinin yetiştirilmesinden başlanarak özelliklerine uygun şekilde işlenmesinin yanı sıra üretim prosesinden ambalajlanmasına, depolanmasına, dağıtımına ve satışına kadar her aşamasında titizlikle çalışılması zeytinyağının kalitesi için önemlidir.

2.1.1. Zeytinin Önemi ve Bileşimi

Zeytin ağacı, *Oleaeceae* familyasının *Olea* cinsinin altında yer alan *Olea Europeae* türüne ait tipik bir Akdeniz bitkisidir. Zeytin ağacı meyvesi olan zeytinin *Olea Europeae var.sativa* türü ehil, *Olea Europeae* var.oleaster türü ise yabanidir.

Bilimsel literatürlere ve tarihi araştırmalara göre tipik Akdeniz bitkisi olan zeytinin ana vatanı Anadolu'da Mardin, Kahramanmaraş ve Hatay'ı içine alan bölgedir. Bu bölgeden de Batı Anadolu'ya ve Ege adalarına daha sonra da Yunanistan, İspanya ve Kuzey Afrika'ya dağılmıştır. Amerika'nın keşfinden sonra 16. yy.da İspanyollar tarafından Kaliforniya, Meksika, Teksas, Peru, Şili ve Arjantin'e; İtalyan göçmenler tarafından 1660 yılında Güney Afrika'ya; 1805 yılında Avusturalya'ya götürülen zeytin dünyadaki yayılışını tamamlamıştır.

Dünyada tanımlanması yapılan yaklaşık 1.200'den fazla zeytin çeşidi bulunmaktadır. Akdeniz iklimini seven, uygun koşullarda yetiştirildiğinde 5-6 yıl sonra meyve vermeye başlayan, yıllar geçtikçe de verimi artmaya devam eden zeytin ağacının 30-35 yaşında en verimli dönemi başlar ve bu dönem 150 yaşına kadar sürer. Yaşlandıkça verimi azalan zeytin ağacı, çok uzun ömürlüdür ve bin yıla kadar yaşayabilir hatta "ölümsüz ağaç" olarak bilinmektedir. Zeytinyağının tarihteki ilk bulguları ve dünyaya yayılışı **Şekil 2.1**'de özetlenmiştir.



Şekil 2.1: Tarihte zeytinyağına ait ilk bulgular ve zeytinin dünyaya yayılışı

Türkiye'de zeytin çeşitlerinin özelliklerini belirleme çalışmaları 1966 yılında başlamıştır. 2017 yılına kadar 90 yerli, 28 yabancı zeytin çeşidi bulunduğu tespit edilerek tescil edilmiştir. Türkiye genelinde bu zeytinler içinde en bilinenleri olan Memecik, Gemlik, Ayvalık, Domat, Halhalı (Derik), Nizip Yağlık, Uslu, Sarı Ulak, Tavşan Yüreği'dir. Diğer türler ve diğerleri **Tablo 2.1**'de verilmiştir.

Tablo 2.1: Türkiye'de Tescili Yapılmış Zeytin Çeşitleri

ZEYTİN ÇEŞİDİ				
1. Trabzon Yağlık	19. Çizmelik	37. Karamani	55. İri Yuvarlak	73. Girit Zeytini
2. Samsun Yağlık	20. Tekirdağ Eşek Zeytini	38. Elmacık	56. Yağ Çelebi	74. Tavşan Yüreği*
3. Görvele	21. Erdek Yağlık	39. Yağlık Sarı Zeytin	57. Zoncuk	75. Ak Zeytin
4. Marantelli	22. Edincik	40. Kilis Yağlık	58. Halhalı Derik*	76. Çekiçte
5. Patos	23. Eşek Zeytini Ödemiş	41. Sarı Yaprak	59. Hursuki	77. Kara Yaprak
6. Tuzlamalık	24. Gemlik*	42. Maraş No 7	60. Belkufi	78. Yağ Zeytini
7. Butko	25. Karamürsel Su	43. Kan Çelebi	61. Melkabazı	79. Yerli Yağlık
8. Otur	26. Şam	44. Halhalı Çelebi	62. Mavi	80. Aşı Yeli
9. Sinop Ağaç No 5	27. Samanlı	45. Hamza Çelebi	63. Samsun Tuzlamalık	81. Taş Arası Aydın
10. Sinop Ağaç No 2	28. Çelebi İznik	46. Yuvarlak Halhalı	64. Ayvalık*	82. Taş Kuşadası Arası
11. Satı	29. Büyük Ulak Topak	47. Kalem Bezi	65. Hurma Karaca	83. Memecik*
12. Samsun Ufak Tuzlamalık	30. Sarı Ulak*	48. Yağlık Çelebi	66. Hurma Kaba	84. Domat*
13. Sinop Ağaç No 4	31. Küçük Ulak Topak	49. Yün Çelebi	67. Erkence	85. Kiraz
14. Siyah Salamuralık	32. Çelebi Silifke	50. Eğri Burun Nizip	68. Çilli	86. Uslu*
15. Sinop Ağaç No 6	33. Halhalı	51. Tesbih Çelebi	69. İzmir Sofralık	87. Yamalak Sarısı
16. Sinop-1	34. Sarı Habeşi	52. Eğriburun Tatayn	70. Çakır	88. Nizip Yağlık*
17. Samsun Tuzlamalık	35. Saurani	53. Yuvarlak Çelebi	71. Memeli	89. Yamalak Sarısı
18. Beyaz Yağlık	36. Sayfi	54. Hırhalı Çelebi	72. Dilmit	90. Hayat

Sert çekirdekli bir meyve olan zeytin, küreselden yumurta şekline kadar değişen bir yapıya sahiptir. Zeytin ağacı nisan-mayıs aylarında çiçeklenmeye başlar. Eylül ayında meyve gelişimi tamamlansa da

ARAŞTIRINIZ

Türkiye'de bölgelere göre üretilen zeytin çeşitleri ve özellikleri nelerdir? Araştırınız. Sonuçları gelecek ders saatinde sınıfta paylaşınız.

.....

.....

.....

.....

Zeytin meyvesi diğer sert çekirdekli meyvelerde olduğu gibi üç kısımdan meydana gelir. Bu kısımlar şöyle sıralanabilir (**Şekil 2.2**):

1. Epikarp: Meyve kabuğunun olduğu kısımdır (%1-%2).

2. Perikarp: Mezokarp (meyve eti) ve epikarp (meyve kabuğu) kısımlarından meydana gelen yağ ve su hücrelerinin yer aldığı kısımdır. Bu iki kısım meyve ağırlığının %66-%85'ini oluşturur.

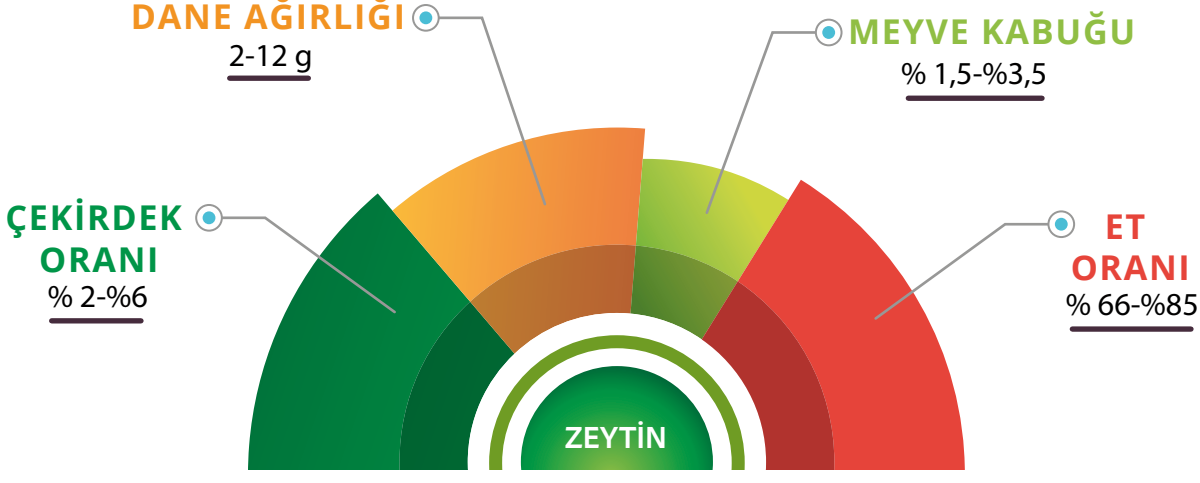
3. Endokarp (Çekirdek): Zeytin neslinin devamını sağlayan en korunaklı kısımdır, meyve ağırlığının %13-%30'unu oluşturur.

zeytinin tam olgunluğa ulaşması ocak-şubat aylarına kadar uzayabilmektedir.

Zeytin meyvesinin rengi başlangıçta yeşildir. Olgunlaşma sürecinin başlamasıyla ve çeşidine göre sarı-yeşil renkte olan meyve kahverengi, kızıl-menekşe ve siyaha kadar renk değişimi gösterir (**Görsel 2.1**).



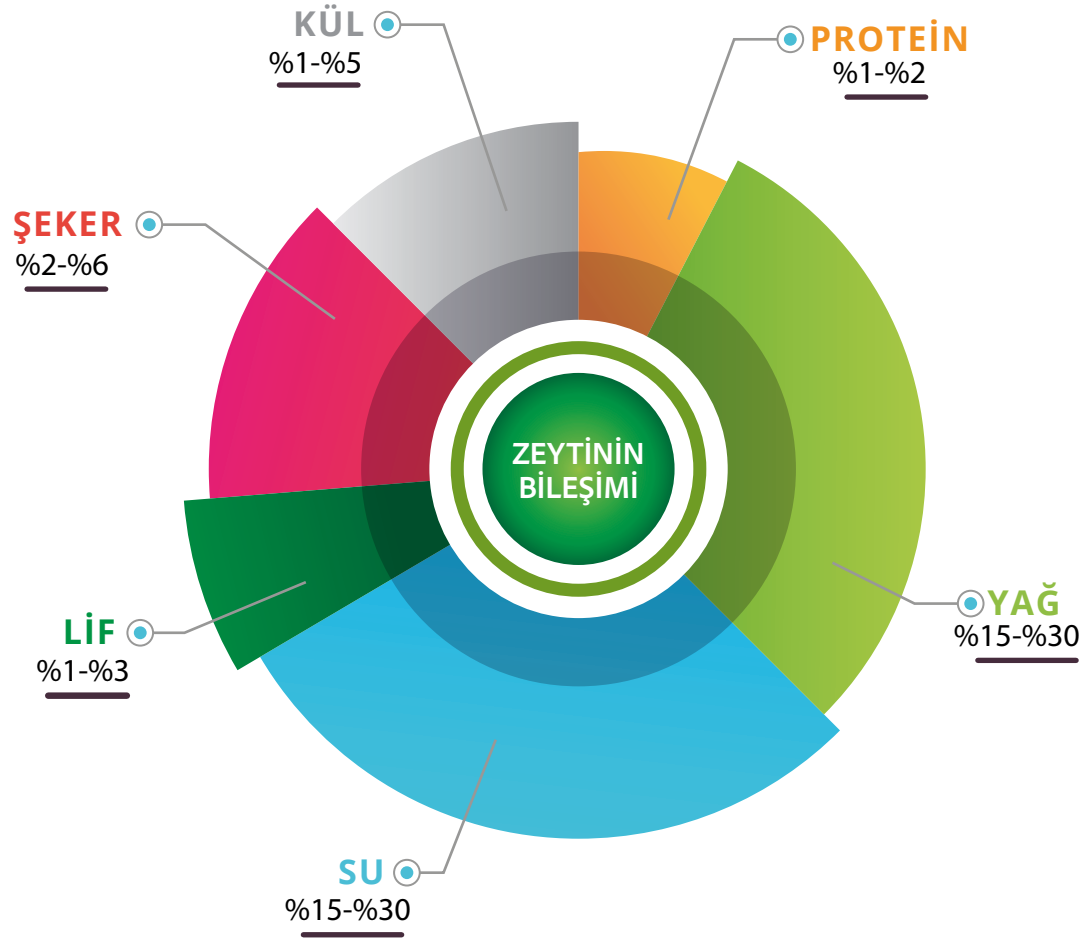
Görsel 2.1: Zeytin meyvesi



Şekil 2.2: Zeytinin bazı fiziksel özellikleri

Zeytin işlemede temel prensip, zeytin meyvesinin etli orta kısım pulp (mezokarp) hücrelerinde oluşan yağı açığa çıkarıp bu yağı zeytinin diğer bileşenlerinden ayırmaktır.

Zeytin meyvesinin temel bileşikleri; yağlı maddeler, su, tanninler, oleuropein, proteinler, pektinler, organik asitler, basit şekerler, diğer karbonhidratlar, vitaminler, renk maddeleri ve inorganik maddelerdir (**Şekil 2.3**).



Şekil 2.3: Zeytinin bileşimi

Tarımsal uygulamalar, iklim şartları, ağacın yaşı, meyvenin çeşidi ve yetişme sahasının topoğrafik yapısı vb. faktörler zeytin bileşimine etki etmektedir.

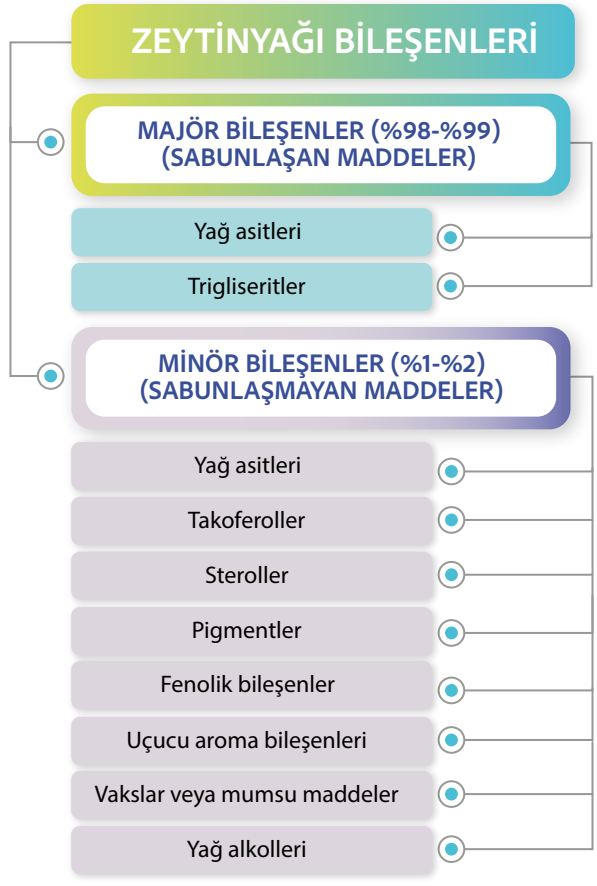
2.1.2. Zeytinyağının Kimyasal Yapısı

Zeytinyağı; zeytin ağacının (Olea europeae L.) meyvesinden fiziksel veya mekanik yollarla elde edilen, kendine has karakteristik aroması, tadı, kokusu, rengi ve besleyici özellikleri olan, rafine edilmeden ham olarak tüketilebilen, oda sıcaklığında sıvı hâlde bulunan bitkisel kaynaklı bir yağdır.

Zeytinyağının fiziksel ve kimyasal özellikleri zeytin çeşidi, iklim ve tarımsal uygulamalar, hasat zamanı, ekstraksiyon yöntemleri vb. birçok faktöre bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Zeytinyağı, majör (sabunlaşan) ve minör (sabunlaşmayan) kimyasal bileşenlerden meydana gelir. Sabunlaşan bileşenler yağ asitleri ve trigliseritlerdir ve zeytinyağının %98-%99'unu oluşturmaktadır. Sabunlaşmayan maddeler %1-%2 gibi çok düşük miktarlarda olsa da serbest yağ asitleri, hidrokarbonlar, renk maddeleri (klorofil ve karoten), uçucu aroma bileşenleri, steroller, tokoferol (yağda çözünen

vitaminler), fenolik bileşenler, alifatik ve triterpenik alkoller içerir. Bu maddeler insan sağlığı ve yağın stabiletisi açısından önemli bir rol oynar (**Şekil 2.4**).



Şekil 2.4: Zeytinyağının temel bileşenleri

Yağ asidi dağılımına bakıldığında yüksek oranda tekli doymamış yağ asitleri içeren zeytinyağı, %75-%85 tekli ve çoklu doymamış (oleik ve linoleik, çoğunda %70 oleik asit) ve %15-%25 doymuş yağ asitlerinden (palmitik ve stearik asit) oluşur.

2.1.2.1. Zeytinyağının Majör (Sabunlaşabilen) Bileşenleri

Yağ Asitleri: Zeytinyağının karakteristik özellikleri sahip olduğu yağ asidi çeşidine ve bulunma oranına bağlı olarak değişir. Zeytinyağındaki temel yağ asitleri oleik asit ve linoleik asittir. Ayrıca zeytinyağında az miktarda linolenik asit, palmitik asit, stearik asit ile palmitoleik asit mevcuttur. **Şekil 2.5**'te zeytinyağının temel yağ asidi bileşimi ve oranları verilmiştir.



Şekil 2.5: Zeytinyağının temel yağ asidi bileşimi

Zeytinyağları içerdiği yağ asidi bileşenlerine göre iki tipe ayrılır:

Birinci Tip Zeytinyağları: Yüksek oranda oleik asit ile düşük oranda linoleik ve palmitik asit içerir. İspanya, Yunanistan, Türkiye ve İtalya yağları bu gruba girer.

İkinci Tip Zeytinyağları: Oleik asitçe düşük ancak linoleik ve palmitik asitçe yüksek orana sahiptir. Tunus ve Libya yağları bu gruptadır.

Zeytinyağının yağ asitleri bileşimi; zeytin çeşidi, ağacın yetiştiği yerin yüksekliği, iklim, toprak yapısı ve meyvenin olgunlaşma dönemi vb. faktörlere göre değişiklik göstermektedir. Doymamış yağ asitleri düzeyi yükseklik arttıkça ve sıcaklık düştükçe artar. Bu nedenle yüksek rakımlı bölgeler ile soğuk bölgelerden elde edilen zeytinyağlarında oleik asit içeriğinin yüksek, diğer asit içeriklerinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca zeytin meyvesi olgunlaştıkça yağ asidi miktarlarında meydana gelen değişimler (Örneğin oleik asit / palmitik asit oranı azalırken linoleik asit / palmitik asit oranı artar.) yağın bazı duyusal özelliklerini etkilemektedir.

Trigileseritler: Yağların ağırlıkça en büyük bileşeni olan gliseritler, trigilesitlerin (Triaçilgliserol veya triaçilgliserit olarak da bilinir.) yapısında bulunur. Trigileseritler kendilerini oluşturan yağ asitlerinin özelliklerini taşır. Yüksek oranda oleik asit içeren trigliseritlerden oluşan zeytinyağı, çok düşük oranda digliserit içerir. Zeytinyağındaki digliserit varlığı, zeytinyağının düşük kalitede olduğunu göstermektedir.

Triaçilgliseroller normalde üç yağ asidinin karışımından oluşur. Zeytinyağında temel olarak mevcut olan trigliseritler şunlardır:

- **OOO** (oleik, oleik, oleik triolein)
- **LOO** (linoeik, oleik, oleik, diolein linoleyl)
- **OOP** (oleik, oleil, palmitik, diolein palmitoley)
- **POO** (palmitik, oleik, oleik)
- **OOL** (oleik, oleik, linoleik)
- **POL** (palmitik, oleik, linoleik)
- **SOO** (stearik, oleik, oleik)

Zeytinyağındaki üç büyük triaçilgliserol olan OOO, LOO ve OOP toplam gliseritlerin %80-%85'ini oluşturur.

Zeytinyağlarının diğer tohum yağlarıyla tağşişlerinin tespitinde, miktarları az olsa da eş değer karbon sayısı 42 olan (ECN42) trigliseritlerin oransal değerleri önemli bir parametredir. Zeytinyağında tağşiş ve hileleri anlamak için ilk yapılması gereken zeytinyağının karakteristik yağ asitleri bileşenlerine bakmaktır. Örneğin soya yağı ilavesi linolenik asit oranını, ayçiçeği ve pamuk yağı ilavesi ise linoleik asit oranını artırmaktadır.

Serbest yağ asidi miktarı, kusursuz ve sağlıklı zeytinden elde edilen yağda %0,5'in altındadır. Sıkımdan sonra uygun olmayan koşullara maruz kalan zeytinyağında hidroliz devam ettiği için zeytinyağındaki trigliseritler; digliserit, monogliserit ve yağ asitlerine dönüşür.

Zeytinyağında yüksek asitliğin oluşmasını etkileyen etmenler şunlardır:

- Meyvedeki fungal hastalıklar

- Meyvenin böceklerden zarar görmesi
- Hasat ile zeytinyağı üretim işlemleri arasında geçen sürenin uzun olması
- Yağ elde etme işlemi sonrası yağ ile karasuyun uzun süre temas etmesi

2.1.2.2. Zeytinyağının Minör (Sabunlaşmayan) Bileşenleri

Natürel zeytinyağlarında temel bileşen olan gliseritlerin dışında %1-%2 civarında serbest yağ asitleri ve gliserit olmayan bileşikler de bulunur. Bunlar sabunlaşmayan yağ asidi esterleri, steroller, tokoferoller, klorofiller, hidrokarbonlar, triterpenik alkoller, fenoller, tat-koku bileşenleri ve polar fenolik bileşiklerdir. Fosfatitler, mono ve digliseritler, mumlar ve sterol esterleri de bu bileşenler arasındadır.

Bu bileşiklerin bazıları sadece natürel zeytinyağlarında bulunur. Bazılarının oranı rafinasyon sırasında oluşan kayıplar nedeniyle değişir (**Tablo 2.2**).

Tablo 2.2: Natürel ve Rafine Zeytinyağlarının Gliserit Olmayan Bileşenleri (ppm)

GLİSERİT OLMAYAN BİLEŞENLER	NATÜREL ZEYTİNYAĞI	RAFİNE ZEYTİNYAĞI
Hidrokarbon	200	120
Skualen	1500	150
B karoten	300	120
Tokoferoller	150	100
Fenoller	350	80
Esterler	100	30
Aldehit ve ketonlar	40	10
Yağ alkolleri	200	100
Terpen alkolleri	3500	2500
Steroller	2500	1500

Hidrokarbonlar (Skualen): Skualen ve β-karoten zeytinyağında en fazla bulunan iki hidrokarbondur. Yüksek doymamış bir alifatik hidrokarbon ($C_{30}H_{50}$) olan skualen bir triterpendir ve kolesterol biosentez yolunun ara ürünüdür. Metabolik öneme sahip olan skualen diğer bitkisel tohum yağlarına göre zeytinyağında yüksek oranda (200-12.000 mg/kg) bulunur ve skualenin antikanserojen etkisi olduğu belirtilmektedir. Skualene ek olarak zeytinyağında bulunan diğer hidrokarbonlar ise pro-vitamin A, β-karoten ve albeittir.

Tokoferoller: Zeytinyağı alfa, beta, deta tokoferolleri içermektedir. Bunlar arasında en yüksek yüzdeyi (%88), biyolojik ve antioksidatif etkinlik yönünden ayrı bir öneme ve E vitamini etkisine sahip olan alfa tokoferol oluşturmaktadır.

Zeytinin çeşidi, olgunluğu, hasat dönemi, saklama koşulları ile depolama süresi gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak zeytinyağındaki a-tokoferol miktarı değişmektedir. Tokoferollerin miktarının tespit edilmesi, yağın oksidasyon seviyesinin belirlenmesine yardımcı olur.

Steroller: Fitosteroller olarak da adlandırılan bitki sterolleri yapısal olarak kolesterole benzeyen bileşiklerdir. En yaygın bitkisel siteroller; sitosterol, stigmasterol ve kampesteroldür. Zeytinyağında en fazla bulunan fitosterollerin başında β-sitosterol ve stigmasterol gelir. Ayrıca kampesterol ve α-5-avenasterol de bulunmaktadır. Diğer bitkisel yağlarla zeytinyağının sterol kompozisyonu birbirinden farklıdır. Bu nedenle sterol kompozisyonu, zeytinyağında tağşişin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır.

Pigmentler: Klorofil, feofitinler ve karotenoitler zeytinyağına temel rengi veren kloroplast renk organelleridir. Zeytinyağına renk veren bu maddelerin miktarı zeytin çeşidi, hasat zamanı, meyvenin olgunlaşması, proses şartları ve depolanma koşullarına bağlı olarak değişiklik gösterir.

Fenolik Bileşenler: Zeytinyağında bulunan fenolik bileşikler antioksidatif etkiye sahiptir ve aromanın oluşumunda yer alır. Zeytinyağında bulunan hidroksitirozol, tirozol ve bazı fenolik asitlerin miktarı ve kompozisyonu zeytin çeşidine, zeytin ağaçlarının yetiştiği yerin yüksekliğine, hasat zamanına, proses şartlarına ve depolama yöntemine bağlıdır.

Aroma Bileşenleri: Zeytinyağının temel duyusal özelliği olan aromanın oluşumunda yüzden fazla bileşik etkilidir ve bu bileşenlerin oluşumu zeytin meyvesinde bir dizi enzimatik reaksiyonla gerçekleşir.

Vakslar veya Mumsu Maddeler: Zeytinyağında bulunan temel vakslar, 36-46 arasında uzun karbon zinciri içeren büyük moleküllü yağ asidi bileşenleri ile yağlı alkollerin esterlerdir. Bunların natürel zeytinyağındaki miktarı pirina yağındakinden daha düşüktür. Vaks analizi (mumsu madde) ile natürel zeytinyağına pirina yağının katılıp katılmadığı belirlenir.

SIRA SİZDE

Aşağıda verilen bileşenlerden hangileri zeytinyağının majör bileşenleridir? Belirlediğiniz her bileşeni yanındaki sütuna işaretleyiniz.

1. Trigiliseritler .....
2. Fenolik bileşenler .....
3. Triolein .....
4. Vakslar .....
5. Oleik asit .....
6. β-karoten .....
7. Palmitik asit .....
8. Fitosteroller .....
9. Diolein linoleyl .....

2.1.3. Zeytinyağının Duyusal Özellikleri

Natürel zeytinyağları, zeytin ağacının (*Olea europaea L.*) meyvesinden sadece mekanik veya diğer fiziksel yollarla elde edilen herhangi bir işlem görmemiş yağlardır. Zeytin meyvesinin kendine özgü tadı, kokusu, rengi ve sağlık açısından mevcut birçok özelliği zeytinyağında da bulunmaktadır.

Zeytinyağında kalitenin belirlenmesi belli yasal kanun ve yönetmeliklere göre standardize edilmektedir. Ulusal ve uluslararası düzeyde belirlenmiş kanun, yönetmelik ve tebliğler bulunmaktadır. Bunlar Türkiye'de Türk Gıda Kodeksi (TGK) ve Türk Standartları Enstitüsü (TSE); uluslararası düzeyde ise Uluslararası Zeytin Konseyi (IOC) ve Avrupa Birliği Kodeksi (Codex Alimentarius) olarak bilinmektedir. Uluslararası düzeyde standardizasyon genel olarak IOC'nin belirlediği limitlere göre yapılmaktadır. Natürel zeytinyağının kimyasal ve duyusal karakteristiklerinin değerlendirilmesi, ihtiyaç duyulan kriterlerin saptanması ve sınıflandırılması için Türk Gıda Kodeksi ile Uluslararası Zeytin Konseyi pek çok metodoloji geliştirmiştir.

Türk Gıda Kodeksi zeytinyağını, duyusal değerlendirme parametrelerine göre natürel sızma zeytinyağı, natürel birinci zeytinyağı, ham zeytinyağı olarak üç kalite sınıfına ayırmış; kusurların medyanı ile meyvemsilik medyanlarının referans aralıklarını karşılaştırarak derecelendirmiştir (**Tablo 2.3**).

Tablo 2.3: Zeytinyağının Duyusal Özelliklerine Göre Sınıflandırılması

ZEYTİNYAĞININ SINIFI	DUYUSAL ANALİZLER	
	Kusurların Ortancası/ Medyanı (Md)	Meyvemsilik Ortancası/ Medyanı (Mf)
Natürel Sızma Zeytinyağı	Md=0	Mf >0
Natürel Birinci Zeytinyağı	0< Md ≤ 3,5	Mf >0
Ham Zeytinyağı*	Md > 3,5 Md ≤ 3,5	- Mf=0

* Meyvemsi özellik medyanı 0'a eşit olduğunda kusurların medyanı 3,5'e eşit ya da 3,5'ten küçük olsa bile ham zeytinyağı olarak kabul edilir.

Zeytinyağının duyusal kalitesini önemli ölçüde etkileyen faktörler aşağıda sıralanmıştır:

- Üretim aşamaları
- Meyvenin depolanması
- Kırma ve yoğurma işlemleri
- Katı-sıvı faz ayırma işlemleri
- Durultma ve filtrasyon işlemleri
- Zeytinyağının depolanması

Duyusal özellikleri kusursuz olan zeytinyağları natürel sızma zeytinyağı sınıfına girer.

2.1.3.1. Zeytinyağının Temel Pozitif ve Negatif Özellikleri

Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Analiz Metotları Tebliği (Tebliğ No.: 2014/53) ekinde yer alan natürel zeytinyağlarına ait duyusal analizlerin tespiti ile ilgili karar ağacı ve IOC standartlarına göre natürel zeytinyağlarının pozitif ve negatif özellikleri yanı sıra duyusal analiz metodu ile ilgili genel bilgiler aşağıda verilmiştir:

Natürel Zeytinyağının Temel Pozitif Özellikleri

Meyvemsilik: Zeytinin çeşidine bağlı olarak sağlıklı, taze, yeşil ya da olgun meyveden elde edilen yağın algılanan karakteristik meyvemsi aroması. Bu koku direk olarak ve/veya burunun arkasında algılanır.

Yeşil meyveden elde edilmiş yağda aroma, yeşil meyveyi; olgun meyvelerden elde edilmiş yağ da ise aroma, yeşil ve olgun meyveyi birlikte anımsatır.

Acılık: Yeşil zeytinlerden ve rengi dönük zeytinlerden elde edilen yağın karakteristik tadıdır.

Keskin-Yakıcı: Hasat yılının başında, esas olarak hala olgunlaşmamış zeytinlerden üretilmiş yağların karakteristik keskin duyusal hissi. Bu his özellikle boğazda hissedilir ve tüm ağız boşluğunda algılanabilir.

Natürel Zeytinyağının Temel Negatif Özellikleri

Kızışma-Çamurlu Tortu: Kızışma; yığın olarak saklanan veya depolanan zeytinlerden üretilen yağların, anaerobik fermantasyonunun ileri safhalarındaki zeytinlerden üretilen yağların karakteristik tat ve kokusunu tanımlar.

Çamurlu tortu; depolama tanklarının ya da fıçıların dibinde biriken tortuyla temasta bırakılan yağların karakteristik tat ve kokusunu tanımlar.

Küflü-Rutubetli: Nemli koşullarda uzun süreli depolama sonucunda çok sayıda küf ve mayanın gelişmiş olduğu meyvelerden üretilen ya da yerden (topraktan, çamurdan) toplanan meyvelerin yıkanmadan üretime katılması ile elde edilen yağların karakteristik tat ve kokusu.

Sirkemsi / Asidik-Ekşimsi: Bazı yağların sirkeyi hatırlatan karakteristik tat ve kokusu. Bu tat ve koku zeytinlerin veya zeytin hamurunun preslenmesinde iyi temizlenmemiş hasırlar kullanılması nedeni ile aerobik fermantasyonunun başlaması ve sonucunda asetik asit, etil asetat ve etanol oluşmasından kaynaklanır.

Eski-Bayat (Ransid): Şiddetli bir oksidasyon sürecine maruz kalan yağın karakteristik tat ve kokusudur.

Donmuş Zeytin (Islak Odun): Ağaç üzerine kırağı düşmesi ve don vurması nedeniyle zarar görmüş zeytinlerden elde edilen yağın karakteristik lezzetidir.

Diğer Negatif Özellikler

Isıtılmış veya Yanmış: Isıtma işleminin yüksek sıcaklıkta ve/veya uzun süreli uygulanması sonucu oluşan karakteristik tat ve kokudur. Bu durum, özellikle karıştırma sırasında hamur sıcaklığının yüksek olması sonucu oluşur.

Samanı-Odunsu: Kurumuş zeytinlerden üretilmiş yağların karakteristik tadıdır.

Kaba: Bazı eski yağların ağızda yarattığı kalın, macunsu histir.

Makine Yağı: Yağın mazot, makine yağı veya mineral yağı anımsatan tadıdır.

Karasu: Yağın, karasu ile uzun süreli teması sonucu fermente olmasından kaynaklanan tattır.

Salamura: Salamura zeytinlerden elde edilmiş yağın tadıdır.

Metalik: Zeytinin ezme, karıştırma, presleme veya yağın depolanması esnasında metalik yüzeylerle uzun süreli temasta bulunmasından kaynaklanan tattır.

Hasırımsı: Yeni hasırlara bastırılmış zeytinlerden elde edilen yağın karakteristik tadıdır. Bu tat, hasırların yeşil veya kurutulmuş ottan yapılmış olmasına bağlı olarak değişebilir.

Topraksı: Topraklı veya çamurlu olarak toplanmış ve uygun şekilde yıkanmamış zeytinlerden elde edilmiş yağın tadıdır.

Kurtlu: Zeytin sineği (*Bactrocera oleae*) kurtlarının yoğun zararına uğramış zeytinlerden elde edilen yağın tadıdır.

Salatalık: Yağın, özellikle hava geçirmez teneke kaplarda çok uzun süre depolanması sonucu oluşan 2-6 nonadienalden kaynaklanan tattır.

BİLGİ KUTUSU

MYK (Mesleki Yeterlilik Kurumu) Tadımcı (Seviye 4) Ulusal Meslek Standardı-16UMS0560-4 göre Tadımcı Mesleki Yeterlilik Belgesi'ne sahip olabilirsiniz.

2.1.3.2. Natürel Zeytinyağının Duyusal Analiz Yöntemi

Duyusal analiz sadece natüral zeytinyağlarının lezzet karakteristiklerini kusurlarının yoğunluğuna göre değerlendirip sınıflandırmak için yapılan gerekli bir uygulamadır.

Bu analiz eğitilmiş ve seçilmiş tadımcı grubundan oluşan bir panel tarafından gerçekleştirilir.

Panel testinin tanıtılmasıyla yağın kalitesinin değerlendirmesi bir evrime yol açmış ve "COI panel testi" yıllar içerisinde birçok değişikliğe uğramıştır.

Tadım paneli, panel başkanı ile eğitilmiş ve seçilmiş 8-12 kişilik tadımcı grubundan oluşur.

Panel başkanı, yağ çeşitleri konusunda uygun eğitim almış bir uzman olmalıdır. Panel başkanı, panelin organizasyonundan ve işleyişinden (duyusal analiz ortamının ve numunelerin hazırlanması, kodlanması, tadımcılara sunulması, verilerin toplanması ve işlenmesi, sonuçların yorumlanması ve rapor hazırlanması) sorumludur.

Panel başkanı; panel grubunu duyusal analizler ile ilgili temel eğitimi almış, benzer numuneler arasındaki farklı negatif ve pozitif özellikleri ile şiddetlerini ayırt edebilme becerilerine sahip, uluslararası kabul görmüş metotlara göre eğitilmiş tadımcılardan oluşturur ve tadımcıların performanslarının standartlara uygun olup olmadığını değerlendirir.

Duyusal analiz IOC / T.20 / Doc. No. 5 ve No. 6 standartlarında belirtilen uygun bir tadım odasında kontrollü koşullarda, kodlamaları yapılmış uygun tadım bardağı, yağın algılanan pozitif ve negatif özellikleri ile özel terimler içeren profil kâğıtları (**Şekil 2.6**) kullanılarak gerçekleştirilir.

NATÜREL ZEYTİNYAĞI PROFİL KAĞIDI
KUSURLARIN ALGILANMASI

Kızışma / Çamurlu / Tortu* .....

Küflü / Rutubetli / Topraksı* .....

Şarabımsı / Sirkemsi / Asidik-Ekşimsi* .....

Islak Odun (Don Vuruğu) .....

Ransid .....

Diğer Negatif Özellikler .....

Tanımlar							
	Metalik ☐	Samansı / Odunsu ☐	Kurtlu ☐	Kaba ☐
	Salamura ☐	Isıtılmış / Yanmış ☐	Karasu ☐	
	Hasırımsı ☐	Salatalık ☐	Makine Yağı ☐	

(*) Şeçilmeyen kusurum üzerini çiziniz.

POZİTİF ÖZELLİKLERİN ALGILANMASI

Meyvemsi .....

Yeşil ☐ Olgun ☐

Acılık .....

Yakıcılık .....

Tadımcının Adı :

Tadımcının Kodu:

Numune Kodu :

Tarih :

Yorumlar :

İmza:

Şekil 2.6: Natürel zeytinyağı tadım profil kâğıdı

Tadım odası her türlü koku ve gürültüden uzak, yeterince aydınlık, ortam sıcaklığı 20-25 °C ve nispi nemi %60-%70 olmalıdır.

Tadım bardağının (**Görsel 2.2**) koyu renk camdan olması, panelistin yağın rengini algılamasını önler ve saptamanın objektifliğini etkileyebilecek herhangi bir ön yargıyı ortadan kaldırır.



Görsel 2.2: Tadım bardağı

Tadım bardağına 12,8-14,6 g veya 14-16 ml zeytinyağı numunesi konulur ve ağzı saat camı ile kapatılır. Bardakların üzeri her bir numune için rastgele rakamlar veya rakam-harf kombinasyonu kullanılarak kodlanır.

Numune koyulan tadım bardaklarının üzeri saat camı ile kapatılır ve 28 ± 2 °C'a ayarlı ısıtıcılarda (tat ve koku veren bileşenlerin en iyi algılanabildiği sıcaklık) tadımcılara sunulur.

Tatma ve koklama periyotlarının gün içinde optimum algılandığı zamanlar sabah saatleridir. Ayrıca yemekten önce koklama ve tat alma duyuları yüksek iken yemek sonrası düşüşe geçtiği için bu durum tadımcının ayırt etme kapasitesini düşürebilir. Bu nedenle tadım zamanının sabah 10.00 ile öğlen 12.00 arasında olması tavsiye edilmektedir.

Tadımcı (Panelist) Nasıl Davranmalıdır?

- Panel saatinden en az 30 dakika öncesi sigara veya kahve içmemelidir.
- Analizden önce ve analiz zamanında kokusu kaybolmayan herhangi bir parfüm, kozmetik veya sabun kullanmamalıdır. Ellerini yıkaması gerektiğinde parfümsüz sabun kullanmalı ve ellerde herhangi bir koku kalmamasına dikkat etmelidir.
- Panelden en az bir saat öncesine kadar herhangi bir şey yiyip içmemelidir.
- Tadımcı kendini fiziksel ve/veya psikolojik olarak iyi hissetmiyor ise o gün tadım yapmamalı, panel liderini durumdan haberdar etmelidir.
- Panelist kendine ayrılan yere geçmeli ve tadım yaparken sessiz olmalıdır.

- Profil sayfalarında verilen talimatları dikkatle okumalı ve verilen görevi sakin bir şekilde gerçekleştirmeye tamamen hazır olduktan sonra numuneyi incelemeye başlamalıdır. Herhangi bir kuşkusu ve soruları var ise panel liderine özel olarak danışmalıdır.
- Mobil telefonunu kapalı tutmalıdır.
- Diğer tadımcıların konsantrasyonlarını engelleyecek davranışlar sergilememelidir.

Natürel Zeytinyağlarının Tadımı Nasıl Yapılır?

- Tadım bardağı saat camıyla kapatılarak ele alınır. Bardağın cidarını mümkün olduğu kadar çok ıslatmak için bardak nazikçe eğdirilip bu pozisyonda hafifçe çalkalanır.
- Bu aşamadan hemen sonra yağı değerlendirmek için saat camı açılır, yavaş ve derin nefesler alınarak 30 saniyeyi geçmeyecek şekilde numune koklanır. Eğer bu süre zarfında hiçbir sonuca ulaşılamazsa tekrar denemeden önce kısa bir süre burun dinlendirilmelidir.
- Koklama testi gerçekleştirildikten sonra lezzet testi uygulanır.
- Yağdan yaklaşık 3 ml kadar bir yudum alınır. Yağ ağzın ve dilin ön kısmından kenarlar boyunca arka kısma, damağa ve gırtlağa doğru çok yavaş gönderilerek ağızdan kısa ve arka arkaya nefes alınır. Bu nefesler yağın bünyesindeki uçucu ve aromatik bileşenlerin sadece yağın ağız boşluğunun tümüne dağılması ile değil, burnun arka yoluyla da algılanmasını sağlar.
- Bu esnada acılık ve yakıcılık duyularının hangi sırada ortaya çıktığına konsantre olunmalıdır. Aksi takdirde bazı yağlarda her iki uyaran da doğru tespit edilmeyebilir veya yakıcılık hissi acılık hissini gölgeleyebilir.
- Bunların sonucunda, tat ve koku yönüyle algılanan her pozitif ve negatif özelliğin yoğunluğu profil kâğıdında değerlendirilir.
- Tadımı yapılan yağın ağızda bıraktığı izlerin yok edilmesi için bir ince dilim elma yenmeli veya oda sıcaklığındaki bir miktar suyla ağız çalkalanmalıdır.
- Bir gün içerisinde maksimum üç panel düzenlenebilir ve her panelde en fazla dört tadım yapılabilir.
- Her bir tadım oturumu arasında en az 15 dakika olmalıdır.
- Panel lideri, panel bittikten sonra her panelistin profil kâğıtlarını toplayarak verileri istatistiksel bir yaklaşımla sonuçları medyana dayalı olarak hesaplar ve değerlendirir.

Panel lideri her bir tadımcının verilerini, bilgi / açıklama bölümünde belirtilen hesaplamaları yapmak amacıyla IOC / T20 / Doc. No. 15'tekine benzer bir bilgisayar programına kaydeder. Eğer bir kusur, panelin en azından %50'si tarafından "Diğerleri" başlığı altına girilmişse panel lideri negatif özelliğin medyanını hesaplar ve karşılık gelen sınıflandırmayı belirler (TGK Tebliğ No.: 2014/53).

Duyusal değerlendirmesi yapılan yağın meyvemsi özelliğinin, yeşil veya olgun olarak panel lideri tarafından onaylanması için tadımcıların en az %50'si tarafından tespit edilmesi gereklidir. Normal koşullarda duyusal analizin bir defa yapılması yeterlidir ancak çelişkili değerlendirmeler olduğu takdirde veya yağın sınıfını belirleyen güçlü değişkenlik katsayısının %20'nin üzerinde olduğu durumlarda panel lideri duyusal analizi tekrarlatmalıdır (TGK Tebliğ No.: 2014/53).

ARAŞTIRINIZ

Zeytinyağı okuryazarlığı ne demektir?

Zeytinyağı tadım uzmanı olmak için alınacak eğitimler nelerdir ve nereden alınır?

Araştırma sonuçlarını sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

.....

.....

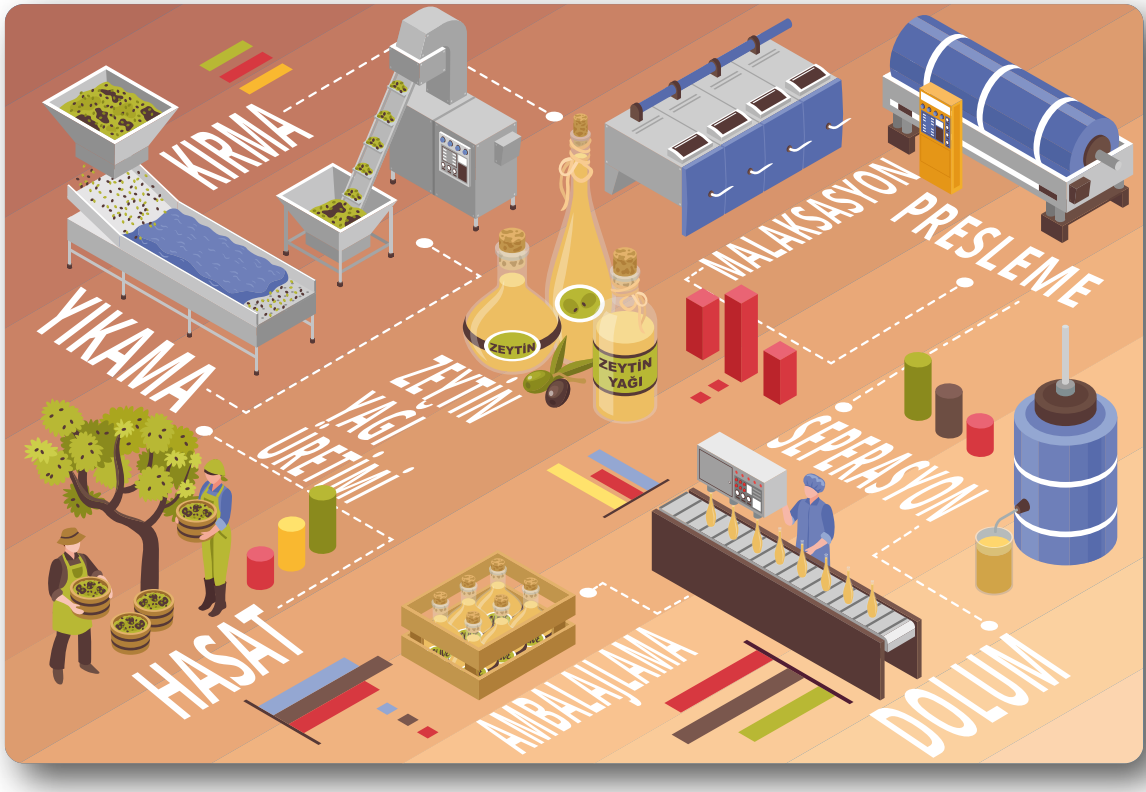
.....

2.1.4. Zeytinyağının Fiziksel Özellikleri

Zeytinyağı, zeytin meyvesinden fiziksel ve mekanik yollarla hiçbir işlem görmeden elde edilen bir meyve suyudur. Elde edildiği meyvenin özelliğine göre yeşilimsi ve sarımtrak renkli, berrak, oda sıcaklığında bir sıvıdır.

2.1.5. Zeytinyağı Üretim Aşamaları

Zeytinyağı üretim süreci, her ne kadar zeytinlerin fabrikaya kabulü ile başlasa da kaliteli bir zeytinyağı elde etmek, zeytin yetiştiriciliğinden başlayarak tüketiciye ulaşana kadar geçen her bir sürecin uygun bir şekilde gerçekleştirilmesi ile mümkündür. Zeytinyağı üretimi öncesinde iyi tarım uygulamaları yapılmış, doğru zamanda ve hasarsız sağlıklı bir şekilde hasat edilmiş, beklememiş zeytinlerin fabrikaya kabulü önem arz etmektedir. Zeytinyağı üretim aşamaları **Görsel 2.3**'te verilmiştir.



Görsel 2.3: Zeytinyağı üretim prosesi

2.1.5.1. Zeytin Meyvesinde Hasadın Önemi ve Olgunluk Düzeyinin Belirlenmesi

Zeytin meyvesinde bulunan yağın %96-%98'i meyve etinde (perikarp), %2-%4'ü ise çekirdekte (endokarp) bulunur ve en yüksek yağ düzeyine kasım-ocak ayları arasında ulaşılır. Bu nedenle zeytinin etli kısmının olgunlaşması çok önemlidir. Zeytin hasadının çok erken veya geç yapılmasının elde edilecek yağın miktarı ve kalitesi üzerinde olumsuz etkisi vardır.

Zeytin hasadı çok erken yapıldığında meyvedeki yağ henüz az olduğundan elde edilecek yağın miktarı da daha az olacaktır. Çok geç hasatta ise yağın asidi yükselmeye başlar ve duyusal özellikleri de zayıflamış olur. Bu nedenle zeytinlerin hasada en uygun olduğu optimum olgunluk düzeyinin belirlenmesi için önerilen yöntemler aşağıda verilmiştir:

1. Meyvedeki malik asidin oksalik aside oranı
2. Toplam fenolik bileşenlerin spektrofotometrik indeks ölçümleri
3. Olgunluk İndeksi Formülü: Uluslararası Zeytinyağı Konseyi (IOC) tarafından tavsiye edilen, pratikte uygulanması kolay olan olgunluk indeksi formülünde zeytin danesinin kabuk ve et rengi esas alınır.

$$\text{Olgunluk İndeksi (O.İ.)} = \frac{(0 \times n0) + (1 \times n1) + (2 \times n2) + (3 \times n3) + (4 \times n4)\ (5 \times n5) + (6 \times n6)\ (7 \times n7)}{100\ \text{(zeytin adedi)}}$$

Olgunluk indeksi yönteminde 1 kg zeytin örneğinden tesadüfen alınan 100 adet danenin sahip olduğu kabuk rengi yanı sıra et / çekirdek renk özellikleri de dikkate alınarak olgunluk skalası 0-7 arasında puanlanmıştır. Buna göre zeytinlerin olgunluk grupları **Tablo 2.4**'te verilmiştir.

Tablo 2.4: Zeytinlerin Olgunluk Grupları

OLGUNLUK GRUP No.	TANIMLAMALAR
0	Kabuk rengi koyu yeşil olan zeytinler
1	Kabuk rengi sarı ya da sarımsı-yeşil olan zeytinler
2	Kabuk rengi kırmızımsı lekeli veya sarımsı olan zeytinler
3	Kabuk rengi kırmızımsı veya açık menekşe rengi olan zeytinler
4	Kabuk rengi siyah ve meyve eti rengi hâlâ tamamen yeşil (beyaz) olan zeytinler
5	Kabuk rengi siyah ve et kalınlığının yarısına kadarı menekşe renkli meyve eti olan zeytinler
6	Kabuk rengi siyah ve meyve eti rengi çekirdeğe kadar tamamen menekşe renginde olan zeytinler
7	Kabuk rengi siyah ve meyve eti rengi tamamen koyulaşmış olan zeytinler

Her bir grupta bulunan dane adedi ait olduğu grubun numarası ile çarpılır. Grupların değerleri toplamı, toplam dane adedine bölünür ve olgunluk katsayısı elde edilir. Böylece zeytinin olgunluğu ve hasada uygunluğunu belirlemeye yardımcı olan olgunluk İndeksi hesaplanmış olur.

Örnek: Olgunluk renk anahtarına göre 100 adet zeytinin 3 tanesi 0; 5 tanesi 1; 6 tanesi 2; 22 tanesi 3; 36 tanesi 4; 15 tanesi 5; 8 tanesi 6; 5 tanesi 7 olgunluk gurubundadır. Buna göre hasat zamanını belirlemek amacıyla zeytinin olgunluk indeksini hesaplayınız.

Çözüm: Her bir olgunluk grubundaki meyve sayısı o grubun numarası ile çarpılır. Grupların değerlerinin toplamı toplam meyve sayısına bölünür.

GRUP No. (f)	MEYVE SAYISI (n)	GRUBUN DEĞERİ (f x n)
0	3	0
1	5	5
2	6	18
3	22	66
4	36	144
5	15	75
6	8	48
7	5	35
Toplam	100	391
Olgunluk İndeksi		3,91

Türkiye'de ve birçok Akdeniz ülkesinde ekim ile ocak ayları arasında zeytin daneleri sürekli gelişim ve değişim gösterir. Bu süreçte zeytin danesinin katı madde, yağ ve su oranı artarken belli bir süreden sonra yağ oluşumu azalır hatta durur. Aynı zamanda su miktarı da çeşitli fizyolojik sebeplerle azalmaya başladığından bu süreçten sonra hasat yapıldığında yağ ayırma işleminde problemler oluşur. Ayrıca zeytin danelerinde ocak ayına kadar yağ oranı artmaya devam ederken kasım ayından sonra kalite açısından duyusal özellikleri oluşturan bileşenlerin nitelikleri ve oranlarında düşüşler görülebilmektedir. Erken hasat sonucu elde edilen zeytinyağının, geç hasat edilene göre aroması daha kuvvetlidir; rengi ise daha berrak ve yeşildir ancak yağ verimi daha düşüktür. Zeytin danesinin olgunlaşma sürecinde yağ ve aroma (polifenol) içeriğinin karşılaştırılması **Şekil 2.7**'de verilmiştir.



Şekil 2.7: Olgunlaşmaya bağlı olarak zeytinin yağ ve aroma (polifenol) içeriğinin karşılaştırılması

Zeytinin cinsine, yetiştiği bölge ve iklim özelliklerine bağlı olarak olgunluk indeksi, 3 ile 5 arası hasat için doğru zamandır.

SIRA SİZDE

Olgunluk renk anahtarına göre 100 adet zeytinin 2 tanesi 0; 6 tanesi 1; 8 tanesi 2; 20 tanesi 3; 30 tanesi 4; 17 tanesi 5; 9 tanesi 6; 8 tanesi 7 olgunluk gurubundadır.

Yukarıda verilen bilgileri kullanarak zeytinin hasat zamanını belirlemek amacıyla verilen tabloyu doldurup olgunluk indeksini hesaplayınız.

GRUP No. (f)	MEYVE SAYISI (n)	GRUBUN DEĞERİ (f x n)

2.1.5.2. Zeytinlerin Hasadı

Zeytinin kalitesine direkt etki eden ve ilk çağlardan günümüze kadar çok değişmeden gelen ağaçlara şekil, büyüklük, iklim ve toprak şartları, iş gücü, kullanılan ekipman gibi pek çok faktöre bağlı değişik hasat yöntemleri uygulanmaktadır (**Görsel 2.4**). Uygulanan bu yöntemler elde edilecek ürünün miktarı, kalitesi ve sonraki yıllardaki verimi açısından belirleyicidir.



Görsel 2.4: Zeytin ağaçları

Ağaç Üzerinden El İle Doğrudan Hasat: Dip zeytinlerle karışmaması, zedelenme ve kirlenmenin önlenmesi amacıyla ağaçların taçları altına temiz yaygılar serilir. Ardından zeytinler ağaçtan elle tek tek veya el tırmıkları yardımı ile toplanır (**Görsel 2.5**, **Görsel 2.6**). Özellikle sofralık zeytin ve natürel sızma zeytinyağı üretiminde uygulanması gereken bir yöntemdir. Bu yöntemin ağaca verdiği zarar azdır ancak iş gücü maliyeti yüksektir.



Görsel 2.5: El ile hasat



Görsel 2.6: El tırmığı



Görsel 2.7: Makine ile yerden toplama

Yerden Toplama Şeklinde Yapılan Hasat: Ağaçtan kendiliğinden yere düşmüş zeytinlere **dip zeytin** denir. Dip zeytinleri elle veya makine ile toplayarak yapılan bu uygulama kesinlikle tavsiye edilmez (**Görsel 2.7**). Böcekle teması ve bir süre yerde beklemiş olması nedeniyle bu zeytinlerden kaliteli zeytinyağı elde edilemez.

Sırıkla Hasat: Uzun sırıklarla ağacın meyveli dallarına vurularak ağaçların altına serilen yaygıların üzerine zeytinlerin düşürülmesi esasına dayanan bir hasat yöntemidir (**Görsel 2.8**). Bu yöntemin birçok sakıncası vardır. Sırık ile vurulan zeytin danelerinin kabuğu yırtılıp dokusu zedelenebilir. Ayrıca ağacın sürgün dalları da zarar görmüş olacağından verim düşer ve hastalıklar oluşur.



Görsel 2.8: Sırıkla hasat

Mekanik Hasat: Ağacın gövdesini ve/veya dallarını sarsarak ya da meyveyi silkerek yapılan hasattır. Bunun için daha çok hem büyük bahçeleri kısa zamanda hasat etmek için yüksek kapasiteli toplama makinelerinden hem de elle toplamanın kalite değerlerini korumak amacıyla elle toplamaya yardımcı araçlardan faydalanılır.

Elle toplama kapasitesini artırmak için özel tasarlanmış olan taraklar, zeytini dalından tarama usulü ile ayırır (**Görsel 2.9**). Yanlış tarama, zeytine ve yeni sürgün dallara zarar vereceğinden tarağı dikkatli kullanmak gerekir.



Görsel 2.9: Zeytin hasat tarağı

Değişik türleri bulunan mekanik ve pnömatik çırpıcılar, sürekli sallanma ve dönme hareketiyle uç kısımdaki malzemelerin zeytine vurması ve çarpması sonucunda zeytinlerin düşmesini sağlar (**Görsel 2.10**).



Görsel 2.10: Zeytin çırpıcılar

Ağacın gövdesine titreşim vererek dalların sallanmasını sağlayan gövde sarsıcı makineler daha çok yüksek ağaç, düz arazi ve sıra hâlinde dikilmiş plantasyonlar için daha uygundur (**Görsel 2.11**).



Görsel 2.11: Dal ve gövde sallayıcı hasat makineleri

Zeytin Hasadında Dikkat Edilecek Kurallar

Zeytin hasadı, zeytinyağı üretimindeki maliyet giderlerinin %50-%60 gibi yüksek bir oranını oluşturmaktadır. Bu yüzden hasadın özenle yapılması ve işletmelere taşınması elde edilecek yağın kalitesi açısından çok önemlidir.

Zeytin hasadında dikkat edilmesi gereken kurallar şunlardır:

- Hasat zamanının doğru belirlenmesi gerekir. Bunun için olgunluk indeksi dikkate alınmalıdır. Zeytinin cinsine, yetiştiği bölgeye ve iklim şartlarına bağlı olarak doğru hasat zamanı için olgunluk indeksi 3 ile 5 civarında olmalıdır.
- Hasat süresince kullanılacak ekipman ve aletlerin günlük temizliği ve bakımı yapılmalıdır.
- Ağaçtan elle ve mekanik yollarla toplanan zeytinler ile toprağa temas etmiş ve zarar görmüş dip zeytinler birbirine karıştırılmadan ayrı ayrı sınıflandırılmalı ve ayrı ayrı işlenmelidir.
- Sırıkla hasatta sırıklar, genç sürgünleri kırarak bir sonraki verimin düşmesine neden olur. Ayrıca zeytinin mekanik olarak hasar görmesine ve oksidasyon neticesinde de kusurlara yol açtığından kalitesinin düşmesine neden olur. Bu nedenle hasat sırasında sırık yerine plastik zeytin toplama tırmıkları veya mekanik silkme makineleri tercih edilmelidir.
- Hasat sırasında kasalara doldurulan zeytin daneleri mutlaka yaprak ve sürgün yanında yabancı maddelerden de arındırılmış olmalıdır.
- Hasatta ve işletmeye nakilde mutlaka 25 cm'yi geçmeyen 20-25 kg'lık kafesli ve delikli plastik

kasalar kullanılmalıdır (**Görsel 2.12**). Büyük çuvallar veya küfeler içerisinde taşınan zeytinler, sıkışma ve ısınma sonucu bozulmaya başlayacağından yağın kalitesini olumsuz etkilemektedir.



Görsel 2.12: Kasalar

» Dolu kasalar güneş ışığı, yağmur ve kar altında kalmamalı; en kısa sürede fabrikaya sevk edilerek zeytinin hemen işlenmesi sağlanmalıdır. Hasat ve işleme arasındaki sürenin 24 saati geçmemesi tavsiye edilmektedir çünkü bekleme sırasında zeytindeki lipaz enzimi, serbest yağ asitleri ile peroksit sayısında artışa neden olur. Ayrıca hasat sırasında zarar görmüş ya da zeytin sineğine maruz kalmış zeytinde mikroorganizma faaliyeti artar. Bu da yağın kalitesini olumsuz etkiler.

2.1.5.3. Zeytinleri Temizleme ve Yabancı Maddelerden Ayırma

Zeytin toplama yöntemine bağlı olarak zeytinler yaprak, dal parçacıkları, taş, toz, toprak vb. yabancı maddeleri içerebilmektedir. Üretime geçmeden önce işletmeye gelen zeytinlerin içindeki bu yabancı maddelerin uzaklaştırılması ve yıkanması gerekir. Bu ön işlemlerin yapılmasındaki temel amaçlar aşağıda sıralanmıştır:

» Zeytinyağında kalitenin ve duyusal özelliklerin olumsuz yönde etkilenmesini önlemek.

» İşlemede kullanılan kırıcı, dekantör vb. ekipmanların yabancı maddelerden (taş, metal vb.) zarar görmesini engellemek.

» Sağlığı olumsuz etkileyebilecek ilaç vb. maddeleri uzaklaştırmak.

» Natürel sızma zeytinyağının kalitesinde meydana gelebilecek negatif etkileri önlemek.

Hasat yöntemine ve iklim koşullarına bağlı olarak hasat edilen zeytinlerin içinde bulunan yabancı madde oranı %5-%15 kadardır.

Zeytinlerin temizlenmesi aşamasında, zeytin daneleri ile yabancı maddeleri birbirinden ayıran aspiratör ve basınçlı sudan ya da bunların kombine etkisinden faydalanılarak geliştirilmiş değişik makineler kullanılır.

Yaprakların ve Dalların Ayıklanması: İşletmeye gelen zeytinler bunkere yüklenir. Daha sonra taşıyıcı bantlar vasıtasıyla eleme ve emici aspiratörlerden geçirilerek yaprak, dal, toprak gibi hafif olan yabancı maddelerden temizlenir (**Görsel 2.13**). Metal, taş ve çamur gibi daha ağır olan maddeler ise zeytinle beraber taşıma bandında kalır. Yapraklar yüksek miktarda klorofil içerir. Bu nedenle kırma işlemi, yaprakları ayıklanmadan yapılırsa yağın rengi daha yeşil olur, tadı acılaşır ve yağ kalitesi düşer.



Görsel 2.13: Yapraklarından ayırma

Yıkama: İkinci adım yıkama işlemidir. Su sirkülasyonlu havuza alınan zeytinler temiz su ile yıkanarak hem üzerindeki toprak, çamur ve ilaç kalıntılarının temizlenmesi hem de sudan ve zeytinden çok daha ağır olan yabancı maddelerin dibe çökmesi sağlanır (**Görsel 2.14**). Bu tür yabancı maddeler, makine üzerine monte edilmiş elevatör yardımıyla dışarı atılabilir. Yıkanmış olan zeytinler titreşimli elekten geçerek çıkışa gelir, çıkıştan hemen sonra temiz basınçlı suyla duşlanır ve yıkama işlemi sonlandırılır. Yıkama işleminin ardından zeytinler kırıcı bölüme aktarılır. Bazen de yıkama işleminde üzerinde çok fazla su birikintisi olan zeytinler, santrifüj sepetlere konularak bu damlacıkların zeytinden hızlıca uzaklaştırılması sağlanır.



Görsel 2.14: Zeytinlerin yıkanması

Zeytin meyvesinde kontamine ve toprak kusuru gibi negatif kusurların oluşumunu engellemek için yıkamada kullanılan su içilebilir nitelikte olmalıdır. İşlem sırasında da suyun kirliliği kontrol edilmeli ve su sık sık değiştirilmelidir.

2.1.5.4. Zeytinlerin Kırılması ve Ezilmesi

Yabancı maddelerden arındırılarak yıkanan zeytinler, elevatörler yardımıyla kırıcılara gelir. Hem kimyasal hem de fiziksel açıdan zeytinlerin kırılması büyük önem taşır. Amaç meyve etini oluşturan vukuollerde (hücre içi boşluk) hapsedilmiş olan yağı dokulardan dışarı çıkarılabilmek için meyve etini parçalamaktır. Yağın meyve dokularından dışarı çıkarılması danelerin kırılması ya da ezilmesi ile başlamaktadır. Daha sonra kırılan daneler yoğrularak küçük çaplı yağ zerreciklerinin daha büyük çaplı damlacıklar hâline dönüştürülmesi sağlanır.

Zeytinleri ezmek için kesikli sistemlerde granitten yapılmış taş değirmenler, kontinü sistemlerde ise metal kırıcılar kullanılmaktadır.

Taş Değirmenler

» Konik taş değirmenler (**Görsel 2.15**)



Görsel 2.15: Konik taş değirmen

» Silindirik taş değirmenler (**Görsel 2.16**)



Görsel 2.16: Silindirik taş değirmen

Eskiden beri zeytinleri ezmek için pres sisteminin kullanıldığı yağhanelerde çoğu zaman taş değirmenler kullanılmaktadır. Sert granit taştan konik veya silindirik şekilde yapılmış olan bu taşların ağırlığı boyutuna bağlı olarak 1.600-2.800 kg arasında değişir. Bu taşlar 2 veya 6 adet olup taban havuzunda 20-30 dakika 8-10 devir/dk. hızla dönmektedir.

Avantajları: Kaba ezme yapıldığından zeytin hamuru iri partiküllüdür. Ayrıca yavaş ve düzenli kırma işlemi gerçekleştiği için emülsiyona neden olmaz. Yağ damlacıklarının toplanması daha kolay olur, kısmen yoğurma gerçekleşir. Zeytinlerin kırılması sırasında açığa çıkan kinetik enerji sonucunda zeytin hamurunun sıcaklığı 4-5 °C'tur. **Dezavantajları:** İşlem sırasında hamurun uzun süre hava ile temas etmesi fenolik bileşiklerin oksidasyonuna sebep olur. Taş değirmenlerin temizlenmesi zor, kapasiteleri düşük, işletme giderleri ise yüksektir.

Metal Kırıcılar

Zeytinleri öğütmek için kontinü santrifüjleme sistemlerinde metal kırıcılar kullanılmaktadır. Bir gövde üzerinde hareket eden değişik şekillerde tasarlanan iki metal parçadan meydana gelir. Metal parçalardan biri yüksek hızda dönerken diğer parça sabit kalır ya da ters yönde düşük devirle hareket eder. Bu iki metal parça arasından geçen zeytin daneleri kırılarak ince hamur hâline dönüştürülür.

Metal kırıcılar, kırma derecesini ayarlayan düzene sahiptir ve çeşitli şekilleri vardır. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir:

» Sabit veya hareketli çekiçli kırıcılar
» Silindirik kırıcılar
» Konik kırıcılar
» Diskli kırıcılar

Bunlardan en sık kullanılan çekiçli ve diskli kırıcılar, 2.200-2.900 devir/dk. gibi yüksek bir hızda dönerken kırıcı içine giren daneyi parçalar ancak kırma sonucunda oluşan hamur doğrudan preslemeye uygun

bir yapıda olmadığından metal kırıcıların mutlaka bir malaksör ile kombine edilmesi gerekir. Zeytinlerin kısa sürede ve yüksek hızda kırılması ile açığa çıkan enerji sonucu zeytin hamurunun sıcaklığı 10-15 °C'a çıkabilir.

Avantajları: Sürekli ve otomatik olarak çalıştığından uzun çalışma ve yüksek verim kapasitelidir. Kolay ayarlanabilir, çok yer kaplamaz, maliyeti düşüktür.

Dezavantajları: Kırma işlemi hızlı ve kaba olduğundan hücrenin yeteri kadar parçalanmasını sağlamaz. Kırıcılardan çıkan hamur istenen şartlarda olmadığı için yoğurma işleminin daha uzun süreli ve daha yüksek sıcaklık derecesinde olması gerekir. Emülsiyon oluşma riski vardır. Metal parçaların yıpranmasına bağlı olarak yağda kontaminasyon ve kırıcı performansında düşüş görülür.

2.1.5.5. Zeytin Ezmesinin Yoğrulması (Malaksasyon)

Yoğurma, bir sonraki üretim süreci basamağı olan katı-sıvı fazların ayrılması için zeytin hamurunun hazırlanması açısından önemli bir kademedir. Değirmenlerde meyvenin kırılması ile oluşan zeytin hamurunun düşük hızda (20-30 rpm) ve sürekli yoğurulması / karıştırılması gerekmektedir

Yoğurmanın amacı, yağ damlacıklarının hücrelerden ayrılmasını ve birleşerek daha büyük yağ damlaları oluşturmasını kolaylaştırmaktır. Ayrıca yağın serbest hâle gelmesini sağlayarak hamurdan ayrılmasını kolaylaştırmaktır. Yoğurma işlemi ''malaksör'' adı verilen makinelerde yapılır. Bu işleme de **malaksasyon** denir.

Kırma işleminden sonra yağ damlacıklarının sadece %40- %45'inin çapı 30 mikrondan büyük iken yoğurma işleminden sonra bu oran % 80'in üzerine çıkabilmektedir.

Yoğurma işleminin etkinliği; zeytin ezmesinin reolojik özelliklerine, sıcaklığına ve yoğurma hızının süresine bağlıdır.

Kırıcının tipine bağlı olarak taş ve metal yoğurucular en çok kullanılan yoğurucu tipleridir.

Taş kırma sistemlerinde kırıcı taş, zeytini kırarken aynı zamanda yoğurma görevini de gerçekleştirir (**Görsel 2.17**). Taş kırıcılarda kırılan zeytinin optimum yoğurma koşulu 15-25 °C'ta yaklaşık 10-20 dakikadır. Taş kırıcılarda elde edilen yağ "soğuk sıkım" diye tabir edilen en kaliteli yağdır.



Görsel 2.17: Taş kırıcı

Metal kırıcılı sistemlerde ise yoğurma işlemi iç kısmı paslanmaz çelikten, çift cidarlı, bir mil üzerinde değişik boyut ve şekillerde yoğurma bıçaklarının bulunduğu yarı silindirik malaksörlerde yapılmaktadır (**Görsel 2.18**). Metal kırıcılar kullanıldığında muhtemel emülsiyonun kırılması için daha yüksek sıcaklıklarda (21-35 °C) ve 30-90 dakika arasında zeytin hamurunun yoğrulması gerekmektedir.



Görsel 2.18: Malaksör-yoğurucu

Yüksek sıcaklık ve yoğurma işleminin çok uzun süreli olması hem yağ verimini hem de yağın kalitesini olumsuz etkilediğinden yoğurma işlemi parametrelerinin belirlenerek kontrol edilmesi önemlidir.

Ayrıca verim artırıcı katkı maddeleri (mikronize talk, kalsiyum karbonat, natürel enzim karışımları) malaksasyon (yoğurma) sırasında zeytin hamuruna katılır. Ultrases, vurgulu elektrik alan uygulaması [Pulsed Electric Field (PEF)] gibi verim artırıcı uygulamalar bu aşamada devreye sokulur.

ARAŞTIRINIZ

Zeytinyağı üretiminde verim artırıcı katkı maddeleri ile yöntemlerin yağın kalitesine etkilerini araştırınız. Araştırma sonucu edindiğiniz bilgileri rapor hazırlayarak sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

.....

.....

.....

Yoğurma İşleminin Zeytinyağının Verim ve Kalitesine Etkisi

Metal kırıcılı sistemlerde yoğurma işleminde, yoğurucu tankların çeperlerinde bulunan su akışına izin veren ceketler vasıtasıyla ısıtma amacıyla ılık su ya da buhar kullanılır ve zeytin hamuru kontrollü sıcaklıkta sürekli karıştırılır. Kullanılan kırıcı tipine göre hamurun sıcaklığındaki artış miktarı gözetilerek yoğurma işleminde kullanılacak su sıcaklığı 21-35 °C olmalıdır. Karıştırılan hamurun sıcaklığının ise 28-

35 °C olması gerekir. Sıcaklık, verimi artırsa bile yağın viskozitesini düşürür. Hamur sıcaklığı 50-60 °C'tan yüksek olduğunda vakslar, alifatik alkoller ve triterpen di-alkoller gibi maddelerin yağdaki çözünürlüğü artar. Ayrıca yüksek sıcaklık, uçucu bileşenlerin tahrip olmasına ve toplam fenol miktarının değişmesine özellikle serbest asitlikte artışa neden olmaktadır. Bu da zeytinyağının duyusal özelliklerini ve kalitesini olumsuz etkiler. Bu olumsuz etkilerden korunmak için yoğurma sıcaklığı doğru seçilmeli, yoğurucularda mutlaka termostat bulunmalı ve işlem süresince sıcaklık takip edilmelidir.

Yoğurma hızı 20-40 devir/dk. veya 1-2 m/saniye arasında gerçekleştirilmelidir. Eğer yüksek hızda yoğurma işlemi uygulanırsa yağ ve su fazlarının emülsiyonuna neden olur. Zeytinin özelliklerine göre ortalama yoğurma süresi 30-60 dk. arasında değişmektedir. Uzun süreli yoğurma işlemi emülsiyon oluşumunu teşvik ederken yağdaki polifenol içeriği azalır, yüksek sıcaklık ise yağın aromatik bileşimini tahrip eder. Ayrıca daha kaliteli zeytinyağı üretimi için yoğurma işleminin kapalı sistemlerde ve karbondioksit, azot ya da argon gibi inert gazlar kullanılarak yapılması önerilir (**Görsel 2.19**).



Görsel 2.19: Modern yağ değirmeni

2.1.5.6. Zeytinyağı Ekstraksiyon Sistemleri

Zeytin hamurundan yağ fazının ayrılması kullanılan üretim teknolojisine göre farklılık gösterir.

1. **Kesikli (Geleneksel Presleme) Üretim Yöntemi:** Klasik sistem olarak da ifade edilen bu en eski yağ ekstraksiyon yönteminde yağ mengeneler, süper veya hidrolik presler yardımıyla çıkarılır.
2. **Sürekli (Kontinü) Üretim Yöntemi:** Akdeniz ülkelerinde dekantörlerin kullanılmasıyla başlayan ve yağın santrifüj sistemi ile çıkarılması prensibine dayanan daha modern sürekli sistemlerdir.

Kesikli (Geleneksel Presleme) Üretim Yöntemi

Zeytinyağı eldesinde en eski ve yaygın olarak kullanılan presleme yönteminde ilk zamanlar insan ve hayvan gücüyle çalıştırılan mengeneler kullanılırdı. Gelişen teknoloji ile birlikte hidrolik presler ve süper presler kullanılmaya başlanmıştır.

Yoğrulan zeytin ezmesi, filtre torbalara 2-3 cm kalınlığında olacak şekilde düzgünce serilerek yükleme ünitesi vasıtasıyla prese yerleştirilir ve metal disk ile sıkıştırılır (**Görsel 2.20, Görsel 2.21**). Preslemenin stabil olması açısından her 5 torba arasına inoks disk diyaframı yerleştirilir. Presin hareketli kısmı alttan yukarıya doğru hareket eder ve 45-60 dk. içinde kademeli olarak maksimum düzeye ulaşan basınçta (350-400 kg/cm²) 10-20 dk. bırakılan hamurdaki sıvı fazı katı fazdan ayırır. Sıvı faz pompa vasıtasıyla bir tankta toplanır, presten çıkan filtre torbalarındaki katı faz (pirina) ayrı bir yerde temizlendikten sonra presleme işlemine yeni torbalarla devam edilir. Sıvı faz (yağ + karasu), yoğunluk farkı esasına dayalı santrifüj yöntemi ile birbirinden ayrılır.



Görsel 2.20: Zeytin hamuru filtre torbası



Görsel 2.21: Presleme

Birinci sıkmadan sonra hamur ikinci kez preslenecek ya da yoğrulacak ise hamurdaki azami yağı alabilmek, baskılama işleminin verimini artırmak ve yağ-su karışımından oluşan emülsiyonun kolay kırılmasını sağlamak amacıyla yoğurma esnasında hamura sıcaklığı 90 °C'a kadar varan su katılmaktadır.

Kullanılacak su miktarı işlenen zeytinin %10'unu geçmemelidir ancak bu işlem yağ veriminde bir miktar artış sağlasa da yağ kalitesi açısından kesinlikle tavsiye edilmeyen hatalı bir uygulamadır.

Sağlam zeytin kullanımına, kısa yoğurma süresi ile birlikte işlem boyunca düşük sıcaklık uygulanmasına ve filtre torbalarının temizliğine dikkat edildiği takdirde presleme yöntemi yüksek kalitede yağ eldesi açısından garantili bir metottur.

Presleme-santrifüj kombinasyonuyla çalışıldığında elde edilen yağın kalitesi ve verimi daha da yükselecektir. Bu kombinasyonda preslenen hamur daha sonra dikey santrifüje verilerek hamurda kalan yağ alınabilmektedir.

Presleme verimini etkileyen etmenler şunlardır:

- Zeytinin yapısı
- Hamur yığınının yapısı
- Yükleme sistemi ve yükleme miktarı
- Presleme süresi ve uygulanan maksimum basınç
- Pres torbalarının filtrasyon kabiliyeti

Hidrolik preslemede maksimum basınç 350-400 kg/cm^2 olmalı ve süre 30-60 dakikayı geçmemelidir. Ayrıca az miktar su kullanılmalı, suyun ısısı 30 °C'u geçmemeli ve kullanılan filtrasyon torbaları yeterince temiz olmalıdır.

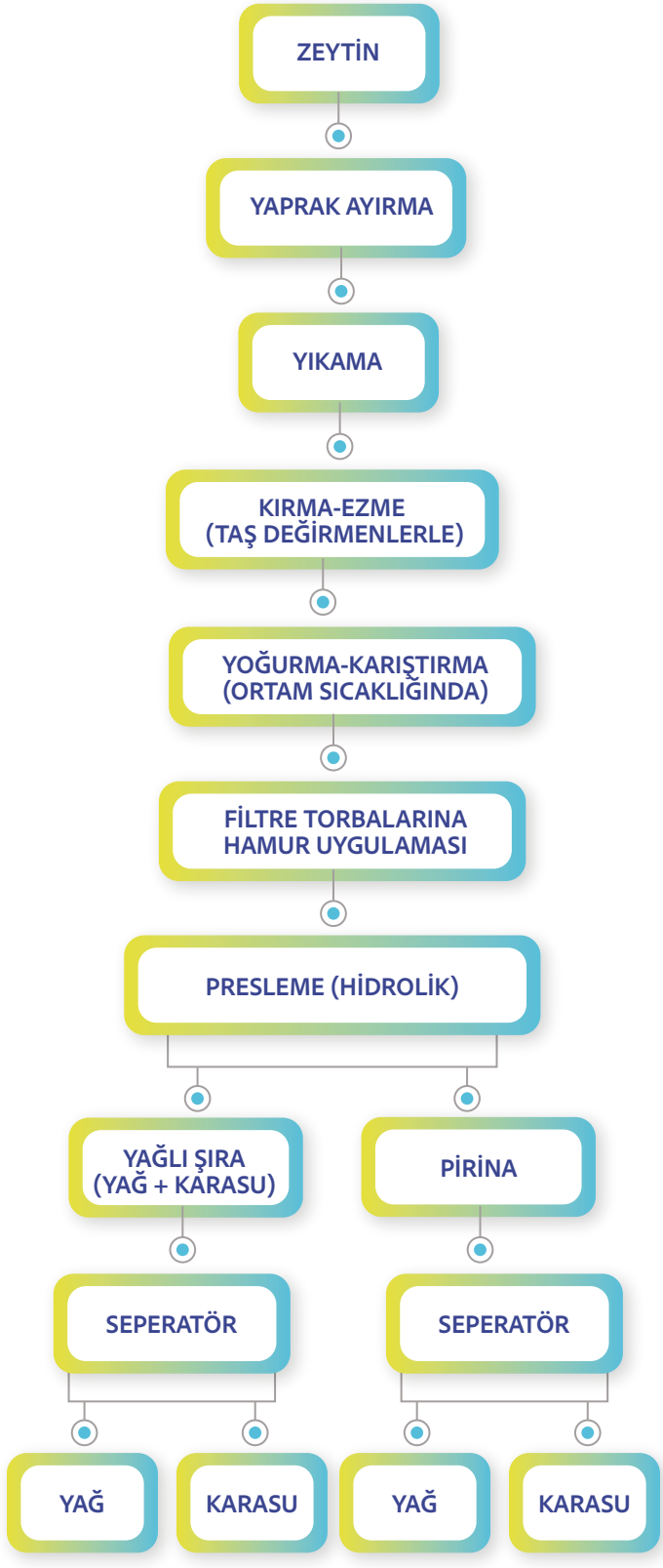
Klasik Presleme Yönteminin Olumlu Yönleri

- Yatırım maliyeti düşüktür.
- Makine donanımı basit ve sağlamdır.
- Enerji tüketimi düşüktür.
- Pirinanın nem miktarı düşüktür.
- Çok az miktarda karasu oluşur ve karasuyun yağ içeriği düşüktür.

Klasik Presleme Yönteminin Olumsuz Yönleri

- Donanım için geniş alana ihtiyaç vardır.
- İş gücü ihtiyacı yüksektir.
- Çalışma kapasitesi düşüktür.
- İşlem kesintilidir.
- Filtre torbalarının kontaminasyon riski yüksektir.
- Yağın bozulması için uygun ortamdır.

Geleneksel yöntemle zeytinyağı ekstraksiyonu akış şeması **Şekil 2.8**'de verilmiştir.



Şekil 2.8: Geleneksel yöntemle zeytinyağı ekstraksiyonu akış şeması



Görsel 2.22: Modern zeytinyağı üretim makineleri

Sürekli (Kontinü) Üretim Yöntemi (Modern Yöntemler)

Zeytinyağı ekstraksiyonunda kullanılan kontinü (modern) sistemler şunlardır (**Görsel 2.22**):

Santrifüj (Dekantasyon) Yöntemi: Üç fazlı sistemler, iki fazlı sistemler ve 2 ½ fazlı sistemler (ekolojik sistemler)

Perkolasyon (seçici filtrasyon veya sinolea) yöntemi

Perkolasyon ve santrifüjleme sistemlerinin kombinasyonu

Santrifüj (Dekantasyon) Yöntemi

Zeytin hamurundaki katı ve sıvı fazları merkezkaç kuvveti ile katı-sıvı ve sıvı-sıvı olarak (pirina, yağ ve karasu) ayrıştıran makinelere **dekantör** denir. Presleme yerine kullanılan bu makineler, merkezkaç (santrifüj) prensibinin etkisiyle yerçekimi ivmesinin 2.000-3.000 katına çıktığı yatay santrifüjlerdir. Yüksek hızla dönen santrifüj işleminin etkinliğini hamur fazındaki yağ, su ve çözünmeyen katı maddeler arasındaki yoğunluk farkı belirler.

Akdeniz ülkelerinin çoğunda 19 yy. sonundan itibaren zeytinyağı eldesinde yaygın olarak kullanılmaya başlanan santrifüjler, ayırma metoduna göre üç fazlı (yağ, karasu ve pirinanın ayrı ayrı çıktığı dekantörler) ve iki fazlı (sadece yağ ve pirinanın çıktığı dekantörler) olmak üzere ikiye ayrılır.

Üç fazlı sistemlerde malaksasyondan sonra dekantöre giren hamurun yumuşatılması için su kullanılır. İlave edilen su miktarı her 100 kg hamur için 50 litreden 110 litreye kadar değişebilmektedir. Fazla su kullanımı yağdaki doğal antioksidanların azalmasına, sistemden fazla

miktarda atık su (karasu) çıkmasına ve atık suyun bertarafı ile ilgili çevre problemlerine neden olmaktadır (**Görsel 2.23**). Bu sakıncaları azaltmak amacıyla dekantörden çıkan karasu, hamurun inceltilmesi için tekrar dekantöre verilerek kullanılabilir. Uygulanan bu teknikle karasu miktarının %35-%40 azaltılması ve yağın toplam fenol miktarının ise %30 artırılması mümkündür ancak bu işlem yağ kalitesini olumsuz etkiyebilir.



Görsel 2.23: Fazların ayrılması (yağ + karasu)

İki fazlı sistemlerde su kullanılmadığı için daha az fenol yıkanır, sadece yağ ve yüksek nem (%60-%72 nem) içeren pirina çıkışı olur. Bu sistemde su kullanılmadığı için atık su üretilmez ancak işlenmesi zor olan yüksek nem oranına sahip pirina, atık yönetimi sorununa yol açar. Bu da üç fazlı sisteme göre daha az suya ihtiyaç duyan iki bucuk fazlı dekantör sisteminin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Üç fazlı sistemdeki gibi üç çıkışı vardır ve her 100 kg zeytin hamurundan 5-30 litre karasu çıkarken pirinanın nem içeriği de % 55-%60 arasında değişir.

İki ve üç fazlı sistemler arasında yağın serbest yağ asidi içeriği, peroksit sayısı, UV absorbans değeri ve duyusal özellikleri açısından önemli düzeyde farklılık yoktur. Seyreltme suyunun daha az kullanıldığı iki fazlı sistemlerden elde edilen yağın toplam polifenol içeriği ve buna bağlı olarak oksidatif stabilitesi daha yüksektir.

Santrifüjleme Yönteminin Olumlu Yönleri

- İş gücü ihtiyacı düşüktür.
- Sistem kesintisiz ya da yarı kesintilidir.
- Kullanılan makineler hantal değildir.
- Pirina daha az yağ içerir.

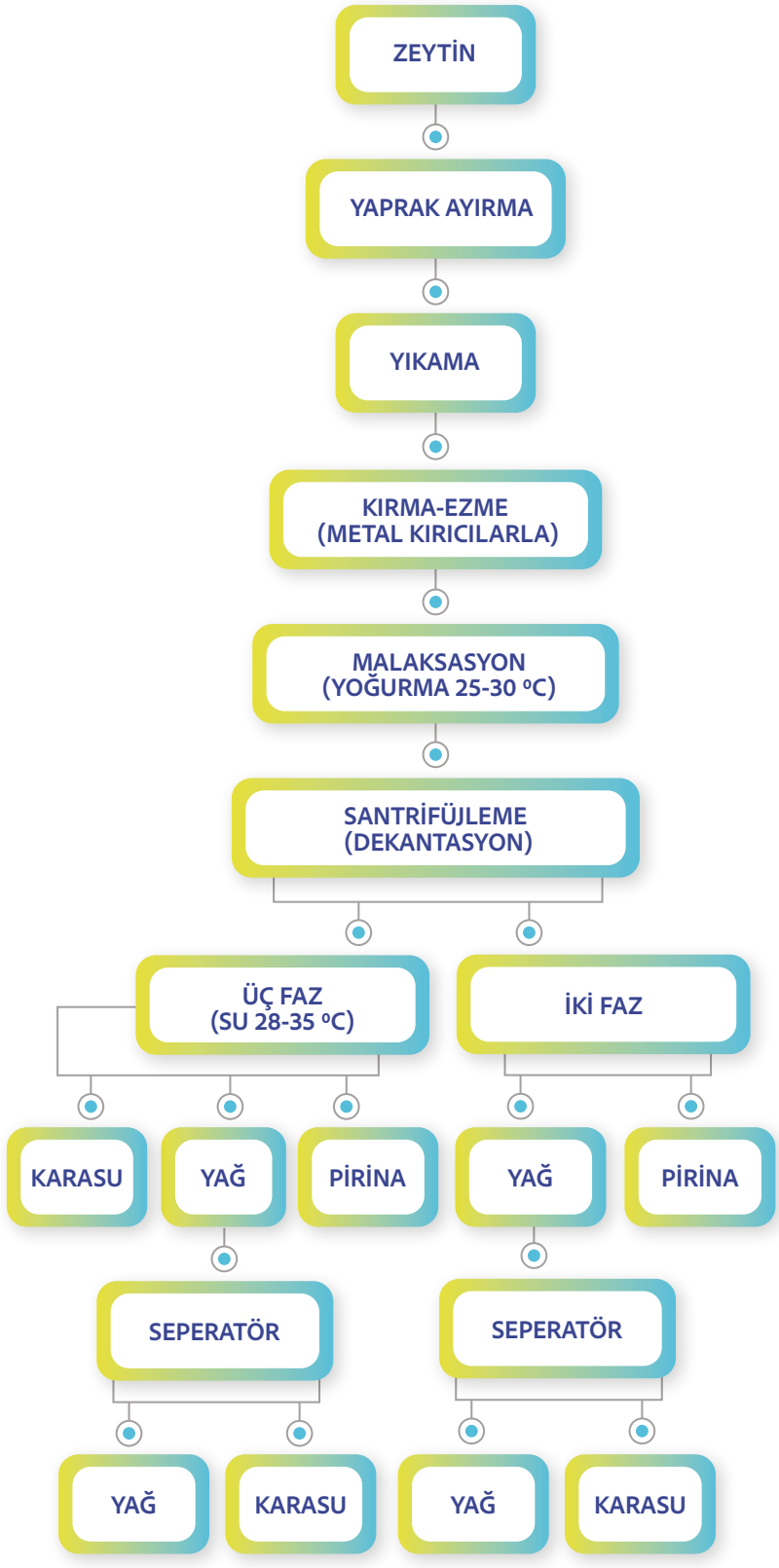
Santrifüjleme Yönteminin Olumsuz Yönleri

- Yatırım maliyeti ve enerji tüketimi yüksektir.
- Sıcak su kullanılabilir.
- Büyük miktarda oluşan karasuda bir miktar yağ kaybedilir.
- Pirina, yüksek oranda nem içerir.
- Atık yönetimi sorunu ortaya çıkar.

BİLGİ KUTUSU

İki fazlı sistemde doğal antioksidan niteliğindeki fenoller yağın içinde kaldığından elde edilen zeytinyağının kalitesi daha yüksektir. Yüksek kalitede zeytinyağı hem iç hem de dış pazarda daha fazla tercih edilmektedir.

Üç ve iki fazlı kontinü sistemle zeytinyağı ekstraksiyonu akış şeması **Şekil 2.9**'da verilmiştir.



Şekil 2.9: Üç ve iki fazlı kontinü sistemle ekstraksiyon akış şeması

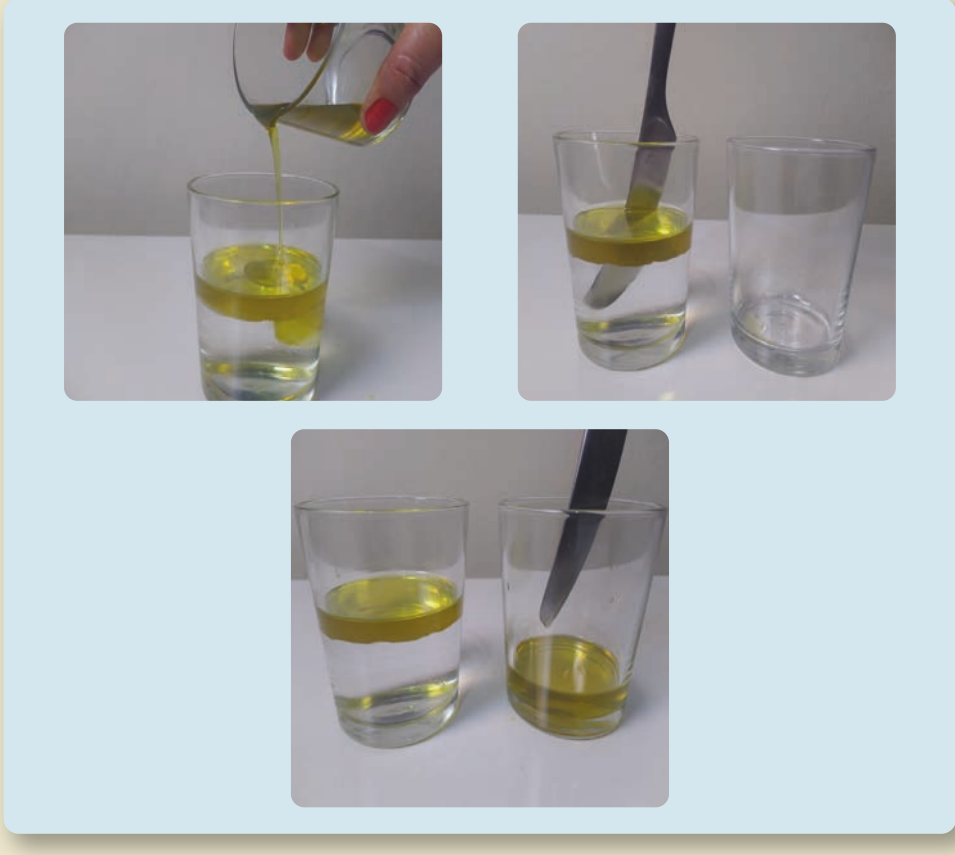
Perkolasyon (Seçici Filtrasyon veya Sinolea) Yöntemi

Perkolasyon yönteminde yağ ve karasuyun yüzey gerilimi (yüzeye yapışma-tutunma kuvveti) farkına dayanarak faz ayrımı yapılmaktadır.

Malaksördeki zeytin hamurunun içine paslanmaz çelikten yapılmış, hareket eden bıçaklar batırılır. Bu sırada bıçaklar yağ ile kaplanır. Bıçaklar hamurdan her çekildiğinde yağ damla damla akarak diğer fazlardan ayrılır. Bu şekilde sadece yağ içeren şıra elde edilmiş olur.

BİLGİ KUTUSU

Sinolea yönteminin çalışma prensibi **Görsel 2.24**'teki gibidir. Yağ içine su karıştırılıp yağ bir bıçak yardımıyla sudan ayırılabilir.



Görsel 2.24: Sinolea yöntemi

Perkolasyon yönteminin verimi zeytin çeşidine, hamurunun reolojik özelliklerine ve işlem süresine göre değiştiğinden yağın %50-%70'i hamurdan ekstrakte edilmektedir. Elde edilen yağ başka işleme tabi tutulmadığı, düşük sıcaklıklarda işlem gördüğü ve içerdiği karasu miktarı çok az olduğu için en kaliteli yağdır. Sineola ile elde edilen zeytinyağının oksidasyon direnci ile polifenol içeriği yüksek, duyusal özellikleri mükemmeldir ancak kapasitesi ve verimi daha düşük olduğundan diğer sistemlerle kombine olarak kullanılır.

Sinolea Yönteminin Olumlu Yönleri

- Doğal yapı korunur.
- Yağ-su ayrımına gerek kalmaz.
- Yüksek polifenolik madde içeriğine sahiptir.
- Basınç uygulanmaz.
- Su ilavesi olmadığından kontaminasyon riski yoktur.
- Otomasyona uygundur.
- İşçilik düşüktür.
- Enerji tüketimi düşüktür.

Sinolea Yönteminin Olumsuz Yönleri

- Yağ verimi düşüktür.
- Oksidasyon riski yüksektir.
- Pirinada nem miktarı yüksektir (%50-%65).
- Prinada kalan yağ miktarı yüksektir (%8-%12).

SIRA SİZDE

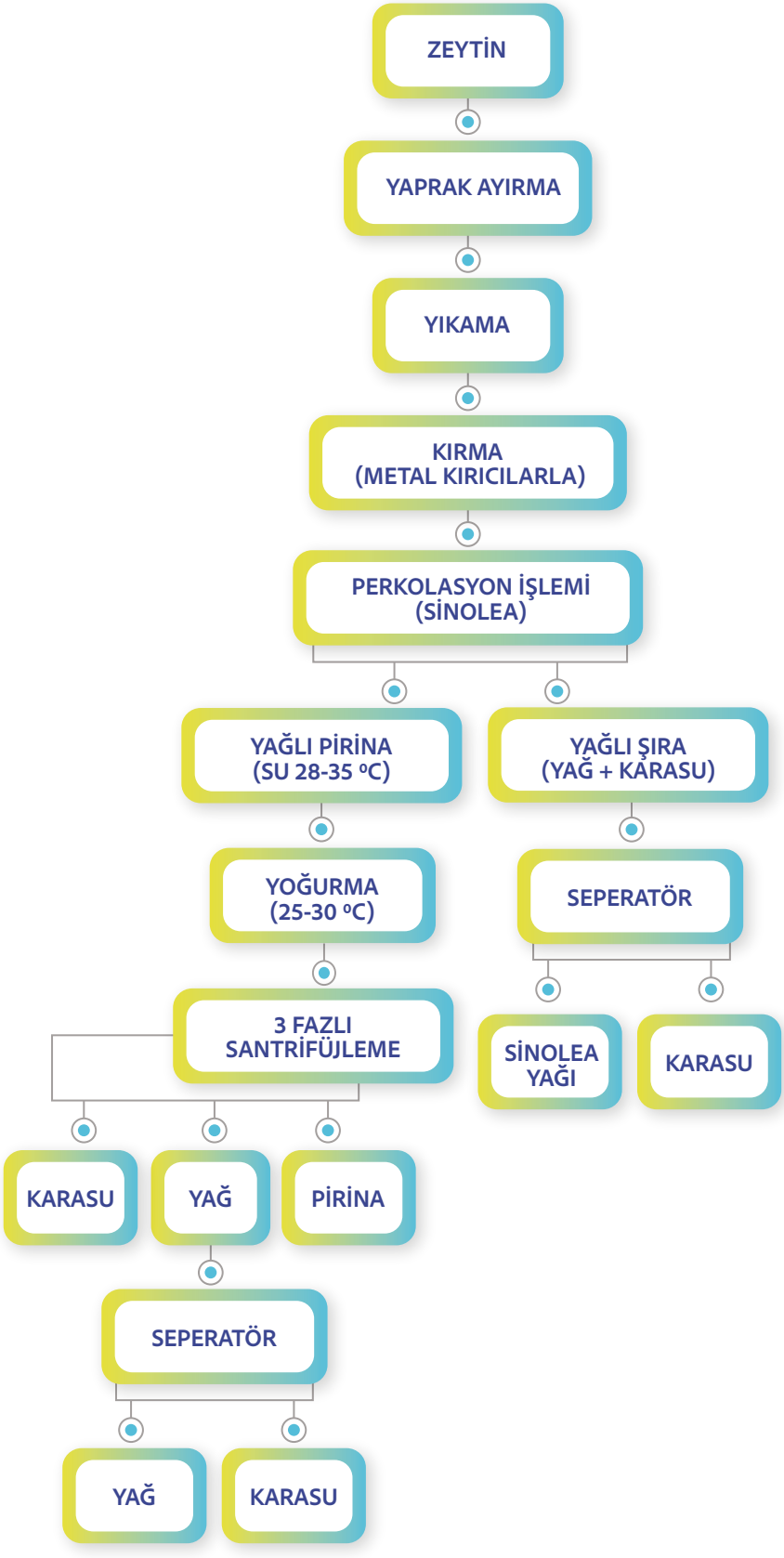
- Sinolea yöntemini uygulamak amacıyla su bardağı, çelik bıçak, mezür, 30 ml zeytinyağı ve 100 ml su alınız.
- İki su bardağı alınız.
- Birinci bardağa önce 100 ml su doldurunuz ve üzerine 30 ml zeytinyağı ilave ediniz.
- İkinci bardağı boş bırakınız. Çelik bir bıçağı yağ + su karışımına daldırınız.
- Bıçağı karışımdan çekiniz ve üstündeki yağı boş olan ikinci bardağa damlatarak dökünüz.
- Birinci bardakta sadece su kalıncaya kadar sabırla bu işlemi tekrar ediniz.
- Ayırdığınız yağ ile kalan su miktarını ölçünüz.

Perkolasyon ve Santrifüjleme Sistemlerinin Kombinasyonu

En kaliteli zeytinyağı bu kombine sistemin ilk basamağı olan perkolasyon metodu ile elde edilir. Sinolea sisteminden çıkan pirinanın nem ve yağ oranı yüksektir. Bu nedenle pirinada kalan yağı almak amacıyla içine su katılarak oluşturulan hamur, malakse edildikten sonra sürekli çalışan üç fazlı santrifüj dekantörlerde işlenir. Bu işlem sonucunda sinolea yağı ve dekantör yağı olarak iki farklı yağ elde edilmiş olur.

Yağ kaybı %1 gibi düşük oranda olan ve yüksek verim ile en iyi kalitede zeytinyağı elde edilmesini sağlayan bu sistem, en fazla tercih edilen bir kombine sistemdir.

Perkolasyon-santrifüj kombinasyonu akış şeması **Şekil 2.10**'da verilmiştir.



Şekil 2.10: Perkolasyon-santrifüj kombinasyonu akış şeması

1. UYGULAMA

İş Sağlığı ve Güvenliği Tedbirleri

1. Laboratuvar çalışmasının gerektirdiği kişisel koruyucu donanımları (önlük, eldiven, maske, koruyucu gözlük vb.) kullanınız.
2. Çalışacağınız alanın (tezgâh vb.) temizliğini ve bu alanda gereksiz malzeme bulunup bulunmadığını kontrol ediniz.
3. Çalışma için gerekli olan cihaz, malzeme ve kimyasalları kullanım talimatına uygun şekilde ve gerektiği kadar kullanınız.
4. Laboratuvar çalışmalarından önce ve çalışma bitiminde mutlaka ellerinizi yıkayınız.
5. Uygulamanız bittikten sonra laboratuvar ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Uygulamanın Adı	:	Natürel Zeytinyağı Tadım Paneli
Uygulamanın Amacı	:	Natüral zeytinyağını duyusal özelliklerine göre sınıflandırmak.
Uygulamanın Prensibi	:	Farklı zeytinyağı çeşitlerinin tat ve koku özelliklerinin değerlendirilmesi prensibine dayanır.
Gerekli Araç Gereç	:	Zeytinyağı, tadım bardağı, tadım profil kâğıdı, tadım kabini, saat camı, kalem, içme suyu ve yeşil elma dilimi
Süre	:	2 ders saatidir.

İşlem Basamakları

1. Tadım öncesi hazırlığınızı yapınız. (Panelistlerin seçimi, numunelerin sayısı, numunelerin hazırlanması ve sunumu, numunelerin kodlanması ve etiketleme, tadım odasının havalandırılması, ısısı)
2. Tadım bardağını, saat camıyla ya da avucunuzun içiyle kapalı tutarak elinize alınız ve nazikçe eğiniz.
3. Tadım bardağının cidarını mümkün olduğunca ıslatmak için bardağı hafifçe çalkalayınız.
4. Çalkaladığınız bardağın kapağını açar açmaz yavaş ve derin nefesler alarak numuneyi koklayınız. Koklama 30 saniyeyi geçmemelidir. Eğer bir sonuca varamadıysanız tekrar denemeden önce kısa bir süre dinlenmeyi unutmayınız.
5. Tadım bardağındaki yağ numunesinden yaklaşık 3 ml yudumlayınız.
6. Ağızdan ardı ardına kısa nefesler alarak yağı ağız içine yayıp gırtlağa doğru gönderiniz. Tat algılama yoğunluğunun dil, damak ve gırtlak alanına bağlı olarak farklılık gösterdiğini unutmayınız.
7. Önce kokladığınız sonra tattığınız numunenin negatif ve pozitif özelliklerinin her biri için algıladığınız yoğunluğu, tadım profil kâğıdındaki 10 cm'lik skalaya işaretleyiniz. Değerlendirme formunda yer almayan herhangi bir negatif özellik algılayacak olursanız bunları en doğru tarif eden terimleri kullanarak forma kaydediniz.

8. Tüm numunelerin değerlendirmesini tamamlayınız.
9. Duyularda yorgunluğa meydan vermemek için bir dilim elma çiğneyiniz ve ardından oda sıcaklığında ağzı su ile durulayarak ağızda kalan yağı uzaklaştırınız. .
10. Tadım sonunda yağları; natürel sızma, natürel birinci ve ham zeytinyağı olarak sınıflandırınız.

Sonuç Değerlendirme

1. İşlem basamaklarını sırasıyla takip ettiniz mi?
2. Zeytinyağlarını doğru sınıflandırabildiniz mi?

1. Uygulama ile yapacağınız çalışma, 140. sayfadaki Değerlendirme Ölçeği'nde yer alan ölçütler dikkate alınarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

2. UYGULAMA

İş Sağlığı ve Güvenliği Tedbirleri

1. Laboratuvar çalışmasının gerektirdiği kişisel koruyucu donanımları (önlük, eldiven, maske, koruyucu gözlük vb.) kullanınız.
2. Çalışacağınız alanın (tezgâh vb.) temizliğini ve bu alanda gereksiz malzeme bulunup bulunmadığını kontrol ediniz.
3. Çalışma için gerekli olan cihaz, malzeme ve kimyasalları kullanım talimatına uygun şekilde ve gerektiği kadar kullanınız.
4. Laboratuvar çalışmalarından önce ve çalışma bitiminde mutlaka ellerinizi yıkayınız.
5. Uygulamanız bittikten sonra laboratuvar ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Uygulamanın Adı	:	Laboratuvar Ortamında Klasik Yöntemle Zeytinyağı Üretimi İçin Zeytini Presleme
Uygulamanın Amacı	:	Zeytinyağı üretimi için klasik yöntem uygulanarak katı ve sıvı fazların ayrılmasını sağlamak.
Uygulamanın Prensibi	:	Zeytinyağının klasik yöntemle preslenerek yağının çıkarılması ve süzülmesi ile yağ eldesi prensibine dayanır.
Gerekli Araç Gereç	:	5 kg ham zeytin, bıçak ya da çekiç, taş havan ya da karıştırıcı, uygun boyutta beher ve sıvı toplama kapları, tülbent, süzme düzeneği ve koyu renkli şişe.
Süre	:	80 dakikadır.

İşlem Basamakları

1. Yeni hasat edilmiş zeytinleri dal, yaprak gibi yabancı maddelerden ayırarak bol suda yıkayınız. Üzerinde toprak ve kir kalmadığından emin olunuz.
2. Yıkadığınız zeytinleri, suyunu süzüp kurutmak için temiz kuru bez üzerine seriniz ve bir süre bekletiniz.
3. Kuruyan zeytinleri çekiçle kırarak ya da bıçakla keserek zeytinlerin çekirdeklerini çıkarınız. Bu işlemi çok dikkatli ve mümkün olduğunca hızlı gerçekleştiriniz.
4. Kırılmış duruma gelen zeytinleri taş havanda veya karıştırıcıda iyice öğütüp hamur hâline getiriniz.
5. Zeytin hamurunu tülbendin içine aktarınız ve ağız kısmını bağlayarak tülbendi bohça hâline getiriniz. Zeytin hamurunun tülbendin hiçbir yerinden taşmadığına emin olunuz.
6. Bir kabın üzerine önce süzgeç koyunuz. Süzgecin içerisine zeytin hamuru bulunan tülbendi yerleştirip üstüne temiz büyük bir taş koyarak baskı sağlayınız. Bu şekilde bekleterek sıvı fazın (yağ + karasu) katı fazdan ayrılmasını sağlayınız.
7. Damlalar iyice azaldığında tülbentteki zeytin hamurunu tekrar yoğurarak hamurda kalan sıvı fazın ayrılmasını sağlayınız.
8. Baskılama sonucunda çıkan sıvı fazı temiz bir kaba alınız ve üzerini "soğuk sıkım zeytinyağı" olarak etiketleyiniz.
9. Tülbent içindeki zeytin hamuruna sıcak su döküp hamuru yoğurunuz ve kalan sıvı fazın çıkması için hamura tekrar baskı uygulayarak hamurdan kalan sıvı fazı ayırınız.
10. Baskılama sonucu çıkan sıvı fazı, ilk sıkımda elde ettiğiniz sıvı fazla karıştırmayınız. Ayrı bir kaba alarak "sulu sıkım zeytinyağı" olarak etiketleyiniz.
11. Elde ettiğiniz sıvı fazları 3. Uygulama'da kullanmak için muhafaza ediniz.

Sonuç Değerlendirme

1. İşlem basamaklarını sırasıyla takip ettiniz mi?
2. Yağ ve karasuyun ayrılmasını sağlayabildiniz mi?

2. Uygulama ile yapacağınız çalışma, 140. sayfadaki Değerlendirme Ölçeği'nde yer alan ölçütler dikkate alınarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

1. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (.....) Zeytinyağı, kimyasal bir işlem uygulanmadan elde edilen bir yağdır.
2. (.....) Zeytinyağı kalitesi açısından doğru hasat zamanı için olgunluk indeksi en az 5 olmalıdır.
3. (.....) Malaksasyon süresinin uzaması, yağın polifenol içeriğini azaltmaktadır.
4. (.....) Dip zeytinler olarak adlandırılan danelerdeki yağın kalitesi yüksektir.
5. (.....) Sürekli sistemler, iki fazlı sistemler veya üç fazlı sistemler olarak adlandırılır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri verilen bilgilere uygun olarak doldurunuz.

1. Hasat edilen zeytinlerin içinde bulunan yabancı madde oranı en fazla ..... olmalıdır.
2. Zeytinyağı tadım paneli grubu ..... tadımcıdan oluşur.
3. Şiddetli bir oksidasyon sürecine maruz kalan yağın karakteristik tadı ve kokusuna ..... denir.
4. Zeytinlerin ezilmesi ya da kırılmasında ..... ve metal kırıcılar kullanılır.
5. Hamur hâline dönüştürülmüş zeytindeki yağın sızdırılması amacıyla ..... işlemi yapılır.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. Aşağıdaki üretim yöntemlerinden hangisi yağ ve karasu arasındaki yüzey gerilim farkına dayanmaktadır?

A) Kuru baskı
B) Presleme
C) Santrifüjleme
D) Seçici filtrasyon
E) Sulu baskı

2. Aşağıdakilerden hangisi zeytin meyvesinin kırılması ve yoğrulması işlemidir?

A) Dekantasyon
B) Filtrasyon
C) Malaksasyon
D) Perkolasyon
E) Seperasyon

3. Aşağıdakilerden hangisi presleme yönteminin olumlu yönlerinden biridir?

A) Çalışma kapasitesi yüksektir.
B) İş gücü ihtiyacı düşüktür.
C) İşlem süreklidir.
D) Pirinanın nem içeriği düşüktür.
E) Kontaminasyon riski düşüktür.

4. Aşağıdakilerden hangisi zeytinyağında bulunan yağ asitlerinden biridir?

A) Asetik
B) Askorbik
C) Laktik
D) Oleik
E) Sitrik

2.2. ZEYTİNYAĞININ TORTU VE KARASUDAN AYILMASI

Zeytinyağı ekstraksiyonunda tercih edilen sisteme göre zeytin hamurundan pirina, yağ ve karasu ya da pirina ve yağlı şıra (yağ + karasu karışımı) elde edilir. Kaliteli ve yenilebilir bir zeytinyağı elde etmek amacıyla sıvı-sıvı ve katı-sıvı fazların birbirinden ayrılması işlemleri gerçekleştirilmelidir.

2.2.1. Sıvı Fazların Birbirinden Ayrılması

Zeytinyağı üretim prosesinde gerçekleştirilen sıvı faz ayırma işlemi sonucunda elde edilen yağlı şırada (yağ + karasu karışımı) bir miktar tortu (pulp) ve mumsu madde de bulunur. Yenilebilir bir ürün elde etmek ve kaliteyi korumak için bu karışımdaki pulp maddeleri ile karasuyu kısa sürede yağdan ayırmak gerekir.

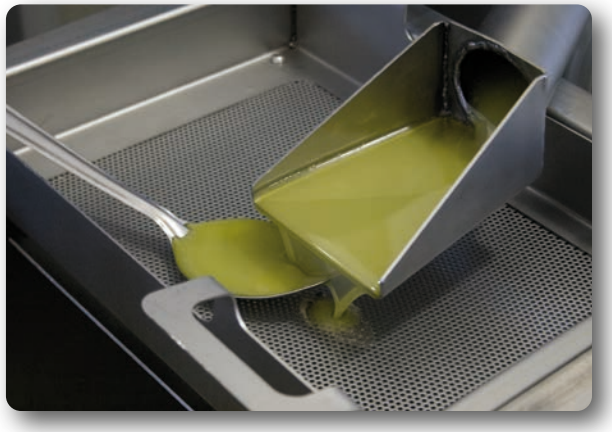
Bu işlem polima ya da dağar denilen dekantasyon (dinlenme) havuzları ya da dikey santrifüjde (seperatör) yapılmaktadır (**Görsel 2.25**).



Görsel 2.25: Dekantasyon havuzu

Presleme yönteminde yağlı şıra, dekantasyon havuzlarına aktarılır. Şıra dinlenince dibe çöken karasu ve tortu alttan sifonlanırken düşük yoğunlukta olması nedeniyle havuz yüzeyinde toplanan yağ da ayrı bir kapta biriktirilir. Dekantasyon havuzlarında uzun dinlendirme, oksidatif tepkimelerin etkisiyle kalite kaybına sebep olmaktadır. Ayrıca pulp maddeler nedeniyle oluşan yağ ve su emülsiyonu da tam olarak kırılmadığı için dekantasyonda yağ kaybı olur. Bu nedenle elde edilen yağ, bir süre dinlendirildikten sonra dikey santrifüje verilerek karasu ve katı maddelerden ayrıştırılır. Zeytinyağı üretim sistemlerinden çıkan sıvı faz (yağ + karasu), yüksek devirli dikey santrifüjlerde merkezkaç gücü ve yoğunluk farkından yararlanarak birbirinden ayrılır.

Dikey santrifüj; gövde, tambur grubu, konik diskli veya tabaklı, diyafram ve tahrik gurubundan meydana gelir. Paslanmaz çelikten yapılmış ve içinde konik diskler ya da konik tabaklar bulunan tambur, yüksek dönüş hızıyla ayırma işlemini gerçekleştirir. Merkezkaç kuvveti ile yağın içindeki ağır maddeler (karasu), merkezden en dışa doğru varırken daha hafif olan yağ, dönme ekseninin yakınında toplanarak tamburun merkezinden çıkışa doğru yükselir ve pompalar yardımı ile dinlendirme bölümündeki tanklara alınır. Katı parçalar ise tamburun tepesinde katı parçaların toplandığı bir sistemden otomatik veya manuel olarak boşaltılır. Bu sayede oldukça saf bir zeytinyağı elde edilir (**Görsel 2.26**).

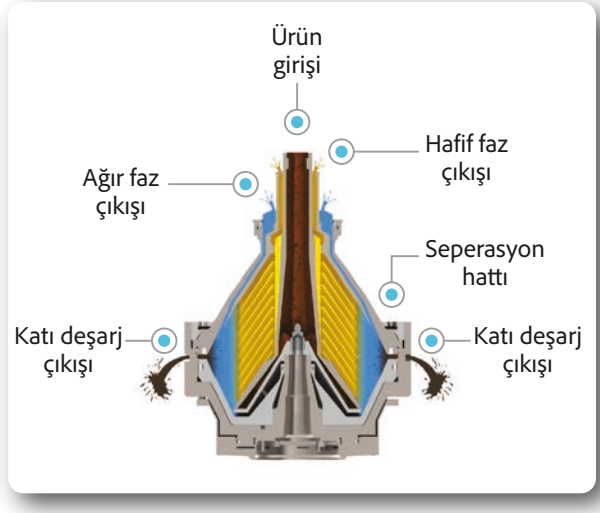


Görsel 2.26: Zeytinyağı eldesi

Kullanılan dikey santrifüjlerin dönüş hızı 6.000-14.000 devir/dk. arasında değişmektedir ve çalışma kapasiteleri çok yüksektir (**Görsel 2.27**). Saatte 1.000-2.000 litre yağlı şıradan yağı ayırabilen bu modern separatörlerde karasuyla birlikte yağ kaybı yine de söz konusudur (**Şekil 2.11**). Bu kayıp 1 ton işlenmiş zeytinde 500 gramı aşmadığında santrifüj işleminin yeterli olduğu düşünülebilir.



Görsel 2.27: Dikey santrifüj (separatör)



Şekil 2.11: Separatör iç kesiti

2.2.2. Katı (Pirina) ve Sıvı Fazların Birbirinden Ayrılması

Merkezkaç prensibinden yararlanarak katı-sıvı ya da katı-sıvı-sıvı karışımlarını (süspansiyon) fazlarına ayırmak için yatay konumda silindir-koni biçiminde tambur ve tamburla aynı eksende farklı hızda dönen helezona sahip dekantör santrifüj makineler kullanılır (**Görsel 2.28**).



Görsel 2.28: Dekantör

Dekantör Santrifüjler

Yüksek hızda dönen tambur, tamburla birlikte farklı hızda dönen helezon ve tahrik grubundan (zeytin hamuru girişi ile yağ karasu-prina çıkışı hız farkını ayarlayan şanzıman) oluşan aksamları taşıyan bir gövdeden meydana gelir.

Dekantörün Çalışması

Dekantör santrifüjde malaksörde yoğrulan zeytin hamuru, döner aksam içerisindeki besleme haznesine besleme borusu ile aktarılır. Aynı zamanda hamurla birlikte hamurun miktarına ve nem oranına göre kontrollü bir şekilde dekantörün su girişinden 28-35 °C sıcaklıkta inceltme suyu dozajlanır. Santrifüj etkisiyle besleme haznesinden tambura aktarılan ürün burada dakikada 3 bin devirle dönen tamburun meydana getirdiği merkezkaç kuvvetinin etkisiyle tambur yüzeyine doğru özgül ağırlık farkına bağlı olarak fazlarına ayrıştırılır. Tambur çeperine çöken katı faz (pirina) helezon yardımıyla konik kısma taşınarak katı faz çıkışına giderken sıvı faz (yağ + karasu) katı fazın ters yönünde devam ederek silindir bölümünün bitimindeki plakalardan boşalır. Katı fazın taşınımı, tambur ve helezon arasındaki devir farkı (diferansiyel hız) ile sağlanmaktadır. Dekantördeki santrifüj işleminden sonra **zeytinyağı, karasu** ve **pirina** olarak adlandırılan ürünler ortaya çıkar.

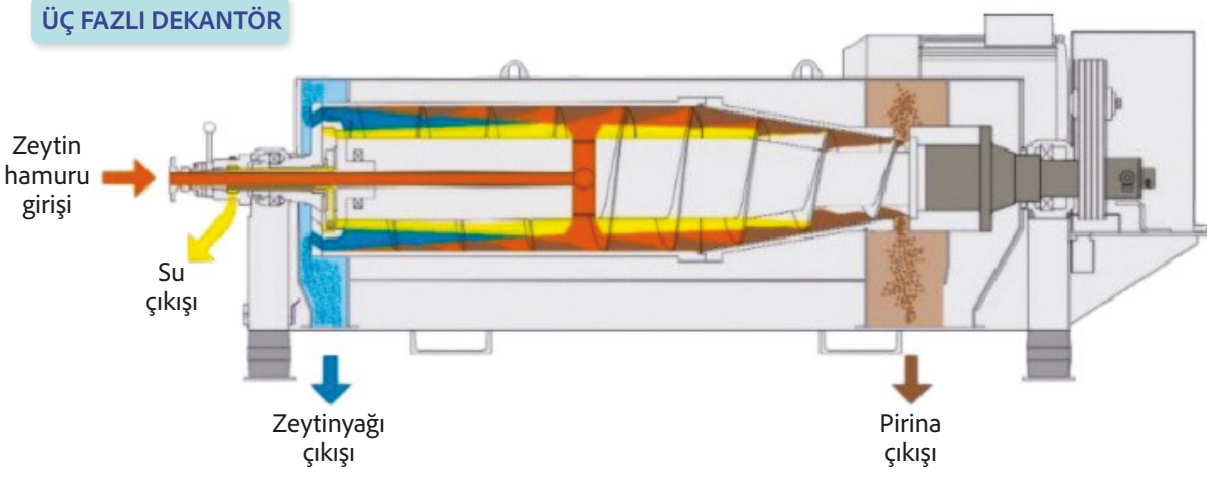
Dekantör Kapasitesine ve Verimine Etki Eden Faktörler

- İşlenen zeytinlerin özelliği
- Fazlar arasındaki yoğunluk farkı
- Fazların hacmi
- Çalışma sırasında hamurun veriliş debisi
- Dekantasyon aşamasında katılan su miktarı
- Tambur ve helezon arasındaki hız farkı
- Devir hızının doğru seçilmesi
- Rotor çapı ve uzunluğu
- Dekantörün etkin temizliği

Günümüzde Zeytinyağı Fabrikalarında Kullanılan Dekantör Sistemleri

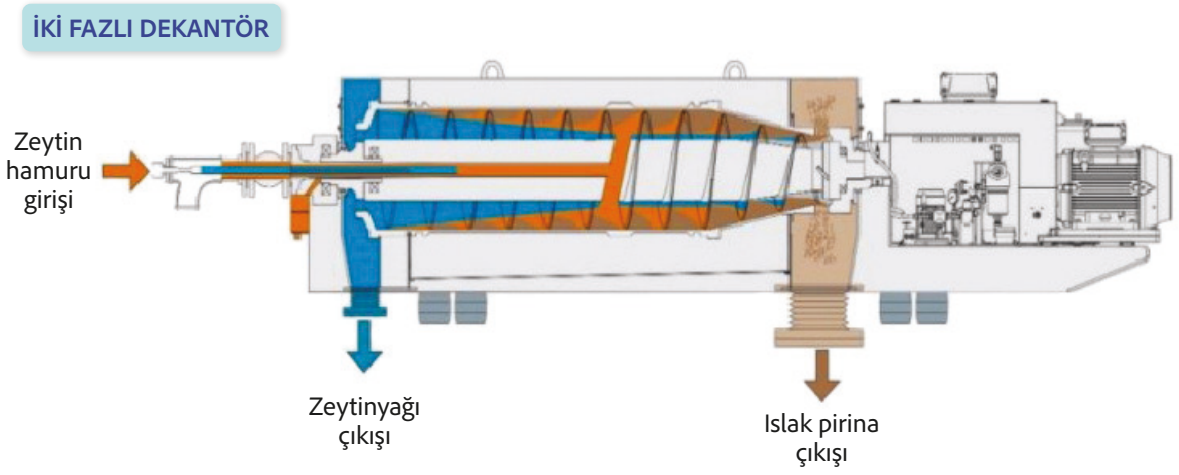
Günümüzde zeytinyağı fabrikalarında geleneksel üç fazlı, iki fazlı ve iki buçuk fazlı dekantör sistemleri kullanılmaktadır.

Geleneksel Üç Fazlı Dekantörler: Su ilavesi 0,5-1 m^3 / ton arasında, üç çıkış noktalı (yağ, karasu ve pirina) (**Şekil 2.12**).



Şekil 2.12: Üç fazlı santrifüjlerin iç yapısının şematik gösterimi

İki Fazlı Dekantörler: Suya ihtiyaç duymayan, iki çıkış noktalı (pirina ve yağ) (**Şekil 2.13**).



Şekil 2.13: İki fazlı santrifüjlerin iç yapısının şematik gösterimi

İki Buçuk Fazlı Dekantörler: Düşük su sarfiyatı 0,2-0,3 m3 / ton, 3 çıkış noktalı (yağ, karasu ve pirina)

İki ve üç fazlı dekantörlerin iç yapısının şematik gösterimi **Şekil 2.12** ve **Şekil 2.13** 'de verilmiştir.

Kullanılan dekantörün özeliğine göre malaksördeki hamur üç fazlı sistemde yağ, karasu ve pirina; iki fazlı sistemde yağ ve pirina olarak ayrışır.

Üç fazlı sistemlerde hamuru inceltmek için kullanılan su miktarının fazla olması (100 kg hamur için 50-60 litreden 100-110 litreye kadar değişen su ilavesi) sonucu oluşan karasu miktarında da artışa neden olmaktadır (presleme sistemine göre 1,25 ile 1,75 kez daha fazla). Bu da karasuyun bertaraf edilmesinde problem teşkil etmekle birlikte, yağda var olan doğal antioksidanların da kaybolmasına yol açmaktadır.

Üç fazlı dekantörlerde pirinanın nem oranı %50-%55 iken iki fazlı sistemlerde %60-%70'e çıkar.

İki fazlı dekantörlerde su kullanılmadığından fenolik bileşiklerin çoğu zeytinyağında kalmakta ancak karasuyun fazlası pirina ile birlikte nemli ve katı olarak çıkmaktadır. Çıkan pirina tekrar işlendiğinde sadece pirinanın nem oranı azalır ve %2-%4 oranında bulunan kalıntı yağın da sadece küçük bir miktarı geri kazanılır. Bu pirina yağının rengi yeşildir. Vaks, alifatik-triterpen alkol içeriği yüksek olduğundan düşük kaliteli bir yağdır.

İki fazlı ve üç fazlı sistemle elde edilen yağlar karşılaştırıldığında benzer yağ üretildiği ancak iki fazlı dekantörde elde edilen yağın polifenol ve o-difenol içeriği açısından daha kaliteli olduğu görülmüştür. Ayrıca az su ve enerji kullanılan bu proseste oluşan atık suyun kirlilik yükü diğer sistemlere göre daha az olduğu için ekolojik bir sistemdir.

Kullanılan dekantörler yüksek bir yatırım gerektirse de kontinü ve yarı kontinü çalışma, daha az iş gücüne ihtiyaç duyma vb. üstün özellikler nedeni ile tercih edilmektedir. Dekantörlerin asıl dezavantajı kullanılan bu sistemler sonucunda oluşan katı ve sıvı atıkların bertarafının önemli çevresel problemlere yol açmasıdır.

2.2.3. Zeytinden Elde Edilen Yan Ürünler

Zeytin meyvesinden yağ elde edilmesinde kullanılan üretim sistemi sonucu katı atık (pirina) ve sıvı atık (karasu / yıkama suyu) denilen yan ürünler ortaya çıkmaktadır. Zeytinyağı üretimi sonucu oluşan atıkların bir kısmı, çeşitli yollarla ekonomiye döndürülürken büyük bir kısmı önemli çevre kirliliğine sebep olur.

Uygulanan yağ üretim prosesine göre çıkan bu yan ürünlerin miktar ve özellikleri değişmektedir (**Tablo 2.5**).

Tablo 2.5: Kullanılan Zeytinyağı Üretim Sistemine Göre Oluşan Ürün ve Atık Miktarı

KULLANILAN ZEYTİNYAĞI ÜRETİM SİSTEMİNE GÖRE OLUŞAN ÜRÜN VE ATIK MİKTARI		
Sistem	Girdiler	Çıktılar
Presleme	1 ton zeytin 100-120 lt yıkama suyu	200 kg zeytinyağı 400-600 kg pirina (%26 Su+%7 yağ) 400-600 lt proses atık suyu (%88 su)
Üç Fazlı Kontinü Sistem	1 ton zeytin 100-120 lt yıkama suyu 700-1000 lt proses suyu	200 kg zeytinyağı 500-600 kg pirina (%40 su+%4 yağ) 1000-1200 lt proses atık suyu (%94 su+%1 yağ)
İki Fazlı Kontinü Sistem	1 ton zeytin 100-120 lt yıkama suyu	200 kg zeytinyağı 800 kg pirina (%60 su+%3 yağ) 100-150 lt proses atık suyu

İşlenen zeytinden yaklaşık %20 oranında yağ elde edilir. Üç fazlı kontinü sistemde yıkama ve proses suyu kullanıldığından çıkan karasu miktarı iki fazlı kontinü sisteme göre iki kat daha fazladır ancak iki fazlı kontinü sistemde karasu, pirinanın içinde kaldığından pirinanın nem miktarı daha yüksektir.

Tablo 2.6'da görüldüğü gibi özellikle fenolik asitlerce zengin olan pirina ve karasu, bertarafı zor ve maliyetli olduğundan zeytin üretimi yapan ülkelerde çevre sağlığı için tehdit teşkil eden bir atık olarak görülmektedir.

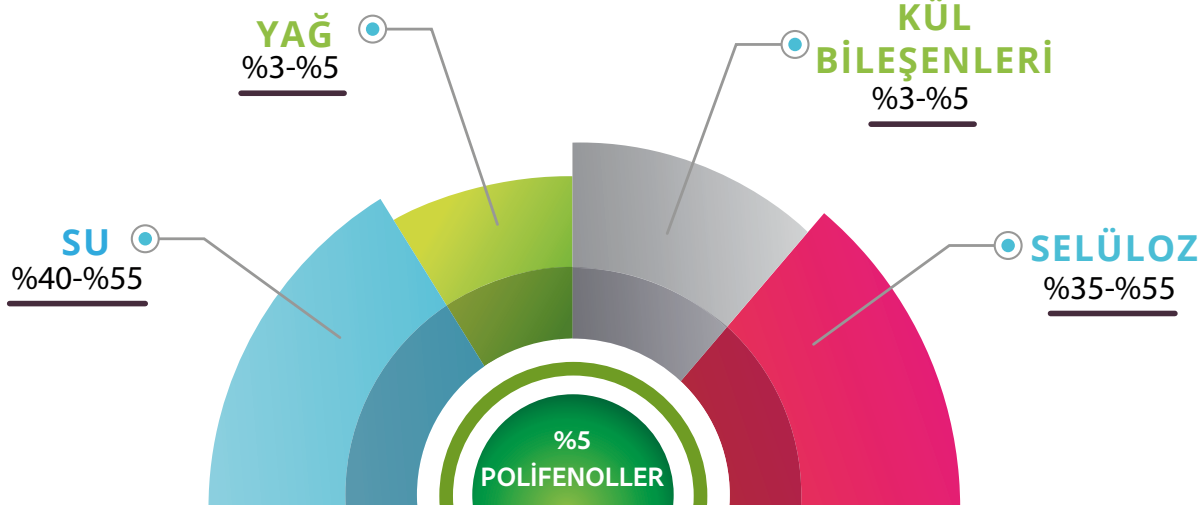
Tablo 2.6: Zeytin Karasuyundan ve Pirinadan Değişik Çözgenlerle Ekstrakte Edilen Fenolik Asit Miktarları

EKSTRAKSİYON ÇÖZELTİSİ	YAN ÜRÜN	SAPTANAN FENOLİK ASİTLER				
		Gallik	Protokateşik	p- Hidroksi benzoik	Vanillik	Kafeik
Metanol	Pirina	0,53	0,52	0,25	Eser	Eser
	Karasu	2,15	5,50	4,25	8,00	7,75
Dietil eter	Pirina	0,17	1,53	1,13	2,28	2,481
	Karasu	2,08	5,75	3,93	6,38	7,00
Etil asetat	Pirina	0,01	1,43	0,95	2,60	3,25
	Karasu	2,25	13,75	10,05	20,75	25,00

2.2.3.1. Pirina

Pirina; zeytinyağının, zeytin meyvesinden çeşitli yöntemlerle üretiminden sonra ortaya çıkan, zeytin çekirdeği ve posası ile sudan oluşan, adına zeytin küspesi de denilen katı bir atıktır.

Zeytin işletmeleri için önemli bir gelir kaynağı olan pirinadaki yağ ve su miktarı, kullanılan zeytinyağı işleme sistemine göre değişiklik gösterir. Geleneksel preslemede %25-%30, üç fazlı sistemde %45-%55 ve iki fazlı sistemde %60-%75 nem içeren üç farklı tipte pirina elde edilir. Pirina, işleme yöntemine göre %3-%5 oranında yağ içerir. Pirinanın bileşimi, aşağıdaki **Şekil 2.14**'te verilmiştir.



Şekil 2.14: Pirinanın bileşimi

Elde edilen pirina miktarı; zeytinin yetiştirilme tekniğine, çeşidine, toprağına, iklimine ve kullanılan üretim sistemine göre değişiklik göstermektedir. Özellikle iki fazlı sistemlerde zeytin özsuyunun pirinaya verilmesi pirina miktarının %80 artmasına sebep olur. Bu değer üç fazlı sistemde %50 iken klasik sistemlerde %30 dolayındadır. Ayrıca üretim tesisinde çekirdek çıkarma ve ayırma işlemi ile ikinci bir sıkımın yapılıp yapılmaması da iki fazlı pirina miktarını ve özelliklerini etkilemektedir. Bu nedenle üretim tesisinde 2 faz pirina için ayrı bir depolama alanı gereklidir.
Zeytinyağı işleme sisteminden çıkan pirinadan, günaşırı ya da haftada bir kez numune alınarak pirinadaki yağ miktarının kontrol edilmesi gerekir. Bunun için önce pirinada nem tayini yapılır ve ardından kuru pirinadaki yağ hekzan yardımıyla ekstrakte edilir. Pirinadaki yağ miktarının en fazla %4 olması kabul edilir. Yağ oranının %4'ün üstünde çıkması hâlinde proseste kullanılan makinelerden veya uygulanan işlemlerden kaynaklı hata olabileceği düşünülmeli ve gerekli tedbirler alınmalıdır.

Pirinada kalan yağın nem oranı yaklaşık %5'lere düşürülerek solvent ekstraksiyon metoduyla alınması sonucunda elde edilen yağa **pirina yağı**, kalan pirinaya da **yağsız pirina** denir. Pirinada bulunan enzimler nedeniyle yağın serbest asitlik değeri hızla artar. Bu nedenle pirinanın süratle kurutulup pirina yağı üreten fabrikalara gönderilmesi gerekir. Yağsız pirina; lignin ve selüloz içerdiği, yüksek ısıl değere sahip olduğu için genel olarak pirina fabrikalarında yakıt olarak değerlendirilir. Ayrıca gübre ve hayvan besleme yemi olarak da kullanılabilmektedir. Pirinanın çeşitli kullanım alanlarında değerlendirilmeden atık madde olarak düşünülmesi ekolojik açıdan önemli bir tehdittir.

Pirina Yağı Elde Edilmesi

Ham pirina yağı kendine has ağır kokulu, koyu yeşil renkte, çok asidik, kalitesi düşük bir yağdır. Pirina nemli bir yapıda olduğundan önce prinaya kurutma işleminin yapılması daha sonra yağ çözücü uygun bir solventle ekstrakte edilerek bünyesindeki yağın alınması gerekir. Bu yağ daha çok sabun ve kozmetik sektöründe kullanılır. Bununla birlikte yemeklik olarak kullanılabilmesi için pirinanın bekletilmeden hemen işlenmesi ve fiziksel veya kimyasal rafinasyon işleminden geçirilmesi gerekir. Bunun nedeni nem içeriği yüksek olan pirinanın bekledikçe serbest yağ asit değerinin hızla yükselmesidir. Bu da yağın işlenmesini zorlaştırır.

Kurutma: Pirinanın kurutulması sırasında uygulanan yüksek sıcaklık nedeniyle pirina yağının asitliği artar; koku, renk vb. genel özellikleri önemli ölçüde olumsuz yönde etkilenir. Klasik sistemle çalışan birçok pirina fabrikasında yağlı pirina, açık alanda alev veya yanma ürünleri ile doğrudan temas ettirilerek kurutulur. Bu da pirina yağının is kokmasına ve renginin çok kötü olmasına ayrıca bünyesinde zararlı bileşenlerin oluşmasına neden olur. Bu zararlı bileşenlerin en önemlilerinden biri polisiklik aromatik hidrokarbonlardır (PAH). Benzo(a)piren, PAH'ların en tehlikelilerinden biridir ve PAH'lar için bir gösterge olarak kullanılır.

Alevli veya direkt ısıtmalı kurutucularda yüksek sıcaklıktaki hava ya da duman, kurutulacak ürünün çevresinden ve içinden geçirilerek kısa sürede kurutma sağlanır. Posalı maddelerin kurutulması için en uygun kurutucu tipidir. Ayrıca ekonomik ve yüksek kapasitelidir. Modern pirina işleme fabrikalarında kullanılan kurutucuların temel özelliği ise sıcak kuru hava ve mekanik yollarla pirinanın kurutulmasıdır. Sıcak kuru havanın yanma ürünleri içermemesi ve kuruma sıcaklığının da daha düşük olması nedeniyle kurutma sürecinde meydana gelen bozulmalar en aza indirgenmiş olur. Burada fırın yakıtı olarak elektirik, doğalgaz, lpg, fuel oil veya yağı alınan pirina kullanılabilir.

Pirina fabrikalarında en yaygın kullanılan kurutucu tipi döner kurutuculardır. Bununla birlikte akışkan yataklı kurutucular ve valsli kurutucular da kullanılmaktadır. Ayrıca pirinanın mikrodalga etkisiyle kurutulması ile ilgili yapılan deneysel çalışmalarda, kuruma süresinin daha kısa ve kuruma sıcaklığının diğer kurutma tekniklerine göre düşük olması nedeniyle elde edilecek pirina yağında kalitenin daha iyi olacağı düşünülmektedir.

Ekstraksiyon: Kurutma işleminden sonra pirinadaki yağ, uygun bir çözgen yardımıyla ekstrakte edilir. Teknik, ekonomik ve kalite üstünlükleri nedeniyle çözgen olarak genellikle hekzan kullanılmaktadır.

Ekstraksiyon işlemi için özel olarak tasarlanmış çift cidarlı ve karıştırıcılı tanklar kullanılır. Eksraktör, birbirine bağlı 5-8 adede kadar ekstraksiyon tankından oluşmaktadır. Kurutulmuş yağlı prina, bu tanklarda hekzan ile devamlı karıştırılarak kazanları sıra ile dolaşır ve birleşen hekzan ile pirinanın yağı sistem dışına alınır. Elde edilen misella (çözgen + yağ), filtrasyon ve damıtma işlemlerinden geçirilerek ham pirina yağı elde edilir.

Solvent ekstraksiyon dışında da ikinci sıkım yapılarak pirina yağı elde edilebilmektedir. İki fazlı sistemden çıkan yaş pirina önce çekirdek ayırma makinesinde çekirdeğinden ayrılır. Çekirdeğinden ayrılan pirina, malaksörde tekrar yoğrularak sıkıma hazır hâle getirilir. Ardından pirina ekstraksiyonu için özel olarak imal edilen üç fazlı dekantörde ikinci sıkım gerçekleştirilir. İlk sıkım işlemine bağlı olarak elde edilen yağ miktarı değişmektedir.

Kullanılan sisteme ve zeytin çeşidine bağlı olarak değişiklik göstermekle birlikte 100 kg pirinadan ortalama 6-8 kg pirina yağı ve 60-70 kg yağsız kuru pirina elde edilir.

Rafinasyon: Ekstraksiyondan sonra elde edilen ham pirina yağının, yemeklik olarak tüketilebilmesi için fiziksel veya kimyasal rafinasyon işlemlerinden geçirilmesi gerekir.

Kimyasal rafinasyonda genelde fosforik asit ve sitrik asit kullanılır. Böylece öncelikle yapışkanımsı maddelerin (fosfatit ve proteinaceous) çöktürülmesi sağlanır. Çöken maddeler uzaklaştırıldıktan sonra sırasıyla şu işlemler uygulanır:

- Nötralizasyon (serbest asitliğin giderilmesi)
- Yıkama (nötralizasyonda oluşan sabunların uzaklaştırılması)
- Vinterizasyon (soğutma, mumsu maddelerin uzaklaştırılması)
- Dekolorizasyon (ağartma, renk maddelerinin giderilmesi)
- Deodorizasyon (yabancı tat ve kokunun uzaklaştırılması)

Fiziksel rafinasyonda ilk aşama yapışkan maddelerin giderilmesi, ikinci aşama renk açma işlemidir. Nötralizasyon ve deodorizasyon işlemleri ise son aşamada yüksek sıcaklık ve vakum altında su buharı destilasyonu ile tek kademede gerçekleştirilir.

Türkiye'de kimyasal rafinasyon yöntemi ile yüksek asitli pirina yağını işlemek ekonomik değildir. Ayrıca istenilen kalite ve sağlık değerleri de sağlanamadığı için daha çok fiziksel rafinasyon tercih edilmektedir. Üretilen pirina yağının büyük bir kısmı, yemeklik yağ yerine düşük kalitede sabun ve diğer sanayi dallarında kullanılmaktadır.

Yağsız (Kuru) Pirinanın Değerlendirilmesi

Kuru pirina; yenilenebilir enerji kaynağı olması açısından kükürt içermeyen alternatif yakıt, hayvan yemi katkı maddesi ve gübre olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca yağsız pirinadaki çekirdek parçaları, plastik vb. materyallerin üretiminde kullanılır.

Yakıt Olarak Değerlendirilmesi: Dünyada zeytinyağı üretimi yapan ülkelerin bir çoğunda düşük kükürt içeriği (%0,05-%0,1) ve düşük kül yüzdesi nedeniyle biyokütle sınıfına giren kuru pirinanın yakıt olarak kullanılması yaygın bir uygulamadır (**Görsel 2.29**). Özellikle yanarken yaydığı koku ve oluşturduğu hava kirliliği açısından enerji kaynağı olarak kullanılabilmesi için sınır değerler Türkiye'de Çevre ve Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yönetmeliklerle belirlenmiştir.



Görsel 2.29: Komposlanmış pirina

Zeytinyağı ve pirina yağı üreten işletmeler elde ettikleri yağsız pirinaları, proseste ihtiyaç duyulan sıcak su ve buhar üretimi ile merkezi kalorifer sistemlerinde genellikle yakıt olarak değerlendirdikleri için önemli ekonomik kazanç sağlamaktadır.

Uygun yakma sistemlerinde pirina tek başına ya da düşük kalorili linyit kömürü gibi diğer yakıtlarla da kullanılabilir.

Diğer yakıtlarla kıyaslandığında pirinanın ısı değerinin yüksek (3.000-3.600 Kkal/kg), yakıt maliyeti ile kül içeriğinin düşük oluşu, yenilenebilir vb. özellikleri nedeniyle ekolojik ve çevre dostu bir yakıt olarak kullanılmasının endüstriye getireceği faydaları oldukça fazladır.

Prinanın Yakıt Olarak Değerlendirilmesi: Yağsız kuru pirina içindeki çekirdek parçacıkları ayıklandıktan sonra elde edilen zeytin pulpu, granüller hâlinde öğütülüp hayvan yemi katkı maddesi olarak kullanılabilmektedir. Yüksek miktarda lignin ve lif içerdiği ve protein yönünden zengin olmadığı için bu yemlerin besleyici değeri çok yüksek değildir.

Gübre Olarak Değerlendirlmesi: Pirina, yüksek miktarda organik madde içerdiğinden genellikle kompozit gübre olarak değerlendirilir. Komposlanmış pirinanın gübre olarak kullanılması toprağın su tutma kapasitesini, kumlu topraklarda katyon tutma, pH dengesi ile yapısal stabilitesi gibi özelliklerini iyileştirir. Ayrıca bitki fizyolojisi ve beslenmesini de iyileştirerek bitki gelişimini kolaylaştırır.

BİLGİ KUTUSU

1,6 kg pirinanın besin değeri 1 kg kepekle eş değerdedir.

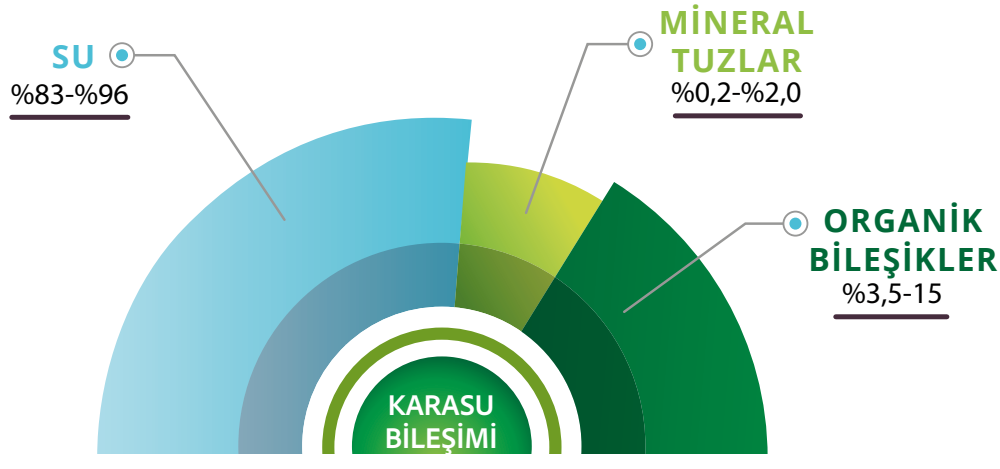
2.2.3.2. Karasu (Atık Su)

Karasu, zeytinyağı üretimi sırasında açığa çıkan koyu kırmızı renkli, organik ve mineral maddelerce zengin, asidik özellikte sıvı alt ürünüdür (**Görsel 2.30**). Zeytin yapısından gelen su, yıkama suyu ve zeytinyağı üretim sürecinde ilave edilen suların karışımından oluşur. Karasuyun miktarı ve içeriği; iklim ve toprak özelliklerine, kullanılan yağ elde etme sistemine, zeytinin çeşidine, olgunluk derecesine ve hasat sezonuna bağlı olarak değişmektedir.



Görsel 2.30: Karasu

Karasuda bulunan organik bileşiklerin başında şekerler, azotlu bileşikler, yağ asitleri, polialkoller, polifenoller, pektinler, yağlar ve taninler gelir (**Şekil 2.15**). Toplam katı madde oranı yüksek, pH'i asidik olan karasu; önemli miktarda sodyum, potasyum, fosfor, azot, magnezyum ve demir minarelleri de içermektedir. Zeytinlerin yağa işlenmesi sırasında meyve eti dokusunda bulunan fenolik bileşiklerin özellikle suda çözünen fraksiyonları karasuya da geçer. Yüksek oranda KOİ (kimyasal oksijen ihtiyacı) ve BOİ (biyokimyasal oksijen ihtiyacı) içeren monomerik fenoller, fitotoksik ve antimikrobiyal aktivite gösterirken polimerik fenoller, karasuya tipik rengini vermektedir.



Şekil 2.15: Karasu bileşimi

BİLGİ KUTUSU

Karasuyun organik kirlilik yükü, evsel nitelikli atık suyun 200 mislinden daha fazladır.
1 m^3 karasu = 200 m^3 evsel nitelikli atık su

Karasuyun kimyasal ve fiziksel özellikleri şöyle özetlenebilir:

- Yoğun koyu renkli (koyu kahverengi-kırmızı tonlarında ve hatta siyah renkte) %83-%96 oranında su içeren sıvıdır.
- Zeytinyağına özgü kuvvetli bir kokuya sahiptir.
- Asidik nitelikte pH değerine sahiptir (3.0-5.9 pH).
- Organik ve inorganik madde miktarı yüksektir.
- Katı madde miktarı yüksektir (20 g/l'ye kadar katı madde).
- Yüksek miktarda polifenol içerir (3-80 g/l).
- Yüksek derecede organik kirliliğe sahiptir (220 g/l'ye kadar KOİ değerleri).
- KOİ/BOİ oranı 2,5-5 arasındadır (zor ayrışabilir atık).

Çıkan karasu miktarı ve özellikleri, **Tablo 2.7**'den de anlaşılacağı üzere 1 ton zeytinin işlenmesinde kullanılan üretim sistemine göre değişiklik göstermektedir. Klasik sistemlerde çıkan karasu miktarı ortalama 600 kg iken üç fazlı kontinü sistemlerde sisteme yıkama suyu ilave edildiğinde bu oran iki katına çıkmaktadır. İki fazlı kontinü sistemde ise dekantöre su verilmediği için karasu pirinadan ayrılmadığından 800-950 kg sulu pirina oluşur.

Tablo 2.7: Üretim Teknolojisine Bağlı Olarak Karasu Miktarı ve Özellikleri

ÜRETİM SİSTEMİ	GİREN	GİRDİ MİKTARI	ÇIKAN	ÇIKTI MİKTARI	KOİ (G/L)
Geleneksel sıkma yöntemi	Zeytin yıkama suyu enerji	1 Ton 0,1 - 0,12 M^3 40 - 63 Kwh	Yağ katı atık (%25 Su+%6 yağ) atık su	200 Kg 400 Kg 0,6 M^3	90 - 130
Üç fazlı kontinü sistem	Zeytin yıkama suyu dekantör suyu cilalama suyu enerji	1 Ton 0,1 - 1,2 M^3 0,5 – 1,0 M^3 10 Litre 90 - 117 Kwh	Yağ katı atık (%50 Su+%4 yağ) atık su (%1 yağlı)	200 Kg 500 – 600 Kg 1,0 – 1,2 M^3	60 - 90
İki fazlı kontinü sistem	Zeytin yıkama suyu enerji	1 Ton 0,1-1,2 M^3 90-117 Kwh	Yağ katı atık (%60 Su+%3 yağ)	200 Kg 800 – 950 Kg	10 - 15

Karasu hem faydalı hem de zararlı unsurlar içerir. Bu yüzden karasuyun doğrudan kanalizasyon şebekesine veya akarsu, nehir ve göllere verilmesi çevre sağlığı açısından büyük tehdit oluşturmaktadır.

Her ülke farklı sistem tercihleri ve yasal mevzuatları çerçevesinde karasuyun bertarafı ile ilgili farklı yaklaşımlar izlemiştir. Bu yaklaşımlar şöyle sıralanabilir:

- Kanalizasyona direkt deşarj
- Lagünlerde buharlaştırma
- Sulamada kullanma
- İşletmelerin bireysel veya bölgesel arıtma tesislerini kurması

Dünyada ve Türkiye'de en önemli su ve toprak kirletici kaynağı olan karasuyun arıtımı ile ilgili ekonomik ve yaygın, kalıcı bir yöntem henüz bulunamamıştır.

Zeytinyağı atık suları herhangi bir ön işlemden geçirilmeden doğrudan alıcı ortamlara deşarj edildiğinde oluşan olumsuzluklar aşağıda açıklanmıştır:

Sucul Ortamlara Etkisi: Zeytinyağı üretim atık suları, yüksek organik madde içerdiği için su ortamına deşarj edildiğinde oksijeni hızla tüketerek suyun ekosistem dengesini bozar. Bunula birlikte içeriğindeki yağ, suyun yüzeyini film tabakası gibi kaplayarak canlılar için gerekli olan gün ışığı ve oksijen alışverişine de engel olur. Ayrıca kendine has koyu rengi nedeniyle doğal suların rengini bozarak ışık geçirgenliğini azaltır ve görüntü kirliliğine sebep olur.

Koku Problemi: Karasuyun açık havuzlarda depolanması esnasında ve / veya alıcı ortamlara deşarj edildiğinde fermantasyon olayından dolayı metan ve hidrojen sülfür gibi keskin gazlar uzak mesafelere kadar uzanabilen koku kirliliğine sebep olur.

Toksisite: Karasu, fitotoksik özelliği olan çeşitli fenol ve polifenol bileşikler içerdiği için çok toksiktir. Toprağa doğrudan deşarjında toprağın kalitesini değiştirir, tohumların filizlenmesine engel olarak bitki gelişimini etkiler. Ayrıca karasuyun asidik özellikte olması nedeniyle toprağın gözenekliliği ve pH değeri değişir.

Karasuyun arıtımı ve bertarafı ile ilgili yapılan AR-GE çalışmaları neticesinde zeytin atık suyunun kullanıldığı yerler aşağıda verilmiştir:

- Organik gübre
- Enerji kaynağı
- Agrokimyasal ve hayvan yemi
- Aktif karbon üretimi
- Nanoteknoloji uygulamaları ile kozmetik ve ilaç sanayi
- Protein ve gıda katkı maddesi
- Yağ asitleri ve enzim eldesi
- Değişik materyallerle kompos elde etme

Karasu Arıtımında Kullanılan Yöntemler

Karasuyun arıtımıyla ilgili pek çok yöntem geliştirilmiştir. Buna rağmen işletmelerin küçük çaplı olması ve geniş bir coğrafi alana yayılması, kullanılan üretim sistemine bağlı miktarı ve özelliği değişen bu atığın bertarafı ile ilgili uygulanması kolay ve ekonomik bir metot tam anlamıyla ortaya konamamıştır. Karasuyun içermiş olduğu fenolik bileşiklerin anti bakteriyel etki göstermesinden dolayı biyolojik arıtılabilirliği zordur ancak fiziksel ve fizikokimyasal arıtmada belirli ölçüde başarı elde edilebilmiştir.

Fiziksel Yöntemler

Santrifüj, çökeltme, filtrasyon (membran filtrasyonu), adsorpsiyon (aktif karbon, doğal adsorbanlar), buharlaştırma, distilasyon, komposlama uygulanabilecek fiziksel arıtım yöntemleridir.

Fiziksel yöntemler KOİ konsantrasyonunu düşürse de pH, fenolik bileşikler ve organik kirlilik gibi kirleticileri yüksek oranda ihtiva etmeye devam ettiğinden ön işlem olarak kullanılmaktadır.

Yapılan çalışmalarda öncelikle santrifüj, çökeltme ve filtrasyon yöntemleri uygulanan karasu daha sonra aktif hâle getirilmiş kilden geçirilerek adsorbsiyon yöntemine tabi tutulmuştur. Uygulanan bu yöntemler sonucunda karasuda %81 fenol ve %71 organik madde giderimi elde edilmiştir.

Adsorpsiyon yöntemi ile zeytin karasuyuna renk veren bileşenler, biyolojik olarak ayrışamayan bileşikler, bakteriler ve biyolojik arıtımı inhibe edici bileşikler giderilebilmektedir ancak bu yöntemde kullanılan aktif karbon yeniden kullanılamadığı için fazla miktarda oluşan katı atığın yakılması gerekir. Bu katı atıklar yandığında oluşan gazlar ise hava kirliliğine sebep olur.

Karasuyu arıtmak için yararlanılan en yaygın yöntem buharlaştırma yöntemidir. Cehennem çukuru da denilen lagünlerde karasuyun buharlaştırılarak arıtılması sağlanır. Zeytinyağı atık sularının buharlaşması çamur üretmektedir. Genellikle birbirine bağlantılı 2-3 havuzdan oluşan bu lagünler için geniş alanlara ihtiyaç duyulur. Ayrıca yağ fabrikalarına yakın olmaması nedeniyle atık suların taşınma problemleri ortaya çıkar. Lagünlerde karasu fermantasyona uğradığı için içerdiği yağ, su yüzeyinde tabaka şeklinde birikir. Su yüzeyinden kolaylıkla alınan lampant ya da dökme olarak adlandırılan bu yağ, doğrudan tüketime uygun olmadığından mutlaka rafine edilmelidir. Lagünlerde sızdırmazlığın yeteri kadar sağlanamaması durumunda yer altı ve yer üstü sularında kirlenme riski, görüntü kirliliği, kötü koku ve böcek oluşumu gibi olumsuz durumlar meydana gelmektedir.

Distilasyon yöntemi ile karasu içeriğinde bulunan su, organik ve inorganik maddeler doğal ya da yapay yollarla buharlaştırılarak konsantre hâle getirilir ancak karasuyun konsantre hâle getirilmesinde ihtiyaç duyulan enerji ve yakıt maliyeti yüksektir ve proses sonunda açığa çıkan gaz emisyonları hava kirliliğine sebep olur.

Kaba filtrasyondan geçirildikten sonra uygulanan membran filtrasyon yöntemi ile (ters osmoz veya ultrafiltrasyon) konsantre etme tekniğinde zeytin karasuyu, arıtılmış su ve çamur olarak iki faza ayrılır ancak konsantrasyon faktörü, membran proseslerin kullanımını kısıtlar.

Kimyasal Arıtım Yöntemleri

Karasu arıtımında kimyasal arıtım yöntemleri olarak kimyasal çökeltim ($FeCl_3$, $Ca(OH)_2$ vs.) ve kimyasal oksidasyon (elektroliz, foto-oksidasyon) yöntemleri uygulanmaktadır.

Kimyasal çökeltim yönteminde, karasuya eklenen kimyasal koagulantlar karasu içerisindeki çözünmüş maddelerin çözünürlüğünü düşürerek ya da agregatlaştırarak katı faz ya da çökelek oluşturulmasını sağlar. Koagulant olarak genellikle kireç ($Ca(OH)_2$) kullanılmakla beraber demir klorür ($FeCl_3$), demir sülfat ($FeSO_4$), sülfirik asit (H_2SO_4), hidroklorik asit (HCl) kullanılan kimyasallar arasındadır.

Kimyasal oksidasyon yönteminde, istenmeyen kimyasal maddeler zararsız hâle dönüştürülür. Kimyasal oksidasyonda klor ve klor türevleri, peroksit, ozon, UV ya da potasyum permanganat gibi kimyasallar ya da bunların karışımları kullanılır. Fenton reaktifi de son yıllarda kullanılmaya başlanan kimyasallardandır. Yapılan çalışmalarda hidrojen peroksit, ozon ve UV kombinasyonları gibi ileri oksidasyon teknikleri kullanılarak arıtımı yapılan karasuda %80-%90 KOİ giderme verimi elde edilmiştir.

Biyolojik Arıtım Yöntemleri

Karasuyun biyolojik arıtımı, içermiş olduğu kirliliklerin hızla parçalanmasını gerektirdiği için oldukça zordur. Aerobik ve anaerobik biyolojik arıtım yöntemleri kullanılarak karasu biyolojik olarak arıtılır.

Aerobik biyolojik arıtma yönteminin esası, aerobik mikroorganizmaların oksijen varlığında kirlilikleri okside ederek parçalamasıdır. Aerobik arıtımla atık suda düşük konsantrasyonlarda var olan çözünmüş ve kolloidal hâldeki kirlilikler giderilir. Zeytin karasuyu, yüksek KOİ ve fenol içerdiği için aerobik biyolojik arıtım uygun değildir. Ayrıca aerobik biyolojik arıtım sonrasında oluşan çok yüksek miktardaki çamur, sorun teşkil etmektedir.

Anaerobik biyolojik arıtım yönteminde oksijensiz ortamda mikroorganizmalar tarafından parçalanan organik maddeler; metan, $C0_2$ ve H_2S'e dönüşür. Anaerobik prosesin ana adımları hidroliz, asitojen, metojen ve son olarak en önemli adım kabul edilen anaerobik evredir.

Az çamur oluşturması, proses sırasında oluşan yüksek enerjili biyogazın kullanılabilmesi, enerji ihtiyacının düşük olması ve az yer kaplaması sebebiyle anaerobik arıtım sık kullanılan bir metottur ancak anaerobik arıtım öncesinde karasu ön arıtımdan geçirilmeli ya da seyreltilmelidir.

ARAŞTIRINIZ

Bölgenizdeki yağhanelerin zeytinyağı üretim atık sularını nasıl bertaraf ettiğini araştırarak hazırladığınız raporu sınıfta paylaşınız.

2.2.4. Filtrasyon

Filtreleme yağa daha net tat ve aroma verir. Polifenollerin ve diğer faydalı bileşiklerin içeriği üzerinde minimum etkiye sahiptir ve yağın raf ömrünü uzatır. Bu nedenle ambalajlama öncesi filtrasyon işleminin mutlaka yapılması gerekir.

2.2.4.1. Amacı ve Önemi

Parlak, doğal renginde zeytinyağı elde etmek amacıyla zeytinyağının ambalajlanmadan önce içindeki yabancı maddelerden mutlaka arındırılması gerekir (**Görsel 2.31**, **Görsel 2.32**) çünkü separatörden çıkan zeytinyağı içerisinde %0,5 nispetinde su ve eterde çözünmeyen pulp, çekirdek parçacıkları ve yabancı maddelerden oluşan safsızlıklar bulunur ve bu nedenle zeytinyağı bulanık görünür. Bu maddeler zeytinyağının depolanması sırasında yağın asitliğinin yükselmesine, peroksit değerinin artmasına, içerdiği antioksidanların özelliklerini kaybetmesine ve kalitesinde önemli kayıplara neden olmaktadır.



Görsel 2.31: Filtre edilmemiş zeytinyağı



Görsel 2.32: Filtre edilmiş zeytinyağı

Filtrasyon verimini artırmak için zeytinyağı önce tanklarda bekletilerek dinlendirilir. Böylece özgül ağırlığı zeytinyağından büyük olan suyun, tortu ve yabancı maddelerin çökelmesi sağlanır. Dinlendirme işleminin hızlı olması için kış aylarında dinlendirme tankları sıcak su ceketleri ile 20-28 °C'a kadar ısıtılır. 7 ile 20 gün arasında dinlendirilen ve dibe çöken kaba tortusu alınan yağ filtre edilir. Filtrasyon işlemi fiziksel yollarla yapılır. Filtrasyonun etkileri kimyasal ve duyusal özelliklere, ilk yağın kalitesine, filtre materyali ile filtre sisteminin tipine ve depolama koşullarına bağlıdır.

2.2.4.2. Filtreler

Filtreler, natürel zeytinyağı içindeki tortu ve yabancı maddeleri temizleyerek yağa parlak bir renk kazandırır ve yağdaki nemi alarak yağı ambalajlanmaya hazır hâle getirir. Filtrasyonda filtre materyali olarak hidrofilik pamuk, toprak ve yüksek porositeli selüloz kullanılır.

Bu amaçla eskiden hidrofilik pamuk kullanılırdı ancak pamuk filtrelerden geçirilen yağ, filtrasyon süresi boyunca hava temasına maruz kaldığı için oksidasyona uğrar. Pamukta kalan tortular, sıcaklığın etkisi ile posa-kızışma kusuruna yol açtığından pamuk filtrelerin kullanımı zamanla terk edilmiştir.

Günümüzde zeytinyağının filtrasyonunda iki tip filtre kullanılmaktadır. Bunlar toprak filtreler ve kâğıt filtrelerdir.

Toprak Filtreler: Toprak filtre olarak "kieselguhr" (kizelgur) diye adlandırlan "diatome toprağı" da denilen organik kökenli mineral kullanılır. Kieselguhr toprağının en büyük özelliği çözünmez, nötr tat ve kokuda olmasıdır. Gözeneklilik ve geçirgenliği yüksek olan (10-20 mikron) kieselguhr, filtrasyon açısından en etkili maddelerden biridir ve gıda sanayinde yaygın olarak kullanılır.

Toprak filtrede hazneye gönderilen toprak-yağ karışımında toprak, yatay filtre plakalarından geçerken yabancı maddeleri ve nemi absorbe ederek plakaların üzerinde tutunur. Yağ ise plakaların aralarından süzülerek ortasındaki silindirden arınmış olarak çıkar. Kullanılan absorbansı yüksek olan toprak, yabancı madde ve nemi içinde tutarak yağı süzer. Filtrasyon işlemi filtrenin basıncı 4 bar'a ulaşana kadar gerçekleştirilir. Toprak filtreden geçen yağ, plakalı kâğıt filtrelerden de geçirilerek depolanma tanklarına alınır.

Kâğıt Filtreler: Toprak filtreden geçirilen yağ daha sonra 1,5-2 mikrona kadar filtre yapabilen plakalı kâğıt filtrelerden geçirilir. Uzun süre dinlendirilen ve berrak hâle getirilen yağlar doğrudan kâğıt filtrelerden geçirilebilir. Selüloz ve kizelgurdan üretilen filtre kâğıtları zeytinyağının kimyasal özelliklerini etkilemez.

Kağıt filtrenin modeline göre sayıları 40-100 adet arasında değişen plakaların arasına selülozik yapıdaki filtre kâğıtları yerleştirildikten sonra belirli bir basınçla filtre girişine verilen yağ, filtre kâğıtlarından geçerek berrak bir şekilde dışarı alınır (**Görsel 2.33**). Filtrasyon işlemi filtrenin basıncı 2 bar'a ulaşana kadar gerçekleştirilir. Filtre edilmiş yağlar şişelenmek üzere depolama tanklarına gönderilir.



Görsel 2.33: Kâğıt filtrasyon

Yağı dinlendirmek, filtrasyonda maksimum verimi alabilmek için çok önemlidir. Filtrasyonda bir miktar yağ kaybı ve polifenollerde azalmalar olur. Filtrelenmiş zeytinyağı temiz ve berraktır, daha net tat ve aromaya sahiptir ayrıca zeytinyağının raf ömrü daha uzundur. Sadece her sezon kısa bir süre için tüketicilere sunulan erken hasat edilmiş zeytinyağında filtrelemeden kaçınılır. Filtre edilmemiş zeytinyağı ısı, ışık etkisine daha yatkındır ve filtre edilmiş zeytinyağına göre daha kısa sürede tüketilmelidir.

3. UYGULAMA

İş Sağlığı ve Güvenliği Tedbirleri

1. Laboratuvar çalışmasının gerektirdiği kişisel koruyucu donanımları (önlük, eldiven, maske, koruyucu gözlük vb.) kullanınız.
2. Çalışacağınız alanın (tezgâh vb.) temizliğini ve bu alanda gereksiz malzeme bulunup bulunmadığını kontrol ediniz.
3. Çalışma için gerekli olan cihaz, malzeme ve kimyasalları kullanım talimatına uygun şekilde ve gerektiği kadar kullanınız.
4. Laboratuvar çalışmalarından önce ve çalışma bitiminde mutlaka ellerinizi yıkayınız.
5. Uygulamanız bittikten sonra laboratuvar ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Uygulamanın Adı	:	Zeytinyağını Tortu ve Karasudan Ayırma ve Filtre Etme
Uygulamanın Amacı	:	Laboratuvar ortamında klasik yöntemle elde edilen zeytinyağını tortu ve karasudan ayırmak ve filtre etmek.
Uygulamanın Prensibi	:	Zeytinyağının yoğunluk farkından yararlanılarak ayrılması ve filtre edilerek berraklaştırılması prensibine dayanır.
Gerekli Araç Gereç	:	2. Uygulama'da elde edilen zeytinyağları, uygun boyutta beher ve sıvı toplama kapları, koyu renkli şişe, pamuk, süzme düzeneği, ayırma hunisi ve düzeneği.
Süre	:	2 ders saatidir.

İşlem Basamakları

1. 2. uygulama'da elde ettiğiniz ilk sıvı faz olan soğuk sıkım zeytinyağını tortu ve karasuyundan ayırmak için ayırma hunisi düzeneğini kurunuz.
2. Zeytinyağını ayırma hunisine doldurarak bir süre dinlendiriniz. Yoğunluk farkı nedeniyle tortu ve karasuyun dibe çökerek zeytinyağının üst kısımda toplandığını gözlemleyiniz.
3. Ayırma hunisinin musluğunu açınız ve karasuyu bir kapta toplayınız.
4. Ayırma hunisinde kalan zeytinyağını da musluğu açarak ayrı bir kapta toplayınız.
5. Daha berrak bir zeytinyağı elde etmek ve bulanıklığını gidermek amacıyla elde ettiğiniz zeytinyağını, huni içine yerleştirdiğiniz pamuktan süzerek filtre ediniz.
6. Filtre ederek kalan tortu ve suyundan ayırdığınız zeytinyağını 4. Uygulama için muhafaza ediniz.
7. Aynı işlemleri 2. Uygulama'da elde ettiğiniz sulu sıkım zeytinyağı için de uygulayınız.

Sonuç Değerlendirme

1. İşlem basamaklarını sırasıyla takip ettiniz mi?
2. Karasudan ayrılmış berrak bir zeytinyağı elde edebildiniz mi?

3. Uygulama ile yapacağınız çalışma, kitap sonundaki Değerlendirme Ölçeği'nde yer alan ölçütler dikkate alınarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

2. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (.....) Zeytinyağının tortu ve karasuyundan ayrılmasında ağırlık farkından yararlanılır.
2. (.....) Zeytinyağının filtrasyonu işleminde pamuklu filtreler tercih edilir.
3. (.....) Karasuyu arıtmak için kullanılan en yaygın yöntem santrifüjlemedir.
4. (.....) Zeytinyağı üretim sistemine göre pirinadaki nem ve yağ oranı değişir.
5. (.....) Zeytin karasuyunun organik kirlilik derecesi evsel nitelikli atık sudan 200 kat daha düşüktür.
6. (.....) Pirinadan elde edilen yağ zeytinyağı olarak sınıflandırılır.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri verilen bilgilere uygun olarak doldurunuz.

1. Kurutulan pirina, zeytinyağı işletmelerinin sıcak su kazanlarında ..... olarak kullanılır.
2. Pirina içindeki yağ oranının en fazla ..... olması gerekir.
3. Sıvı fazların ayrılmasında ..... yararlanılmaktadır.
4. Zeytinyağı üretiminde 1,5-2 mikrona kadar filtre yapabilen ..... filtreler kullanılır.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi yağın filtre edilmesinin amaçlarından biri değildir?

A) Oluşan tortunun alınması
B) Yabancı maddelerden temizlenmesi
C) Yağ asitliğinin giderilmesi
D) Yağdan nemin alınması
E) Yağın berraklaştırılması

2. Aşağıdakilerden hangisi pirinanın kullanım alanlarından biri değildir?

A) Aktif karbon
B) Gübre
C) Enerji kaynağı
D) Yemeklik yağ
E) Hayvan yemi

3. Aşağıdakilerden hangisi karasuyun özelliklerinden biridir?

A) Kolay ayrışabilen bir atıktır.
B) pH değeri yüksektir.
C) Katı madde oranı azdır.
D) Organik kirlilik oranı yüksektir.
E) Polifenol oranı azdır.

4. Aşağıdakilerden hangisi karasuyun arıtılmasında kullanılan kimyasal yöntemlerden biridir?

A) Adsorpsiyon
B) Buharlaştırma
C) Distilasyon
D) Foto-oksidasyon
E) Komposlama

2.3. ZEYTİNYAĞINI AMBALAJLAMA VE DEPOLAMA

Çeşitli yöntemlerle elde edilen zeytinyağının, tüketiciye sunulmadan önce kalitesinde bozulmalara yol açmayacak koşullarda depolanması ve ambalajlanması gerekmektedir. Zeytinyağı; ısı, ışık, nem ve oksijenden çok çabuk etkilendiği için kimyasal ve duyusal kalite kayıplarına maruz kalır. Bu nedenle zeytinyağının tüketiciye ulaşana kadar kalite kaybını en aza indirmek için hasatından üretim yöntemine, depolama koşullarından ambalaj materyalinin seçimine, dolumundan etiketlenmesine kadar her aşamasına çok dikkat edilmelidir.

2.3.1. Zeytinyağının Sınıflandırılması

Zeytinyağının, Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'ne göre (Tebliğ No.: 2017 / 26) sınıflandırılması aşağıda verilmiştir:

"**Zeytinyağı**, sadece zeytin ağacı, *Olea europaea L.* meyvelerinden elde edilen yağlardır. Çözücü kullanılarak ekstrakte edilen veya reesterifikasyon işlemi ile doğal trigliserid yapısı değiştirilmiş yağlar ve diğer yağlarla karışımı bu tanımın dışındadır.

a) Natürel zeytinyağı: Zeytin ağacı meyvesinden doğal niteliklerinde değişikliğe neden olmayacak bir ısıl ortamda, sadece yıkama, dekantasyon, santrifüj ve filtrasyon işlemleri gibi mekanik veya fiziksel işlemler uygulanarak elde edilen; kendi kategorisindeki ürünlerin fiziksel, kimyasal ve duyusal özelliklerini taşıyan yağlardır. Çözücü veya kimyasal ya da biyokimyasal etkisi olan yardımcılar kullanılarak veya reesterifikasyonla elde edilen yağlar bu tanımın dışındadır. Natürel zeytinyağları;

1. **Natürel sızma zeytinyağı:** Doğrudan tüketime uygun, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 0,8 gramdan fazla olmayan yağlar,
2. **Natürel birinci zeytinyağı:** **Doğrudan** tüketime uygun, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her l00 gramda 2,0 gramdan fazla olmayan yağlar,
3. **Ham zeytinyağı/Rafinajlık:** Serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 2,0 gramdan fazla olan ve/veya duyusal ve karakteristik özellikleri bakımından doğrudan tüketime uygun olmayan, rafinasyon veya teknik amaçlı kullanıma uygun yağlar, olarak sınıflandırılır.

b) Rafine zeytinyağı: Ham zeytinyağının doğal trigliserid yapısında değişikliğe yol açmayan metotlarla rafine edilmeleri sonucu elde edilen ve serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her l00 gramda 0,3 gramdan fazla olmayan yağdır.

c) Riviera zeytinyağı: Rafine zeytinyağı ile doğrudan tüketime uygun natürel zeytinyağları karışımından oluşan ve serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her l00 gramda l,0 gramdan fazla olmayan yağdır.

ç) Çeşnili zeytinyağı: Zeytinyağlarına değişik baharat, bitki, meyve ve sebzelerin ilave edilmesi ile elde edilen ve diğer özellikleri açısından bu Tebliğ kapsamında kendi kategorisindeki ürünlerin özelliklerini taşıyan yağdır."

2.3.2. Zeytinyağının Kalitesine Etki Eden Faktörler

Zeytinyağı tüm dünya mutfaklarında ustaların vazgeçemediği, tüm doğallığı korunarak kimyasal işlemlere tabi tutulmadan sofralara getirildiği eşsiz lezzetlerdendir. Eşsiz lezzetinin ve vazgeçilmezliğinin

sebebi, zeytinyağının içindeki bileşenlerdir. Kaliteli bir zeytinyağı elde edebilmek için hem zeytinin hem de zeytinyağının yapısal bozunmalara uğratılmadan özenle üretimi yapılmalıdır.

Toprağın kalitesinden yağ çıkarma işlemlerine kadar üretimdeki tüm aşamalar zeytinyağının kalitesini etkilemektedir. Zeytinyağının kalitesini etkileyen faktörler; iklim, toprağın özelliği, polifenol oranı, zeytin hasat zamanı, zeytinin zararlılar tarafından yıpranmış olup olmaması, zeytinyağı asit oranı, hasat ve depolama yöntemi, zeytinyağı elde etme ortam şartları, saklama koşulları şeklinde sıralanabilir.

İklim ve Toprağın Özelliği

İklim; meyvenin (zeytin) olgunluğuna, yağın kimyasal bileşimine direkt etki eder. Yağın oksidasyona karşı gösterdiği direnç, yağın kalitesini ve raf ömrünü belirlemektedir. İklim ve dolayısıyla toprak; yağın yapısındaki doğal antioksidanlar, fenoller ve tokoferollerin oluşumu ile direkt bağlantılıdır.

Bir ürünün belirgin karakteristik özelliklerinin, yetiştiği bölge ile özdeşleştiğini gösteren coğrafi işaretler bir kalite işareti olup ürünün ulusal ve uluslararası piyasada değerini artırır. Coğrafi işaret tiplerinden biri olan mahreç işaretinde, konu olan ürünün özelliklerinden en az birinin o yöreden kaynaklanması şartıyla yöre dışında da üretilebilmesi söz konusudur. Türk Patent Enstitüsü tarafından coğrafi işaret alan zeytinyağları; Ayvalık zeytinyağı, Edremit Körfez bölgesi zeytinyağları, Güney Ege zeytinyağları ve Nizip zeytinyağıdır. Sonuç olarak zeytinin duyusal özelliğini belirleyen, zeytin ağacının yetiştiği bölge yani iklim ve topraktır. Yüksek miktarda yağış alan bölgelerde yetişen zeytinin kalitesi düşüktür. Uzun süre güneş alan bölgelerde ve kireç taşı açısından zengin olan topraklarda yetişen zeytin ağacının meyvesi bir hayli aromatiktir.

Polifenol Miktarı

Polifenol veya biyofenol adı ile bilinen biyolojik kaynaklı fenolik maddeler, bitkideki sekonder metabolitlerdir. Sekonder metabolitler insan sağlığı için çok önemlidir. Hemen hemen tüm bitkilerde fotosentez sonucu ortaya çıkan polifenoller çok çeşitlidir. Dengeli ve çeşitli beslenmeyle bu maddeler vücuda alınır ve antioksidan özellikleri nedeniyle sağlığı korumaya yardımcı olur. Bitkilerden elde edilen, bitkiler işlenirken açığa çıkan, biyolojik aktivitesi olan her türlü fenolik madde polifenol olarak bilinir. Uzun süre güneş alan ve az suya sahip olan toprakta yetişmiş zeytin ağacından elde edilen zeytin meyvesinde ve henüz olgunlaşmamış zeytinde yüksek miktarda polifenol bulunur. Polifenol miktarı yüksek olan zeytinyağı hem kaliteli hem de oldukça lezzetlidir.

Zeytin Hasat Zamanı

Zeytinyağının kalitesini belirlemede zeytin hasat zamanı önemli bir faktördür. Çoğu zeytin ağacı ekim ayı sonlarında hasat edilmeye başlanır. Zeytin ağacı ilkbaharda çiçek açmaya başlar. Ardından tomurcuklanma ve olgunlaşma süreleri başlar ve bunlar sonbahar mevsiminde son bulur. Ekim aylarında zeytin ağaçları hasat edilmeye başlanır. Olgunlaşmış siyah zeytinin verimi yüksek olsa da aroma yoğunluğu erken hasat edilen zeytine göre daha azdır. Olgunlaşmamış, henüz tam siyahlaşmadan hasat edilen zeytinin aroma yoğunluğu çok daha fazladır.

Zararlılar ve Zeytin

Zeytin; mantar, böcek ya da sinekler tarafından zarar görürse zeytinin asitlik oranı artar ve gerekli ilaçlama zamanında yapılmazsa zeytin hasat miktarı önemli ölçüde azalır. Asit oranı yüksek olan zeytinya-

ğının kalitesi de düşer. Bu sebeple zeytin ağacı, meyvesi oluşmaya başladığı andan itibaren zararlılara karşı korunmalı; önlemler yeterince ve zamanında alınmalıdır.

Zeytinyağı Asit Oranı

Zeytinyağı kalitesini etkileyen faktörlerden biri de asitlik oranıdır. Asitliği etkileyen faktörler; zararlıların zeytine zarar vermesi, hasat anında zeytinin hırpalanması ve zarar görmesi, hasat sonrası uzun süre bekletilmesidir. Bu faktörler, asit oranını istenenden farklı miktara getirerek zeytinyağı kalitesini düşürür.

Hasat ve Depolama Yöntemi

Yara alan zeytin çok çabuk bozulur. Zeytine zarar vermeden yapılacak bir hasat yöntemi seçilmelidir. Çeşitli hasat yöntemleri mevcuttur. Elle hasat, makine ile hasat, sırık ya da tarakla hasat vb. bu yöntemlerdendir. Hasadın ardından zeytine zarar verebilecek basınç ve sıcaklık faktörleri ile taşıma yöntemlerinden zeytini korumak gerekir. Hasat sonrası en geç 24 saat içinde yağ çıkarılmalıdır. Oksidasyonun oluşmaması, zeytinyağının tat ve kokusunun kayba uğramaması için oldukça önemlidir.

Zeytinyağı Elde Etme Ortam Şartları

Zeytin üzerinde toprak, toz ya da yaprak gibi yabancı maddeler olabilir. Bunlar temizlenmeden üretime geçilmemelidir. Aksi hâlde zeytinyağının tadında ve renginde istenmeyen değişiklikler meydana gelir. Üretim yapılan ekipmanın içinde önceden kalan eski zeytin atıkları da üretimi yapılacak zeytinyağının duyusal özelliklerini olumsuz yönde değiştirir.

Saklama Koşulları

Zeytinyağının kalitesine etki eden faktörlere dikkat edilerek üretim gerçekleştirilse de bu faktörler, kullanma tarihine kadar zeytinyağının aynı kalitede kalması için yeterli değildir. Zeytinyağının, şişenin açıldığı andan itibaren saklanma koşulları bir hayli önemlidir. Saklama koşullarına dikkat edildiğinde zeytinyağı, ilk günkü tazeliğini korur ve zeytinyağını aynı lezzet ile tüketmek mümkündür. Saklama koşulları şöyle sıralanabilir:

- Zeytinyağını ısı ve ışık alan yerlerde bekletmemek.
- 18-23 °C'ta muhafaza etmek.
- Oksijenle temas hâlinde olmasını engellemek.
- Cam şişede saklamaya özen göstermek.
- Şişe kapağını kapalı tutmak.
- Tüketim miktarına uygun hacimdeki zeytinyağını satın almak ve tüketmek.

2.3.3. Zeytinyağının Depolanması

Zeytinyağı, elde edildikten sonra kalitesinde oluşabilecek değişimlerin önlenmesi için iyi korunmalıdır. Zeytinyağı; santrifüj işleminin ardından fiziksel, kimyasal, duyusal özelliklerine göre gruplandırılarak tanklarda dinlenmeye bırakılır. Zeytinyağındaki tortu maddesi; depolanan tankın ya da kabın cinsine, zamanına ve çevre koşullarına bağlı olarak yapısal bozunmalara neden olur. Ayrıca tat, koku ve görüntüde değişikliklere yol açmaktadır. Depolama koşulları önemlidir. Zeytinyağı, hava ve ışıktan korunmalı ve 14-15 °C'ta depolanmalıdır. Yüksek sıcaklıklar kimyasal açıdan oksidasyonu artırırken çok düşük sıcaklıklar yağın homojenizasyonunu bozarak bulanıklık oluşturur. Özellikle yağın oksidasyondan

ötürü bozulumunu önlemek amacıyla depolarda sıcaklık 15 °C'un üzerine çıkmamalıdır. Düzenli olarak depo temizliği yapılmalı, tank kapakları kapalı tutulmalıdır. Zeytinyağı, kokuları absorbe ettiği için yabancı koku içermeyen ortamda ve ağzı kapalı olarak depo edilmelidir. Uzun süre depolanan zeytinyağında asitlik artar; sabunlaşma, ekşime, oksidasyon olur ve duyusal kalitede bozukluk görülür. Depolama sırasında önemsenecek hususlar şunlardır:

- Işık
- Isı
- Hava (oksijen)
- Koku

Zeytinyağı uzunca bir süre depolanacaksa paslanmaz çelik tanklarda saklanmalıdır. Depolanan yağlar ambalajlanmadan evvel filtre edilmeli ve bekletilmeden hemen ambalajlanmalıdır. Uzun süre depolama söz konusu ise tanklar tam dolu olmalıdır.

Zeytinyağı ambalajlanmadan önce büyük miktarlardaki zeytinyağları tanklarda depolanır. Bu tanklar iki türdür. Yer altı tankları ve yer üstü tankları olarak bilinir. Sağlıklı bir depolama için tanklarda bulunması gereken özellikler şunlardır:

- Sıvı geçirgenliği olmayan malzemelerden üretilmelidir.
- Tankların yapımında fiziksel ve kimyasal olarak yağa karşı stabil olmayan malzeme kullanılmalıdır.
- Tankların yapıldığı malzeme, yağın tat ve kokusunu olumsuz etkileyecek faktörleri içermemeli ve paslanmaya karşı dayanıklı olmalıdır.
- Hava ve ışık geçirgenliği olmamalı, 15 °C civarında yağı depolamaya olanak sağlamalıdır.

2.3.3.1. Yer Altı Tankları

Taş veya çimentodan yapılan, tabanı ve duvarları emayeli karo, fayans, cam ve epoksi reçine gibi izolasyon maddeleri ile kaplanan tanklardır.

Zeytinyağı uzun süreli depolanacak ise yer altı tanklarının tabanı hafif eğimli yapılmalıdır. Zeytinyağı, karasudan çok dikkatli ayrılmış olsa dahi pulp içeren tortulu bir su fazı, yer altı tanklarının tabanında toplanır. Bu istenmeyen bir durumdur ve tankın tabanı eğimli yapılarak tortulu su fazının yağ ile teması engellenmelidir. Böylelikle tortulu faz kolaylıkla tank tabanından alınabilir. Yer altı tanklarında biriken karasu ve pulp boşaltılırken zeytinyağının oksijence zenginleşmesi önlenmelidir. Aksi durumda oksijence zenginleşen zeytinyağında kalite kaybı olacaktır. Bu sebeple karasu ve pulp boşaltımı çok dikkatli yapılmalıdır. Depo daima ağzına kadar dolu olmalı, boşluk bırakılmamalı, zeytinyağı oksijenden korunmalıdır.

Yağın oksijenle temasını keserek yağı uzun süre depolayabilmek ve kalite kaybını önlemek amacıyla yer altı tanklarının içinde inert bir atmosfer oluşturmak için tankın içine karbondioksit (CO_2) veya azot (N_2) gazları verilebilir.

2.3.3.2. Yer Üstü Tankları

Yer altı tankları yapılırken karşılaşılan birtakım zorluklara alternatif olarak yer üstü depolama tankları üretilmiştir.

Zeytinyağının kalitesini en iyi koruyan ve saklamak için uygun olan malzeme paslanmaz çeliktir. Paslanmaz çelikten üretilen tankların tabanı küresel veya konik olmalıdır çünkü tabanda biriken karasu ve pulptan oluşan karışım, küresel veya konik biçimdeki tankların tahliye musluklarından kolayca alınabilir. Yer üstü tankları paslanmaz çelikten yapıldığı için zeytinyağına metal bulaşıklığı da olmamaktadır. Bu tür tanklarda depolanan zeytinyağı ışık ve hava temasından da korunur (**Görsel 2.34**).



Görsel 2.34: Paslanmaz çelik zeytinyağı depolama tankları

Yer üstü tanklarının bulunduğu ortamdaki sıcaklık artışı zeytinyağının bozulmasına sebep olur çünkü paslanmaz çelikten üretilen bu tankların ısıl iletkenlikği yüksektir. Özellikle yaz aylarında tanklar bulundukları sıcaklıktan korunamaz ve sıcaklık 15 °C'un üzerine çıktığında yağın oksidasyonu hızlanır. Bunu önlemek amacıyla izolasyon yapılmalı veya ortam soğutulmalıdır.

2.3.4. Zeytinyağının Ambalajlanması

Zeytinyağının uzak mesafelerde yaşayan tüketicilere ulaştırılması, bu zaman içinde geçen sürede yağın dış etkenlerden korunması ve ürün tanıtımının yapılması sadece uygun ambalajlama ile sağlanır.

Ambalajın oksijen geçirgenliği yağın raf ömrü açısından en belirleyici faktör olarak kabul edilebilir çünkü gıdalar ambalajlandıktan sonra bazı duyusal özelliklerini yitirmekte ve hem fiziksel hem kimyasal bazı değişikliklere uğrayabilmektedir. Ambalaj içinde geçen süre içinde de ürün, birtakım niteliklerini kaybetmekte gıda kodeksine uygun olmayan değişikliğe uğrayıp tüketicinin beğenisinden de çıkabilmektedir. Gıda, ambalajlandıktan sonra ve ambalaj içinde geçen sürede satış için gerekli özelliklerini yitirebilmektedir. Tüketici gıdayı daha çok rengi, tadı, kokusu gibi duyusal özellikleri yönünden değerlendirir. Gıda kodeksi ise gıdalardaki sağlığa zararlı bileşiklerin oranının azalmasını değerlendirir.

Zeytinyağı ambalajının özellikleri şöyle olmalıdır:

- Yağı sızdırmaz ve yağa dirençli olmalı.
- Hava ve ışık geçirmeyen, atmosferik oksijenin etkisinden, ısıdan ve katalizör görevi görebilecek metallerden yağı korumalıdır.
- Ambalajın üretildiği madde ekonomik olmalı, zehirli etkiye sahip olmamalı ve yağ ile etkileşime girmemelidir.

- Ambalaj, zeytinyağı kalitesini muhafaza etmelidir.
- Zeytinyağının ambalaj içinde hava almasını engellemelidir. Ambalaj paketi, paketin açılıp başka yağlarla doldurularak piyasaya taklit, uygunsuz yağın sürülmesini engellemek için çok sıkı bir şekilde kapatılmalıdır.
- Ambalaj, kırılmaya karşı dayanıklı olmalı ve basınçtan etkilenmemelidir.
- Zeytinyağının ambalajlanmasında materyal olarak cam, plastik, teneke, özel kaplanmış karton kutulardan yararlanılır.

Tüketimi yapılacak yağın ambalaja girmeden önce mutlaka yapılması gereken işlem filtrasyondur. Filtrasyon sırasında tüm önlemler alınsa bile uzun bir süre yağ, hava ile temasta bulunur ve yağın oksidasyona karşı tepkisizliği azalır. Bu nedenle işlemden hemen sonra yağ, inert bir gazın atmosferinden geçirilerek içerdiği hava oksijeninden arındırılır ve yağ kalitesi de korunmuş olur.

2.3.4.1. Cam Şişeler

Cam şişelerin nötr olmaları yani içlerine girecek olan zeytinyağı ile reaksiyona girmemeleri gerekir. Ayrıca cam şişeler içerilerindeki ürünü göstermeleri ve dikkat çekici bir görüntüye sahip olmaları açısından oldukça fazla tercih edilir ancak camın kırılabilir bir malzeme olması nedeni ile taşıma, depolama sırasında çok dikkat edilmelidir. Cam şişelerin olumsuz yönü, ağır ve şeffaf olmasıdır. Cam şişeler şeffaf oldukları için güneş ışığının oluşturacağı zararlı etkileri engelleyemez. Bunu önlemek adına kahverengi ya da yeşil renkli cam şişeler elde edilerek dolum yapılması bu tür olumsuz etkiyi azaltmak açısından önemlidir (**Görsel 2.35**) çünkü görünür ışık koyu renkli şişe camlarından %10-%40 oranında geçebildiği hâlde, şeffaf camdan % 85-%90 oranında geçebilmektedir. Ürün etiketinde de belirtildiği üzere zeytinyağları çok uzun süreli cam şişelerde güneş ışığına maruz bırakılmamalı, direkt güneş alan vitrin ve raflarda bekletilmemelidir.



Görsel 2.35: Cam şişeler



Görsel 2.36: Plastik şişeler

2.3.4.2. Plastik Şişeler

Plastik şişeleri kullanmak her açıdan faydalıdır. Kimyasal ve bakteriyolojik bulaşmaların önüne geçilmesi, basınç ve çarpma gibi dış etkenlere karşı dayanıklı olması, taşıma kolaylığı gibi etkenler plastik şişe kullanımını artırmaktadır (**Görsel 3.36**). Dikkat edilmesi gereken en önemli

etken, uygun plastik malzemenin kullanılması gerektiğidir. Uygun plastik kullanılmaması durumunda zeytinyağı ile uygunsuz plastik malzeme arasında reaksiyon gerçekleşerek yağ yapısal bozunmalara uğrar. Gıda ile plastik arasındaki birbirine geçişe **migrasyon** adı verilir. Polipropilen denilen plastik malzeme, zeytinyağı ambalajlamada en uygun plastik olarak değerlendirilebilir. Yine de plastik ve gıdanın temas süresi önemlidir. Yağ ile temas edecek plastiğin plastifiyan madde içermemesi gerekir. Polivinil klorür denilen PVC ise yağ ambalajlamada en çok dayanıklılık gösteren plastik türüdür.

2.3.4.3. Teneke Kutular

Kırılma riskinin olmaması, ulaşım ve depolama sırasında zeytinyağını çok iyi koruması ve çok düzgün bir şekilde istiflenebilmesi açısından teneke kutular ambalajlamada oldukça tercih sebebidir (**Görsel 2.37**). Teneke kutuların kalay (Sn) kaplamalarının dağılımı homojen olmalıdır. Aksi takdirde teneke kutulardaki zeytinyağı bozulmaya yüz tutar. Devamında ise teneke kutular paslanmaya başlar. Demir (Fe) ve bakır (Cu) oksitlerin yağa karışmasını önlemek amacıyla kutu birleşim noktalarına dikkat edilmelidir. Teneke kutulara dolum yapılırken çok az bir boşluk bırakılmalı ve hava sebebi ile oluşacak oksidasyon bir nebze de olsa önlenmelidir. Cam ve plastik şişelere göre teneke kutular; yağı güneş ışığından koruyarak tokoferol, klorofil ve benzeri kayıpları minimuma indirger. Teneke kutuların açılıp kapanabilen kapakları polipropilen gibi malzemelerden yapılmış olmalıdır.



Görsel 2.37: Teneke kutular

2.3.4.4. Özel Kaplanmış Karton Kutular

Migrasyonu en düşük seviyeye çeken, oksidasyonu engelleyerek raf ömrünü olabildiğince uzatan bir ambalaj türüdür. Özel kaplanmış karton kutular, ilk kez pastörize sütün ambalajlanmasında kullanılmıştır. Dolum kolaylığı, neme karşı dayanıklılığı, oksidasyonu önleyici özelliği gibi oldukça iyi özellikleri vardır. Mikroplardan arındırılmış yani aseptik ambalaj şu katmanlardan oluşur:

- Neme karşı polietilen (PE)
- Güneş ışığını ve kokuyu engelleyen aseptik alüminyum folyo
- Sağlamlaştıran ve güçlendiren polietilen

4. UYGULAMA

İş Sağlığı ve Güvenliği Tedbirleri

1. Laboratuvar çalışmasının gerektirdiği kişisel koruyucu donanımları (önlük, eldiven, maske, koruyucu gözlük vb.) kullanınız.
2. Çalışacağınız alanın (tezgâh vb.) temizliğini ve bu alanda gereksiz malzeme bulunup bulunmadığını kontrol ediniz.
3. Çalışma için gerekli olan cihaz, malzeme ve kimyasalları kullanım talimatına uygun şekilde ve gerektiği kadar kullanınız.
4. Laboratuvar çalışmalarından önce ve çalışma bitiminde mutlaka ellerinizi yıkayınız.
5. Uygulamanız bittikten sonra laboratuvar ortamını temiz ve düzenli bırakınız.

Uygulamanın Adı	:	Zeytinyağını Satışa Hazırlama
Uygulamanın Amacı	:	Filtrelenmiş zeytinyağının ambalaj materyaline dolumunu yapmak ve zeytinyağını etiketleyerek satışa sunmak. .
Uygulamanın Prensibi	:	Zeytinyağının, uygun materyalden elde edilmiş ambalaja tekniğine uygun olarak doldurulması prensibine dayanır.
Gerekli Araç Gereç	:	Filtre edilmiş zeytinyağı, huni, mezür ya da tartı, PVC'den üretilen plastik şişe ya da koyu renk cam şişe ve etiket.
Süre	:	2 ders saatidir.

İşlem Basamakları

1. 3. Uygulama'da filtre edilen zeytinyağlarının karasu ve tortusundan ayrılmış olup olmadığını kontrol ediniz. Gerekirse tekrar filtre ediniz.
2. Dolumu yapılacak zeytinyağlarını serbest asitlik ve duyusal kontrollerini yaparak yağları sınıflandırınız.
3. Ambalaj materyalinin temiz, kırık ve çatlak olup olmadığını kontrol ediniz.
4. Zeytinyağını ambalaj materyalinin hacmi ölçüsünde mezür ya da tartı aleti ile ölçerek huni yardımıyla yağın dolum işlemini yapınız.
5. Ambalaj kapağını hava almayacak şekilde sıkıca kapatınız.
6. Etiket bilgilerini hazırlayarak ambalaj üzerine yapıştırınız.

Sonuç Değerlendirme

1. İşlem basamaklarını sırasıyla takip ettiniz mi?
2. Etiket bilgilerini yönetmeliğe uygun olarak oluşturdunuz mu?

4. Uygulama ile yapacağınız çalışma, kitap sonundaki Değerlendirme Ölçeği'nde yer alan ölçütler dikkate alınarak öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

3. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki cümlelerin başındaki boşluğa cümleler doğru ise (D), yanlış ise (Y) yazınız.

1. (.....) Bitki, meyve ve sebzelerin özleri eklenerek baharatla lezzetlendirilmiş yağ çeşidi riviera zeytinyağıdır.
2. (.....) Yağın oksidasyona karşı gösterdiği direnç, yağın kalitesini ve raf ömrünü belirler.
3. (.....) Biyolojik kaynaklı fenolik maddeler, bitkideki primer metabolitlerdir.

B) Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri verilen bilgilere uygun olarak doldurunuz.

1. Zeytinyağının depolanma sıcaklığı ..... aralığında olmalıdır.
2. Zeytinyağı kalitesini etkileyen faktörlerden biri ..... oranıdır.
3. Serbest yağ asitliği, oleik asit cinsinden her 100 gramda 0,8 gramdan fazla olmayan yağlara .....denir.

C) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi zeytinyağı ambalaj materyali değildir?

A) Cam
B) Karton kutu
C) Mika
D) Plastik
E) Teneke

2. Aşağıdakilerden hangisi zeytinyağı depolamada olabilecek en yüksek sıcaklık derecesidir?

A) 8 **B)** 15 **C)** 22 **D)** 28 **E)** 30

3. Aşağıdakilerden hangisi yağ depolama tanklarına N_2 gazı verilmesinin en önemli amacıdır?

A) Rengi korumak
B) Sıcaklığı muhafaza etmek
C) Havayla teması kesmek
D) Kokuyu muhafaza etmek
E) Posa oluşumunu engellemek

4. Aşağıdakilerden hangisi zeytinyağı saklanmasında uygun olan koşullardan biri değildir?

A) Zeytinyağını ısı ve ışıktan korumak
B) Rutubetsiz ortamda bekletmek
C) Kapaksız ambalaj kullanmak
D) Oksijenle temas etmesini engellemek
E) Cam şişede saklamaya özen göstermek

5. Aşağıdakilerden hangisi depolamada kullanılan tankların taşıması gereken özelliklerinden biridir?

A) Hava ve ışık geçirmesi gerekir.
B) Yağın tat ve kokusunu etkilemesi gerekir.
C) Yağın 14-15 °C civarında depolanması gerekir.
D) Malzeme sıvı geçirmesi gerekir.
E) Galvanizli sacdan yapılmış olması gerekir.

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		1 PUAN	2 PUAN	3 PUAN	4 PUAN	5 PUAN
1.	İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini aldı.					
2.	Uygulamaya uygun kişisel koruyucu donanım kullanarak çalışmaya hazırlandı.					
3.	Uygulamada kullanılan atölye ortamını ve malzemeleri hazırladı.					
4.	Uygulama atölye ortamını ve malzemeleri hazırladı.					
5.	Uygulamayı verilen sürede tamamladı.					
6.	Uygulama sonucunu tamamladı.					
7.	Uygulamada atölyede uyulması gereken kuralları dikkate tamamladı.					
8.	Uygulama sonunda kullanılan malzemeleri ve atölye ortamını temiz ve düzenli bıraktı.					
Sütun Toplamları						
Ölçek Puanı						

Puanlama: Ölçekten alınabilecek en yüksek puan 40, en düşük puan 8'dir.

PUAN = [(Genel puan toplamı x 100) / Alınabilecek en yüksek toplam puan] formülü uygulanarak 100'lük sisteme dönüştürülür.

100 üzerinden 70 aldıysanız başarınız yeterli düzeyde demektir. 69 veya altı puan aldıysanız ilgili konuyu tekrar etmelisiniz.

CEVAP ANAHTARLARI

1. ÖĞRENME BİRİMİ

1. ÖLÇME DEĞERLENDİRME

A

1.	Y	2.	D	3.	D	4.	Y	5.	D

B

1.	Ilşinter	2.	vinterizasyon	3.	öğütme				

C

1.	E	2.	D	3.	C	4.	B		

2. ÖLÇME DEĞERLENDİRME

A

1.	D	2.	D	3.	D	4.	Y	5.	D

B

1.	düren hastalığı	2.	ters	3.	hidroliti	4.	%30	5.	misella

C

1.	E	2.	D	3.	E	4.	C	5.	B
6.	B								

3. ÖLÇME DEĞERLENDİRME

A

1.	D	2.	Y	3.	D	4.	D	5.	Y

B

1.	asit giderme	2.	baume	3.	fiziksel rafinasyon				

C

1.	E	2.	E	3.	A	4.	B		

4. ÖLÇME DEĞERLENDİRME

A

1.	D	2.	Y	3.	D	4.	Y	5.	Y

B

1.	interesterifi-kasyon	2.	emülgatör	3.	yağ	4.		5.	hidrojen

C

1.	D	2.	E	3.	C	4.	A	5.	D
6.	E	7.	B	8.	B	9.	C	10.	C

CEVAP ANAHTARLARI

2. ÖĞRENME BİRİMİ

1. ÖLÇME DEĞERLENDİRME

A

1.	D	2.	Y	3.	D	4.	Y	5.	Y

B

1.	%5-%15	2.	8-12	3.	eski-bayat (ransid)	4.	taş değirmenler	5.	presleme

C

1.	D	2.	C	3.	D	4.	D		

2. ÖLÇME DEĞERLENDİRME

A

1.	Y	2.	Y	3.	Y	4.	D	5.	Y
6.	Y								

B

1.	yakıt	2.	%4	3.	santrifüj (seperatör)			5.	kâğıt

C

1.	C	2.	A	3.	D	4.	D		

3. ÖLÇME DEĞERLENDİRME

A

1.	Y	2.	D	3.	Y				

B

1.	15-20 °C	2.	asit	3.	natürel sızma zeytinyağı				

C

1.	C	2.	B	3.	C	4.	C	5.	C

KAYNAKÇA

Aksoy, A. S. (2015). *Kimyasal Rafinasyonun Mısır Yağının Bazı Element İçerikleri İle Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri.* Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.

Akademiden Sanayiye Zeytinyağı. (2020). Aristoil Capitalization Projesi.

Başoğlu, F. (2006), *Yemeklik Yağ Teknolojileri*. Nobel Yayın No.: 956, Fen ve Biyoloji Yayınları Dizisi: 33. 1. Basım, Ankara.

Başoğlu, F. (2014). *Yemeklik Yağ Teknolojisi.* Dora Basım, Bursa.

Başoğlu, F., (2017). *Yemeklik Yağ Teknolojisi*. s 307.

Baysan, U., Koç, M., Ertekin, K. F. (2017). *2 Fazlı Zeytin Pirinasının Değerlendirilmesinde Kurutmanın Önemi.* Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(2): 103-112, Çevrimiçi baskı, ISSN: 2148-127X.

Berry, S. E. ve ark. (2019). *Interesterified fats: What are they and whyare they used? A briefing report from theRoundtable on InteOLresterified Fats in Foods.* Nutrition Bulletin, Volume 44, Issue 4, p. 366-368.

Chew, S. C., & Nyam, K. L. (2020). *Refining of edible oils. Lipits and Edible Oils. 213-241.*

Çelik, G., Seven, Ü., Güçer, Ş. (2008). *Zeytin Karasuyunun Değerlendirilmesi.* s.162-166 I. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi 17-18 Mayıs 2008 / Edremit-Balıkesir.

Demirci, M., (2012). *Gıda Kimyası.* s 79.

Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ., Sönmez, S. (2013). *Dünyada, Türkiye'de, Edremit Körfezi Çevresinde Zeytin ve Zeytinyağı.* Edremit Belediyesi Kültür Yayınları No.: 7 ISBN: 978-605-62253-0-7.

Ekşi, A. (2005). *Gıdalarda Raf Ömrü ve Ambalaj Geçirgenliği.* IV. s. 211-216, Uluslar Arası Ambalaj Kongre ve Sergisi Bildiriler Kitabı, Cilt: 1, Aralık 2005, İzmir–Türkiye, s. 379, 2005. Eryılmaz, A. (2020). *Geçmişten Günümüze Zeytin ve Zeytinyağı Dünya-Akdeniz-Türkiye*. ISBN 978-605-031-578-3 Mart Matbaa Sistemleri.

Göğüş, F., Özkaya, T. M., Ötleş, S. (2009). *Zeytinyağı.* Eflatun Yayınevi Ankara 2009.

T"Gülal, T. (2015). *Zeytinyağı Üretim Tekniklerinin Tarihsel Gelişimi ve Birbirleriyle Karşılaştırılması.* Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi s. 1-47, Bursa.

Gümüşkesen, A., Yemişçioğlu, F. (2010). *Bitkisel Sıvı ve Katı Yağ Üretim Teknolojisi.* Meta Basım ve Matbaacılık.

Gümüşkesen, S. A., Yemişçioğlu, F. (2004). *Bitkisel Yağ Teknolojisi.* Asya Tıp Yayıncılık Ltd. Şti, s. 224.

Gümüşkesen, S. A., *Zeytinyağı Üretim Teknolojisindeki Gelişmeler*. Ege Ü, Gıda Müh. Ders Notları, İzmir.

Hocaoglu, M.S., Haksevenler, G. H. B., Baştürk, İ., Talazan, P. (2017). *İki Fazlı Zeytinyağı İşletmelerinde Oluşan Pirinanın Özelliklerinin Zeytin Çeşidine Bağlı Olarak Değişimi.*

Hocaoğlu, M. S. (2015). *Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi Projesi 5148602 (ÇTÜE.15.223) Nihai Rapor*. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü (ÇTÜE). Gebze, Kocaeli.

İnanç, L. A., Kurtulgan, B.A. (2014). *Geçmişten Günümüze Zeytinyağı Üretim Teknikleri*. Kahramanmaraş'ta Tarım Ve Yaşam Dergisi Sayı 1 s.25-27.

Kaya, Ü., Keçeli, T. (2008). *Zeytinyağı Ekstraksiyonunda Sinolea Yönteminin Kullanımı Ve Avantajları*. s.15-16 I. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi 17-18 Mayıs 2008 / Edremit-Balıkesir.

Kayahan, M. (2006). *Yağlı Tohumlardan Ham Yağ Üretim Teknolojisi*. Filiz Matbaacılık, Ankara.

Kayahan, M. (2008). *Yemeklik Yağ Rafinasyon Teknolojisi*. Filiz Matbaacılık, Ankara.

Kayahan, M., Tekin, A. (2006). *Zeytinyağı Üretim Teknolojisi*. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası, Kitaplar Serisi:15, s. 198.

Keleş, F. (2002). *Gıda Ambalajlama İlkeleri*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No.: 189, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum, s. 118.

Nas, S., Gökalp, H. Y., Ünsal, M. (2001). *Bitkisel Yağ Teknolojisi*. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayın No.: 005.

Sakar, E., Ak, E. B., Odabaşıoğlu, İ. O. (2020). *Güneşin Doğduğu Harran'da Güneş Bitkisi Zeytin Yeniden Doğuyor (Fizibilite Raporu)*. T.C. Harran Kaymakamlığı Şanlıurfa.

Susamcı, E., Ötleş, S., Dıraman, H. (2017). *Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Teknolojisi*. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir ISBN: 978-605-9175-73-9.

Tatlı, A. (2014). *Zeytin ve Türkiye'de Zeytincilik*. Kahramanmaraş'ta Tarım ve Yaşam Dergisi Sayı 1 s. 14-15.

Tatlı, A. (2014). *Zeytinyağı*. Kahramanmaraş'ta Tarım Ve Yaşam Dergisi Sayı 1 s. 46.

Tunalıoğlu, R., Bektaş, T. (2010). *Türkiye Zeytinciliğinde Karasu Sorunu ve Bazı Çözüm Önerileri*. Zeytin Bilimi Dergisi / Cilt 1 Sayı 2 s. 65, ISSN 1309-5889 Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Bornova İzmir.

Tunç, S. M., Ünlü, A. (2015). *Zeytinyağı Üretim Atıksularının Özellikleri*. Çevresel Etkileri ve Arıtım Teknolojileri, Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi Cilt 4(2) 44-74.

Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Analiz Metotları Tebliği (Tebliğ No.:2014/53). (2014). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.

Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (Tebliğ No.:2017/26). (2017). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.

Üçüncü, M. (2000). *Gıdaların Ambalajlanması*. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir, s. 689.

Yemişçioğlu, F., Gümüşkesen, S. A., Otağ, M. R. (2001). *Zeytinyağı Üretiminde Kullanılan Sürekli Sistemler ve Bu Sistemlerin Klasik Presleme Yöntemi İle Karşılaştırılması*. Gıda Mühendisliği Dergisi Sayı 9 s. 26-30.

Yılmaz, S., Çalışkan, E. (2008). *Zeytinyağı Üretim Sistemlerinin Kaliteye ve Verime Etkilerinin Karşılaştırılması* s.239-241, I. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi 17-18 Mayıs 2008 / Edremit-Balıkesir.

Zeytinyağı Üretim Tesisleri İçin Hijyen Esasları ve İyi Uygulama Kılavuzu. (2015). Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı Aralık 2015 Kılavuz No.:10.

TABLO KAYNAKÇASI

Tablo 1.1: Nas, S., Gökalp, H. Y., Ünsal, M. (2001). *Bitkisel Yağ Teknolojisi.* Pamukkale üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayın No.: 005.

Tablo 1.2: Aksoy, A. S. (2015). *Kimyasal Rafinasyonun Mısır Yağının Bazı Element İçerikleri İle Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri.* Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi., Tasan, M., Demirci, M. (2003). Trans FA İn Sunflower Oil At Different Steps Of Refining. Journal of the American Oil Chemists' Society, 80(8), 825–828.

Tablo 1.3: https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/zheren/62558/Ya%C4%9Flar%202-2.pdf , Başoğlu, F. (2014). *Yemeklik Yağ Teknolojisi.* Dora Basım, Bursa.

Tablo 1.4: Yazıcıoğlu, T. (1987). *Yemeklik Yağ Teknolojisi.* Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, No.: 33, Bursa.

Tablo 1.5: Başoğlu, F. (2014). *Yemeklik Yağ Teknolojisi.* Dora Basım, Bursa.

Tablo 2.1: Sakar, E., Ak, E. B., Odabaşıoğlu, İ. O. (2020). *Güneşin Doğduğu Harran'da Güneş Bitkisi Zeytin Yeniden Doğuyor (Fizibilite Raporu).* T.C. Harran Kaymakamlığı Şanlıurfa.

Tablo 2.2: Kiritsakis, A. K. (1998). *Flavor Components of Olive Oil.* Journal of the American Oil Chemists' Society, 75(6), 673–681. doi:10.1007/s11746-998-0205-6.

Tablo 2.3: *Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (Tebliğ No.:2017/26).* (2017). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.

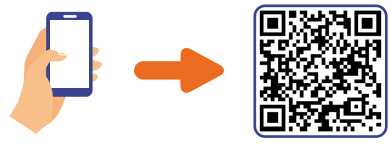
Tablo 2.4: Komisyon tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 2.5: *Zeytin Karasuyunun ve Pirinanın Bertarafı,* (2016). Hatay Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü 2016 ppt Sunum https://slideplayer.biz.tr/slide/11976992/ 11/08/2023

Tablo 2.6: Komisyon tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 2.7, Tablo 2.8: Susamcı, E., Ötleş, S., Dıraman, H. (2017). *Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Teknolojisi.* Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir ISBN: 978-605-9175-73-9.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI VE GÖRSEL KAYNAKÇASI



http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=2505

NOTLAR