

142053 23

ASPIR (*Carthamus tinctorius L.*) TOHUMU  
YAĞININ ÇÖZÜCÜ  
EKSTRAKSİYONU VE KARAKTERİZASYONU

Alev AKPINAR  
Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü  
Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı  
Eylül - 1999

## JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Alev AKPINAR'ın Aspir (Carthamus tinctorius L.) Tohumu Yağının Çözücü Ekstraksiyonu ve Karakterizasyonu başlıklı Kimya Mühendisliği Anabilim Dalındaki, Yüksek Lisans tezi 25.10.1999 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

	Adı-Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	: Yrd. Doç. Dr. Zakir POYRAZ	
Üye	: Prof. Dr. Ersoy PÜTÜN	
Üye	: Doç. Dr. Mehmet Rıza ALTIOKKA	
Üye	: .....	
Üye	: .....	

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun 03.11.1999 tarih ve 22/4 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

**ABSTRACT****Master of Science Thesis****SOLVENT EXTRACTION AND CHARACTERIZATION OF  
SAFFLOWER OIL (*Carthamus tinctorius L.*)****ALEV AKPINAR****Anadolu University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Chemical Engineering Program****Supervisor : Assoc. Prof. Zakir POYRAZ****1999**

In this study safflowers (*Carthamus tinctorius L.*), as an oilseed is investigated to produced fixed oil at laboratory by using solving extraction.

Safflower which was obtained from Eskişehir region in 1993, is dried and crushed before experimenting three different solved is used; n-hexan, pure dietileter and their combination (1:1).

At the end of the experiments, oil contents of the safflower is 28-33% determined on dry bases.

In this studies, extraction method is applied by different time and different solvent. Physicochemical properties belonging to the safflower oil which where obtained such as, saponification number, iodine number, acid number, ester value, refractive index and spesific gravity are investigated. And also crude cellulose 32% and crude protein 14% content are obtained from oilseed cake of safflower.

**Key words : Safflower, *Carthamus tinctorius L.* , Fixed oil, Extraction**

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarım boyunca yakın ilgi ve desteğini gördüğüm danışmanım, Yrd. Doç. Dr. Zakir POYRAZ 'a,

Çalışmalarımın her aşamasında beni yönlendiren, desteğini esirgemeyen, Prof. Dr. Ersan PÜTÜN'e ,

Araştırmalar esnasında büyük yardımlarını gördüğüm ve bilgilerinden faydalandığım Kim. Yük. Müh. Çağlayan AÇIKGÖZ'e,

Ayrıca tezimin yazılmasında büyük yardımlarını gördüğüm Ele.Elo. Yük. Müh. Gönül KARASU, Okt. Hatice YILDIRIM, Okt. Gamze ve Bülent TURAN'a,

Bu seviyeye gelmemi sağlayan hocalarıma, maddi ve manevi destekleri ile her zaman yanımda olan aileme,

en içten teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	ix
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK TARAMASI .....	4
2.1 Aspir'in Tarihçesi ve Yayılışı .....	4
2.2 Dünyada ve Türkiye'de Aspir Üretimi .....	4
2.3 Aspir'in Sistematiği ve Sitolojisi .....	5
2.4 Aspir'in Botanik Özellikleri .....	6
2.5 . Aspir'in Kullanım Alanları .....	9
2.6 Aspir'in Önemi .....	10
2.7 Aspir Tohumun Bileşimi .....	11
2.7.1 Aspir yağının bileşimi .....	14
2.7.2 Aspir yağının yağ asitleri bileşimi .....	15
2.8 Yağlar Hakkında Genel Bilgiler .....	16
2.8.1 Yağların tanımı .....	16
2.8.2 Yağların sınıflandırılması .....	18
2.8.3 Yağ benzeri maddeler .....	19
2.9 Bitkisel Hammaddelerden Yağ Çıkarma Metodları .....	20

## İÇİNDEKİLER (Devam)

2.10 Yağ Hammaddelerinin Depolanması .....	20
2.11 Ham Yağ Eldesindeki Hazırlık Aşamaları.....	21
2.12 Yağlı Ezmeden Yağın Ekstraksiyonu .....	25
2.12.1 Presleme .....	25
2.12.2 Çözücü ekstraksiyonu .....	29
2.13 Ekstraktör Tipleri.....	34
2.13.1 Kesikli ekstraktörler .....	34
2.13.2 Sürekli ekstraktörler.....	35
2.14 Ekstraksiyonu Etkileyen Faktörler .....	40
2.14.1 Çözücü .....	40
2.14.2 Parçacık boyutu .....	40
2.14.3 Sıcaklık.....	41
2.14.4 Katı / Çözücü oranı.....	41
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER .....	43
3.1 Kullanılan Hammadde, Kimyasal Maddeler ve Aletler .....	43
3.2 Deneysel Çalışma .....	44
3.2.1 Yağlı tohumun nem tayini .....	44
3.2.2 Yağlı tohumun kül miktarı tayini .....	45
3.2.3 Yağlı tohum posasında HCl'de çözünmeyen kül tayini.....	46
3.2.4 Aspir tohumunun fiziksel özellikleri.....	46
3.2.5 Yağlı tohum posasında ham protein tayini .....	46
3.2.6 Yağlı tohum posasında ham selüloz tayini.....	47
3.2.7 Yağlı tohumda yağ miktarı tayini.....	48
3.3 Aspir Yağının Fizikokimyasal Özellikleri.....	50
3.3.1 Sabunlaşma sayısı.....	50
3.3.2 Sabunlaşmayan madde .....	50
3.3.3 Asit sayısı .....	52
3.3.4 İyot sayısı .....	52

## İÇİNDEKİLER (Devam)

3.3.5 Ester sayısı.....	53
3.3.6 Kırılma indisi.....	53
3.3.7 Yoğunluk.....	54
4. DENEYSEL ÇALIŞMALARDAN ELDE EDİLEN SONUÇLAR.....	55
4.1 Hammadde Özellikleri .....	55
4.1.1 Aspir tohumunun nem miktarı .....	55
4.1.2 Aspir tohumunun kül miktarı.....	55
4.1.3 Aspir tohumunun posasındaki HCl'de çözünmeyen kül miktarı.....	55
4.1.4 Aspir tohumlarının fiziksel özellikleri.....	55
4.1.5 Aspir tohum posasında ham protein tayini .....	56
4.1.6 Yağlı tohum posasında ham selüloz tayini.....	56
4.2 Hammadde Hazırlanması .....	56
4.2.1 Sokslet ekstraksiyonu .....	56
4.3 Aspir Yağının Fizikokimyasal Özellikleri.....	57
4.3.1 Aspir yağının sabunlaşma sayısı.....	57
4.3.2 Aspir yağındaki sabunlaşmayan madde miktarı .....	58
4.3.3 Aspir yağının asit sayısı .....	58
4.3.4 Aspir yağının iyot sayısı.....	58
4.3.5 Aspir yağının ester sayısı.....	58
4.3.6 Aspir yağının kırılma indisi .....	58
4.3.7 Aspir yağının yoğunluğu .....	58
5. TARTIŞMA, SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	59
6. KAYNAKLAR.....	60

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2-1 Aspir bitkisinde dallanma ve çiçekler	6
Şekil 2-2 Aspir bitkisi çiçekleri	8
Şekil 2-3 Doymuş, monodoymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri dağılımı	18
Şekil 2-4 Fitosterinler	19
Şekil 2-5 Zoosterinler	19
Şekil 2-6 Presleme ile yağ elde edilen bir işletmede üretim akım şeması	28
Şekil 2-7 Sürekli "ön preslemeli çözücü ekstraksiyon yöntemi" akım şeması	30
Şekil 2-8 Sürekli "Doğrudan çözücü ekstraksiyonu yöntemi" akım şeması	31
Şekil 2-9 Sürekli çalışan ekstraksiyon işletmesinde üretim akım şeması	33
Şekil 2-10 Tek kademeli çözücü ekstraktörü	34
Şekil 2-11 Çok kademeli, statik yatak ekstraksiyon sistemi	35
Şekil 2-12 Bolman ekstraktörü	36
Şekil 2-13 Rotacel ekstraktörü	37
Şekil 2-14 Bonotto ekstraktör	38
Şekil 2-15 Hildebrandt ekstraktör	39
Şekil 2-16 Kennedy ekstraktörü	39
Şekil 2-17 Ekstraksiyon sistemleri (a) Doğru akımlı sistem (b) Ters akımlı sistem	42
Şekil 3-1 Sokslet Deney Düzeneği	48
Şekil 4-1 Farklı çözücülerin kullanıldığı ekstraksiyon veriminin zamanla değişimi	57

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2-1 Türkiye'de aspir ekiliş ve üretiminin yıllara göre dağılımı	5
Çizelge 2-2 Aspirden hazırlanan kabuklu ve kabuksuz yemlerin, kuru otun kimyasal bileşimleri	10
Çizelge 2-3 Aspir tohumunun ortalama % bileşimi	11
Çizelge 2-4 Aspir tohumun analiz sonuçları	12
Çizelge 2-5 Aspir küspesinin kimyasal yapısı (%)	13
Çizelge 2-6 Aspir tohumu kimyasal bileşimi	13
Çizelge 2-7 Aspir yağının fiziksel ve kimyasal özellikleri	14
Çizelge 2-8 Aspir yağının başlıca özellikleri	14
Çizelge 2-9 Yağ asitleri bileşimi (Tübitak: 1892)	15
Çizelge 2-10 Aspir tohumu yağındaki linoleik ve oleik asitler arasındaki ilişki	15
Çizelge 2-11 Doymuş yağ asitleri	16
Çizelge 2-12 Doymamış yağ asitleri	17
Çizelge 4-1 Aspir tohumunun fiziksel özellikleri	55
Çizelge 4-2 Farklı çözücülerin kullanıldığı ekstr. veriminin zamanla değişimi	56

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

- A : Numunenin başlangıç ağırlığı, g
- F : Düzeltme faktörü
- $M_0$  : Kabın ağırlığı, g
- $M_1$  : Kabın ve deney numunesinin kurutulmadan önceki ağırlığı, g
- $M_2$  : Kabın ve deney numunesinin kurutulduktan sonraki ağırlığı, g
- $N_{KOH}$  : Harcanan KOH çözeltisi normalitesi
- $V_0$  : Tanık deneyde harcanan ayarlı HCl çözeltisi hacmi, ml
- $V_1$  : Deney numunesi için harcanan ayarlı HCl çözeltisi hacmi, ml
- $V_{NaOH}$  : Titrasyonda harcanan NaOH çözeltisi miktarı, ml
- $V_{H_2SO_4}$  : Titrasyonda harcanan  $H_2SO_4$  çözeltisi miktarı, ml
- $V_{KOH}$  : Harcanan KOH çözeltisi hacmi, ml
- Y : Elde edilen yağın ağırlığı, g
- 
- a : Numune için kullanılan 0.1N sodyum tiyosülfat çözeltisi, ml
- b : Şahit deneme için kullanılan 0.1N sodyum tiyosülfat çözeltisi, ml
- m : Alınan numune miktarı, g
- $m_0$  : Krozenin ağırlığı, g
- $m_1$  : Yapılan işlemde önce kroze ve örneğin toplam ağırlığı, g
- $m_2$  : Yapılan işlemde sonra kroze ve örneğin toplam ağırlığı, g
- $n_1$  : Buharlaştırma kabı ağırlığı, g
- $n_2$  : Buharlaştırma kabı ve sabunlaşmayan madde ağırlığı, g
- $n_3$  : Tanık deneme ağırlığı, g
- t : Standart sıcaklık, °C
- $t^l$  : Okumanın yapıldığı sıcaklık, °C
- $n^t$  : Standart sıcaklıktaki kırılma indisi
- $n^{t_1}$  : Okunan kırılma indisi
- x : Piknometre ağırlığı, g

- y : Yağ dolu piknometre ağırlığı, g  
z : Su dolu piknometre ağırlığı, g  
ha : Hektar  
HP : Ham protein  
HS : Ham selüloz  
N : Normalite  
TS : Türk standartları  
USA : Amerika Birleşik Devletleri

## 1.GİRİŞ

Uzmanların üzerinde durduğu ve insanlığın tamamını ilgilendiren en önemli konulardan biri açlık probleminin çözümü ve dengeli beslenmeyi sağlamaktır. Ancak bugün için dünya nüfusunun %20'si dengeli beslenebilmektedir[1].

İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan yağlar, hayvansal ve bitkisel olmak üzere iki kaynaktan sağlanmaktadır. Doymuş yağ asitleri bakımından zengin olan hayvansal kaynaklı yağların maliyetlerinin yüksek olması yanında insan sağlığını olumsuz yönde etkilemeleri doymamış yağ asitlerini içeren bitkisel yağlara olan talebin artmasını sağlamıştır. Bitkisel yağlar kanda kolesterol seviyesini düşürmekte ve kalp hastalıklarına karşı tedavi edici rol oynamaktadır. Bu olumlu etkileri yanında insan vücudunda sentezlenemeyen A, D, E, K vitaminlerini içermeleri ve aynı zamanda vücudun enerji gereksinimlerini karşılamaları bakımından da, bitkisel yağlar özel bir önem taşımaktadır. [10]

Ülkemizde, kişi başına yıllık tüketilen yağların %37.7'sini margarin, %23.7'sini rafine bitkisel yağlar (ayçiçeği ve pamukyağı), %18.9'unu zeytinyağı ve %20'sini de başta tereyağı olmak üzere diğer hayvansal yağlar teşkil etmektedir. Bu değerler göstermektedir ki, ülkemiz yağ ihtiyacının %80'ini bitkisel yağlar karşılamaktadır. Buna karşılık bitkisel yağ üretiminde bir açık söz konusudur. Bunun sebebi ise bitkisel yağ tüketiminin artmasına karşılık, yağ bitkileri ekim alanının ve üretiminin buna paralel bir artış kaydedememesidir. Hatta bazı yıllar bitkisel yağ üretim açığı dış alımla karşılanmaktadır[10]. Böyle bir durumda; başlıca bitkisel yağ kaynakları olan ayçiçeği, çiğit ve zeytinin dışında yağ açığını kapatacak başka yağ kaynağı bitkilerin üretimi desteklenmelidir[3].

Diğer ülkelerde uzunca bir zamandan beri tanınan ve ticari anlamda geniş alanlarda yetiştirilen aspir bitkisinin, ülkemize girmesi ve ziraatinin yapılması çok yakın bir tarihe dayanmaktadır. Bundan 30-35 yıl kadar önce Bulgaristan'dan gelen göçmenler tarafından Balıkesir ve çevresine getirilmiş ve Eskişehir, Konya, Çankırı, Isparta,

Kütahya, Afyon, Bolu, Bursa gibi illerde öncelikle yerel tüketimde kullanılmak amacıyla yetiştirilmeye başlanmıştır[6], [7].

Bu bitkinin ülkemizde tarımsal yönden önemli bir ekimi ve üretimi yoktur. Çiftçilerin elindeki çeşitlerin tohum verimi ve yağ oranlarının düşük olması nedeniyle diğer yağ bitkileriyle rekabet imkanı bulunmamaktadır. Alım ve satımı, fiyat değerlendirilmesi ve organizasyonu yoktur. Tarımı, faydalanma yönü ve işleme tekniği fazla bilinmediği için ekiliş ve üretiminde giderek azalmalar olmaktadır. 1980 yılında 500ha olan ekim alanı, 1989 yılında 234ha'a düşmüştür. Ancak, aspir diğer yağ bitkilerine göre bazı avantajlı özelliklere sahip olduğu için, üzerinde önemle durulması gereken bir bitkidir[10].

Aspir bitkisinin iklim ve toprak istekleri bakımından fazla seçici olmaması, değişik koşullarda üretim imkanını ortaya koymaktadır. Ekolojik faktörler dikkate alındığında, aspir bitkisinin Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde buğday ile ekim nöbetine girebilme imkanının olacağı tahmin edilmektedir. Kurağa dayanıklı ve sulanmadan yetiştirilmesi, özellikle kurak bölgelerdeki nadas alanları için önerilecek bitkilerden biri olmasını sağlamaktadır[1]. Tohumun çok ekstrem koşullar dışında dökülme tehlikesinin olmaması hasat kayıplarını asgariye indirmektedir. Tek yıllık yağ bitkisi olan aspir'in faydalanılan esas kısmı, tohumlarından elde edilen yağı olmakla beraber, yan ürün olarak küspesinden ve saplarından da faydalanılmaktadır. Aspir çiçeklerinin taç yaprakları sarı, turuncu ve kırmızı renkli olup, taç yapraklarında "carthamin" adı verilen boya maddesi bulunmaktadır. Bu şekilde bitkinin taç yapraklarından solmayan tabii boya elde edilmekte, ayrıca sarı taç yaprakları yemekte çeşni ve baharat olarak kullanılmaktadır[1].

Tohumun bileşiminde bulunan %35.4 oranındaki yağ özellikle linoleik asit bakımından zengin olmakta ve yağ kalitesini artırmaktadır. Palmitik, stearik, oleik ve linolenik asit gibi yağ asitlerinin miktarlarının düşük olması ise, aspir yağına yemeklik yağ özelliğini kazandırmaktadır[12]. Yarıkuruyan bir yağ olan asperi bu özelliği ile boya sanayinde kullanılmaktadır. Sabun, vernik, cila yapımında yağdan faydalanılmakta, hatta güneş yağı da elde edilmektedir[13].

Ülkemizde ziraat günden güne gelişmektedir. Buna paralel olarak da çeşitli mahsullerde hem üretim, hem de verimde artışlar olmaktadır. Özellikle son yıllarda sulama, gübreleme, ilaçlama ve makinalaşma gibi konulara eğilinmiştir. Çünkü aspir yetiştirenler, aspir'in verimi az ve piyasası düşük olduğundan gübreleme, sulama yapmamaktadır. Aspir ziraatinde makinalaşma zayıftır[3] . Dolayısıyla üretimde artış gerçekleşmemekte buna bağlı olarak ülkemizde de teknolojik açıdan kullanımı da yaygınlaşmamaktadır.

## 2. KAYNAK TARAMASI

Bu bölümde, üzerinde çalışılan Aspir (*Carthamus tinctorius L.*) tarihçesi, sistematikteki yeri, botanik özellikleri, üretimi ve yayılış alanları verilmiştir. Ayrıca ekonomik önemi, yağ üretim yöntemleri, yağlı tohum ekstraksiyonu yönünde gerçekleşen işlemler ve etkili faktörler üzerinde durulmuştur.

### 2.1 Aspir'in Tarihçesi ve Yayılışı

Aspir, Güney Asya kökenli bir bitkidir. M.Ö.3500 yıllarında Mısır'da yetiştirildiği bilinmektedir. Hindistan, Çin ve Japonya'da eski bir kültür bitkisi olarak tanınmaktadır. Buralardan Türkistan'a ve çevresine yayıldığı sanılmaktadır[4].

Ortaçağlar boyunca İtalya, Fransa ve İspanya'da yetiştirilmiştir. Amerika'nın keşfinden sonra İspanyollar Meksika'ya oradan Venezüella'ya ve Kolombiya'ya getirmişlerdir. 1925'de Akdeniz bölgesinden Amerika'ya tanıtılmıştır. Şu anda 100. meridyenin doğusundaki bütün bölgelerde yetiştirilmektedir [14].

Aspir'in dikenli çeşidi Türkiye'ye Bulgaristan'dan gelen göçmenlerle girmiş Balıkesir ve Eskişehir bölgesinde yayılmıştır. Bu bölgelerde 30-40 yıldır üretilmektedir. Dikensiz çeşitin ekimine geçildikten sonra dikenli çeşitin ekimi gerilemektedir[2].

### 2.2 Dünyada ve Türkiye'de Aspir Üretimi

Aspir, dünyada bazı ülkelerde sanayi hammaddesi olarak yetiştirilmektedir. En fazla Mısır, Hindistan, Afganistan, Habeşistan, İran, Etiyopya, Amerika, İspanya, Meksika, Portekiz ve Avustralya'da üretimi vardır[8].

Dünya nüfusunun artışına paralel olarak yağ tüketimi de artmıştır. Daha fazla yağlı tohuma ihtiyaç olmuştur. Bu durumda en büyük faaliyet ismi geçen ülkelerde olurken diğer bazı ülkelerde de üretim olmuştur. Ancak üretim istatistik rakamları tam değildir[4].

Ülkemizde aspir ancak belli bölgelerde tanınmakta ve yerel tüketim için basit yöntemlerle yetiştirilmektedir. En fazla Balıkesir ilinde sonra sırasıyla Isparta, Eskişehir,

Kütahya ve diğer bazıları olmak üzere on ilde yetiştirilmektedir. Diğer illerde henüz yaygınlaşmamış veya deneme üretimi halindedir[2].

Ülkemizde üretilen aspir ekiliş alanlarının yıllara göre dağılımı Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2-1 Türkiye'de aspir ekiliş ve üretiminin yıllara göre dağılımı [2], [3], [5]

Yıllar	Ekiliş Alanı	Üretim	Verim
	(Hektar)	(Ton)	(kg/Hektar)
1952-56	844	600	685
1957-61	572	470	754
1962-66	942	776	828
1967-71	1196	966	811
1972-76	2046	1370	670
1977-81	779	661	849
1982-86	230	232	1006
1987	238	260	1092
1988	155	150	967
1989	234	168	889
1990	146	124	849

Çizelge 2.1'in incelenmesinden görüleceği gibi Türkiye'de aspir ekim alanı ve üretiminde düzenli bir artış olmadığı gibi, hatta bir düşmenin olduğu görülmektedir. Aspir verimide çevre şartlarına bağlı olarak yıldan yıla değişmiştir.

### 2.3 Aspir'in Sistematığı ve Sitolojisi

Aspir, *Campanulatae* takımından, *Compositae* familyasından, *Carthamus* cinsinden *Carthamus tinctorius L.* türü olarak sistematikte yerini alır.

Haploid kromozom  $n=8$  ve  $n=12$  sayılı formları vardır.

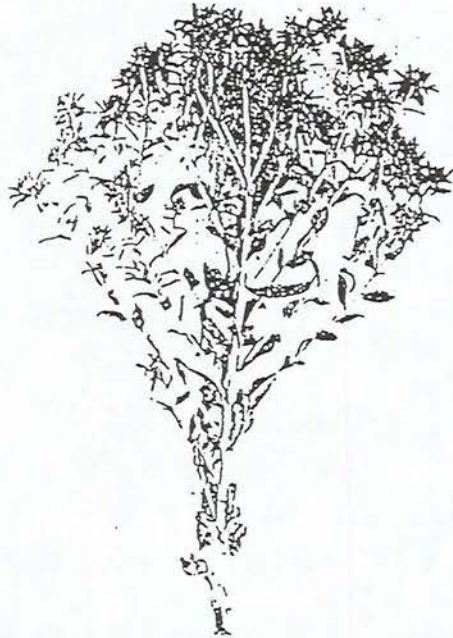
## 2.4 Aspir'in Botanik Özellikleri

Aspir tek yıllık bir bitkidir. Aspir'in bilinen ve ziraatı yapılan iki tipi vardır; dikenli ve dikensiz.

**Kök :** Kazık köklü bir bitkidir. Yan kökleri de iyi gelişmiştir. Bu köklerle toprağa kuvvetli tutunur. Genellikle 100-150cm derine, 40-60cm yanlara yayılır[4], [9].

**Sap :** Aspir önce toprak üzerinde rozet oluşturur ve daha sonra rozet yaprakları arasından çıkar. Sap dik olarak büyür. Yuvarlak 0.5-3.0cm kalınlığında ve 30-150cm uzunluğundadır. Dikenli çeşitlerde üzeri sert dikenlerle kaplıdır. İslah edilmiş olanları dikensizdir. Sapın içi öz ile doludur[2].

**Dal :** Fazla dallanan bir bitkidir. Aspir bitkisi dallanmanın, gövde üzerinde, başladığı yere göre iki şekilde tasnif edilmektedir: Gövdedeki dallanma yüksekliği 30cm'den az olursa; "aşağıdan dallanan çeşitler" eğer 30cm 'den yukarıda olursa; "yukarıdan dallanan çeşitler" olarak ayrılmaktadır. Kıraçta, verimsiz topraklarda, bitki boylanamaz ve az dallanır. Verimli taban topraklarda sulanır ve iyi bakım şartlarında hem boylanır hem de çok miktarda dallanır. Yan dallar tekrar ikinci dereceden dallara ayrılır. Her dal ucunda bir çiçek topluluğu (tabla) meydana gelir [4].



Şekil 2-1 Aspir bitkisinde dallanma ve çiçekler, [9]

**Yaprak :** Dar ve uzundur. Gerek dikenli ve gerekse dikensiz olan varyetelerin her ikisinde de genel olarak bitki gövdesinin aşağı kısmında bulunan yaprakların dikensiz, tepede bulunan yaprakların ise az ve çok dikenli olduğu bilinmektedir. Hem dikenli hem de dikensiz tipler üzerindeki yapraklar aşağıdan yukarıya doğru çıkıldıkça küçülmekte yaprak rengide açık yeşilden koyu yeşile kadar değişmektedir [5], [8].

**Çiçek :** Çiçekler 2-5 cm çapında bir tabla üzerinde bulunur. Tablanın en dışında çok sayıda koruyucu yaprak vardır. Taç yaprakları 5 uçlu bir boru şeklindedir. renkleri sarı, kırmızı, portakal ve beyaz renkte olabilir. Çiçek renklerinin bitki gelişmesinin değişik devrelerinde farklılık gösterdiği ve dikenli türlerin ise koyu renkte olduğu ancak formlarda olgunluktan sonra çiçek rengi koyulaşır [5], [8].

**Tohum :** Tohumların yüzü düz ve yumurta şeklinde olup renkleri beyaz veya krem renginde olabilir. Her bir dane çiçeklenmeden sonra olgunlaşır. Aspir tohumunda 1000 dane ağırlığı 35-40 gr'dır. Bu değer Eskişehir şartlarında 49.9 ile 22.2gr, İç Anadolu şartlarında ise 30-50gr arasında değişiklik gösterir. Tohum kabuk oranı %50 civarındadır. İnce kabuklu aspir çeşitlerinin dane kabuk oranı tesbit edilip kabuk oranı düştükçe yağ oranının arttığı bulunmuştur[9]. Tohumda kabuklu halde %20-25, kabuksuz halde %45 yağ bulunur. Kabuklu halde %12-15 protein içerir [3], [9].



Şekil 2-2 Aspir bitkisi çiçekleri



Şekil 2-2 (Devam) Aspir bitkisi çiçekleri

## 2.5. Aspir'in Kullanım Alanları

İsa'dan önce 1600'lerde Mısır'lılar aspir çiçeklerini kültür bitkisi olarak yetiştirmekteydi. Mumyaların vücutlarının sarıldığı papirüs şeritlerinin üzerine aspir'in renkli çiçekleri saçılıyordu. Muhtemelen bu adet çiçeklerin alkali çözeltide kırmızı renk veren "Carthamin" boyası içerdiğinin keşfiyle başlamıştı. İndigofera'nın bir türünden sağlanan mavi boya, indigo ile aspiden sağlanan renk ajanları tekstil ve gıdalar için çok önemli hale geldiler. Bu durum anilin boyalarının keşfine kadar sürdü[10].

100 yıl kadar önce Mısır ve Hindistan'da tohumları yağ kaynağı olarak kullanılmıştır[10].

Aspir tek yıllık bir yağ bitkisi olup, faydalanılan esas kısmı tohumlarından elde edilen yağ olmakla beraber, yan ürünler olarak küspesinden, saplarından ve çiçeklerinden de yararlanılır[10].

Aspir yağı altın sarısı rengi kendine has koku ve tadıyla yemeklik yağ olarak kullanılmakta, yarı kuruyan yağ olması nedeniyle boya yapımında, vernik, cila, sabun yapımında da kullanılmaktadır[2]. Aspir yağının en bariz özelliği, doymuş yağ asitleri oranı düşük, doymamış yağ asitleri oranının ise yüksek bulunması olup başlıca doymamış yağ asitleri oleik ve linoleik, doymuş yağ asitleri ise palmitik ve stearik asitlerdir. Diğer bitkisel yağlara oranla daha fazla linoleik asit içermektedir. Uzmanlar tarafından yağının, kalp ve damar hastalıklarına iyi geldiği belirtilmekte, romatizma ilacı olarak da kullanılmaktadır. Yağında %77 civarında linoleik asit içermesinden dolayı insan beslenmesi yönünden değeri artmıştır[10]. Aspir tohumu yağında linolenik asit çok az veya hiç bulunmaması, bu yağın hidrojenerasyonu yoluyla elde edilecek margarini de yüksek kalitede yapar. Aspir tanesinin yağı alındıktan sonra arta kalan küspe, hayvan yemi olarak kullanımı kabuklu veya kabuksuz olma durumuna göre değişir. Kabuksuz küspenin beslenme değeri daha yüksektir. Bu küspede %45.9 ham protein ve %19.8 karbonhidrat bulunur. Kabuklu da bu maddeler daha düşüktür. Küspede acılık olduğundan genellikle karışım halinde hayvanlara verilir[2]. Aspir tohumundan kabuklu veya kabuksuz olarak hazırlanan yemin ve kuru otun kimyasal bileşimi Çizelge 2.2'de verilmiştir[5].

Çizelge 2-2 Aspiden hazırlanan kabuklu ve kabuksuz yemlerin, kuru otun kimyasal bileşimleri[5]

	Kuru ot	Kabuk	Kabuklu yem	Kabuksuz yem
Nem	9.0	8.7	8.0	8.0
Yağ	2.2	4.7	6.0	7.6
Ham protein	11.2	3.8	19.0	36.0
Ham selüloz	28.6	53.1	33.0	17.5
Kül	7.8	1.4	4.0	7.4
Serbest N	41.2	28.4	30.0	23.5
H. protein (1)	7.9	---	15.2	32.0
H. N (2)	59.8	---	50.4	66.0
(1) Hazmolunur protein				
(2) Hazmolunur azot				

Aspirde çiçek yaprakları sarı, sarı kırmızı renktedir. Bundan solmayan bitkisel boyalar elde edilir. Basma boyasında kullanılır.

Aspir'in sap ve saman kısmı yakacak olarak kullanılır[2].

Karotenoid pigmentlerinden dolayı aspir yağı ısıtıldığında yağın rengi beyazlaşır. Çok az yada hiç linolenik asit içermemesi rengini korumasını sağlar ve sonradan sararma olmaz[5].

## 2.6 Aspir'in Önemi

Yurdumuzda bitkisel yağ üretimi amacıyla ayçiçeği, susam, haşhaş, çigit, yer fıstığı, soya ve mısır bitkileri tarımı uzun yıllardan beri yapılmaktadır. Bu bitkilerin büyük çoğunluğu yurdumuzun sahil kuşağında veya ılıman bölgelerinde yetiştirilmektedir. Büyük bir kısmının sulanır alanlarda tarımı yapılmaktadır. Artan nüfusla birlikte bu bitkilerin ülkenin bitkisel yağ ihtiyacını karşılamaması ve bitkisel yağ

ihtiyacının karşılanması için ithalat zorunluluğu ortaya çıkması yağışı daha az olan iç bölgelerde yağ bitkileri tarımı yapılması gerekliliğini ortaya koymuştur[5]. Aspir, yağışı az olan, toprak derinliği ve verimliliğinin az olduğu bölgelerde yetiştirilmesi mümkün bir bitkidir[9]. Ancak aspir yetiştirenler verimi az ve piyasası düşük olması nedeniyle gübreleme ve sulama yapmamaktadır[3].

[Doymamış yağ asitlerini yüksek oranda bulundurması aspir'in boya, vernik, baskı mürekkebi, koruyucu ve dekoratif kaplamada ham madde olarak kullanımını sağlar[5].

[Aspir yağının diğer bitki yağlarından daha fazla linoleik asit içermesi, iyot sayısının yüksek olması linolenik asit içermemesi onun hidrojenasyonla margarin üretimini ekonomik kılar. Ancak iyot sayısının yüksek oluşu yağın stabilitesini azaltarak çabuk bozulmasına neden olur[8].

## 2.7 Aspir Tohum Bileşimi

Farklı kaynaklardaki aspir tohumu analiz sonuçları Çizelge 2.3'de verilmiştir[9].

Çizelge 2-3 Aspir tohumunun ortalama % bileşimi[9]

Orjin	Tohum					Öz		Kabuk	
	Nem	Yağ	Protein	Kül	Ham Lif	Bütün Tohum	Yağ	Bütün Tohum	Yağ
Avustralya	---	36	---	---	---	52	56	---	9
Hindistan	8	31	14	15	34	52	60	48	1.7
(deneysel,ticari)	7	32	15	17	32	52	60	48	1.8
Kenya	6	22	18	---	---	60	46	---	---
Rusya, Volga	5	12	18	2	---	30	---	70	---
Rusya, Kafkasya	5	15	14	3	---	36	---	64	---
Somali	4	29	24	2	---	---	---	---	---
Sudan	---	37	---	---	---	62	57	38	18
USA, Kaliforniya	6	35	---	---	---	56	---	48	---
USA, Montana	---	33	13	3	---	51	---	49	---

Çizelge 2-3 (Devam) Aspir tohumunun ortalama % bileşimi[9]

USA, Nebraska	7	32	18	3	29	---	---	---	---
USA, Nebraska (kalın kabuk)	---	47	21	3	11	76	63	24	5
Venezuela	5	34	19	2	26	---	---	---	---

Çizelge 2.3'de görüldüğü gibi yüksek orandaki kabuk dikkat çekicidir. Bu aspir'in ticari üretiminde bir handikaptır, hem tohumda yağ yüzdesini, hem de unda protein içeriğini azaltır. Kabuk oranı %30 ile %64 arasındadır. Kalın kabuklar mekanik toplama tohum yağının hareketi, depolama ve işlemede problemlere neden olur. Buna karşın azaltılmış kabuk tohum yağında içerik %40 bazende %45'in üzerinde ve protein içeriğinde olan ortalama %12-15 oranını %20'ye yükseltecek şekildedir.

↳ Tübitak tarafından farklı aspir tohumu hatları için 1982'de yapılan analiz sonuçları Çizelge 2.4'dedir[5].

\*Çizelge 2-4 Aspir tohumun analiz sonuçları[5]

Hatlar	Nem (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)
5-62.1	7.61	1.62	15.93	28.24
5-118.1	7.47	1.89	13.65	25.24
5-135.3	7.97	2.92	13.66	23.57
5-154.2	7.37	3.63	13.80	35.06
5-196.1	8.14	3.32	17.13	29.11

Türkiye'de yetiştirilen aspir tohumu türleri dünyadakiler ile karşılaştırıldığında nem oranının daha fazla olmasına karşın diğer değerlerin ortalama olarak benzer, yağ oranının ise genel olarak daha yüksek olduğu görülür.

Aspir küspesi hayvan yemi olarak kullanılmakta, ancak kısmen acı tadı nedeniyle yemlere ve saplara karıştırılmaktadır. Aspir küspesinin kabuklu ve kabuksuz kimyasal bileşimi Çizelge 2-5ve 2-6'da verilmiştir[4].

Çizelge 2.5 Aspir küspesinin kimyasal yapısı (%), [4]

Unsurlar	Ortalama kabuklu (pres)	Ortalama kabuksuz (pres)
Su	9.2	8.6
Ham yağ	6.9	8.6
Ham protein	17.1	45.9
N. siz öz maddeler	28.7	19.8
Bütün organik maddeler	86.5	83.4
Ham selüloz	33.8	9.1
Ham kül	4.3	8.0

\*Çizelge 2.6 Aspir tohumu kimyasal bileşimi<sup>1</sup> \*

	Kuru madde	Ham protein	Ham yağ	Kül
Yağlı tohum posası,kabuklu (mekanik ekstraksiyon, Hindistan)	92.7	30.5	24.9	6.1
Yağlı tohum posası,kabuklu (mekanik ekstraksiyon, USA)	92.0	20.7	35.9	4.3
Yağlı tohum posası,kabuksuz (mekanik ekstraksiyon, Hindistan)	91.3	49.7	9.0	8.2
Yağlı tohum posası,kabuksuz (mekanik ekstraksiyon, USA)	92.0	39.1	19.0	8.0
Kabuklu, USA	91.3	4.2	58.2	1.5

Çizelge 2.5 ve 2.6'da görüldüğü gibi aspir küspesi kabuklu tohumdan veya kabuğu soyulmuş tohumdan elde edilmiş olsun besin unsurlarınca zengindir[4].

### \*2.7.1 Aspir yağının bileşimi \*

Aspir tohumu şekil bakımından ayçiçeği tohumuna benzemekte ise de, asperde dane ağırlığı (1000) 32.79gr olduğu halde ayçiçeğinde 63gr yani ayçiçeğindeki yarısı

<sup>1</sup> % kuru madde esasına göre hesaplanmıştır.

kadardır. Ayçiçeği tohumunda yağ %50 civarında olduğu halde aspirde %9.28 civarındadır. Aspir yağının fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2.7'de gösterilmiştir[7].

Çizelge 2.7 Aspir yağının fiziksel ve kimyasal özellikleri[7]

Özgül Ağırlık (25°)	0.919-0.924
Kırılma indisi	1.472-1.475
İyot sayısı	140-150
Sabunlaşma sayısı	186-197
Sabunlaşmayan madde (%)	1.5'den az

Orta Anadolu ürünü aspir yağının başlıca özellikleri Çizelge 2.8'de dış ülkelerdekilerle karşılaştırılmıştır[4].

Çizelge 2.8 Aspir yağının başlıca özellikleri[4]

	Orta Anadolu ürünü aspir	Dış ülkeler ürünü aspir
Renk	Koyu sarı	Kırmızı-sarı
Koku	Özel	Özel (Keskin kokulu)
Tad	Normal	---
20° 'de özgül ağırlık	0.922	0.919-0.929
20° 'de vizkozite cp.	54.57	9.6-10.8 E <sup>0</sup>
İyot indisi	139.9	126-150
Sabunlaşma sayısı	191.2	185-195

### 2.7.2 Aspir yağının yağ asitleri bileşimi

Tübitak tarafından aspir yağı Çizelge 2.9'da çeşitli yönleri ile incelenmiştir[5].

Çizelge 2.9 Yağ asitleri bileşimi (Tübitak: 1892), [5]

Hatlar	Miristik	Palmitik	Stearik	Oleik	Linoleik	Linolenik
5-62.1	Eser	7.59	3.49	13.42	75.50	Eser
5-118.1	0.27	8.75	3.34	14.22	73.18	0.24
5-135.3	0.13	7.38	2.94	13.38	75.98	0.18
5-154.2	Eser	6.76	1.62	69.46	21.36	0.76
5-196.1	Eser	7.41	2.78	13.38	76.39	Eser

Aspir yağı bileşiminde bulunan yağ asitlerinin birbiriyle ilişkisi incelendiğinde linoleik asitle oleik asit arasında negatif, linoleik asitle stearik asitler arasında pozitif bir ilişki vardır. Araştırmaya göre iyot değeri ile linoleik asit arasında pozitif, iyot değeri ile oleik asit arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Bu ilişki Çizelge 2.10'da gösterilmiştir[5].

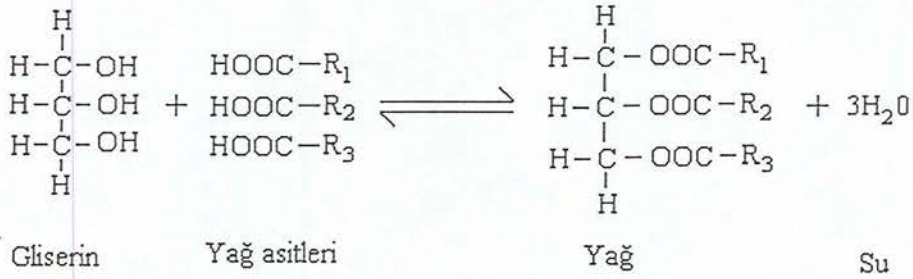
Çizelge 2.10 Aspir tohumu yağındaki linoleik ve oleik asitler arasındaki ilişki,[5]

Orjin	İyot değeri	Linoleik asit (%)	Oleik asit (%)	Stearik asit (%)	Palmitik asit (%)
Mısır	144	79.5	10.7	1.9	7.9
Hindistan (I)	142	76.9	14.2	2.1	6.8
Sudan	139	76.5	13.2	2.6	7.7
İsrail	135	69.5	20.7	2.8	7.0
Avustralya (I)	123	53.4	36.6	1.6	5.4
İran	114	45.5	48.1	0.8	5.6
Avustralya (II)	95	22.4	70.4	1.8	5.4
Hindistan (II)	87	11.9	82.5	0.6	5.0

## 2.8 Yağlar Hakkında Genel Bilgiler

### 2.8.1 Yağların tanımı

Yağlar, yüksek moleküllü yağ asitlerinin, üç değerli bir alkol olan gliserin ile oluşturdukları esterlerdir. Yağ asitlerinin gliserinle esterleşmesi ise aşağıdaki gibidir.



Bir trigliserid 3 yağ asidi ve gliserolden oluşmaktadır. Bir trigliseritteki yağ asitlerinin hepsi aynı ise "basit trigliserid" olarak adlandırılır. Bununla birlikte iki yada üç çeşit yağ asidi molekülünün karışımı ile oluşanlara "karışık trigliserid" denmektedir. Bir yağın fiziksel ve kimyasal özellikleri yapısına iştirak eden yağ asitleri cinsine bağlıdır[21].

Doymuş yağ asitleri, dallanmamış zincir formunda dizilmiş karbon atomlarının doymuş olması ile yani hiç bir çift bağ bulundurmaması ile karakterize edilirler. Tabii yağlarda genel olarak yağ asitleri molekülde tek sayılı karbon atomu ihtiva ederler (4C'ludan 26C'luya kadar) Doymamış yağ asitleri molekülde bir veya daha çok sayıda çift bağ ile karakterize edilirler. Tüm doymamış yağ asitleri sıvıdırlar. Bunun için doymamış yağ asitleri kolay okside olurlar. Bu yağların muhafazası sırasında arzu edilmeyen değişikliklerin olmasına neden olur.

Çizelge 2.11'de doymuş yağ asitleri Çizelge 2.12'de doymamış yağ asitlerinin kapalı formülleri ve en çok buldukları yerler verilmiştir.

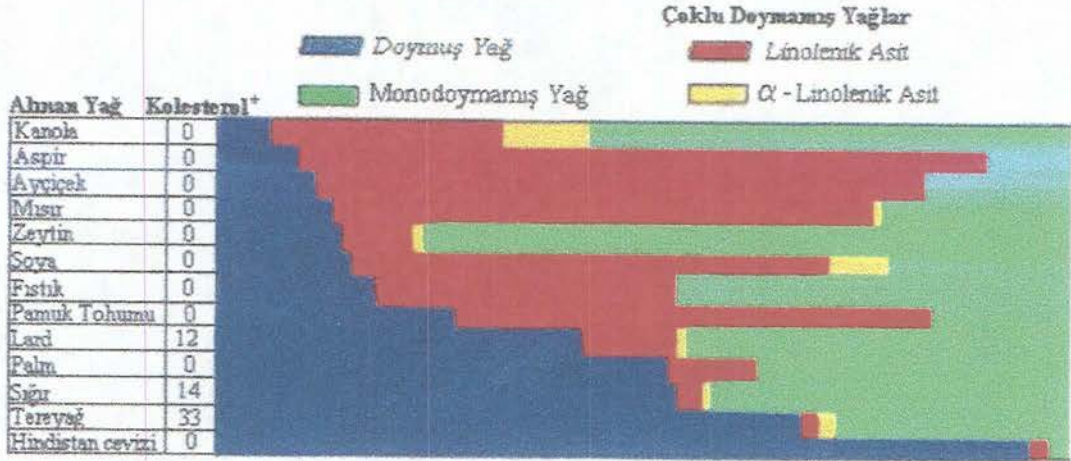
Çizelge 2-11 Doymuş yağ asitleri

Trivial İsmi	Sistemantik İsmi	Formülü	Bulunduğu Yer
Tereyağ asidi	Bütirik asit	$C_3 H_7 COOH$	Süt yağı
Kapronik asit	Hekzanoik asit	$C_5 H_{11} COOH$	Süt yağı, palm çekirdeği, kakao yağı
Kaprilik asit	Oktanoik asit	$C_7 H_{15} COOH$	Kakao, palm çekirdeği, süt yağı
Kaprik asit	Dekanoik asit	$C_9 H_{19} COOH$	Kakao, palm çekirdeği, süt yağı
Lavrik asit	Dodekanoik asit	$C_{11} H_{23} COOH$	Kakao, palm çekirdeği, süt yağı
Miristik asit	Tetradekanoik asit	$C_{13} H_{27} COOH$	Kakao, palm çekirdeği, süt yağı ve hemen hemen bütün bitkisel ve hayvansal yağlar
Palmitik asit	Hekzadekanoik asit	$C_{15} H_{31} COOH$	Tüm yağlar
Stearik asit	Oktadekanoik asit	$C_{17} H_{35} COOH$	Daha çok hayvansal yağlar
Araşidik asit	Eikosanoik asit	$C_{19} H_{39} COOH$	Yer fıstığı yağı
Behenoik asit	Docosanoik asit	$C_{21} H_{43} COOH$	Yer fıstığı, koza yağı

Çizelge 2-12 Doymamış yağ asitleri

Trivial İsmi	Sistemantik ismi	Formülü	Bulunduğu Yer
Palmito oleik asit	9 Hezadekanoik asit	$C_{15}H_{29} COOH$	Deniz hayvanları yağları çok az bitkisel ve hayvansal yağlar
Oleik asit	9 Oktadesenoik asit	$C_{17}H_{33} COOH$	Tüm yağlar
Eleostarik asit	9 Oktadesenoik (tam)	$C_{17}H_{33} COOH$	Eser miktarda hayvansal yağlarda
Erusik asit	13 Dukosenoik asit	$C_{21}H_{41} COOH$	Kolza, hardal yağı
Linoleik asit	9, 12 Oktadekanoik asit	$C_{17}H_{31} COOH$	Aspir, soya, ayçiçek ve pamuk
Linolenik asit	9, 12, 15 Oktadekatrienoik asit	$C_{17}H_{29} COOH$	Keten tohumu yağı
Araşidonik asit	5, 8, 11, 14 Eikosatetrenoik asit	$C_{19}H_{31} COOH$	Az miktarda hayvansal yağlarda
Klupanadonik asit	4, 8, 12, 15, 21 Dokasapantanoik asit	$C_{19}H_{29} COOH$	
Nisinik asit	3 8 12 15 18 21 Tetrakosahekzanoik asit	$C_{23}H_{35} COOH$	Balık yağı

Amerika'da en çok tüketilen yağların yağ asitleri dağılımı Şekil 2.3'te verilmiştir.



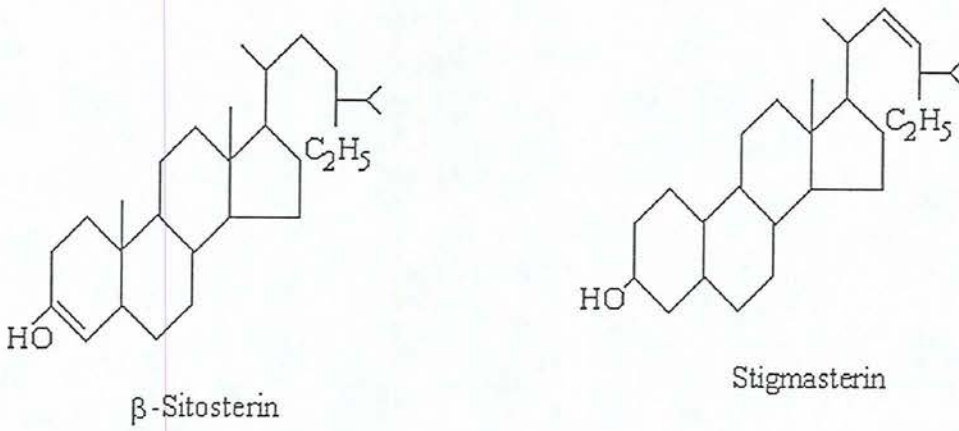
\*Kolesterol mg/kaşık

Şekil 2.3 Doymuş, monodoymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri dağılımı

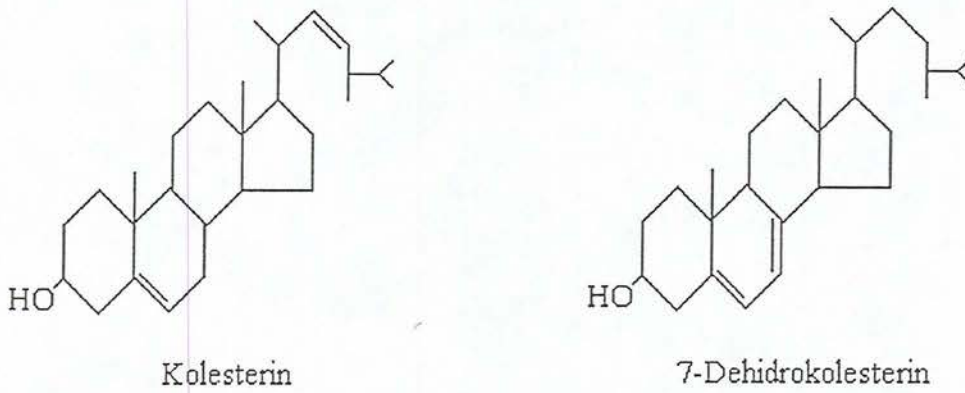
## 2.8.2 Yağların sınıflandırılması

Yağlar orijinlerine , fiziksel özelliklerine , kimyasal bileşimlerine veya fizyolojik görevlerine göre sınıflandırılabilir.

Yağlar orijinlerine göre, bitkisel ve hayvansal yağlar olarak ikiye ayrılırlar. Bitkisel yağların bünyesinde fitostreinler, hayvansal yağlarda ise zoosterinler ve özellikle de kolesterol bulunur. Bu iki gruba ait önemli çeşitler Şekil 2.4 ve Şekil 2.5'de verilmiştir[12].



Şekil 2.4 Fitosterinler



Şekil 2.5 Zoosterinler

Yağlar fiziksel özelliklerine göre, sıvı ve katı yağlar olarak ayrılırsa da bu ayrım kesin değildir. Çünkü sıcaklıkla ilgili olarak bir yağ her iki özelliği de gösterebilir[7].

### 2.8.3 Yağ benzeri maddeler

Trigliseritler normal yağların %95'lik kısmını oluşturmaktadır. %5'lık kısım ise mono ve digliseritleri; serbest yağ asitleri, fosfatidler, steroller, yağ alkolleri, yağda çözünen vitaminler ve diğer maddelerdir[7].

Yağlı bitki tohumları ham yağdan başka bir çok yabancı madde içerirler. Bu yabancı maddeler ekstraksiyonun ilk aşamasında ham yağa karışırlar. Bunlar yağın rengi, kokusu, lezzeti ve kalitesi üzerine menfi etki ederler.

## 2.9 Bitkisel Hammaddelerden Yağ Çıkarma Metodları

Bitkisel yağların çıkarılması iki metodla gerçekleştirilmektedir.

1. Presleme (basınçla)
2. Ekstraksiyon (solventle)

Bu metodların seçimi yağın kaynağına ve kullanım amacına göre değişmektedir. Presle çıkarılan yağların yemeklik kalitesi daha yüksektir. Fakat küspede fazla miktarda yağ kalırken (%2.5-5) solvent ekstraksiyonda küspede yaklaşık %1'den az yağ kalmaktadır[16]. Yağlı tohumlar, yağla birleşmiş olarak fazlaca katı materyal içerirler. Bu yüzden yağlı tohumda önce bir takım ön işlemlerin yapılması gerekir.

## 2.10 Yağ Hammaddelerinin Depolanması

Özellikle yağlı tohumların işlenmesi halinde, yılda en az 250-300 gün gibi uzun bir kampanya süresi olan işletmeler, ya üretici veya tüccar elinde, ya da kooperatif veya kendi depolarında, en az altı ay gibi uzunca bir süre depolanmış hammaddeleri işlemek zorundadırlar. Bu durum isei esas görevi ait olduğu bitkinin neslini uygun bir başka zaman ve zeminde sürdürmek olan canlı tohumun, işletmeye sevk edildiği ana değin, en az yapısal değişikliğe uğrayacak şekilde depolanmasını zorunlu kılar.

Depolamada üzerinde durulması gereken en önemli nokta, tarımsal ürünlerin canlı bir yapıda olmaları ve yaptıkları solunum sonucu, gerek depo atmosferinde, gerekse oluşturdukları yağında sıcaklığın yükselmesidir. Çünkü bu arada ortamda termofil bakterilerin bulunması, özellikle yağlı tohumlarda sıcaklık artışı sonucu oluşan kızışmanın, yangınlara dönüşmesine bile neden olabilmektedir. Bu nedenle yağlı tohumların yapılarındaki enzimler atkisinde oluşan biyokimyasal olayların en az düzeye indirildiği kritik nem derecesinin altında bir nem içerecek şekilde kurutulduktan sonra

depolanmasına ve depo atmosferindeki bağıl nem oranının, depolama süresince %75'i, sıcaklığın ise 15.5<sup>0</sup>C'yi geçmemesine özen gösterilmelidir.

Bu arada yağlı tohumlar depolanırken gerek yığın içi, gerekse depo atmosferi sıcaklık ve nem yönünden yazıcı ölçerler ayrdımıyla sürekli kontrol edilmeli ve bir sıcaklık artışı yada terleme saptanması halinde, depodaki havalandırma sistemleri çalıştırılarak depo atmosferinin veya yığının sıcaklığı ve nemi normal sınırlara çekilmelidir.

### 2.11 Ham Yağ Eldesindeki Hazırlık Aşamaları

Yağlı tohumlardan yağ çıkarma için hazırlanmasında aşağıdaki aşamalar yer almaktadır.

1. Temizleme
2. Kırma ve ayırma
3. Ezme
4. Pullama (Flaking)
5. Kavurma (Pişirme)

**Temizleme :** Yağlı tohumların işlenmesinde ilk adım yabancı maddelerin tohumdan ayrılmasıdır. Bu da ekstraksiyon için çok büyük önem taşır. Mesela fazla miktarda toz ihtiva eden soya fasulyesin ekstraksiyonu, asidi yüksek, peroksit değeri yüksek, rengi koyu ve demir miktarı yüksek bir yağ elde edilmesine neden olur. Yağ teknolojisinde en önemli husus rafinasyon sırasında kaybın en az düzeyde olmasıdır. Bu ise yağın kalitesi ile orantılı olduğundan ham yağın elde edilışinde yapılan her hata sonuçta rafine kayıplarının artışına neden olacaktır. Aynı şekilde tohumlarının kabuklarının temizlenmeside iyi bir ham yağ elde edilmesine yardım eder. Tohumlardan bitkisel parçacıklar, saplar, yapraklar ve benzeri değersiz artıklar döner elekler veya sarsaklarla küteden ayrılmaktadır. Bu arada kum ve tozlar da eleyiciler ile uzaklaştırılmaktadır. Çeşitli demir parçacıklarını uzaklaştırmak için bir kayış konveyör üzerindeki elektronik düzenlerden istifade edilir. Özel taşlar ise ağır taş parçacıklarının ve yer fıstıklarından çamur topraklarının çıkarılmasında kullanılır. Pnömatik sistem ile

hafif materyaller ayrılırken, yağlı tohumlardan oluşan ağır maddeler aspirasyon alanı içinde çökelmektedir. Böylece hafif sap, saman, bitkisel artıkların yağlı tohumdan ayrılması sağlanmaktadır. Yağlı tohumların depolanmadan önce temizliğinin yapılması tercih edilir.

**Kırma ve Ayırma :** Yağlı tohumların kabukları genellikle ekstraksiyondan önce soyulmaktadır. Yağlı tohumların kabuklarında yağ içeriği düşüktür. Genellikle de %1'den daha az düzeydedir. Kabuk soyma ile toplam yağ miktarında azalma olsa bile yağ verimi artacağından dolayı elde edilen yağ miktarında artış meydana gelir. Kabuklar ekstraksiyondan önce tohumdan uzaklaştırılmazsa pres kekinde adsorbsiyon ve tutulma artacağından yağın toplam verimi azalır.

Pamuk tohumu, ayçiçeği ve yer fıstığı gibi esnek kabuklarla kaplı orta hacimli yağlı tohum kabuklarının soyulmasında bar ve disk kabuk soyucular kullanılır.

Keten tohumu, kolza, susam, aspir gibi çok küçük hacimli yağlı tohumlarda kabuk soyma işlemi çok küçük olduğundan uygulanmaz. Soya, ayçiçeği, pamuk tohumu, yer fıstığı gibi tohumlar ise kabuk soymadan sonra işleme alınırlar. Kabuk soyma makinelerinin dizaynında her yağlı tohumun özelliği dikkate alınarak kendine özgü kabuk ayırma sistemi dizayn edilmiştir. Soyulan kabuklar, eleme veya aspirasyon (hava akımı) yoluyla iç kısımdan ayrılarak uzaklaştırılırlar[18].

Yabancı maddelerden ayrılıp temizlenen tohumlar özel kırıcılarda satifüj çarpma yöntemiyle kırılırlar. Silindirik sabit bir gövde içinde dakikada 600-650 devirle dönen paletlerden oluşan bir tambur üstten gelen tohumları cidara savurarak çarptırır. Tohumların çarptırıldığı bu silindirik gövdenin içi setlerden oluşmuş olup çentiklidir. Kırma işlemi dönen tamburla dış cidar arasındaki uzaklık ayarlanarak kontrol edilir. Çarpma sonucunda tohumların bir kısmı bütün halinde, bir kısmı ise ufalanarak kabuklarından ayrılır.

Kırma işleminden sonra iç dane kabuk, döner ve sarsıntılı eleklerde, ayırma işlemine sokulur. Sistemin esası iç daneye oranla çok daha hafif olan ( $120 \text{ kg/m}^3$ ) kabukların iç daneden hava akımları ile emilmesine dayanır. Ancak hava akımı ile ufalanmış iç dane parçacıklarının da emilmesini önlemek için eleklerden elenir. Bu

eleme sonucu ayrılan küçük iç dane ve kabuk karışımı dorudan değirmenlere gider. Ayırmadan geriye kalan iç dane ve kabuklardan ayrılır. Hava akımı ile kabuklar emilip yan ürün olarak satılır[9].

**Ezme :** Ayırma işleminden gelen iç daneler toplu değirmenlerde ezilirler. Ezme topları kanalda olup çapları ve uzunlukları istenilen kapasiteye göre değişir. Ezme işleminin gayesi, hücre zarlarının yırtılarak patlaması ve iç danenin presyona hazırlanmasıdır.

**Pullama :** Yağ hammaddelerine pullama işlemlerinin uygulanmasında en temel amaç bunları oluşturan doku ve hücreleri mümkün olduğunca parçalayarak presleme veya ekstraksiyon işlemleri sırasında yağ çıkışını kolaylaştırmaktır[17]. Tohumlar pullanarak ekstraksiyon sırasında çözücünün, tohumun içine ve dışına difüzyonu için alacağı mesafenin bir yönde kısaltılması, çözücünün hücre içine difüzyonuna en büyük direnci gösteren hücre zarlarının tahrip edilmesi ile sağlanır[20]. Bu sebeple ekstraksiyon hızı ve verimliliği üzerinde yağlı tohum dokularının parçalanma derecesi en önemli kriteri oluşturmaktadır. Pulların tahrip olması da ekstraksiyon hızını etkileyen bir diğer önemli kriterdir[20].

Boyut küçültme ve pullama amacıyla yağ sanayinde en çok yararlanılan makinalar valsli tohum ezici ve öğütücülerdir. Bu sistemler üst üste oturtulmuş yada yan yana getirilerek güçlü yaylarla sıkıştırılmış dişli veya düz valslerden oluşmuşlardır. Kolza, haşhaş, susam, ayçiçeği, aspir ve çigit gibi küçük daneli hammaddelerin işlenmeleri söz konusu olduğunda ön öğütme için kullanılan hafif dişlendirilmiş valslerle etkin bir ezme işlemi gerçekleştiren düz valsler birlikte kullanılır. Ancak valsli öğütücü veya ezicilerde valslerin aynı hızla dönmeleri halinde hammaddeler yalnızca basınç etkisinden yararlanılarak ufaltılırken farklı dönüş hızı ile çalıştırıldıklarında basınç etkisi yanında rendeleme veya yoğurma etkisinden de yararlanılmış olur[17].

Son olarak iyi bir pullama işleminin gerçekleşmesi için yağlı tohumun oldukça yüksek bir rutubete sahip olması gerekir. Çok kuru tohum iyi pullanmamaktadır. Bu nedenle pullanmadan önce tohumun rutubetlenmesi gerekmektedir. Böylece bir sonraki işlem olan pişirme için en uygun rutubet miktarı sağlanmış olur[7].

**Kavurma (Pişirme) :** Presyondan önce yağlı tohuma uygulanan ısı işleme "pişirme" denir. Pişirme işleminin ana gayesi yağ hücrelerinin çeperlerindeki proteinin koagüle olmasını (pıhtılaşmasını) sağlayarak bu cidarları yağın geçmesine müsait hale getirmektedir.

Bu işlemde ısı ile birlikte rutubet gerekir. Su olmadıkça proteinin pıhtılaşması zor olmaktadır. Yağın sızdırılmasını kolaylaştırmak üzere ısı ve nem eşliğinde uygulanan "kondisyonlama" işleminden yararlanır. Genel olarak bütün yağlı tohumlarda yağ ultra mikroskopik damlalar halinde bütün tohumun içinde dağılmış durumdadır. Pişirmenin önemli etkilerinden biri de çok küçük damlacıkları bir araya toplamak ve böylece tohumdan dışarı kolaylıkla çıkabilecek hale getirmektir. Bu safhada en önemli faktör proteinin ısı ile denatüre olmasıdır. Proteinin yapısında değişiklik meydana getiren bu olaydan önce yağ damlacıkları emülsiyon halindedir. Denatürasyon nedeni ile protein pıhtılaşır ve pıhtılaşmada emülsiyonu kırar. Emülsiyonun kırılması ise yağın serbest kalmasını ve tohumdan kolaylıkla ayrılmasını sağlar.

Kavurma, preslerin üzerine monte edilmiş 2-5 katlı ısıtma tavalarında yapılır. İç dane üst tavaya geldiğinde dikey bir mile bağlı palet şeklinde karıştırıcılar yardımıyla devamlı karıştırılıp, direkt ve indirekt buharla ısıtılarak diğer tavalara iner ve yaklaşık 105<sup>0</sup>C'de preslemeye girer. Preslemeye giren kavrulmuş içte nem oranı presleme yönteminde %4-5, ekstraksiyon yönteminde %6-7 civarındadır.

Pişirmenin bir diğer önemli tesiri ise yağlı tohumun kuruması ve presleme için uygun bir yapı kazanmasıdır. Bu sayede etkili bir presleme işlemi sağlanmış olur. İyi pişirilmiş olarak preslenen bir tohumdan alınan yağ, çiğ bir tohumdan alınan yağa nazaran miktar olarak daha fazla olduğu gibi, çiğ tohumdan elde edilen yağın içerisinde daha fazla yabancı madde vardır[7].

Bu işlemin işletme verimliliği ve ekonomisi açısından yararları şunlardır:

-- İşlem sırasında tohum yapısında doğal olarak yer alan ve üretilecek yağda, neden olduğu hidroliz sonucu serbest asitliği artıran enzimlerin inaktivasyonu sağlanmış olur.

-- Uygulanan ısı etkisinde yağın yüzey gerilim katsayısı ve vizkozitesi düşürülerek, tohum kitlesinden daha kolay sızdırılması sağlanır.

-- Yine aynı etki sonucu tohum kitlesi içinde çok küçük zerrecikler halinde dağılmış olan yağın tohumdan kolaylıkla ayrılabilen iri kümeler oluşturması sağlanır.

-- İçerdiği protein yapısındaki bileşikler nedeni ile yarıgeçirgen özellik gösteren hücre zarı uygulanan ısısal işlem sonucu söz konusu bileşikler denature edildiğinden geçirgen bir özellik kazanır ve yağ sızmasına karşı gösterdiği direnç kırılmış olur.

-- Özellikle çığidin işlenmesi söz konusu olduğunda hayvansal organizma üzerine zehir etkisi yapan gossypol, ısı etkisinde proteinlerle kompleks bileşikler oluşturarak gossypole dönüşür. Böylece gossypolün zararlı etkisi giderildiğinden küspenin hayvan yemi olarak kullanılabilmesi sağlanmış olur.

-- Nihayet kondisyonlama işlemi sırasında tohumda hoş giden aroma oluşumu elde edilen küspenin hayvan yemi olarak değerlendirilmesini kolaylaştırmaktadır.

Ancak değinilen tüm bu yararların gerektiğince sağlanması herşeyden önce kondisyonlama işleminin usulünce yapılmasına bağlıdır

## 2.12 Yağlı Ezmeden Yağın Ekstraksiyonu

Ön hazırlaması tamamlanmış yağlı tohumlar pişirici tavalardan geçtikten ve yeterli sıcaklığa eriştikten sonra preslere verilir ve preslerin helezonlarında sıkılarak yağ ve pres küspesi ayrılır.

Yağlı tohumlardan yağ ayırmada presleme veya çözücü ekstraksiyonu uygulanmaktadır.

### 2.12.1. Presleme

Bu yöntem kesikli yada sürekli uygulanabilmektedir.

### 2.12.1.1 Kesikli (Batch) presleme

Yağ ekstraksiyonunun en eski şekli çuval, kumaş veya diğer uygun bir materyalin sarılarak yığın haline getirilmesi ve bu yığına basınç uygulanarak yağın eldesi şeklindeydi. Modern presleme işlemleri hidrolik sistemlerle hareketlendirilen ve değişmeyen bir geometriyle dizayn edilmiş sistemlerdir. Bu sistemler Batch (kesikli) sistemler olarak da isimlendirilirler.

Kesikli presler iki ana sınıfa ayrılabilir. Yağlı materyallerin bir pres kumaşına sarılmasını gerektiren açık tip presler ve çeşitli kafesler içerisine materyalin yerleştirilmesi ve pres bezinden yağın sızmasını sağlayan kapalı tip presler bu sınıfları oluşturur. Açık tip presler tabakalı (plate) ve kutu (box) tipi presler olmak üzere iki alt gruba ayrılır. Kapalı tip presler ise pot presler ve kafes (cage) presler olarak sınıflandırılır.

Yağlı tohumdaki yağ ile katı materyal arasındaki ilgi tohumun içerdiği nem miktarına, kavurma metoduna ve tohumun kimyasal kompozisyonuna bağlıdır. Zarar görmüş tohumlar genelde, yağı kaliteli tohumlara göre daha çok tutarak bırakmazlar. Yağ, basınç uygulamasıyla, max. Basınca ulaştığında ortam sıcaklığı ve viskozitesine bağlı olarak serbest kalır.

Yağlı tohumlardan yağın eldesinde uygulanan basınç, presleme süresi, presleme sıcaklığı ve yağ viskozitesi çok önemli faktörlerdir. Yağlı tohumdan yağın eldesinde sadece basınç etkili bir presleme için yeterli değildir. Basıncın uygulama süresi ve şekli önemlidir.

**Açık Presler:** Sıkılarak hazırlanmış hammadde bez torbalara konarak dalgalı çelik plakalar arasına yerleştirilir. Torbalara konan hammaddenin tabaka kalınlığı 7.5 – 15 cm kadar olur. Plakalı raflar dolunca, basınç yavaş yavaş başlar ve basınç gittikçe yükseltilir. Yağın akması beklenir, yağ akması yavaşlayınca veya durunca, basınç yeniden yavaş yavaş artırılır.

Açık preslerde, kenarlardaki kısımlarda fazla yağ kalır. Bu nedenle kenarlar kesilir, ufalanır, ve yeniden pres edilir. Böyle açık preslere konacak hammaddeye ayrı bir aletle şekil verilir. Bu preslerde basınç 110-125 atm/cm<sup>2</sup>'yi bulur.

**Kapalı presler:** Süzgeçli presler kapalı preslerdir. Preslenecek tohumlar, delikli süzgeç şeklindeki silindir içerisinde yer alırlar. Prese tohumlar tabakalı yerleştirilir. Belli miktar yağlı ezmeden sonra metalik levha prese yerleştirilir. Levha ile yağlı ezme arasına keçe yerleştirilerek tohumdaki yağın kolayca akarak delikli pres gövdesinden ayrılması sağlanır. Bu pres tiplerinin yuvarlak ve kare şeklinde olanları mevcuttur. Bazı yağlı tohumlar tek bir presleme ile yağını vermezler. Bu tip tohumlarda ikinci bir preslemeye başvurulur. Ancak bu tip tohumlarda sürekli presleme tercih edilir.

Bu presler, özellikle bezden ekonomi sağlamak için kullanılır. Pamuk, yer fıstığı ve ayrıca fazla yağ az lif içeren hammaddeler için kullanılır. Bunlarda basınç daha yüksektir (400 atm/cm<sup>2</sup>) [22].

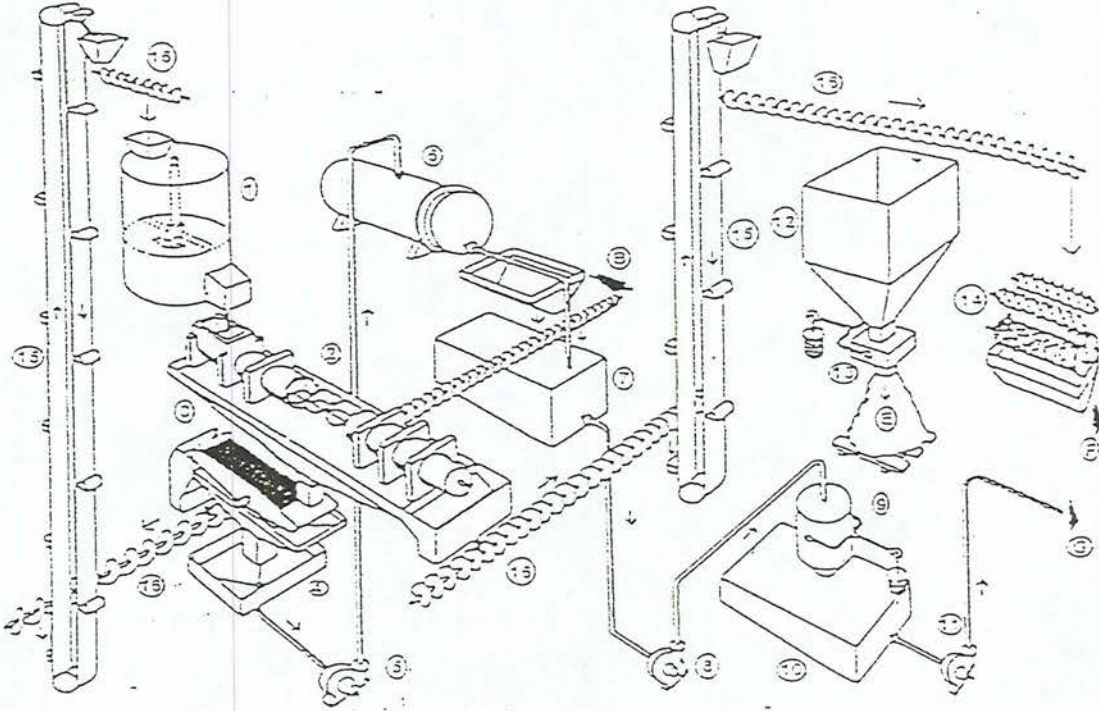
#### 2.12.1.2 Sürekli (Continuous) presleme

Sürekli presleme sağlayan ekspeller veya helezon presler soya, pamuk tohumu, keten tohumu ve yer fıstığında mekanik ekstraksiyon için yaygın kullanılan preslerdir. Ayrıca kopra, palm çekirdeği ve diğer yağlı tohumlarda yağın eldesinde dünyanın hemen her yerinde kullanılan yaygın preslerdir.

Etkili presleme gücüne sahip olan bu preslerde preslenen tohumların küspelerinde ancak %3-4 civarında yağ kalır. Hidrolik preslerde ise %5-8 civarında yağ kalabilmektedir. Normal sürekli preslerde ise %5-8 civarında yağ kalabilmektedir. Normal sürekli preslerde kapalı bir sistem içerisinde dönen ve etrafındaki hammaddeyi ileri doğru sevk eden ve sıkıştıran paletler vardır. Bu sayede oluşturulan basınçla sızan yağ, alttaki süzgeçten dışarı çıkar[7].

Bu işletmedeki presleme ünitesinin dizaynı kimi farklılıklar gösterebilirse de, Şekil 2.6'da da görüldüğü gibi bir çalışma düzeni, hemen tümü için geçerlidir[17]. İşlem sırasında kavurma tavası (1) ndan gelen ezme, doğrudan vidalı prese (2) girer ve burada elde edilen yağ, iri tohum parçacıklarından (pulp) kurtarılmak üzere vibrasyonlu eleğe (3) verilir. İri parçaları alınmakla birlikte henüz bulanık olan yağ bir ara tankta (4) toplanıp, buradan bir pompa (5) yardımı ile filtre (6) üzerinden diğer bir ara depoya (7) basılır. Daha sonra da yine pompa (8) yardımı ile bir otomatik kantar (9) ve haznesi (10)

üzerinden, genellikle işletme dışında olan depolama tankına (11) nolu pompa ile sevk edilir. Buna karşın vibratör ve filtreden elde edilen katı unsurlar (B) ya doğrudan prese yada kavurma tavaasına geri gönderilirken, presten çıkan küspe ise yatay ve dikey taşıyıcı sistemler (15)(16) yardımıyla bir depoda (12) toplandıktan sonra, ya küspe olarak satılmak üzere öğütölüp (13) hazırlanır (E), yada yüksek oranda yağ içeriyorsa, yeniden kırılıp pullandırılarak (F) ekstraksiyon ünitesine gönderilir.



Şekil 2.6 Presleme ile yağ elde edilen bir işletmede üretim akım şeması [17]

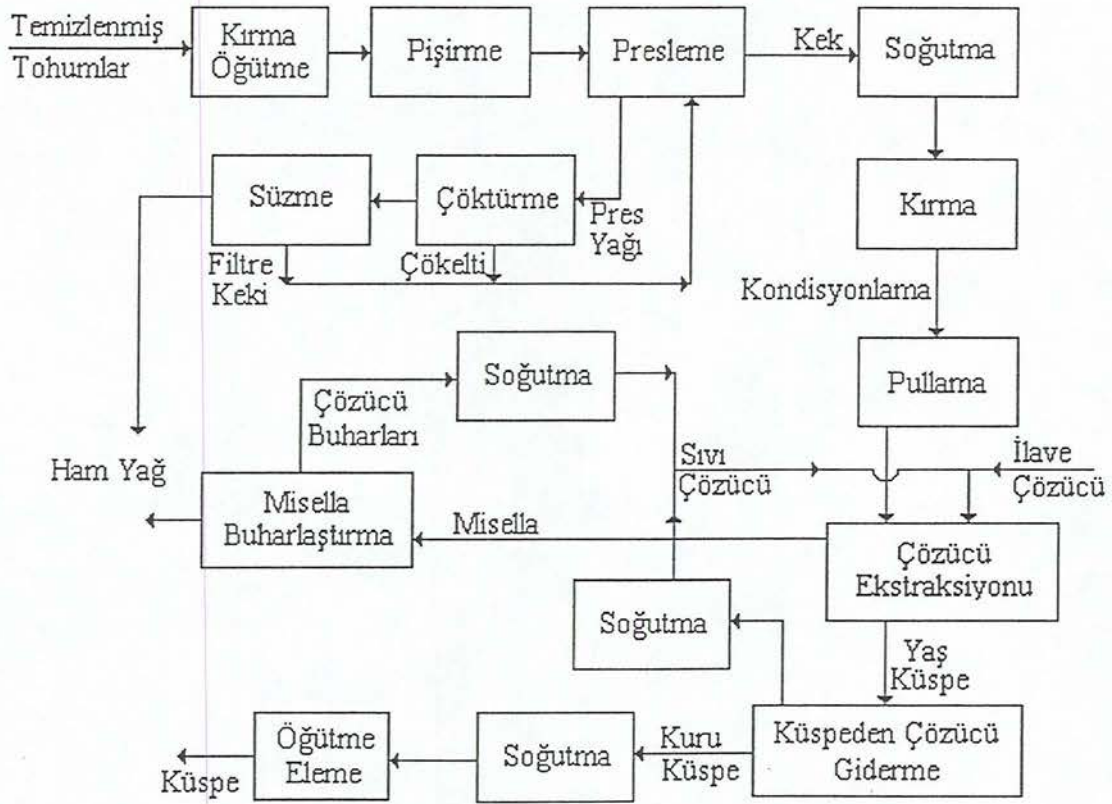
### 2.12.2 Çözücü ekstraksiyonu

Modern yağ sanayinde çözücü ekstraksiyonunda önce düşük basınçlı sürekli preslerde sıkma yapılarak yağın önemli bir kısmı alınır. Bu amaçla düşük basınçlı sürekli presler kullanıldığı gibi bu iş, normal sürekli preslerde daha az basınçlı sıkma yapmak suretiyle de uygulanabilir. Çözücü ekstraksiyondan önce ön presleme yapımının amacı, çözücü ekstraksiyon tesisi kapasitesini yükseltmek, aynı zamanda bu tesisin kuruluş giderlerinin azaltmaktır. Sanayide bir çok fabrikalarda uygulandığı gibi ekstraksiyondan önce sürekli preslerde yapılan sıkma ile yağın %30-35'i alınmakta ve ekstraksiyona giden hammadde, yani ekspeller küspesinde %16 kadar yağ kalmaktadır [7] .

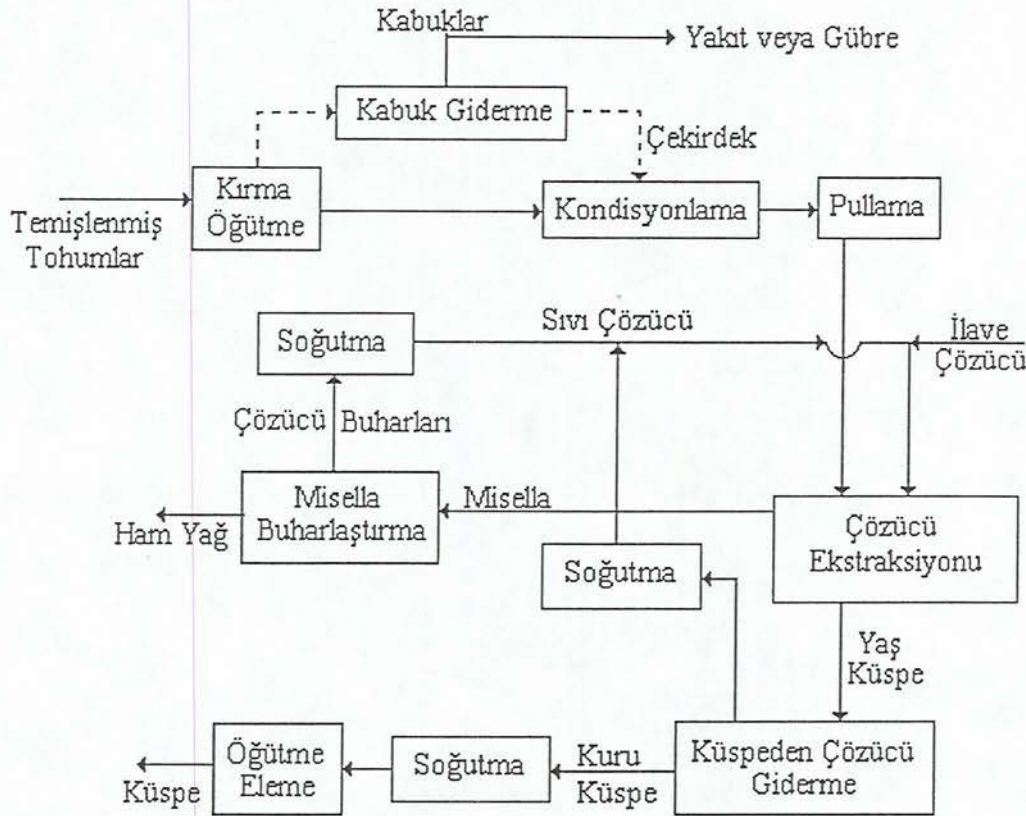
Yüksek yağ içeren tohumların önce presleme ile içerdikleri yağ miktarını %16-20'ye indirip sonra geri kalan yağın çözücü ekstraksiyonu ile alınmasına "Sürekli Ön Presleme-Çözücü Ekstraksiyon Yöntemi" denir.

Şekil 2.7'de akım şeması görülen bu yöntemde temizlenmiş tohum, kırılıp öğütülür, gerekiyorsa kabukları da giderildikten sonra pişirme işlemine tabi tutulur. Presten çıkan, içinde yabancı maddeler bulunan yağ, çöktürme ve süzme işlemlerinden geçtikten sonra ham yağ olarak elde edilir. %16-20 yağ içeren pres küspesi, soğutulup kırıldıktan sonra ekstraksiyon için uygun kalınlıktaki pullar haline getirilir. Bundan sonraki işlemler "Doğrudan Çözücü Ekstraksiyon" yöntemiyle aynıdır [23].

Şekil 2.8'de gösterilen sürekli doğrudan çözücü ekstraksiyon yönteminde temizlenmiş tohum kırılır ve öğütülür. Bu kademedede ufak tohum parçacıkları oluşmamalıdır. Çünkü bu ufak parçacıklar, özellikle süzdürmeli tip ekstraktörlerde hammadde yatağının tıkanmasına ve akılın düzensiz hal almasına neden olmaktadır. Kabukların ayrılması gereken tahumlarla çalışıldığında, kabuklar giderildikten sonra kalan kırılmış çekirdekler kondisyonlama ünitesine gönderilir. Buradan çıkan tohum, istenilen kalınlıktaki levhalar haline getirildikten sonra ekstraktörde uygun bir çözücü ile ekstrakte edilir. Misella olarak adlandırılan yağ ve çözücünden ibaret seyreltik çözelti içindeki çözücü, buharlaştırıcıda geri kazanıldıktan sonra soğutulularak tekrar kullanılmak üzere ekstraktöre beslenir.



Şekil 2.7 Sürekli “ön preslemeli çözücü ekstraksiyon yöntemi” akım şeması [23].



Şekil 2.8 Sürekli "Doğrudan çözücü ekstraksiyonu yöntemi" akım şeması [23]

Bünyesinde bir miktar çözücü tutarak ekstraktörden çıkan küsper, bir çözücü giderme işlemine tabii tutulduktan sonra soğutulur. Küspeden geri kazanılan bu çözücüde tekrar ekstraksiyonda kullanılır. Hayvan yemi olarak değerlendirilecek küspenin tekrar öğütülmesi ve başlangıçta kabuk ayrılması yapılmamışsa bu kademede elenerek kabuklarının giderilmesi gerekir. Gerek başlangıçta ve gerek son kademede ayrılan kabuklar işletmede yakıt olarak kullanılabilirler veya başka bir şekilde değerlendirilebilirler[23].

Çözücü ekstraksiyonu sırasında çözücü hammaddedeki yağı çözmek ve katıdan alıp uzaklaştırma durumundadır. Süzme tipi ekstraksiyonda, ekstraksiyon verimi çözücünün katıya penetrasyonu, geri dönüşü ve misellanın akım şartlarına bağlıdır. Çözücünün katıya penetrasyonu, geri dönüşü ve misellanın akım hızı, tamamıyla

hammadde hazırlama yöntemi ve ekstraktörde kalış süresine bağlıdır. Süzme tipi ekstraksiyonda olaylar şu şekildedir[24].

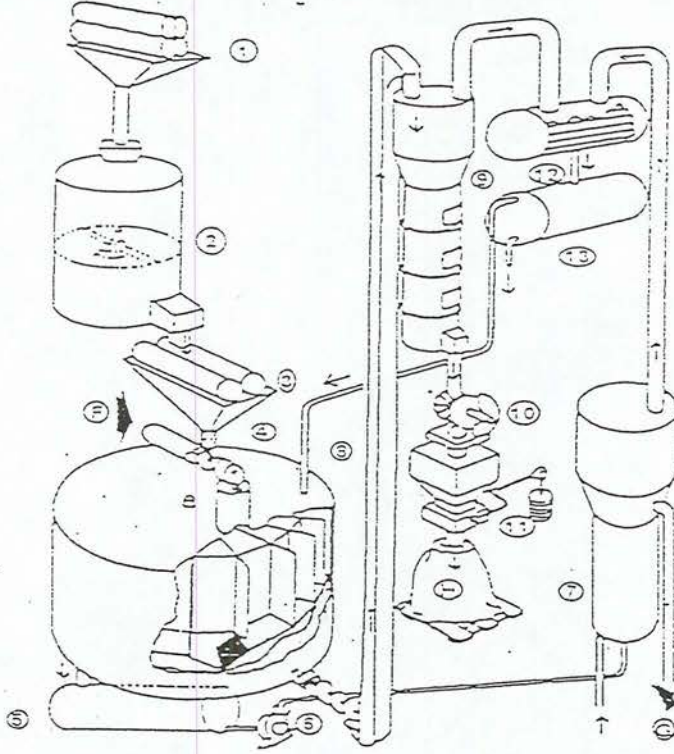
- a) Çözücü ile katı yüzeyin teması
- b) Çözücünün katıya difüzyonu ve yağı çözmesi
- c) Misellanın katı yüzeyine geri difüzyonu
- d) Misellanın akımla katıdan uzaklaştırılması

Yüzdürme tipi ekstraktörlerde kolonun tabanı kapalıdır. İçine ekstre edilecek yağlı tohum kütlesi doldurulur ve üzerine çözücü ilave edilerek partiküllerin çözücü ile iyice ıslanması sağlanır. Yeterli müddet beklendikten sonra misella süzülerek posadan ayırt edilir.

İki ekstraksiyon yönteminin ana farkı ekstraksiyonda kullanılan çözücü derişiminin ekstraksiyon süresince değişik olmasıdır. Süzme yönteminde üstten akıtılmakta olan çözücü daima saf olduğundan yağ derişimi sıfırdır (veya kolonun alt kısımlarında sıfıra çok yakındır). Buna göre hücre misellası ile çözücünün yağ derişimleri arasındaki fark daima maksimum değerdedir. Buna karşın yüzdürme yönteminde çözücü yağ derişimi sadece başlangıçta sıfır olup ekstraksiyon ilerledikçe devamlı arttığından burada hücre misellası ile çözücünün yağ derişimleri arasındaki fark ekstraksiyon süresince devamlı azalır[25].

Bir ekstraksiyon işletmesindeki başlıca aşamalar Şekil 2.9'da verilmiştir[16]. Yağlı tohum yada ön preslemeden alınan yağlı küspe bir ön kırıcıdan (1) geçirildikten sonra kondisyonlama aparatında (2) nem ve sıcaklık eşliğinde uygun özellik kazandırılıp pullama valslerinden (3) geçirilerek pulcuklandırılır ve çözücü ile yıkanmak üzere ekstraktöre (4) verilir. Rotocell tipi olarak şematize edilmiş olan ekstraktörün hücrelerine dolan ezme, çözücünün bir hücreden diğerine aktararak son misella kıvamına kadar zenginleştirilecek şekilde peşpeşe yıkanır. Böylece ezmedeki yağ, küспенin kuru maddesinde %0.5-1.0 kalacak şekilde alınmış olur. Yaklaşık %30-40 yağ içerecek şekilde elde edilen son misella bir ara tankta (5) toplandıktan sonra vakum altında sürekli olarak çalışan destilasyon kolonuna (7) verilir. Burada miselladaki çözücü önce buharlaştırılarak, daha sonrada kızgın buharla sıyrılarak yağdan uzaklaştırılırken

buharların kondensatörde (12) yoğunlaştırılması ile oluşan çözücü-su karışımı ayırıcıda (13) birlikte sürüklediği suyundan kurtarılır ve tekrar ekstraktöre gönderilir.



1. Ezme valsleri
2. Tavlama tavası
3. Pulcuklandırma valsleri
4. Rotosel ekstraktör
5. Misella tankı
6. Misella pompası
7. Destilasyon kolonu
8. Yaş küspe elevatörü
9. Toster
10. Küspe kırıcı
11. Otomatik kantar
12. Kondensatör
- F. Çözücü girişi
- G. Ham yağ çıkışı

Şekil 2.9 Sürekli çalışan ekstraksiyon işletmesinde üretim akım şeması

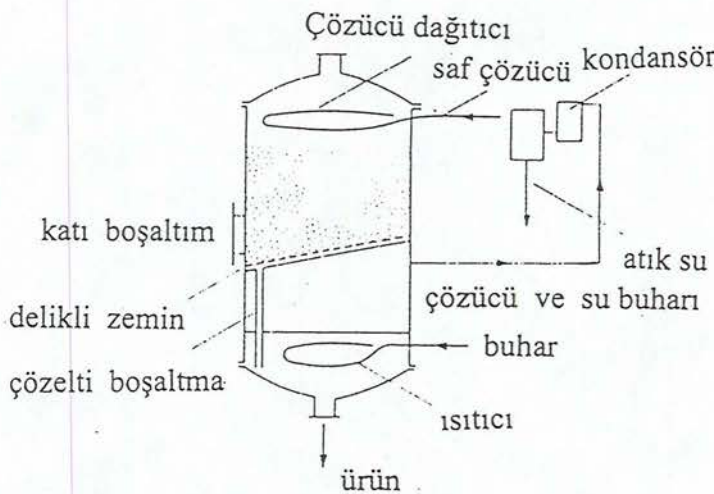
Buna karşın destilatörden elde edilen ham yağ ise filtre edildikten sonra ham yağ depolarına alınır. Bu arada ekstraktörden alınan ve henüz çözücü ile nemli olan küspe bir elevatör (8) ile çözücünden kurtarılmak üzere toster denilen cihaza (9) verilir. Bunun üst katında çözücüsünden kurtarıldıktan sonra, gene cihazın alt bölümünde sonra da soğutulmuş küspe hazırlama ünitesine gönderilir. Burada önce öğütülen (10) ve daha sonrada otomatik kantar (11) üzerinden çuvallanarak (H) küspe deposuna stoklanmak üzere sevk edilir. Bu arada tosterin üst kademesinde küspeden buharlaştırılan çözücü, yine kondensatörde (12) yoğunlaştırıldıktan sonra, daha önce miselladan elde edilen çözücü gibi, ayırıcıda (13) içerdiği suyundan kurtarılıp, ekstraktöre yıkama için verilir.

## 2.13 Ekstraktör Tipleri

### 2.13.1 Kesikli ekstraktörler

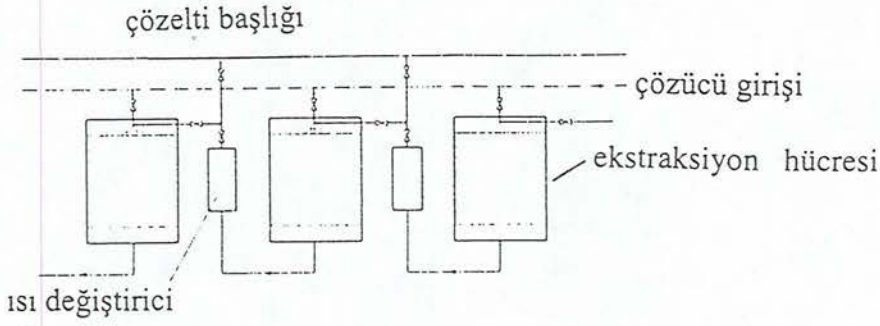
Sokselet sistemi ekstraktörleridir. Bu tip ekstraksiyon sistemleri 4 kısma ayrılırlar. Ekstraktör, destilatör, kondensatör, toplama kabından oluşan sistemde ekstrakte edilecek madde ekstraktöre konur. Toplam kabı veya kondensatörden çözücü gönderilir ve indirekt olarak ısıtılır. Uçan çözücü buharları kondensatörde yoğunlaşır, toplama kabına girer, sudan ayrılır ve tekrar ekstraktöre geçer. Yağlı hammadde yeterince ekstrakte edilince misella adı verilen yağ çözücü karışımı destilatöre verilir ve çözücü uzaklaştırılır. Buharlaştan çözücü kondensatörde yoğunlaştırılarak tekrar kullanılabilir.

Bu tip ekstraktörler genellikle küçük kapasiteli imal edilirler ve diğer metodlarla ekstraksiyonu güç olan maddelerden yağın çıkarılması gibi işlemlerde kullanılırlar. (Şekil 2.10),[7].



Şekil 2.10 Tek kademeli çözücü ekstraktörü

Batarya sistemine göre 3-6 ekstraksiyon kazanının yanyana dizilmesiyle yarı kesikli çalışan ekstraksiyon üniteleri de mevcuttur. Bu sistemde her bir ekstraktör kesikli çalışsa da genelde sürekli bir çalışma temposu vardır (Şekil 2.11),[26].



Şekil 2.11 Çok kademeli, statik yatak ekstraksiyon sistemi

### 2.13.2 Sürekli ekstraktörler

Devamlı çalışan bir ekstraksiyon tesisinde belirli zamanda uygun bir çözücü ile yağlı materyaldeki yağın bütününün çıkarılması istenir. Ayrıca, yağlı materyal ekstraksiyon sırasında fazla ufalanmamalı ve misellayı bulandırıp, sonradan pahalı filtrasyon tesisine ihtiyaç göstermemelidir. Ekstraksiyon cihazı sağlam, kullanışlı, bakımı kolay ve emniyetli olmaktadır.

Geliştirilen çeşitli tip ekstraktörler prensip olarak iki sisteme dayanır.

- Perkolasyon tipi ekstraktörler
- İmmersiyon tipi ekstraktörler [7]

Perkolasyon tipinde katı maddenin içinden düzenli şekilde çözücü geçirilir. İşlem cam, porselen, bakır, paslanmaz çelik gibi maddelerden yapılmış perkolatör denen çeşitli büyüklükteki tanklarda uygulanır.

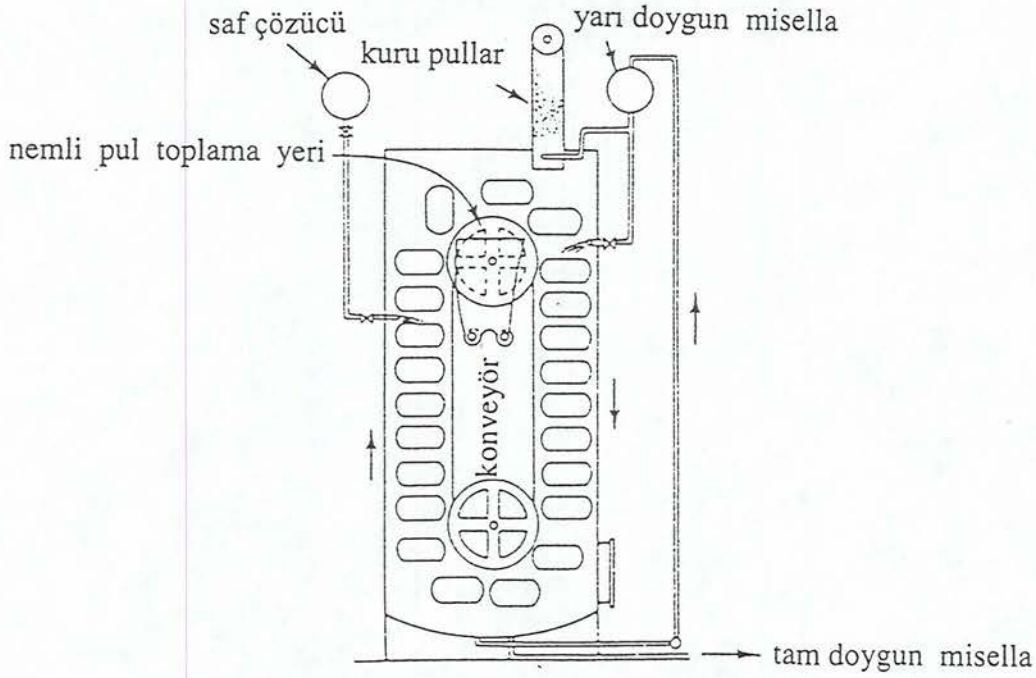
Kaba katılar sabit yataklı veya hareketli yataklı perkolatör kullanılarak ekstraksiyon işlemine tabii tutulurlar. Her ikisinde de açık veya kapalı açılabilir tabanlı tanklar kullanılır. Ekstraksiyon ünitesi içine katı üniform olarak yerleştirilir, daha sonra perkolasyon, immersiyon veya akıtma metodları ile çözücü temas ettirilir. Perkolasyon tipinde aynı veya zıt akım uygulanabilir, immersiyon tipinde çözücü içinden madde zıt akımla geçirilir.

Her iki prensibin avantaj ve dezavantajları vardır. Perkolasyon tipinde misella delikli bir kart içinde bulunan madde içinden geçirilen süzölmüş olur, berraktır. Ayrıca bir süzme gerekmez. Burada maddenin çözücüyü iyi geçirmesi için belli bir tanecik büyüklüğünde ve şekilde olması gerekir. İmmersiyon tipinde misella bulanıktır. Bu

nedenle ayrıca süzülmesi gerekir. Tanelerin özel şekil ve belirli irilikte olmasına gerek yoktur. Çok ince tanecik yapısında da olabilir.

Aşağıda bu tip ekstraktörlere bazı örnekler verilmiştir.

**Bolman tipi ekstraktör :** Esas olarak düşey bir kamaradan ibaret olup, içerisinde çok sayıda altları delikli kovalar vardır ve bunlar, biri alt kısımda diğeri üst kısımda bulunan çarklar yardımıyla hareket ettirilen zincire bağlanmışlardır(Şekil 2.12). Kovalara, yukarıya doğru yükselişleri esnasında kamaranın üst kısmına yakın bir noktada taze çözücü ilave olur. Bu çözücü, tohumlarda (daha önce bir miktar ekstrakte edilmiş olan) kalan eser miktardaki yağ da çözerek kova dibindeki deliklerden sağa akar ve cihazın tabanında toplanır. Bu toplanan karışıma yarı misella adı verilir. Bu terim, bu endüstri koluna ait olup yağın bir çözücü içerisinde çözülmesi anlamına gelir.

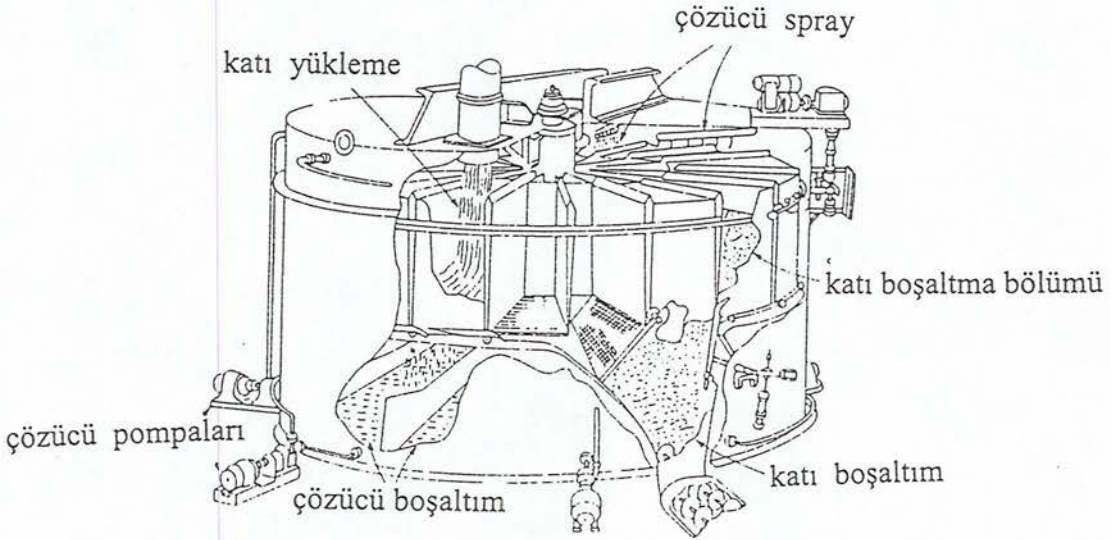


Şekil 2.12 Bolman ekstraktörü [27]

Kovalar, hareketlerinin üst noktasında ters dönerek yağ alınmış tohum kırıklarını bir boşaltma oluğuna dökerler. Vidalı bir taşıyıcı yardımıyla bunlar cihazın dışına alınırlar. Boşalmış olan kovalar, yükleyici oluğun altına gelir ve burada, taze hammadde ile doldurulurlar. Kovalara aşağıya inişleri esnasında, kolonun üst kısmına

yakın bir noktada seyreltik bir çözücü olan yarı misella püskürtülür. Bu seyreltik çözelti, kovalar içerisindeki hammadde ile temasa geldikten sonra, kova dibindeki deliklerden aşağıya akar ve kolonun alt kısmında toplanır. Derişik bir hal alan bu çözelti kolonun dibinden alınarak çözücüsünden ayırma işlemine gönderilir. Bu operasyon kısmen zıt yönlü (kovaların yükselme bölgesinde) ve kısmende, paralel yönlü (kovaların alçalma bölgesinde) olarak çalışmaktadır[26].

Bollman ekstraktörü kolonu çok yüksektir bundan dolayı onun yerine rotasel sistemi geliştirilmiştir. Rotasel sistemi de prensip olarak aynıdır. Fark ise bu sistemde kovaların yatay bir düzlem içinde dönmeleridir (Şekil 2.13). Basketler içindeki hammaddelerde bulunan yağlı alan misella alttaki bölmelere dökülür. Buradan bir dizi pompa yardımıyla toplanarak yine ters akım prensibi uyarınca dönmekte olan kovalardaki hammaddeler üzerine verilir.



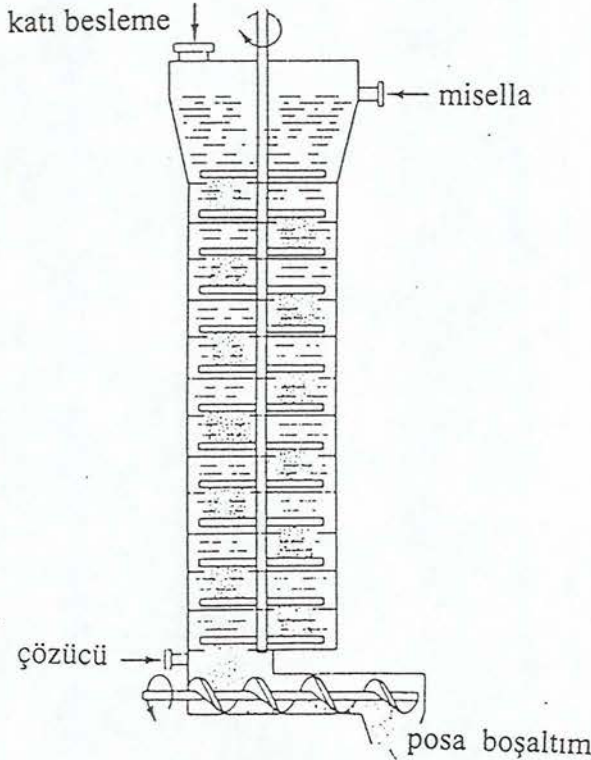
Şekil 2.13 Rotocel ekstraktörü [26]

**Rotocel ekstraktör :** Esas olarak düşey ekseni üzerinde duran ve buhar kaybını önleyecek derecede örtülmüş bulunan, yüksekliği az bir silindirden meydana gelmiştir. Bu silindir, çok sayıda ve kama şeklinde bölmelere sahip olup, bu bölmelerin altları deliklidir. Silindir dik ekseni etrafında dönerken, her bölüm önce doldurma oluşunun altına gelir ve buradan, ekstrakte olunacak yağlı tohumlarla doldurulur. Sonra bu tohumların üzerine bir

kaç safhada saf çözücü ve değişik konsantrasyonlardaki çözelti püskürtülür. Ekstraksiyonun son bulması üzerine, her bölüm sırayla boşaltma yerine gelir, delikli taban kısmı açılır ve ekstraksiyonu tamamlanmış madde, boşaltma oluğuna dökülerek cihazın dışına alınır.

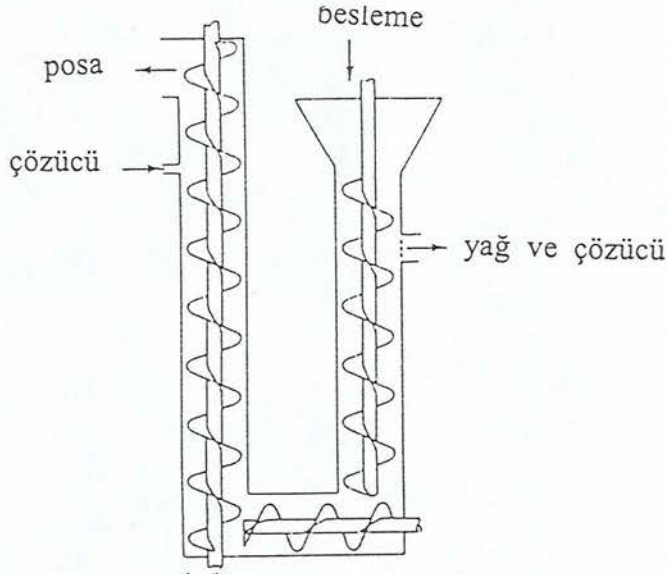
Cihazın dışında yer alan bir seri pompa, her bölmenin altından çözelti alır ve onun önündeki bölmeye püskürtülmek için gönderir. Bu metod hakiki bir zıt akım ekstraksiyonu temin eder. Bu ekstraktör Bolman ekstraktörlerin sahip olmadığı kadar, geniş bir kullanılma alanına sahiptir.

**Bonotto ekstraktör :** İçinde yatay plakalar ve bu plakaların merkezinden geçen döner şaftın bulunduğu dik bir silindirden (Şekil 2.14) ibarettir. Şatfa bağlı plakaların üstünü sıyırarak kanatlar ve plakalar üzerinde de, şaşırtmalı açılmış delikler vardır. Çalışma prensibi tohum üst taraftan çözücüde alttan beslenirken, ekstraktörün içi her an çözücü ile dolu tutulmaktadır. Kanatların dönmesiyle plakalarda toplanan tohum hem deliklerden bir alttaki plakaya dökülür, hemde plakalarad kalan tohum içinde kanallaşma olması engellenir. Bu ekstraktör esas olarak tohum ve sert kabuklu yemişler için kullanılır[26]



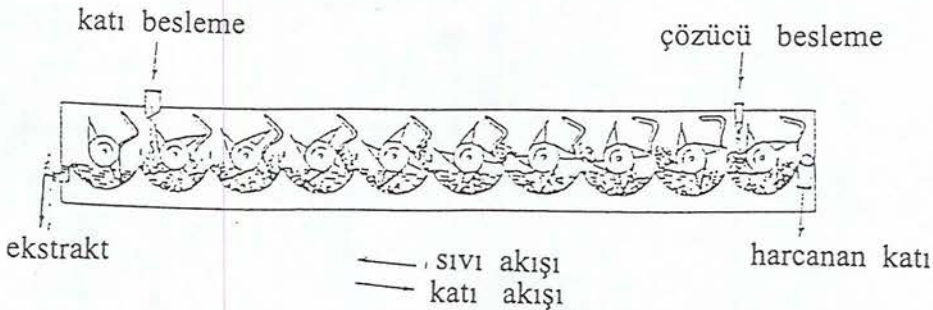
Şekil 2.14 Bonotto ekstraktör

**Hildebrandt ekstraktörü veya difüsörü :** İki adet dikey silindirik kolonun altta birleşmesinden ibarettir (Şekil 2.15). U harfi şeklinde birbirine bağlanmış, içi çözücü dolu üç kolonda yağlı tohum, kanatları delikli vidalı taşıyıcılar ile hareket ettirilir. Çözücünün hareketi ise tohumun hareketinin ters yönündedir. Vidaların dönme hızı istenildiği gibi ayarlanabilir[26].



Şekil 2.15 Hildebrandt ekstraktör

**Kennedy ekstraktörü :** Birbiri ardınca sıralanmış ekstraksiyon odacıklarından oluşan bu ekstraktörün (Şekil 2.16), her odacığında üzeri delikli kanatlar dönmektedir. Çalışma prensibi, kanatlar tohumu bir odacıktan diğer odacığa aktarırken çözücüde ters yönde akmaktadır. Ters akım prensibi ile çalışan bu ekstraktörün sonunda, küspe taze çözücü ile yıkandıktan sonra taşıyıcı band üzerinde süzülerek dışarı alınır[26].



Şekil 2.16 Kennedy ekstraktörü

## 2.14 Ekstraksiyonu Etkileyen Faktörler

### 2.14.1 Çözücü

Hammaddelerin ekstraksiyonunda kullanılacak çözücülerde olması istenen özellikler şöyledir[28].

- a) Patlama ve yanma tehlikesi olmamalı
- b) Kaynama noktası yüksek olmamalı ve donma noktası 0°C altında olmalıdır.
- c) Spesifik ağırlığı küçük olmalıdır.
- d) Isı ekonomisi bakımından spesifik ısı ve buharlaşma ısı küçük olmalıdır
- e) Yağı kolay çözmeli, yağ dışı maddeleri çözmemeli ayrıca kolay buharlaşmalı ve yağ ile küspede kötü koku ve lezzet bırakmamalıdır.
- f) Korozyon olmamalıdır.
- g) Suda çözünmemelidir, sudan kolay ayrılmalıdır.
- h) Fiyatı ucuz olmalıdır ve kolay bulunmalıdır.
- i) Taşınması, depolanması ve kullanılması kolay olmalıdır.

En fazla kullanılan çözücüler, ham petrolün hafif parafirik ürünleridir. Hekzan yanında etil alkol, izopropil alkol, diklorometan, çözücü karışımları ve sıvı karbondioksit üzerinde çalışılan başlıca çözücülerdir[20].

### 2.14.2 Parçacık boyutu

Yağlı hammadde yağ çözücüsü ile temas ettirildiğinde çözücü ile hammaddelerin yağ derişimi farklı olduğundan yağ, bu derişim farkını giderecek yönde ortam değiştirir. Bu da bir difüzyon olayıdır. Difüzyon olayında çözünen bir ortamdan diğerine hareketine sebep olan itici güç, çözünenin her iki ortamdaki derişim farkı olduğuna göre, difüzyon hızı derişim farkı ile doğru orantılı olmalıdır. Buna göre küçük parçacık boyutlu hammaddeler ile çözücünün teması ekstraksiyonun ilk anlarında çabuk olacak ve kısa zaman aralığında çözünen yağ miktarı fazla olacaktır[20].

Ancak parçacık boyutunun etkisi ekstraktör tipine göre farklılık göstermektedir. Yüzdürme tipi ekstraktörlerde amaç, hammadde ile misellanın en iyi şekilde temasını sağlamak olduğundan kullanılan hammadde mümkün olduğu kadar inceltmelidir. Süzme tipi ekstraktörlerde ise yağlı tohum parçacıklarından oluşan gözenekli yataklarda, yatağı meydana getiren parçacıkların çapı, geometrik şekli ve yatağı doldurma düzeni, yatak içinde çözücünün akış hızına ve dolayısı ile ekstraksiyon hızına önemli derecede etki eder. Zira yatak içinde çözücü belirli bir hızda akarak yatağı oluşturan her parçacığa ulaşmak, yağını çözmek üzere bunların içine girmek ve difüzyon ile parçacığın dışına çıkıp yatağı terk etmek üzere akışına devam etmek durumundadır. Bu akış sırasında çözücünün hızının yatak içindeki sürtünme ile ters orantılı açıktır. Buna göre oldukça büyük çaplı parçacıklardan oluşmuş bir gözenekli yatakta çözücü akış hızı yüksek olur ve çözücü yatak içinde difüzyon için yeterli zamanı bulamadan yatağı terk eder. Ayrıca kanallaşma denilen çözücünün sadece belirli bir bölgeden hızla gitmesi ihtimalide büyür. Bunun aksi olarak çok küçük çaplı parçacıklardan oluşmuş bir gözenekli yatakta da çözücü hızı çok düşük olacağından yine belirli bölgelerde göllenme denilen çözücü birikmesi söz konusu olabilir. Pratikte bu iki limit durumdan da kaçınılmalıdır[20].

### 2.14.3 Sıcaklık

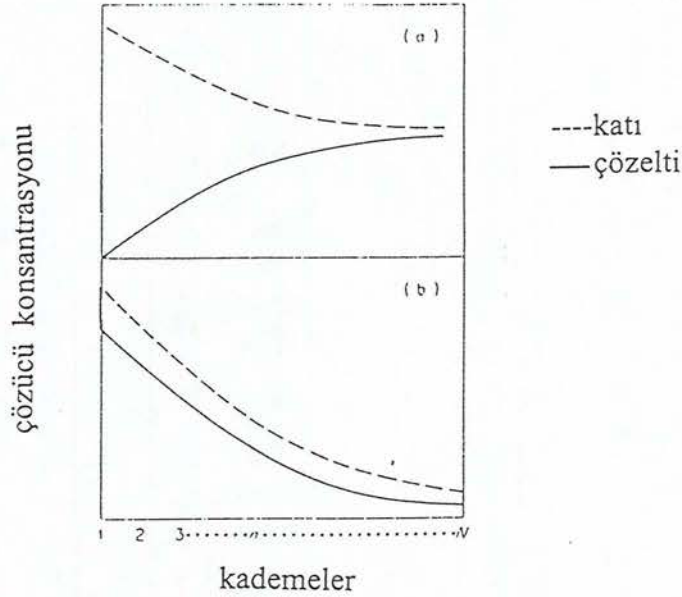
Bir çok maddenin bir çözücü içindeki çözünürlüğünün ve çözünme hızının sıcaklıkla arttığı bilinmektedir. Bu nedenle genelde ekstraksiyon çözücünün kaynama noktasına yakın sıcaklıklarda gerçekleştirilir. Fakat sıcaklığın arttırılması ile istenmeyen bazı maddelerinde çözücüye geçişi artar ve sonraki saflaştırma işleminde sorunlar ortaya çıkar. Yüksek sıcaklıklarda olabilecek çözücü kayıpları ve ekstre edilecek maddenin yapısının bozulmaması için en uygun sıcaklık belirlenmelidir.

### 2.14.4 Katı / Çözücü oranı

Ekstraksiyonun ilk anlarında saf çözücünün katıya nüfuzu yüzey etkileri nedeni ile güçlkle gerçekleşir daha sonra misellada bulunan yağ katıdaki çözünmemiş yağlarla

çözücü arasında bir köprü gibi davranarak misellanın çözünme gücünü artıran bir etki yapar[29].

Ekstraksiyon sırasında kullanılacak katı/çözücü oranı, çalışılan yağlı tohum, tohumun işleme, hazırlanma tekniğine ve kullanılan ekstraktörün tipine göre değişiklik gösterir(Şekil 2.17). Yüksek çözücü/katı oranı, daha fazla yağı çözmesine rağmen son misellanın daha düşük derişimde elde edilmesine neden olur. Bu ise çözücü geri kazanımı sırasında daha çok çözücünün buharlaştırılması ve daha fazla enerji kullanılması gerekir. Günümüzde modern tasarımlar sayesinde ısı ön kazanımı da temel bir faktör olarak değerlendirilmekte birlikte daha fazla çözücünün geri kazanılması için daha fazla süre gerekli olacaktır.



Şekil 2.17 Ekstraksiyon sistemleri (a) Doğru akımlı sistem (b) Ters akımlı sistem

### 3. GEREÇ ve YÖNTEMLER

Bu bölümde öncelikle çalışmamızda kullanılan bitkisel hammadde, kimyasal maddeler ve aletler belirtilmiş, daha sonra yapılan deneysel çalışmalar konusunda bilgi verilmiştir.

#### \* 3.1 Kullanılan Hammadde, Kimyasal Maddeler ve Aletler

**Hammadde :** Çalışmamızda Eskişehir Tarım Araştırma Enstitüsünden sağlanan aspir tohumları öğütüldükten sonra kullanılmıştır.

##### **Kimyasal Maddeler :**

n-Hekzan (Ekstra saf, Merck)

Dietil eter (Saf, Merck)

Hidroklorik asit

Gümüş nitrat

Bakır sülfat

Potasyum sülfat

Sülfürik asit

Sodyum hidroksit

Metilen kırmızısı

Ferolftalein çözeltisi

Etanol

Potasyum Hidroksit

Aseton

Kloroform

Brom

Potasyum iyodür

Sodyum tiyosülfat

### ➤ Aletler :

Abbe Refraktometre (Atago)

Kül fırını (Thermoline 4800)

Etüv (Eroelektronik)

Soxhlet Ekstraksiyon Aparatları (Oickfit)

Rotary Evaporatör (Bibby Re 100)

Rotary Evaporatör Su Banyosu (Re 100)

Mantolu ısıtıcı (Elektromentle ME)

Analitik terazi (Ohaus)

Protein tayin cihazı (Labconco-Rapid Still II Model 65200)

Çekiçli değirmen (Brook Cropmton Series 2000)

Desikatör

Porselen kroze

Geri soğutucu

Büret

Pipet

## 3.2 Deneysel Çalışma

Bu bölümde aspir tohumundan sabit yağ eldesi için yapılan ekstraksiyon işlemleri ve kalite belirlenmesi için gerçekleştirilen analitik çalışmalar verilmiştir.

### 3.2.1 Yağlı tohumun nem tayini

Ekstraksiyon ürününün verimi kuru baz üzerinden hesaplandığı için ekstraksiyon işleminden önce tohumun içerdiği nem miktarı hesaplanmıştır.

Yöntemde 5-10 gram öğütülmüş numune 0.001 gram hassasiyetle sabit tartıma getirilmiş saat camı içine yerleştirilir. Daha sonra  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de ayarlanmış etüve konulur. Sıcaklık  $103^\circ\text{C}$ 'a çıktığı andan itibaren 3 saat sonra kap soğutulmak üzere desikatöre konur. Oda sıcaklığına kadar soğuyan kap tartılır ve tekrar bir saat etüvde bekletilir sonra

soğutulur ve tartılır. İki tartım arasındaki fark 0.005 grama düşürülene kadar aynı işlemlere devam edilir. Nem miktarı aşağıdaki formülle hesaplanabilir [30].

$$\text{Nem miktarı (\%)} = \frac{(M_1 - M_2)}{(M_1 - M_0)} \times 100 \quad (3-1)$$

Bu formülde;

$M_0$  : kabın ağırlığı, g

$M_1$  : kabın ve deney numunesinin kurutulmadan önceki ağırlığı, g

$M_2$  : kabın ve deney numunesinin kurutulduktan sonraki ağırlığı, g

### 3.2.2 Yağlı tohumun kül miktarı tayini

Delik büyüklüğü 1 mm olan elekten geçecek şekilde öğütülen örnekten 0.001 g hassasiyetle 5g tartılır. Sabit tartıma getirilmiş krozeye düzgün olarak yayılır. Yakma işlemi  $550 \pm 15^\circ\text{C}$  çalışma şartlarındaki fırında yapılır ve külün rengi beyaz, hafif gri ve kırmızımtırak oluncaya kadar iki kere 3 saat devam edilir. Daha sonra desikatörde sğutulduktan sonra tartılır. Kroze tekrar fırına konarak 1 saat daha aynı şartlarda fırında bekletildikten sonra soğutulur ve tartılır. İki tartım arasındaki fark 0.002 g oluncaya kadar aynı işlemlere devam edilir. Toplam kül, ağırlık yüzdesi olarak aşağıdaki formülden hesaplanır [61].

$$\text{Toplam kül (\%)} = \frac{(m_2 - m_0)}{(m_1 - m_0)} \times 100 \quad (3-2)$$

Bu formülde;

$m_0$  : Krozenin ağırlığı, g

$m_1$  : Yakma işleminden önce kroze ve örneğin toplam ağırlığı, g

$m_2$  : Yakma işleminden sonra kroze ve külün toplam ağırlığı, g

### 3.2.3 Yağlı tohum posasında HCl'de çözünmeyen kül tayini

Toplam kül tayininden elde edilen kül 10 ml 3 N HCl ile ıslatılır, birkaç kez HCl çözeltisi ile yıkanır. Yıkanan kül, 250 ml'lik behere aktarılır, yavaşça 10 dk kaynatılır, süzgeç kağıdından süzülür. Süzgeç kağıdı ve kalıntı 500 ± 15°C'de sabit tartıma gelen krozeye konarak 1 saat yakılır ve soğutulur ve tartılır. Sonra tekrar fırına konan kroze aynı şartlarda yakılır, soğutulur ve tartılır. İki tartım arasındaki fark 0.001g oluncaya kadar işlemlere devam edilir. HCl'de çözünmeyen kül ağırlık yüzdesi olarak aşağıdaki formülle hesaplanır [32].

$$\text{Çözünmeyen Kül (\%)} = \frac{(m_1 - m_0)}{m} \times 100 \quad (3-3)$$

Bu formülde;

$m_0$  : Toplam kül tayini için alınan numune miktarı, g

$m_1$  : Krozenin ağırlığı, g

$m_2$  : Yakma işleminden sonra kroze ve içindeki kalıntının toplam ağırlığı, g

### 3.2.4 Aspir tohumunun fiziksel özellikleri

Aspir tohumlarının fiziksel özellikleri olarak 10 gramdaki tane sayısı ve tane boyutları belirlenmiştir. 10 gramdaki tane sayısı 10'ar gramlık halinde oluşturulan iki gruptaki bütün tohumların sayılması ile, tane boyutları ise gelişigüzel seçilen 10 adet tohumun çaplarının kumpas ile ölçülmesi ile belirlenmiştir.

### 3.2.5 Yağlı tohum posasında ham protein tayini

1 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş posa numunesinden 0.001g hassasiyetle 1g tartılarak Kjeldahl balonu içerisine alınır. Katalizör olarak 1 g bakır sülfat ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) ve 10-15 g  $\text{K}_2\text{SO}_4$  eklenir. Üzerine 30 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ilave edilir ve balon çalkalanır. Balon, Kjeldahl yağ yakma aygıtına yerleştirilir. Köpürtmeyi azaltmak için az miktarda parafin eklenir. Köpürme sona erince 10 ml daha  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eklenir ve üzerine birkaç damla metil kırmızısı konduktan sonra NaOH çözeltisi ile titre edilir. Sarfedilen

NaOH çözeltisi miktarı, büretten ml'sinin onda birine kadar hassasiyetle okunur. Numunedeki ham protein miktarı (HP) ağırlıkça % olarak (3-3) formülü ile hesaplanır[33].

$$HP = \frac{V_{NaOH} - (V_{H_2SO_4} \times 0.002 \times 6.25 \times 100)}{m} \quad (3-4)$$

Bu formülde;

0.002 : 1/7 N amonyak çözeltisinin 1 ml'sindeki azot miktarı

6.25 : Beher gram azotun ham proteine çevrilme katsayısı

$m$  : Tartılan posa numunesi,g

$V_{NaOH}$  : Titrasyonda sarfedilen NaOH çözeltisi miktarı,ml

$V_{H_2SO_4}$  : Toplama erlenine alınan  $H_2SO_4$  çözeltisi miktarı, ml

### 3.2.6 Yağlı tohum posasında ham selüloz tayini

Delik büyüklüğü 1mm olan elekten geçecek şekilde öğütülen örnekten 0.001 g hassasiyetle 3g alınır. 200 ml 0.255 N  $H_2SO_4$  çözeltisi ile kaynatılır, daha sonra süzülür. Süzgeç kağıdı saf su ile yıkanır. Yıkanmış olan örnek kaynatma kabında 200 ml 0.313 N NaOH çözeltisi ile kaynatıldıktan sonra tekrar süzülür. Saf su ile yıkandıktan sonra bir kez daha 25 ml  $H_2SO_4$  çözeltisi ile yıkanır ve etanol ile susuzlaştırılır. Süzgeç kağıdında kalan kısım daha önce sabit tartıma getirilmiş kroze alınır ve bu kroze  $103 \pm 2^\circ C$  sıcaklıkta etüvde kurutulur, soğutulur ve tartılır. Tekrar etüvde bekletilir, soğutulur ve tartılır. İki tartım arasındaki fark 0.001g oluncaya kadar bu işlemlere devam edilir. Kurutma işleminden sonra  $550 \pm 15^\circ C$ 'de sabit tartıma gelinceye kadar tartma işlemine devam edilir. Ham selüloz (HS) miktarı ağırlıkça % olarak aşağıdaki formül ile hesaplanır [33].

$$HS = \frac{(m_1 - m_2)}{m} \times 100 \quad (3-5)$$

Bu formülde;

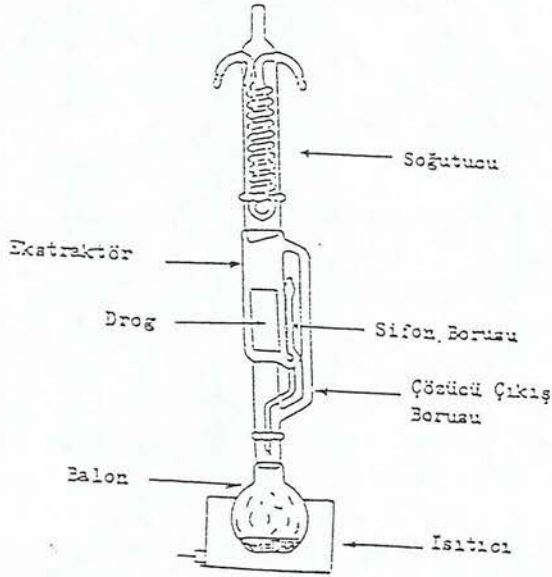
$m$  : Deney numunesi ağırlığı, g

$m_1$  : Kurutma işleminden sonra kroze ve kalıntının toplam ağırlığı, g

$m_2$  : Yakma işleminden sonra kroze ve kalıntının toplam ağırlığı, g

### 3.2.7 Yağlı tohumda yağ miktarı tayini

Deneyde sokslet düzeneği kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Sokslet deney düzeneği

Cihaz üç ana bölümden oluşur.

1. Çözücü haznesi görevini yapan bir balon
2. Ekstraksiyon işleminin gerçekleştiği ekstraksiyon haznesi
3. Geri soğutucu

Ekstraksiyon haznesi (2) üst ve alt kısımdan oluşur. Üstteki kısımda filtre kağıdına bohçalanmış veya kartuş içerisine yerleştirilmiş numune (5) bulunur. Alt kısım üst kısmın bir uzantısından ibarettir. Ancak iki kısım arasındaki bağlantı yalnızca yağlı çözücünün balona dönüşünü sağlayan sifon (4) ve balondan kaynatarak çözücünün buhar halinde geri soğutucuya geçişini sağlayan giriş buhar borusundan (6) ibarettir. Balonun ısıtılması ile kaynayan çözücü buharlaşır ve geniş bağlantı borusundan geri soğutucuya çıkar. Burada yoğunlaşarak haznedeki numune üzerine akarak birikir. Haznede biriken çözücü seviyesi sifonun en üst bükümünü geçtiği anda, çözücü hazneden balona sifonlanır. Bu işlem balon ısıtıldığı sürece kendiliğinden tekrarlanır ve her sifonlamada numunenin içerdiği bir miktar yağ çözücü ile beraber balona geçer. Balonda çözücünün kaynaması esnasında çözücü ile geçen yağ buharlaşmaz. Buna karşılık kaynama noktası çok düşük olan çözücü buharlaşır.

Sokslet deney düzeneğinde yağ miktarı tayininde önce 10g öğütülmüş numune süzgeç kağıdına sarılarak ekstraksiyon cihazının sifonlu haznesine yerleştirilir. Önceden  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de sabit tartıma getirilmiş içinden kaynama taşı bulunan cam sokslet balonuna 150 ml çözücü doldurulup elektrik ısıtıcısına ve düzeneğe bağlanmıştır. Bu ekstraksiyonda sırasıyla hekzan , dietil eter, 1:1 hekzan:dietil eter karışımı çözücü olarak kullanılmış ve 1,3 ve 6 saat süre ile ekstraksiyon yapılmıştır. Ekstraksiyon işlemi sonunda elde edilen posalar ayrı ayrı saklanmıştır. Elde edilen misellanın çözücüsü rotary evaporatör'de uzaklaştırılıp %yağ oranı hesaplanmıştır [34].

$$Yağ \% = \frac{Y}{A} \times 100 \quad (3-6)$$

Bu formülde:

$B$  : Boş balon ağırlığı, g

$K$  : Boş ve kuru süzgeç kağıdı ağırlığı, g

$K_1$  : Süzgeç kağıdı ve numunenin birlikte ağırlığı, g

$A$  :  $(K_1 - K)$  , numunenin başlangıç ağırlığı, g

$B_1$  : Balonun ekstraksiyon ile çekilen yağ ile birlikte ağırlığı, g

$Y = (B_1 - B)$  , elde edilen yağın ağırlığı, g

### 3.3 Aspir Yağının Fizikokimyasal Özellikleri

Laboratuvar ölçekte elde edilen yağın fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi için aşağıdaki tayinler yapılmıştır.

#### 3.3.1 Sabunlaşma sayısı

Sabunlaşma sayısı, 1g sıvı veya katı yağın hidrolizi ile oluşan yağ asitlerini nötralize eden potasyum hidroksitin miligram miktarıdır. 2g kadar numune 0.005g duyarlıkla 250 ml'lik ağzı traşlı balonun içine tartılır. Üzerine 25 ml 0.5 N etanollü potasyum hidroksit çözeltisi ve kaynama taşı konulur. Geri soğutucuya bağlanıp, zaman zaman karıştırılmak suretiyle yavaşça kaynatılır. En az 60 dk süre ile kaynatıldıktan sonra 0.5 ml-1ml fenolftalein sıcak karışıma katılır ve ayarlı 0.5 N HCl asit çözeltisi ile pempe renk kaybolana kadar titre edilir.

25 ml 0.5 N etanollü KOH ile deney numunesi kullanılmadan aynı işlemler yapılarak bir tank deney yapılır [35].

$$\text{Sabunlaşma Sayısı} = \frac{(V_0 - V_1) \times N_{HCl} \times 56.1}{m} \quad (3-7)$$

Bu formülde;

$V_0$  : Tank deneyde harcanan ayarlı HCl çözeltisi hacmi, ml

$V_1$  : Deney numunesi için harcanan ayarlı HCl çözeltisi hacmi, ml

$N_{HCl}$  : Ayarlı HCl çözeltisi normalitesi

$m$  : Deney numunesi kütlesi, g

#### 3.3.2 Sabunlaşmayan madde

Sabunlaşmayan maddeler, yağda çözülmüş olup sabunlaştırıldıktan sonra suda çözünmeyen, tayinde kullanılan çözücüde çözünen maddeler toplamıdır. Bunlar arasında, steroller gibi lipidler, alkoller, hidrokarbonlar ile yağda bulunabilen ve 105 °C'de uçucu olmayan mineral yağlar ve yabancı organik maddeler bulunabilir [36].

2-2.5 gram deney numunesi ağızı traşlı 250 ml'lik bir balona tartılır. Deney numunesi üzerine 25 ml'lik % 95'lik etanol ve 1.5 ml derişik KOH çözeltisi ilave edilir. Balon, geri soğutucuya takılır ve 1 saat süreyle yavaşça kaynatılarak sabunlaştırılır. Balon içindekiler sıcakken 250 ml'lik bir ayırma hunisine aktarılır ve balon 50 ml saf suyla yıkanır, yıkama suyu ayırma hunisine aktarılır. Daha sonra erlen birkaç defa toplam 50 ml eterle yıkanır bu da ayırma hunisine alınır. Ayırma hunisi kapağı kapatılarak kuvvetle çalkalanır ve fazların ayrılabilmesi için bekletilir.

Sulu ve etanollü faz sabunlaşmada kullanılan balona, eter ekstraktı içinde 20 ml su bulunan ikinci bir 250'lik ayırma hunisine alınır.

Birinci ayırma hunisinin ucu, eter ile yıkanır ve eter ikinci ayırma hunisine ilave edilir. Sulu ve etanollü sabun çözeltisi her defasında 50 ml eter kullanılarak 2 kez daha aynı şekilde ekstrakte edilir ve eter ikinci ayırma hunisinde toplanır. İçinde 20 ml su ve eter ekstraktları toplanmış huni, fazla çalkalanmadan döndürülür ve fazlar ayrılınca su fazı akıtılır. Eter fazı kuvvetle çalkalanarak iki defa 20 ml saf suyla yıkanır. Daha sonra 0.5 N KOH çözeltisi ve arkasından 20 ml saf suyla tekrar çalkalanır. Bu işlem üç kez tekrarlanır. Üçüncü KOH uygulamasından sonra suyla yıkama işlemine, yıkama suyuna birkaç damla fenolftalein çözeltisi katılarak alkalilik kayboluncaya kadar devam edilir. Ayırma hunisindeki eterli çözelti ağızı geniş bir balona alınır, huni eterle yıkanır, eter erlene ilave edilir ve yaklaşık 5 ml kalıncaya kadar buharlaştırılır. Bu çözelti daha önceden sabit ağırlığa getirilmiş 50 ml'lik erlene eter yardımıyla alınır. Eterin büyük kısmı buharlaşınca 2-3 ml aseton ilave edilir. 100 °C ayarlanmış kurutma kabında sabit ağırlığa gelene kadar 30 dakikada bir tartılır.

Erlenin içindekiler 2ml dietileter ile çözülür ve fenolftalein çözeltisi kullanılarak nötralize edilmiş 10 ml % 95'lik etanol ilave edilir. 0.1 normal etanollü KOH çözeltisi ile titre edilir[36].

$$\text{Sabunlaşmayan Maddeler } \%, (m/m) = \frac{(n_2 - n_1 - 0.0282V - n_3)}{m} \times 100 \quad (3-8)$$

Burada;

$m$  : Deney numunesinin ağırlığı, g

$n_1$  :Buharlaştırma kabının ağırlığı,g

$n_2$  :Buharlaştırma kabı ve sabunlaşmayan madde ağırlığı,g

$n_3$  :Tanık deneme ağırlığı,g

$V$  : Harcanan 0.1 N KOH çözeltisi,ml

### 3.3.3 Asit sayısı

Asit sayısı, 1 gram yağdaki serbest yağ asitlerinin nötrleştirilmesi için gereken potasyumhidroksitin miligram sayısıdır.

5-10 gram örnek, önceden fenoftalein ile nötrleştirilmiş etanol ve dietiler (1:1) karışımının 150 ml'si içinde 250 ml'lik bir erlende çözülür. Bu çözelti 0.1 N etanollü KOH çözeltisiyle pembe renk sabit kalana kadar titre edilir[37].

$$Asit Sayısı = \frac{V_{KOH} \times N_{KOH}}{m} \times 56.1 \quad (3-9)$$

Burada :

$V_{KOH}$  : Harcanan KOH çözeltisi hacmi,ml

$N_{KOH}$  : Harcanan KOH çözeltisi normalitesi

$m$  : Deney numunesi ağırlığı,gr

### 3.3.4 İyot sayısı

İyot sayısı, 100 kısım yağın bağlayabileceği iyot miktarını gösterir ve yağın doymuşluk, doymamışlık derecesi hakkında bilgi verir[28].

200 ml'lik ağız şilif kapaklı erlen içinde 0.2 g numune hassas olarak tartılır. Erlene 10 ml kloroform eklenerek numune çözülür. Berrak çözeltiyle 25 ml brom çözeltisi bir pipetle akıtılır, çalkalanır ve karanlıkta bir saat bekletilir. Bu süre sonunda 15 ml % 10'luk potasyum iyodür ilave edilir. Süratle sarı renge kadar 0.1 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilir. Aynı şartlar altında bir de şahit deneme yapılır.

$$İyot\ sayısı = \frac{(b - a)}{m} \times 1.269 \quad (3-10)$$

Bu formülde;

$a$  : Numune için kullanılan 0.1 N sodyum tiyosülfat çözeltisi,ml

$b$  : Şahit deneme için kullanılan 0.1 N sodyum tiyosülfat çözeltisi,ml

$m$  : Numune miktarı,g

### 3.3.5 Ester sayısı

1 gram yağda bulunan esteri sabunlaştırmak için gerekli olan potasyum hidroksitin miligram miktarıdır. Ester sayısı sabunlaşma sayısı ile asit sayısının farkı alınarak bulunmuştur[20].

$$Ester\ sayısı = Sabunlaşma\ sayısı - Asit\ sayısı \quad (3-11)$$

### 3.3.6 Kırılma indisi

Kırılma indisi, havadan numune ortamına giren ışık denetiminin düşey düzlemle yaptığı açının sinüsünün, yine bu ışık denetiminin havada düşey düzlemle yaptığı açının sinüsüne oranıdır. Kırılma indisi, belirli bir ortam sıcaklığında ve sodyumun D ışığı kullanılarak Abbe refraktometresiyle bulunmuştur[28].

İki prizma arası örnekle tamamı doldurulmuş ve sıcaklığın 5 dakika değişmemesi sağlanmıştır. Kırılma indisi , virgülden sonra dördüncü haneye kadar okunur. Okumanın yapıldığı sıcaklık, standart sıcaklıktan değişikse gerekli düzeltmeler yapılır[38].

$$n^t = n^{t_1} + (t_1 - t).F \quad (3.12)$$

$$n^t = n^{t_1} - (t_1 - t).F \quad (3.13)$$

$t_1 > t$  ise 3.12 formülü, aksi halde 3.13 formülü uygulanır.

$t$  : standart sıcaklık, 20 C°

- $t^l$  : Okumanın yapıldığı sıcaklık, °C  
 $n^f$  : Standart sıcaklıktaki kırılma indisi  
 $n^{t_1}$  : Okunan kırılma indisi ve F  
 $F$  : 20°C için 0.00035 olan düzeltme faktörü

### 3.3.7 Yoğunluk

Yoğunluk, 20 °C de belirli hacimdeki bitkisel yağın ağırlığının aynı sıcaklık ve hacimdeki suyun ağırlığına oranıdır.

Piknometre özellikle yağdan iyice temizlenip kurutma dolabına konmaksızın iyice kurutulur ve darası alınır. Taze kaynatılıp soğutulmuş, 15-18°C deki su ile içinde hava kabarcığı kalmayacak şekilde doldurulur ve termometreli kapağı kapatılır. Daha sonra piknometre, boğazına kadar su banyosuna daldırılıp 30 dakika süreyle sıcaklığının 20°C ye gelmesi için bekletilir ve bu arada kılcal borudan taşan su dikkatle giderilir. Kapağı kapatıldıktan sonra su banyosundan çıkarılıp silinerek tamamen kurutulur ve tartılır.

Tartım bitiminde piknometre boşaltılır ve iyice kurutulur. Bundan sonra 15-18 °C ye getirilmiş bitkisel yağ ile hava kabarcığı kalmayacak şekilde doldurulup kapağı kapatılır ve yine 20°C lik su banyosuna daldırılmış olarak yarım saat bekletilir. Bu arada kılcal borudan taşan yağ dikkatlice silinir, banyodan çıkarıldıktan sonra iyice kurutulup tartılır. Bütün tartımlar 0.0001 g. duyarlılıkla yapılmalıdır[39]

Tartım sonuçlarından yağın özgül ağırlığı aşağıdaki denkleme göre hesaplanır.

$$\text{Özgül ağırlık} = \frac{(y - x)}{(z - x)} \quad (3-14)$$

$x$  : 20°C de piknometrenin darası

$y$  : 20°C de yağ dolu piknometrenin ağırlığı,g.

$z$  : 20°C de su dolu piknometrenin ağırlığı,g.

## 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR DAN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

### 4.1 Hammadde Özellikleri

1993 yılı Eskişehir mahsülü olan 5-118, Dinçer hattına ait aspir tohumuna yapılan tayinler sonucunda aşağıdaki değerlerle bulunmuştur.

#### 4.1.1 Aspir tohumunun nem miktarı

Bölüm 3.2.1'de belirtilen yöntemle belirlenen nem miktarı % 4.9815 bulunmuştur.

#### 4.1.2 Aspir tohumunun kül miktarı

Bölüm 3.2.2'de belirtilen yöntemle belirlenen kül miktarı % 1.975 bulunmuştur.

#### 4.1.3 Aspir tohumunun posasındaki HCl'de çözünmeyen kül miktarı

Bölüm 3.2.3'de belirtilen yöntemle HCl'de çözünmeyen kül miktarı % 0.00924 bulunmuştur.

#### 4.1.4 Aspir tohumlarının fiziksel özellikleri

Aspir tohumunun tane ağırlığı, tane boyutları gibi fiziksel özellikleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4-1 Aspir tohumunun fiziksel özellikleri

1 gramdaki tane sayısı	22
Tane çapı (mm)	3.286
% öz	50.5
Tanede	
% kabuk	49.5

#### 4.1.5 Aspir tohum posasında ham protein tayini

Bölüm 3.2.5'te belirtilen yöntemle ham protein miktarı %14 bulunmuştur.

#### 4.1.6 Yağlı tohum posasında ham selüloz tayini

Bölüm 3.2.6'da belirtilen yöntemle selüloz miktarı %32 bulunmuştur.

### 4.2 Hammadde Hazırlanması

Aspir tohumları oda şartlarında bir çuval içinde depolanmıştır. Daha sonra tohumlar laboratuvar ölçekli, gözenek açıklığı 1 mm olan bir çekiçli değirmende öğütülmüştür.

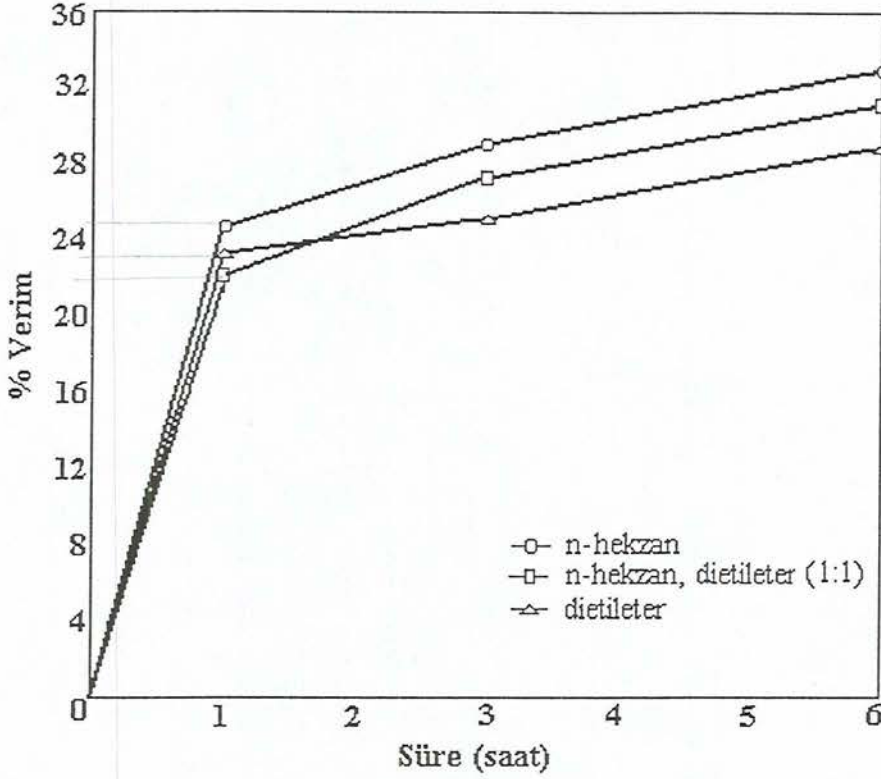
#### 4.2.1 Sokslet ekstraksiyonu

Hammadde 10 gramlık droglar halinde 1.3 ve 6 saat süreyle hekzan, dietil eter ve hekzan dietil eter (1:1) karışımındaki çözücülerle ekstraksiyona tabi tutulmuştur.

Denemeler sonunda elde edilen % işareti yağ verimleri kurumadde temeline göre hesaplanmış, sonuçlar Çizelge 4-2 ve grafikler Şekil 4-1'de aşağıda verilmiştir. Yapılan denemelerde sisteme 150 ml çözücü yüklenmiştir. Ekstraksiyonda ekstraktörün ilk sifon yapma süresi 10 dk sonunda meydana gelmiştir. Ekstraksiyon sistemi, ilk sifonu yaptıktan sonra kararlı hale gelmekte her bir 1.5-2 dk'da bir sifon gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4-2 Farklı Çözücülerin Kullanıldığı Ekstraksiyon Veriminin Zamanla Değişimi

Süre (Saat)	Farklı çözücüler için % yağ verimleri		
	n-hekzan	dietil eter	n- hekzan - dietil eter (1:1)
1	24.28	23.75	22.78
3	28.43	25.74	27.55
6	32.82	28.32	31.00



Şekil 4-1 Farklı çözücülerin kullanıldığı ekstraksiyon veriminin zamanla değişimi

### 4.3 Aspir Yağının Fizikokimyasal Özellikleri

#### 4.3.1 Aspir yağının sabunlaşma sayısı

Bölüm 3.3.1’de belirtilen yöntemle sabunlaşma sayısı 190 bulunmuştur.

#### 4.3.2 Aspir yağındaki sabunlaşmayan madde miktarı

Bölüm 3.3.2’de belirtilen yöntemle sabunlaşmayan madde miktarı %1.3 bulunmuştur.

#### 4.3.3 Aspir yağının asit sayısı

Bölüm 3.3.3’de belirtilen yöntemle asit sayısı 15.5 bulunmuştur.

#### 4.3.4 Aspir yağının iyot sayısı

Bölüm 3.3.4'de belirtilen yöntemle iyot sayısı 140 bulunmuştur.

#### 4.3.5 Aspir yağının ester sayısı

Bölüm 3.3.5'de belirtilen yöntemle ester sayısı 174.5 bulunmuştur

#### 4.3.6 Aspir yağının kırılma indisi

Bölüm 3.3.6'da belirtilen yöntemle 20 °C'de kırılma indisi 1.4670 bulunmuştur.

#### 4.3.7 Aspir yağının yoğunluğu

Bölüm 3.3.7'de belirtilen yöntemle 20 °C'de yağın yoğunluğu 0.914 bulunmuştur.

## \*5. TARTIŞMA, SONUÇLAR VE ÖNERİLER \*

Çalışmalarda,1993 yılında Eskişehir ve çevre ilçelerinde yetiştirilen aspir tohumları kullanılmıştır.

Laboratuvar ölçekte, aspir tohumları Imm göz açıklığındaki ızgaraya sahip çekiçli değirmende öğütülmüştür. Daha sonra n-hekzan, dietileter ve bunların (1:1) karışımının kullanıldığı farklı çözücülerle ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir. Bunun sonucunda tohumda yağ oranı %28-33 arasında bulunmuştur. Ayrıca dietileter kullanılarak elde edilen yağın daha berrak renkte ve tortusuz olduğu ve en iyi veriminde altı saatte alındığı bulunmuş, bu da Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

Daha sonraki çalışmalarda elde edilen yağın niteliklerinin belirlenmesi amacıyla fizikokimyasal özellikler incelenmiştir. Aspir yağının sabunlaşma sayısı 190, ester sayısı 174.5, asit sayısı 15.5, iyot sayısı 140, sabunlaşmayan kısım %1.3, kırılma indisi 1.420 ve yoğunluk 0.914 olarak bulunmuştur.

Ekstraksiyon sonucu elde edilen küspede ham protein %14 ve ham selüloz %32 olarak bulunmuştur. Küspe kısmen acı olmasına rağmen hayvan yemi olarak kullanılabilir.

Bulunan sonuçların Tübitak tarafından farklı aspir tohum hatlarına yapılan analiz sonuçları ile (Çizelge 2-4) uyum içerisinde olduğu görülmüştür. Aynı şekilde Çizelge 2-8'de görülen, Orta Anadolu mahsülü olan aspir tohum yağının fizikokimyasal özellikleri de elde edilen sonuçlarla uyumludur.

Aspir tohumunun üretimine 1997 yılında hazırlanan 7. beş yıllık kalkınma planında hiç yer verilmemiştir. Oysa dünyada kullanımı yaygın olan yüksek yağ içeriğindeki aspir tohumu ayrıca sabunculuk, boyacılık, vernik yapımında da iyi bir hammadde oluşturmaktadır. Dünyada hızla artan nüfus ve refah seviyesi düşünülerek öncelikle aspir tohumu üretimini artırmak üzere gerekli teknik bilgiler üreticilere kazandırılmalı daha sonra da sayılan endüstri dalları için kullanılabilir duruma hızla getirilmelidir.

## 6. KAYNAKLAR

1. DEMİR, F. , "Oleicled" ve "308" Aspir (*Carthamus tinctorious L.*) Hatlarından Elde Edilen Melezlerin Verim ve Verim Ögeleri, Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, 65s, Ankara, 1992.
2. ATAKIŞI, İ. K. , Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı, Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Yayınları : 148 Ders Kitabı No: 10 s.161-167, Tekirdağ, 1997.
3. T.C. Başbakanlık D.P.T. III. Beş Yıllık Kalkınma Planı Bitkisel Üretin Özel İhtisas Komisyonu, Yağlı Tohumlar Alt Komisyonu Raporu, Ankara, 1972.
4. İLİSU, K., Yağ Bitkileri ve Islahı, s.140-158, Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 1973.
5. CAN, Ö., DUMAN, İ., Aspir Tarımı ve Endüstride Kullanım Alanları, Eskişehir Araştırma Enstitüsü Ziraat Raporu, Eskişehir, 1993.
6. NAS, S., GÖKALP, Y. H. ve ÜNSAL, M., Bitkisel Yağ Teknolojisi, Atatürk Üniv., Ziraat Fak. Yayın No: 312, Ders Kitabı No: 64, s.48-50, Erzurum, 1992.
7. DEMİRCİ, M., ALPARSLAN, M., Bitkisel Yağ Teknolojisi, Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Yayın No: 115, 125s, Tekirdağ, 1993.
8. LONGER, R., H., M., and HILL, G., D., Agricultural Plants, Cambridge Univ. Press, pg. 136-159, Cambridge, 1982.
9. WEISS, E., A., Oil Crops, Tropical Agricultur Series,pg. 226-281, Australia, Victoria, 1980.
10. GÜRBÜZ, B., Bir Yağ Bitkisi Olarak Aspir ve Ekonomik Önemi, Hasad Dergisi, 8, s.19-21, 1987.
11. ER, C., Endüstri Bitkilerini Nadas Alanlarına Sokabilme Olanakları, Kuru Tarım Bölgelerinde Nadas Alanlarından Yararlanma Sempozyumu, A.Ü. Ziraat Fak., Ankara, 1981.
12. SEVİNÇ, M., T., Seçilmiş Bazı Aspir (*Carthamus tinctorious L.*) Döllerinin Yağ Kaliteleri Üzerinde Araştırmalar, A.Ü. Ziraat Fak. Tarım Ürünleri Teknolojisi Bölümü Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1988.
13. GÜRBÜZ, B., Kendilenmiş Aspir Hatları Arası Melez ve Heterosis, A.Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü, Ankara, 1986.

## KAYNAKLAR (Devam)

14. DUKE, J., A., Handbook of Energy Crops, USA, 1996
15. LIDE, D., R. Handbook of Chemistry and Physics, CRC Press, 1990-1991.
16. İktisadi Araştırmalar Vakfı, Türkiye'de Yağlı Tohumlar ve Bitkisel Yağ Sorunları, İstanbul, 1979.
17. KAYAHAN, M., Yemeklik Yağlar, A.Ü. Ziraat Fak. Gıda Müh. Gıda Kalite Kontrol Seminer Notları, Ankara, 1997
18. ATAKİŞİ, İ., Yağ Bitkileri Ders Notları, T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fak. Yay., Tekirdağ, 1990.
19. World Oilseed Stutiation and Market, Highlights United States Department of Agricultur, USA, 1990
20. KARALI, H., Kolza Tohumu Yağının Çözücü Ekstraksiyonu ve Karakterizasyonu, Anadolu Üniv. Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisanas Tezi, Eskişehir, 1998.
21. NAS, S., H., G. ve ÜNSAL, M., Bitkisel Yağ Teknolojisi, A.Ü. Ziraat Fak. Yay. No.312, Ders Kitabı No:64, Erzurum 1992.
22. SEZGİN, A., Ham Yağ Üretimi Ayçiçek Ekstraksiyonu Metodları ve Teknolojisindeki Son Gelişmeler, Bitkisel Yağ Sempozyumu, Tekirdağ 1987.
23. PARKIN, F.P., The Solvent Extraction Of Drying Oils, J. Am. Oil Chem. Soc. 36, 483-496, 1959.
24. MILIGAN, E.D. and TANDY, D.C., J. Am. Oil Chem. Soc. 61, 1983.
25. COATS, H.B. and KARNOFSKY, G., Solvent Extraction II. The Soaking Theory of Extraction, J. Am. Oil Chem. Soc., 42(1), 51-53, 1950
26. BRENNAN, J.G., BUTTERS, J.R. and COWELL, N.D., Food Engineering Operations, Elsevier Science Published Co. Inc., NY, USA, 1990.
27. McCABE, W.K., SMITH, J.C. and HARRIOT, P., Unit Operations of Chemical Eng. 4th Edition, McGrawhill, N.Y, 1985.
28. ÖZKAYA, H., Analitik Gıda Kalite Kontrolü A.Ü. Ziraat Fak. Yayın No:1086, 137s., Ankara 1988.

### KAYNAKLAR (Devam)

29. KARNOFSKY, G., Design of Oilseed Extractor, II. Multicomponent Extractions, J. Am. Oil Chem. Soc., 63(8), 1015-1016, 1986
30. T.S. 1632, Yağlı Tohumlar Su ve Uçucu Madde Miktarı Tayini, 3s., Nisan, 1974.
31. T.S. 921, Yağlı Tohum Küspelerinde Toplam Kül Tayini, 2s., Haziran, 1971.
32. T.S. 764, Yağlı Tohum Küspelerinde HCL'de çözünmeyen Kül Tayini, 2s., Mayıs, 1971.
33. T.S. 324, Yağlı Tohum Küspelerinde Analiz Metodları, 10s., Şubat, 1982.
34. T.S. 973, Yağlı Tohumdan Yağ Tayini, 8s., Nisan, 1987.
35. T.S. 4962, Hayvansal ve Bitkisel Yağlar- Sabunlaşma Sayısı Tayini, 3s., Kasım, 1986.
36. T.S. 4963, Hayvansal ve Bitkisel Yağlar-Sabunlaşmayan Maddelerin Tayini, 4s., Kasım, 1986.
37. T.S. 1605, Ham ve Bitkisel Yağlar Asitlik Tayini, 3s., Nisan, 1974.
38. T.S. 4960, Hayvansal ve Bitkisel Katı ve Sıvı Yağlar Kırılma İndisi Tayini, 3s., Şubat, 1997.
39. T.S. 4959, Hayvansal ve Bitkisel Yağlar Özgül Ağırlık Tayini, 2s., Kasım, 1985.
40. İLİSU, K., Türkiye'de Aspir Ziraati Hakkında İncelemeler, A.Ü. Ziraat Fak. Yıllığı, Fasikül 4, Ankara, 1969.
41. Agricultural Handbook No:8-4 and Human Nutrition Services, USA Department of Agriculture, Washinton D.C., 1979.
42. Başbakanlık D.P.T. Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Sanayi Bitkileri, Ankara, 1997.
43. KARNOFSKY, G., The Theory Of Solvent Extraction, J. Am. Oil Chem. Soc., 26, 564-596, 1949.