



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

MEKANİK YAĞ EKSTRAKSİYONUNDA KULLANILAN PRESLERİN
VERİMLİLİKLERİNİN ARTIRILMASI
ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

VOLKAN EKMEKÇİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya / HATAY

AĞUSTOS -2007

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	III
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IV
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	2
2.1. Yağ Ekstraksiyonu.....	2
2.1.1. Yağ Ekstraksiyonunda Genel İlkeler.....	2
2.1.2. Ekstraksiyon Metotları.....	6
2.1.3. Yağlı Tohumların Hazırlanması.....	6
2.1.3.1. Temizleme.....	7
2.1.3.2. Kurutma.....	9
2.1.3.3. Kabukların Tohumdan Ayrılması ve Uzaklaştırılması.....	9
2.1.3.3.1. Pamuk Tohumundan Kabuk Ayırma.....	10
2.1.3.3.2. Ayçiçek Tohumundan Kabuk Ayırma.....	13
2.1.3.4. Soyanın Ekstraksiyona Hazırlanması.....	14
2.1.3.5. Tohumun Öğütülmesi.....	17
2.1.3.6. Yağlı Maddelere Isı Uygulanması.....	18
2.1.3.7. Tohumların Kavrulması.....	18
2.1.3.7.1. Kavrmanın Yağ ve Küspe Kalitesine ve Verimliliğe Etkileri.....	20
2.1.3.7.1. Hidrolik ve Sürekli Presleme İçin Kavrma İşleminin Yapılışı.....	21
2.2. Yağlı Ezmeden Yağın Ekstraksiyonu.....	22
2.2.1. Mekanik Ekstraksiyon.....	23
2.2.1.1. Kesikli (Batch) Presleme Ekstraksiyonu.....	25
2.2.1.1.1. Açık Presler.....	26
2.2.1.1.2. Kapalı Presler.....	26
2.2.1.2. Sürekli (Continuous) Presleme Ekstraksiyonu.....	27
2.2.1.3. Düşük Basıncı Presleme.....	28
2.2.1.4. Santriflülleme İle Yağın Ekspresyonu.....	28
2.2.2. Solvent Ekstraksiyonu.....	28
2.2.2.1. Yağ Ekstraksiyonu İçin Çözgenler.....	30
2.2.2.2. Ekstraktör Tipleri ve Ekstraksiyonun Yapılışı.....	32
2.2.2.2.1. Kesikli (Batch) Ekstraktörler.....	32
2.2.2.2.2. Sürekli (Continuous) Ekstraktörler.....	32
2.2.2.3. Solventin Geri Kazanımı.....	34
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	35
3.1. Materyal.....	35
3.2. Yöntem.....	35
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	38
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	50
KAYNAKLAR.....	52
TEŞEKKÜR.....	53
ÖZGEÇMİŞ.....	54

ÖZET

MEKANİK YAĞ EKSTRAKSİYONUNDA KULLANILAN PRESLERİN VERİMLİLİKLERİNİN ARTTIRILMASI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Bu çalışmada yağlı tohumlardan ham nebati yağ elde edene kadar geçen süreçte, farklı tohumlara bağlı olarak kullanılması gereken makine ve ekipmanlar ve bunların çalışma şartları analiz edilerek verimli bir sonuç elde edilmesi için uyulması gereken kurallar ortaya konmaya çalışılmıştır.

Ortaya konan çalışma , sebep – sonuç ilişkisine bağlı olarak verimli bir proses için yapılması gereken işlemler sırasını açıklamalarıyla tarif etmeye çalışmıştır.

Hangi yağlı tohumun hangi hazırlık işlemlerine tabi tutulması gerektiği, hangi rutubet seviyesi ve hangi sıcaklıkta ekstraksiyona sevk edilmesi gibi ilkeler üzerinde durulmuş, bu parametler ile farklı vidalı preslerin çalışma şekilleri analiz edilmiş ve daha verimli bir üretim sürecine ait önemli ipuçları elde edilmiştir.

2007, 54 sayfa

Anahtar Kelimeler: Nebati Yağ, Ekstraksiyon, Vidalı Pres

ABSTRACT

A STUDY ON INCREASING THE EFFICIENCIES OF PRESSES USED IN MECHANICAL OIL EXTRACTION

In this study, the vegetable oil extraction process is analyzed, and for more efficient production, the process rules are described by expressing the machines and equipments used in oil extraction from all kinds of oily seeds.

This study, by conducting mechanical studies, has demonstrated the operational steps that have to be followed for higher quality of crude vegetable oil and cake.

By the explained processes, the operations like sieving, crushing, flaking, cooking, moisture conditioning etc. that have to be applied to each kind of seed, are defined in detail by analyzing two different kinds of screw presses, which will be very important hints for productivity.

2007, 54 Pages

Key Words: Vegetable Oil, Extraction, Screw Press

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge. 1. Soya ezme kalınlığı ile küspede kalan yağ miktarının değişimi.....	17
Çizelge. 2. MODEL 230 Vidalı prese ait deney sonuçları.....	44
Çizelge. 3. MODEL 260 Vidalı prese ait deney sonuçları.....	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil. 1. Yaygın yağlı tohumların ticari metotlarla işlenmesiyle elde edilen ortalama yağ verimi %	4
Şekil. 2. Yağlı tohumlarda kabuk ve çekirdek oranları ve bütün tohum, çekirdek ve kabuğun yağ içeriği %.....	5
Şekil. 3. Yağlı tohumdan yağın ekstraksiyonu öncesi fabrikada tohumun temizlenmesi aşamaları.....	8
Şekil. 4. Pamuk tohumunda kabuk giderme aşamaları.....	12
Şekil. 5. Ayçiçeği tohumunda kabuk ayırma basamakları.....	13
Şekil. 6. Geleneksel yöntemle soyadan kabuk ayırma ve ekstraksiyona hazırlama.....	15
Şekil. 7. Soyada 'sıcak' kabuk ayırma prosesi işlem basamakları.....	16
Şekil. 8. Mekanik ekstraksiyon temel işlem basamakları.....	24
Şekil. 9. Anderson marka presin 3 farklı vida düzenlemesi.....	27
Şekil. 10. Yağlı tohumdan yağ ekstraksiyonu için işlem akış şeması.....	29
Şekil. 11. MODEL 230 Vidalı presin vida diziliş şeması.....	41
Şekil. 12. MODEL 260 Vidalı presin vida diziliş şeması.....	42
Şekil. 13. MODEL 230 ve MODEL 260 vidalı preslerin şematik görünümü.....	43
Şekil. 14. MODEL 230 için ayçiçeği, soya ve pamuk tohumunda devir – kapasite ilişkisi.....	46
Şekil. 15. MODEL 260 için ayçiçeği, soya ve pamuk tohumunda devir – kapasite ilişkisi.....	47
Şekil. 16. MODEL 230 için ayçiçeği, soya ve pamuk tohumunda devir – küspede kalan yağ oranı ilişkisi.....	48
Şekil. 17. MODEL 260 için ayçiçeği, soya ve pamuk tohumunda devir – küspede kalan yağ oranı ilişkisi.....	49

1. GİRİŞ

En basit tanımı ile, yağlı tohumlardan elde edilmiş yağlara, ‘ BİTKİSEL YAĞLAR’ denilmektedir. Bitkisel yağ, genel olarak ayçiçeği çekirdeği, mısırözü, soya fasülyesi, kanola ve pamuk tohumu (çiğit) vs. gibi yağlı tohumlardan elde edilmiş yağların genel adıdır.

İnsan yaşamı için vazgeçilmez besin kaynaklarından olan bitkisel yağların, üretim süreçleri bir çok karmaşık işlem den oluşmuş bir prosesler bütünüdür.

Artan insan nüfusuna bağlı olarak bitkisel yağlara olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Gelişen teknoloji bu talebin karşılanması için sürekli yeniliklere ve proseslerde iyileşmelere, verimlilik artışlarına zemin sağlamaktadır.

Yağlı tohumlardan ham yağın elde edilmesi mekanik ve kimyasal işlemleri içinde barındıran bir süreç olup genel olarak tüm işleme ‘EKSTRAKSİYON’ (extraction) adı verilmektedir.

Ekstraksiyon işleminin mekanik safhası, farklı tohum cinslerine bağlı olarak yapılması gereken hazırlık işlemlerini kapsamakta olup, bu işlemlerin belirli kurallara göre yapılması gerekmektedir. Eleme, kırma, kabuk soyma, tavlama, kavurma bu mekanik hazırlık işlemlerinden bazılarıdır ve bu hazırlık işlemlerinden bir ya da bir kaçının belirlenen çerçeve dışında uygulanması, prosesin çıktılarında olan ham nebati yağın ve küspenin (kekin) kalitesini aynen etkilemektedir.

Bu tez, ağırlıklı olarak mekanik ekstraksiyon proseslerini izah ederken, verimli bir şekilde ham nebati yağ & küspe üretebilmek için uyulması gereken mekanik ve fiziko-kimyasal kuralları ortaya koymak için hazırlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Yağ Ekstraksiyonu

2.1.1. Yağ Ekstraksiyonunda Genel İlkeler

Yağ içeren hayvansal ve bitkisel materyallerden katı ve sıvı yağların eldesi yağ teknolojisinin özel ve farklı bir safhasını oluşturur. Çeşitli kaynaklardan elde edilen yağlı materyaller arasında çok büyük fiziko-kimyasal farklılıklar vardır. Bu nedenle yağlı dokulara uygulanan yağ çıkarma işlemleri çok değişik uygulamaları içermektedir. Değişik yağ çıkarma işlemleri arasında rendering, presleme ve solvent ekstraksiyonu gibi farklı esaslara dayalı uygulamalar vardır. Ancak, yağların yağlı materyallerden teknolojik eldesi farklı olsa bile, yağ çıkarma işlemleri aşağıda belirtilen ortak özelliklere sahiptir. (Nas ve ark., 2001)

Bu özellikler ;

- a) Yağ zarar görmeden ve mümkün olduğu kadar yağda istenmeyen safsızlıkları içermeyen elde edilmeli,
- b) İşlem ekonomisiyle birlikte dokudan yağ yüksek randımanlı elde edilmeli,
- c) Yağlı materyallerin küspesi veya kalıntıları mümkün olduğunca yüksek değerlere sahip olmalıdır.

Yağlı hayvansal dokularda bulunan yağ ve su, yağlı dokudan rendering işlemiyle kolayca ayrılabilir. Bitkisel yağların ekstraksiyonu ise daha güçtür. Bitkisel materyaller, özellikle de yağlı tohumlar yağla birlikte katı formdaki diğer maddeleri büyük oranda içerir. Bundan dolayı yağlı tohumun inceltmesi (öğütülmesi), ısı işleme tabi tutulması, preslemesi gibi değişik işlemlerden geçirilmesi gerekir. (Sezgin, 1987)

Çok etkili presleme işleminden sonra bile yağlı tohum kekinde %2 - 5 gibi yüksek düzeyde yağ kalabilmektedir. Bu miktar; yüksek oranda yağ içeren mevcut toplam yağa göre az bir miktardır. Ancak, soya gibi düşük oranda (% 15 - 20) yağ içeren yağlı tohumların yağ içeriği dikkate alındığında önemli bir rakamdır. Solvent ekstraksiyonu (kimyasal ekstraksiyon) ile ise kekte %1'den daha az yağ kalabilmektedir.

Bu da yağlı tohumlarda ekstraksiyon şartları dikkate alındığında kabul edilebilir düzeydedir. Solvent ekstraksiyonun en önemli dezavantajı presleme sistemlerine göre ekipmanların pahalı olmasıdır.

Yağlı tohumların öğütülmesi, presleme ve ekstraksiyon işletmelerine yardımcı işlemlerin en önemlilerinden birisidir. Ayrıca, yağın eldesinden önce yağlı tohuma uygulanacak kabuk soyma (decorticate) işlemi ekstraksiyon sisteminin kapasitesini artıracak ve dış kabuklar tarafından yağın absorbe edilerek, yağ veriminin azalmasını önleyecektir. Tohumlar kabuk soymadan sonra çeşitli şekillerde inceltilmekte, öğütülmekte ve böylece yuvarlak şekilde veya pulcuklar halindeki küçük parçacıklara indirgenmektedir. İnceltme işleminde, küçültme işleminden sonra elde edilen kütle ısıtılarak yağlı hücrelerin geçirgen hale gelmesi sağlanmakta ve böylece yağın kütleden akışı kolaylaşmaktadır. Solvent ekstraksiyonu için ısı işlemi uygulaması zorunlu değildir. Ancak, pamuk tohumun işlenmesinde gossipol ve diğer toksik bileşiklerin varlığı nedeniyle özellikle dikkat edilmesi gereken bir muameledir. Isıl işlemle toksik inaktivasyon sağlanmakta, böylece yağ ve küspenin bu maddeler bakımından emin hale gelmesi sağlanmaktadır. (Nas ve ark., 2001)

Avrupa ve Amerika'da yağ ekstraksiyonunda bazı ana farklılıklar vardır. Bu farklılıklar temelde hammadde kaynaklarının farklılığından kaynaklanmaktadır. Uygulamadaki farklılıklar yağlı tohumun kalitesi, homojenliği ve yıllara göre yağlı tohum kalitesinde değişim olup olmamasından kaynaklanmaktadır. Örneğin Amerika'da yalnız bir tip yağlı tohum üretilip işlenirken, Avrupa'da bu standardizasyon sağlanamamıştır. Ayrıca, üretilen yağlı tohumun özellikleri üretim sezonlarına göre de az miktarda da olsa değişim göstermektedir. Ülkemizde yağlı tohum kalitesini etkileyen henüz çözümlenmemiş pek çok genetik, kültürel, hasat, depolama ve kalite problemi güncelliğini korumaktadır.

Yağ üretiminde yaygın olarak kullanılan yağlı tohumların ticari ekstraksiyon metodlarıyla işlenmesi sonucu elde edilen yağ verimleri Şekil. 1'de ve Şekil. 2'de bütün tohum ve çekirdeklerin yağ içerikleri karşılaştırılmalı olarak verilmiştir.

(İlisulu, 1973)

Brezilya Palmı (çekirdek)	63	Yerfıstığı	35
Hint Yağı (Tane)	45	Haşhaş Tohumu	40
Hindistan Cevizi	63	Kolza Tohumu (Kanola)	35
Mısır (Germ)	45	Pirinç Kepeği	14
Pamuk Tohumu	18	Aspir Tohumu	28
Keten Tohumu	34	Susam Tohumu	47
Kenevir Tohumu	24	Soya Fasulyesi	18
Kapok Tohumu	20	Ayçiçeği Tohumu	45
Fındık	50	Çay tohumu	48

Şekil. 1. Yaygın yağlı tohumların ticari metotlarla işlenmesiyle elde edilen ortalama yağ verimi %

Yağlı tohum	Çekirdek Oranı	Kabuk Oranı	Bütün Tohum	Yağ Oranı	
				Çekirdek	Kabuk
Genellikle Kabuk Soyma İşlemi Uygulanan					
Yağ Palmı	25	75	-----	48	-----
Brezilya Palmı	9	91	-----	67	-----
Tung	60	40	30	50	-----
Kakao Taneleri	88	12	50	-----	-----
Hint Yağı Taneleri	70-80	20-30	40-50	-----	-----
Pamuk Tohumu	62	38	19	30	1--2
Yer Fıstığı	75	25	38	50	0.5-1
Ayçiçeği Tohumu	45-60	40-55	41-45	41-45	1--2
Aspir	50	50	28-33	28-33	1,5-2
Soya Fasulyesi	93	7	18	18	0.6
Genellikle Kabuk Soyma İşlemi Uygulanmayan					
Keten Tohumu	57	43	-----	58	22
Perilla Tohumu	68	32	34	-----	-----
Kenevir Tohumu	62	38	31	-----	-----
Kolza Tohumu	82	18	42	-----	-----

Şekil. 2. Yağlı tohumlarda kabuk ve çekirdek oranları ve bütün tohum, çekirdek ve kabuğun yağ içeriği %

2.1.2. Ekstraksiyon Metodları

Katı yağların ekstraksiyonunda ilk metodun ilk insanlar tarafından geliştirilen rendering olması muhtemeldir. Daha sonra yağın akışını sağlayacak pişirme teknikleri geliştirilmiştir. Mekanik preslerin hidrolik operasyonla etkin hale getirilmesi 19. yüzyıl başına kadar gerçekleştirilmemiş, I. Dünya Savaşına değin de büyük ölçüde solvent ekstraksiyonu kullanılmıştır.

Teknolojide gelişmelere paralel olarak mekanik presler, sürekli vidalı (screw) presler, solvent ekstraksiyonu yağ teknolojisinin hizmetine etkin bir şekilde sokulmuştur.

Yağlı tohum ve hayvansal dokulardan yağın eldesinden sonra kalan rezidu genellikle yüksek protein içeriğine sahiptir ve hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları (soya fasulyesi ve pamuk tohumu unu ve soya fasulyesi protein izolat ve konsatratları) insan gıdası olarak sınırlı kullanım alanı bulmuştur. Bir kısmı da endüstriyel protein (tutkal yapımı gibi) kaynağı olarak kullanılabilir. Toksik kalıntılar içeren küspeler özellikle detoksifikasyon işlemine tabi tutulmazsa ancak gübre ve benzeri amaçlarla kullanılabilir. (Doğan ve Başoğlu, 1985)

2.1.3. Yağlı Tohumların Hazırlanması

Tohumdan üretilecek yağ maksimum verimle elde etmek önemlidir.

Maksimum verimin elde edilmesi için de ekstraksiyon işleminden önce bazı ön işlemlerin yapılması tohumun hazırlanması gereklidir. Bu hazırlık aşamaları tohumun temizlenmesi, kurutulması, kabuğun soyulması ve gerekirse kırma, inceltme, tavlama veya ısıtma işlemlerini kapsar. Ön işlem aşamaları tohuma ve ham materyalin kalitesine bağlı olup, ham materyal kaynağına, bitki yetiştirme alanına ve hatta yollara göre değişebilir.

Tohumlardan yağ eldesinde uygulanan temel operasyonlar aynı olmakla birlikte, her tohumun farklı bir işlem akışı vardır.

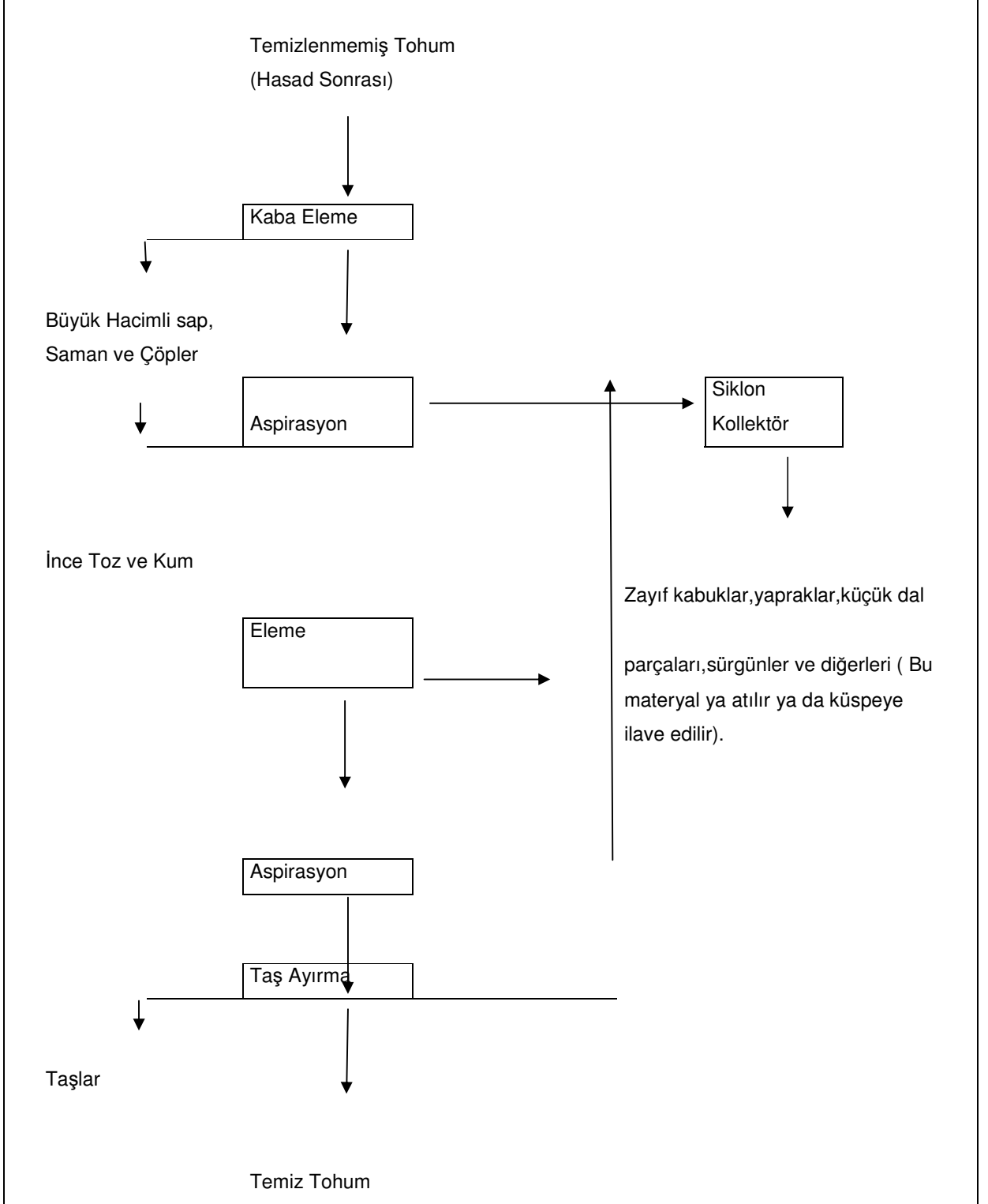
2.1.3.1.Temizleme

Soya, ayçiçeği, pamuk tohumu gibi yağlı tohumların hasadında kullanılan makineler; yaprak, sap, saman, yabancı tohum, kum, toz gibi yabancı materyalleri uzaklaştıracak şekilde dizayn edilmiştir. Ancak, bitkisel yağlı tohumları işleyen fabrikalar; ham materyalin kalitesi, tarlada yapılan bu temizliğin etkinliği, depolama sũresinin uzunluğu, taşıma sırasında tohuma yapılan işlemlere bağlı olarak değişebildiğinden, tohum temizleme ekipmanları ile donatılmıştır.

Yağlı tohumların işlenmesinde ilk adım yabancı maddeleri ayırmak suretiyle yağlı tohumun temizlenmesidir. Bitkisel parçacıklar, sapsar, yapraklar ve benzeri değersiz artıklar dœnel elek veya sarsak eleklerle kũtleden ayrılmaktadır. Çeşitli demir parçacıklarını uzaklaştırmak iœin bir kayış konveyœr ¼zerindeki elektromanyetik dũzenlerden istifade edilir. Özel taşlar ise ağır taş parçacıklarının ve yer fıstıklarından çamur topaklarının çıkarılmasında kullanılır.

Pnœmatik sistem ile hafif materyaller yağlı tohumdan sũrũklenerek ayrılırken, yağlı tohumlardan oluşan ağır maddeler aspirasyon alanı iœerisinde çœkeltmektedir. Bœylece hafif sap, saman, bitkisel artıkların yağlı tohumdan ayrılması sağlanmaktadır.

şekil.3'de tohum temizleme aşamaları verilmiştir. Temizleme aşamalarının her biri ayrı ayrı makinelerde yapılabildiği gibi; ayırma, eleme ve aspirasyonu tek bir makine ile yapan tohum temizleyiciler de vardır. Yağlı tohumların depolanmadan œnce temizliğin yapılması tercih edilir.



Şekil. 3. Yağlı tohumdan yağın ekstraksiyonu öncesi fabrikada tohumun temizlenmesi aşamaları (Saldamlı ve Saldamlı, 1990)

2.1.3.2. Kurutma

Tarımsal ürünlerin nem içeriği bitkinin gelişme sezonu ve hasat öncesindeki şartlara bağlı olarak değişir. Yağlı tohumların işlenmesinde nem seviyesi iki nedenle önemlidir. Tohumlar canlı bitkiye bağlı oldukları sürece enzimler tarafından gerçekleştirilen fotosentez devam ettirilir. Fakat, tohum hasat edildiği zaman, aynı enzimler bitkisel yağın yapısını yağ asitlerine dönüştürmeye uygun hale getirir. Ayrıca, uzun süre depolanan tohumlarda yüksek nem içeriğine bağlı olarak küf oluşur. Enzim aktivitesi ve küf gelişimi son ürün olan yağın kalite ve verimini azaltır. Bu nedenle enzimlerin inaktif olduğu ve küflerin gelişmediği 'kritik nem' düzeyinin altında tohumların depolanması zorunludur. Kritik nem seviyesi soya için %13, pamuk tohumu için % 10 ve ayçiçeği tohumu için % 8.5'dur. (Nas ve ark., 2001)

Bu nem seviyeleri fabrikada tohumun işlenmesi esnasında tohumda bulunması gereken nem seviyeleri değildir. Bu nedenle tohum iki kez kurutmaya alınabilir. Bunlardan biri depolama öncesi diğeri de işletme esnasındaki kurutma işlemidir.

Soya ve ayçiçeği gibi yağlı tohumların kurutulmasında kullanılan büyük kapasiteli kurutucular genelde yer çekimini esas alarak tohum akışını yönlendiren kurutuculardır. Bu tip kurutucularda elek boyunca yer çekimi etkisi altında akarak ilerleyen tohum düzgün bir şekilde ilerler veya engeller üzerinden aşar. Isıtılan hava baş kısmından itibaren tohumun aktığı kolon boyunca geçirilir ve atmosfere bırakılır. Son kısmında tohum yatağı boyunca hava dolaştırılarak soğuma sağlanır. Tohum kurutucuda kalış süresi, konveyör hızı değiştirilerek kontrol edilir. Her bir konveyördeki hava miktarını ve kurutucuda kalış süresini ayarlayarak tohumun son nem içeriği doğru bir şekilde kontrol edilebilir.

2.1.3.3. Kabukların Tohumdan Ayrılması ve Uzaklaştırılması

Yağlı tohumların kabukları genellikle ekstraksiyondan önce tohumdan ayrılmaktadır. 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 toplam yağ miktarında artış meydana gelir. Kabuklar ekstraksiyondan önce tohumdan uzaklaştırılmazsa pres kekinde absorpsiyon

ve tutunma artacağından yağın verimi azalır. Ayrıca, ekstraksiyon ekipmanının kapasitesi de azalır.

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

Keten tohumu, kolza, susam gibi çok küçük hacimli yağlı tohumlarda kabuk soyma işlemi çok güç olduğundan uygulanmaz. Soya, ayçiçeği, pamuk tohumu, yerbıstığı gibi tohumlar ise kabuk soymadan sonra işleme alınırlar. Kabuk soyma makinelelerinin dizaynında her yağlı tohumunun özelliği dikkate alınarak kendine özgü kabuk ayırma sistemi dizayn edilmiştir.

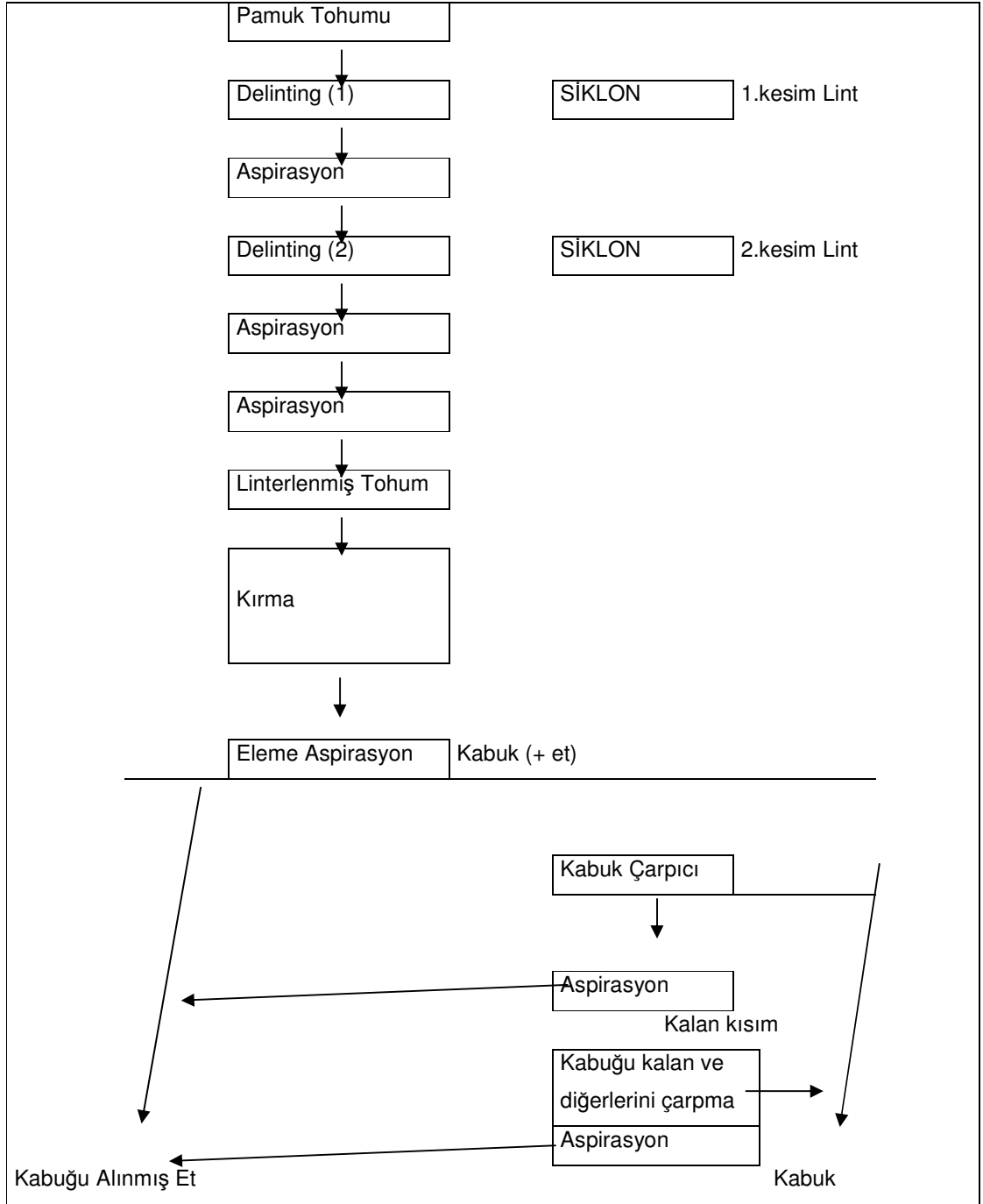
Kabuk ayırmada kabuk soyucunun tipi kadar tohumun nem içeriği de çok önemlidir. Yaş tohumların çok kolay ve temiz bir şekilde parçalanması güçtür ve kabuk gidericide engellerin oluşumuna sebep olur. Özellikle disk tipteki soyucuda akışın engellenmesi ciddi sorunlar oluşturabilir. Diğer yandan tohumlar çok kuru ise çekirdekleri aşırı derecede parçalanır. Soyulan kabuklar eleme veya aspirasyon (hava akımı) yoluyla iç kısmından ayrılarak uzaklaştırılırlar. Örneğin, kırılan pamuk tohumundan çekirdek ve kabuğun ayrılması şu şekilde gerçekleşir.

- (a) Eleyerek parçalanmamış tohum ve kabuklardan büyük et parçalarının (soyulmuş çekirdek) ayrılması,
- (b) fazla hava akımı ile parçalanmış tohumdan kabukların ayrılması,
- (c) çarpma ve eleme ile kabuklardan küçük et parçalarının ayrılması ve;
- (d) hava ile etlerden kabuk parçalarının ayrılması.

2.1.3.3.1. Pamuk Tohumundan Kabuk Ayırma

Pamuk tohumunda kabuk ayırma işlem basamakları Şekil. 4'te verilmiştir. Pamuk tohumu çırçırılama işlemiyle liflerinden ayrılıp üzerinde linteri (ince pamuk elyafı) ihtiva eder şekilde ekstraksiyon fabrikasına gelen tek tohumdur. Bu nedenle tohumun hazırlanmasında ilk işlem delintingdir (linterleme). Delinterler (linter makinesi) aralıklarla döner silindirler üzerinde kesici disklere sahip olan bir makinedir. Delinterdeki aralıklar iki kesici disk arasına tek bir tohumun girmesine müsaade eder. Beslenme sistemi her bir kesici seti arasında doğrudan tek tek tohumların girişine göre

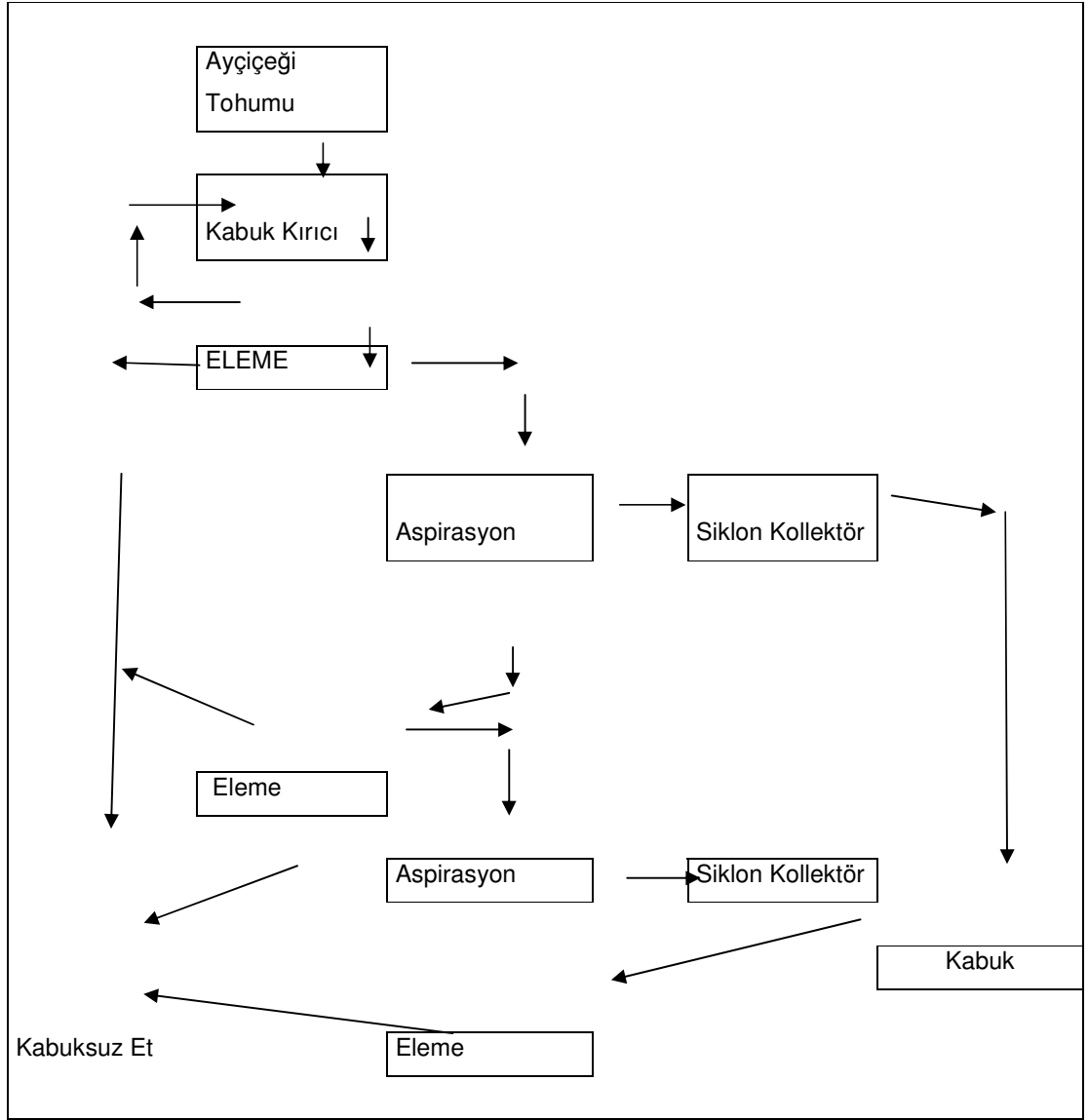
ayarlanmıştır. Tohumdan kesilen lintler (elyaf lar) fırça veya hava silindirinin arkasından uzaklaştırılır. Lint'ler balyalanır ve satılırlar. Delinting iki aşama da yapılır. Birinci aşamada daha uzun lifler alınır ve aspirasyonla uzaklaştırılır. İkinci aşamada ise kimyasal linter olarak isimlendirilen daha kısa linter kesilir. Linterlemeden sonra tohum kırılır ve aspirasyonu takiben elenir. İlk aşamada aspirasyon, etlerle (çekirdek içi) kabuğun kaçamaması için yeterli hava ile yapılır. Bunu kabuk - et karışımını şiddetle sıçratarak ayıran düzenek ve aspirasyon takip eder. İkinci aspirasyonla da tüm kabuklar ayrılır.



Şekil. 4. Pamuk tohumunda kabuk giderme aşamaları

2.1.3.3.2. Ayçiçeği Tohumundan Kabuk Ayırma

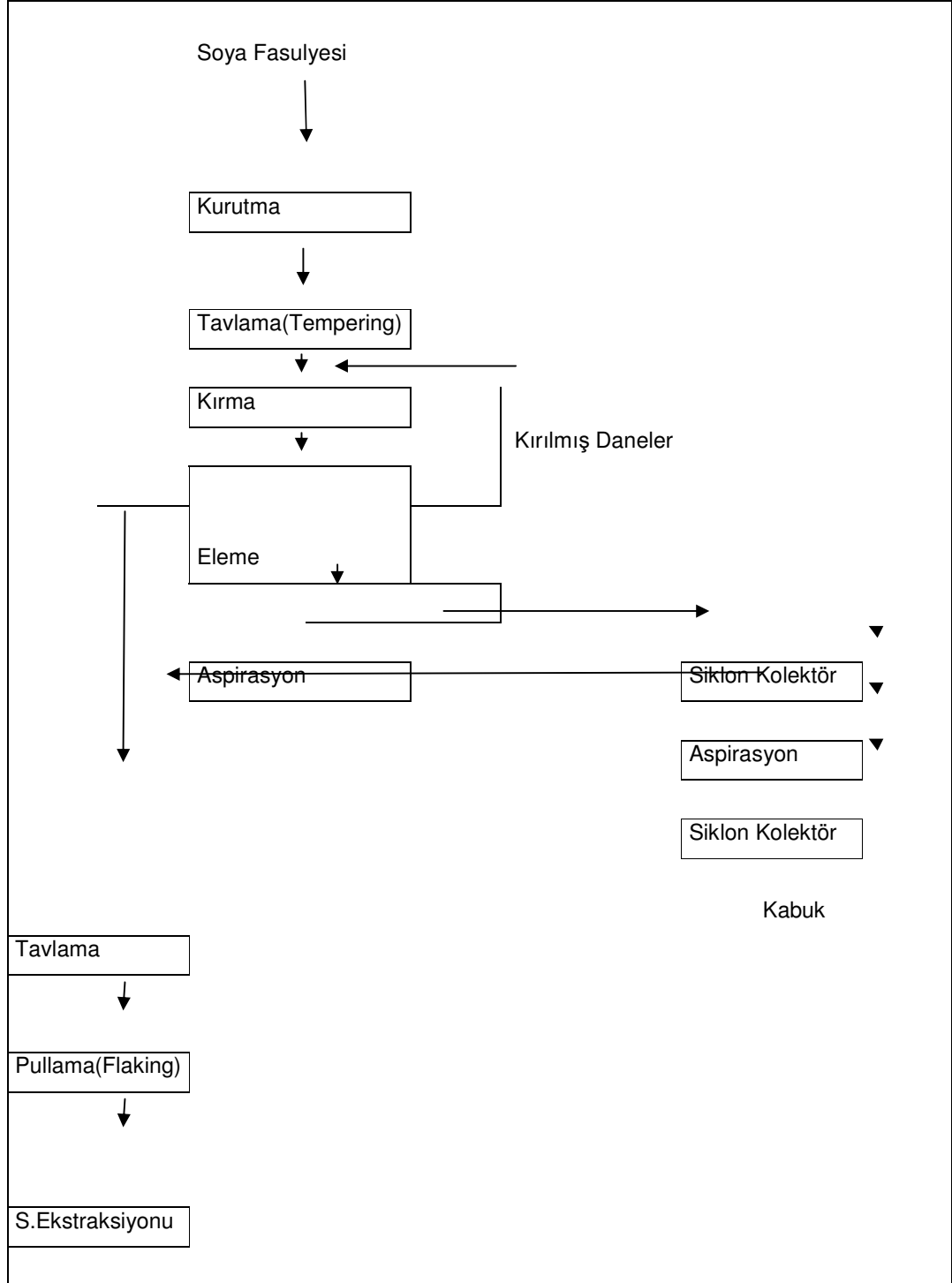
Ayçiçeği tohumunda kırılmış tohumdan kabuğun ayrılması için birkaç safhalı eleme ve aspirasyon işlemi gereklidir. (Şekil. 5). Ayçiçeği tohumunda kabuk ayırma zordur. Etlerin 3 kademeli eleme ve 2 kademeli aspirasyon işlemine tabi tutulması halinde bile % 8-11 kabuk kalabilmekte, ayrıca kabuk yaklaşık % 1 et içerebilmektedir. (Alpaslan, 1993)



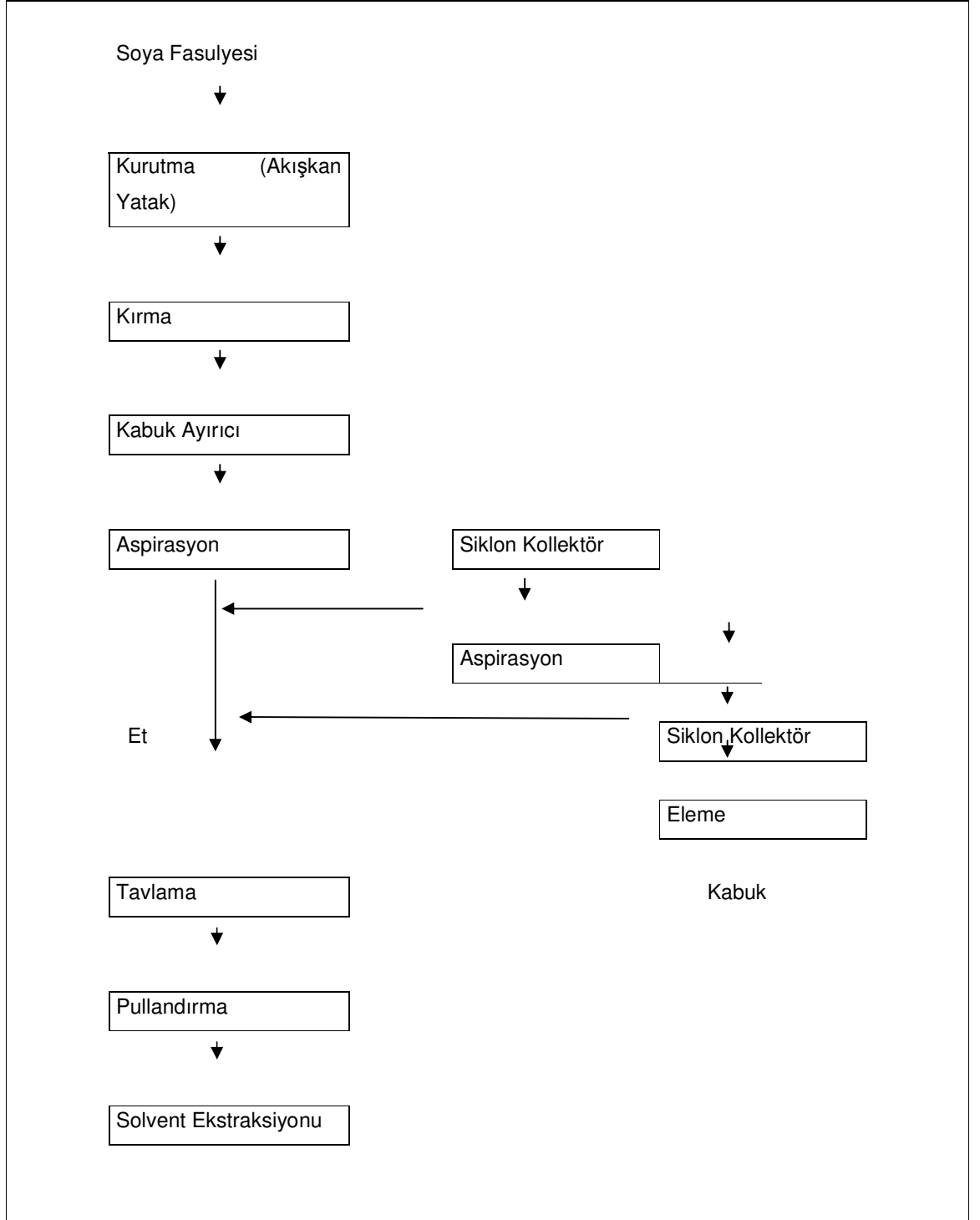
Şekil. 5. Ayçiçeği tohumunda kabuk ayırma basamakları

2.1.3.4. Soyanın Ekstraksiyona Hazırlanması

Soyanın geleneksel olarak ekstraksiyona hazırlanması ve kabuk giderilme basamakları Şekil. 6. 'da verilmiştir. Yağlı tohumlar içerisinde en az düzeyde kabuk içeren bir ürün olmasına rağmen, soyanın kabuğunun alınması güçtür. Bu nedenle kabuğunun alınmasını kolaylaştırmak için tavlama (tempering) işlemine başvurulur. Tempering, % 10 içeriğine kadar kurutulan fasülyelerin 5-7 gün süreyle depolanmasıdır. Bu işlem etin kabuktan büzülüp ayrılmasını sağladığı gibi tane içindeki nem dengesini de sağlar. Tempering için ihtiyaç duyulan zaman fasülyenin geçmişindeki değişimlere bağlıdır. Uzun süre düşük nem içeriğinde depolanan fasülyeler, tempering için uzun süreye ihtiyaç göstermezler. Hatta düşük nem içeriği ile tarladan doğrudan gelen fasülyeler daha uzun ısıtılma ihtiyacı gösterirler. Tavlama fasülyeler kırılır. İki katlı uzun elekten elenir. Kırılmamış taneler üst elekten kırma değirmenine geri gönderilir. Kabusuz ince etler doğrudan ikinci eleğe iner. Artık materyal, ette hiçbir kabukun kalmamasına müsaade etmeksizin etkili hava ile uzaklaştırılır. Daha sonra ikinci aspirasyonla ayırma tamamlanır. Eti, daha sonra tavlama (ekstraksiyon için nem ve sıcaklığı ayarlanır) ve solvent ekstraksiyonundan önce pul haline getirilir. İşlem şemalarından da görüldüğü gibi soya genelde iki defa kurutulur. Taneler tarladan % 13 kritik nem seviyesinin üzerinde gelirse depolama için uygun olan nem düzeyine (% 13) kurutulmalıdır. Daha sonra fabrikasyonda tempering için nem seviyesini % 10'a düşürmek için ikinci bir kurutma daha yapılmaktadır. Tempering sistemi soya işlemede yıllarca kullanılmış ve bugünde çoğu fabrikada uygulanmaktadır. Ancak, daha az enerji tüketimi sağlayan ve tempering aşamasını kaldıran sistemler de geliştirilmiştir. Bu sistem 'sıcak kabuk ayırma' olarak bilinen kurutma ve tavlama akışkan yatak kullanan bir sistemdir. Bu sistemde tanelerin nem içeriği % 15'e kadar çıkabilmektedir. Bu nedenle tarladan gelen taneler doğrudan kullanılabilir ve depolama ve tempering için gerekli kurutma aşamaları ortadan kaldırılmaktadır. (Şekil. 7.) (Peng, 1990)



Şekil. 6. Geleneksel yöntemle soyadan kabuk ayırma ve ekstraksiyona hazırlama



Şekil. 7. Soyada 'sıcak' kabuk ayırma prosesi işlem basamakları

2.1.3.5. Tohumun Öğütülmesi

Yağlı tohumlardan yağın çıkarımı mekanik ekspresyon veya solventler (çözgenler) vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Tohumun küçük partiküllere indirgenmesi (öğütme), ekstraksiyon işlemini kolaylaştırmaktadır.

Yağlı tohumların öğütme veya parçalama (grinding or rolling) yoluyla bölündüğü, böylece de yağ veren hücrelerin önemli bir kısmının kırılıp yarıldığı düşünülmektedir. Yağlı tohumların küçük parçalara inceltilmesi; ezme, öğütme, pul haline getirme veya ince parçacıklara indirgeme (rolling) şeklinde gerçekleştirilmektedir. Bu yolla hücrelerin kırılması, yağlı tohumdan yağın ekstraksiyonunu kolaylaştırmakta, solventle yağın ekstraksiyonu esnasında difüzyon ve çıkış mesafesini azaltmaktadır.

Çeşitli tohumlar için optimum partikül büyüklüğü farklıdır. Bu kalınlık tohumun nem içeriği ve fabrikaya göre değişmekle birlikte 0.010 – 0.015 inch arasında değişmektedir. Soya ezmelerinin kalınlığına bağlı olarak, solvent ekstraksiyonu sonucu küspede kalan yağ miktarı değişir. (Çizelge. 1). Pamuk tohumları mekanik presyonda kullanılacaksa 0.005-0.010 inch partikül büyüklüğüne kadar indirgenirler. Solvent ekstraksiyon uygulanacaksa 0.008-0.010 inch'ten daha ince ezme kalınlığına nadiren indirgenirler. (Sezgin, 1987)

Çizelge. 1. Soya ezme kalınlığı ile küspede kalan yağ miktarının değişimi
(Sezgin, 1987)

Ezme (flake) Kalınlığı	Küspede Kalan Yağ (%)
0,009 inç	0.50
0,14 inç	0.74
0,017 inç	1.12
0,022 inç	2.00

2.1.3.6. Yağlı Maddelere Isı Uygulaması

Yağlı maddelere ısı uygulaması, yağın mekanik araçlarla ekspresyonunu kolaylaştırmak veya sadece yağ elde edilmesini sağlamak amacına yöneliktir. Bu amaçlara yönelik olan ısı muamelesi iki ana kategoride incelenebilir. Bunlardan biri rendering olarak bilinen ve yağlı hayvansal dokular veya katı kısmında yağı yüksek oranda içeren diğer materyallerin, yağının, tamamen ya da önemli bir kısmının alınmasını amaçlayan işlemdir. Diğeri ise preslemeden önce yağlı tohumlar ve benzeri materyallere uygulanan ısı işlemi olup kavurma terimiyle (cooking) ifade edilir. Bazı işleme metotlarında rendering ve kavurma birlikte uygulanır.

Rendering ve kavurma işleminin her ikisinde de ısı muamelesinin amacı aynıdır. Isı muamelesinin birinci amacı yağlı hücre duvarlarındaki proteinleri koagüle etmek ve yağ akışı için geçirgen duvar oluşturmaktadır. Yağlı materyalden yağın akışı sıcaklık artışına bağlı olarak yağ viskozitesinin azalmasıyla da ilgilidir. Yağlı materyaller tamamen kuru değildir. Isıl işlem nem varlığına bağlı olarak farklı etkiler de oluşturmaktadır. İşleme sırasında ortamda nemin de bulunması nedeniyle su ilave edilmesine gerek kalmamaktadır. Su, proteinlerin koagülasyonunun sağlanması için gereklidir. Susuz, proteinlerin ısısal denaturasyonu güç olur. Su, katı materyallerin yüzeyinden yağın akışına uygun fiziko-kimyasal bir ortam hazırlar. (Nas ve ark., 2001)

2.1.3.7. Tohumların Kavrulması

Yağlı tohumlar, içerdikleri yağı kavrulduktan sonra kolayca bırakırlar. Kavurma süresince yağlı tohumun bünyesinde kimyasal ve fiziko-kimyasal değişimler meydana gelir.

Pamuk çekirdeği veya herhangi bir yağlı tohumda yağ damlacıkları ultramikroskopik büyüklükte ve tohumun bütün sathına dağıtılmış olarak bulunur. Kavurmanın etkisiyle bu küçük yağ damlacıkları birleşerek tohumdan akacak daha büyük damlalar oluşturur. Kavurma ile protein ve benzeri bileşiklerin ısısal denaturasyonla tabii yapılarının bozulması da önemli bir fayda sağlar. Yağlı tohumlarda kavurma ile yapı bozulmadan önce yağ damlacıkları emülsiyon formundadır. Proteinlerin koagülasyonu ile emülsiyon hali kırılır. Geriye tohumu oluşturan diğer katı

metalden yağın ayrılması işlemi kalır. Kavurma sırasında ısınmadan dolayı tohum yüzeyinin genleşmesinin bağlı olarak oluşan gözeneklerden yağın kolaylıkla çıkması mümkün olur. Kavurma, materyallerin yüzey aktifliği üzerinde de önemli etkiye sahiptir.

Kavurmanın başlıca amaçları şöyle sıralanabilir;

(a) Tohumdaki proteinleri pıhtılaşarak yağ damlacıklarının birbiri ile birleşip toplanmasını sağlar. Böylece, tohumdan yağın akışı için uygun bir ortam hazırlanır.

(b) Tohumun katı yüzeylerine yağın ilgisini (afinitesini) azaltarak yağ verimini artırır. Özellikle de preslemede verim artışı daha yüksek olur.

Yukarıda sıralanan faydaları yanında kavurma işleminin ikinci derecede önemli faydaları da vardır. Bunlar; kavurma sırasında yağlı tohum kurutulurken tohum kütlelerinin uygun bir plastik özellik kazanması sağlanır. Bu da preslemenin etkinliğini artırır. Ayrıca, fosfatid ve yağa geçmesi istenmeyen bileşiklerin (impuritelere) çözünmemesi, bakteri ve küflerin ise parçalanması sağlanır. Sıcaklık artışına bağlı olarak yağın akışkanlığı sağlanır. Pamuk tohumunda bulunan gossipol ve diğer toksik maddelerin detoksifikasyonu sağlanır.

Yağlı tohum arasındaki ilgiyi etkileyen bir faktör de, kavurma sırasında kontrol edilebilen tohumdaki su miktarıdır. Çok kuru tohumlardan yağ etkin bir şekilde ayrılamaz. Tohum suyunun yağ verimi üzerinde olan etki mekanizması tam olarak bilinmemektedir. Ancak, absorbe edilen suyun kavurma esnasında yağlı tohum üzerinde, yağla yer değiştirerek, ince bir film teşekkül ettirdiği kabul edilmektedir. Tohumda mevcut su bu şartlar altında daha çok bağlı olduğundan, tohum yüzeyini nispeten lipohobik yapar. Kavrulan tohumun optimum nem içeriği, kavrulan tohumun cinsi ve tohuma uygulanacak presleme metoduna göre değişir. Mesela; pamuk tohumunda hidrolik presler için %5-6 düzeyinde en uygun nem oranı iken, expeller veya helezon presler için % 3 en uygun nem düzeyidir. En uygun presleme için bu düzeylerin iyi bir şekilde kontrol edilmesi gerekir. % 4 ve daha yukarı rutubet düzeylerinde önemli miktarda yağ küspede kalır. Soya fasulyesi expellerde preslemeden önce genellikle %2,5 - 3 düzeyine kadar kurutulur. Kopra ve susam için ise % 2 civarındaki rutubet içeriğine ihtiyaç vardır.

Presleme veya ekstraksiyon öncesi yağlı tohumun nem içeriği yukarıda belirtilen nedenlerle mutlaka ayarlanmalıdır. Nem içeriğinin ayarlanması tavlama olarak ta ifade edilmektedir. Tavlama işlemi, tohumların öğütülmesinden önceki kurutma aşamasında gerçekleştirilmelidir. Zira etkin kabuk alımı ve kırma - ezme işlemleri içinde nem düzeyinin ilgili kısımlarda belirtilen miktarda olması gerekir. Yine nem düzeyi kavurma aşamasında da kontrol altında tutulmalıdır.

Yağlı tohumlarda mevcut fosfatid ve serbest yağ asitleri gibi maddelerin pek çoğu yüzey aktiftir. Bu maddelerin tohumdaki nispetine ve kavurma sırasındaki aktivasyonlarına bağlı olarak tohumdaki yağın absorbe edilme veya tutulma eğilimi ortaya çıkabilmektedir.

Genellikle zarar görmüş yağlı tohumlar, aynı yağ içeriğine sahip zarar görmemiş yağlı tohumlardan daha az yağ verimine sahiptir. Zararlı tohumların yağı bırakmayarak tutma eğilimi, muhtemelen yağ asitleri veya diğer yüzey aktif maddelerin tohumda yüksek oranda bulunmalarına bağlıdır. (Nas ve ark., 2001)

2.1.3.7.1. Kavurmanın Yağ ve Küspe Kalitesine ve Verimliliğe Etkisi

Kavurmanın yağ verimi üzerine etkisine ilaveten, kavurma metodu hem yağın hem de küspenin kalitesini önemli derecede tayin eder. Kavurma, özellikle yağ rafinasyon kayıplarıyla ilgisi nedeniyle de önemlidir. Kostik rafinasyondaki yağ kaybının büyük bir kısmı posa ile emülsiyeye olabilen nötral yağdan ibarettir. Yağda mevcut bazı doğal yüzey aktif maddeler posa yağ emülsiyonuna yardımcı olurken bir kısmı da emülsiyonu kırmaktadır.

Yağda mevcut bu iki sınıf maddenin nispi oranları kavurucunun işlem tarzına önemli derecede bağlıdır. Ham yağlarda rafinasyon kayıpları genellikle fosfatid ve benzeri maddelerden etkilenmektedir. Kavurmada normal değişimler yağ rengi veya rafinasyon kaybını çok az etkilemekte, çok fazla değişimler ise kayıplar üzerine önemli derecede etki etmektedir. Düşük pH'da kavru lan yağlı unların gossipol içeriği yüksek bulunurken, aynı şartlarda elde edilen yağın depolanması sırasında da renk değişiminin olduğu görülmüştür. Yüksek pH seviyesinde kavru lan etlerden elde edilen yağda rafinasyon kaybı az, gossipol içeriği düşük ve depolamada renk değişimi meydana gelmektedir.

Pratikte iyi bir kavurma, ezilmiş pamuk tohumu dokusunun rutubet düzeyini kavurucuda %12 - 15 düzeyine getirmek, enzimleri inaktive etmek ve serbest yağ asidi oluşumunu önlemek için sıcaklığı 88 °C veya daha yüksek düzeyde tutmakla gerçekleştirilebilmektedir. Şayet sıcaklık 104 °C' a yükseltirse tohumun rutubet içeriği % 12'den daha az olmamalıdır. Presleme işlemine verilecek kavrulmuş parçacıkların rutubet içeriği de 116 -132 °C sıcaklıklı ortam ve havalandırma ile uygun presleme rutubet şartlarına getirilmektedir.

Yağlı tohumların aşırı kavrulması da istenmez. Fazla kavurma ile anormal koyu renkli yağ ve küspe ortaya çıkar. Ayrıca küспенin besin değeri de zarar görür.

2.1.3.7.2. Hidrolik ve Sürekli Presleme İçin Kavurma İşleminin Yapılışı

Yağlı tohumların kavrulması bölmeli kavurma kazanlarında yapılmaktadır.

Bu kazanlar 4 - 8 bölmeli, silindirik, çelik kazanlarının her biri 182.88 - 335.28 cm (72 - 132 inch) çapında, 45.73 - 76.22 cm (1.5 - 2.5 ft) yüksekliğindedir.

Her kazan içine süpürücü tipte karıştırıcı, kazan dibine yakın bir şekilde monte edilmiştir. Karıştırıcılar ortak bir şafttan hareket alırlar. Her kazanın altında otomatik çalışan sürgü vardır. En üst kazan, ezilmiş tohumu rutubetlendirmek için püskürtücü jet memeleri ile donatılmıştır. Her bölmede ezme rutubetinin alınması için eksoz borusu ile doğal veya cebri hava akımı sağlanır. Bu sayede kavruyan çekirdeğin nem içeriği kontrol edilebilir. Ezmeler üst bölmeye konveyör ile verilir. Bu tavada belli bir süre kavruyan ezmeler bir alt kazana dökülürler. Böylece kavrucunun üstünden alta doğru sürekli olarak işlem devam eder. Bölmeler arası akış sürgülerle otomatik kontrol edilir. Kavruyan içerik presyona gönderilir.

Pamuk tohumu ezmeleri kavurucuda 30-120 dakika tutulur ve kazandan 110-132 °C'de ayrılırlar. Kaliteli tohumlar genellikle düşük kalitelere daha uzun süre kavrulurlar. Düşük kaliteli tohumlar uzun süre kavrulunca koyu renk alma eğilimi gösterirler.

215.90 cm'lik (85 inch) beş kademeli bir kavurucu, 24 saatte yaklaşık 80 ton pamuk tohumu kavurma kapasitesine sahiptir. (Karıştırıcı devri 32-33 dev/dak)

Yağlı tohumların orijinal rutubet içeriğine göre, kavrulmadan önce veya kavurma sırasında yağlı tohuma rutubet verilir. Başlangıçtaki rutubet miktarı fazla ise rutubet içeriği kavurucuda azaltılır. İlk kazan için % 9-14' luk başlangıç rutubet içeriği normaldir. Bu rutubet içeriği asıl kavurmanın gerçekleştiği 2 - 4 kazanda nispeten sabit kalır. Alt bölmelerde ise kurutma işlemi yapılır. Kurutma ortam sıcaklığının artırılması ve ortamın havalandırılması ile yapılır.

Yağlı tohum ezmesinin son rutubet içeriği işleme alınan maddeye bağlıdır. Ayrıca kavurmadan sonra kullanılacak pres tipi de önemlidir. Hidrolik presleme yapılacak pamuk çekirdeğinde nihai rutubet içeriği % 5-6 düzeyine ayarlanır. Vidalı (screw) veya expeller presleme için %3 civarı tercih edilir. Ayrıca yaygın olmakla birlikte yatay çift cidarlı borular ile de kavurma yapılabilmektedir.

2.2. Yağlı Ezmeden Yağın Ekstraksiyonu

Yağlı tohumlardan yağ iki yolla ekstrakte edilir. Bunlar mekanik presleme, baskılama (sıkıştırma) ve petrol solventleriyle muameledir. 1940'dan önce mekanik presleme kullanılan başlıca metot idi. Ancak, mekanik preslemede yağ kazanım oranı sınırlıdır. Preslemede oluşan yüksek sıcaklığın yağ ve kspeye zarar vermesi nedeniyle, pres kekindeki yağ içeriğini % 5-6'nın aşağısına indirmek güçtür.

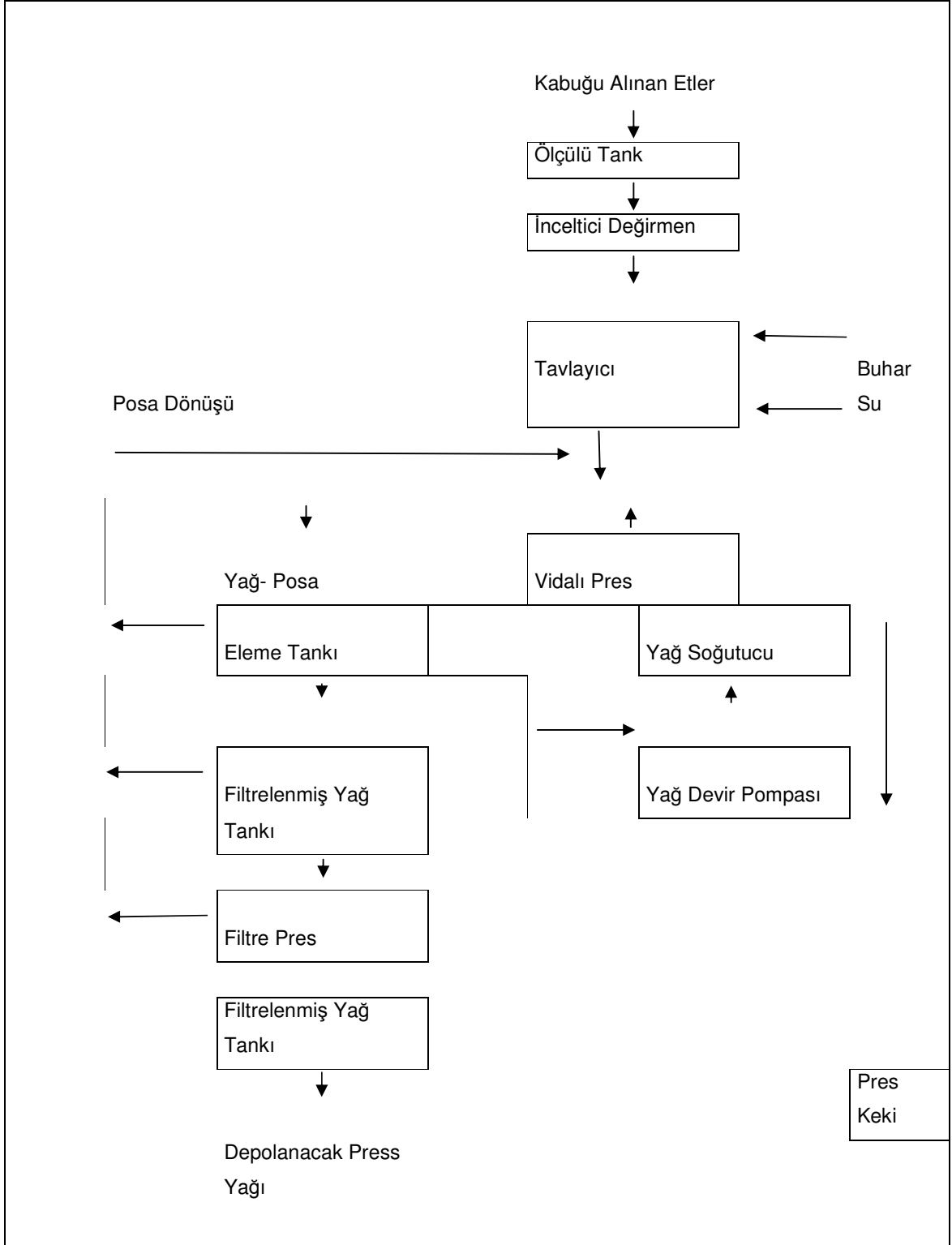
Solvent ekstraksiyonunda solvent, yağlı ezmenin derinliğine ince bir yatakla nüfuz eder. Bu yatak öyle bir şekilde hazırlanmalıdır ki solventin kolay bir şekilde akmasını sağlamalıdır. % 18 - 20 yağlı soya ve benzeri ürünlerde solvent yağı ekstrakte eder ve solvent, hızlı bir şekilde akışına müsaade eden yatakla temasa gelerek yağlı ezmeden ayrılır. Ancak, ayçiçeği gibi tohumlarda, % 41 – 44 gibi yüksek orandaki yağın uzaklaştırılmasında, solvent uzaklaştırma zorlaşır. Bu tip materyallerden solventin drene edilmesi (akarak alınması) oldukça zordur. Solvent ekstraksiyonundan önce mekanik presyonla yağın kısmi ekstraksiyonu sağlanarak preslenmiş bir materyal elde edilir. Böylece, yüksek oranda yağ içeren ayçiçeği gibi tohumlar hem mekanik hem de solvent ekstraksiyonu olarak bilinen iki aşamalı ekstraksiyon işlemine tabi tutulur. Bu işlem n pres (Pre-Press) - solvent ekstraksiyonu olarak bilinir.

% 41 – 44 yağ içeren ayçiçeği gibi tohumlarda ön pres - solvent ekstraksiyonu, % 20 yağ içeren soya gibi tohumlarda solvent ekstraksiyonu uygulanırken % 25 yağ içeren pamuk tohumu gibi yağlarda ise ya sadece solvent ekstraksiyonu ya da ön press – solvent ekstraksiyonu birlikte uygulanır.

Bazı işletmeler bu tip ürünlerde sadece solvent ekstraksiyonu uygularken, ön press – solvent ekstraksiyonu uygulayan işletmelerde bulunmaktadır. Ancak, soya, ayçiçeği, pamuk gibi yağlı tohumlara sadece mekanik presleme uygulayan fabrikalarda bulunmaktadır. (Sezgin, 1987)

2.2.1. Mekanik Ekstraksiyon

Mekanik ekstraksiyonun temel işlem basamakları Şekil.8’de verilmiştir. Kabuk soyma işlemine tabi tutulan ürün ölçülü tankta (anlık silo) toplanır ve bu tanktan düzenli olarak belli bir besleme hızıyla sisteme verilir. Presleme öncesi ürün daha önce belirtildiği şekilde öğütme - inceltme veya pullandırma işlemlerine tabi tutularak ideal boyutlara ve şekle dönüştürülür. Üründen (yağlı ezmeden) en yüksek presleme verimi alabilmek için ürün tavlama işlemine tabi tutulur. Tavlamadan sonra uygun bir presle ya tam presleme veya solvent ekstraksiyonu için ön presleme uygulanır. (HUI, 1996)



Şekil. 8. Mekanik ekstraksiyon temel işlem basamakları

2.2.1.1. Kesikli (Batch) Presleme Ekstraksiyonu

Son yıllarda yağlı tohumların işlenmesinde mekanizasyon artmıştır. Hidrolik presleme şekilleri de daha pahalı olmaya başlamıştır. Soya ve pamuk tohumu gibi yağlı tohumların hidrolik preslemesi önemli derecede azaltmıştır. Diğer yağlı tohumlarda da aynı oluşum beklenmektedir. (Anonim, 2001)

Yağ ekstraksiyonun en eski şekli çuval, kafes, kumaş veya diğer uygun bir materyalle yağlı materyalin sarılarak yığın haline getirilmesi ve bu yığına basınç uygulanarak yağın eldesi şeklindeydi. Modern presleme işlemleri hidrolik sistemlerle hareketlendirilen ve değişmeyen bir geometriye dizayn edilmiş sistemlerdir. Bu sistemler kesikli (batch) sistemler olarak da isimlendirilir.

Batch presler iki ana sınıfa ayrılabilir. Yağlı materyalin 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 sınıflandırılırlar.

Yağın mekanik presyonla çıkarımı, yağ ile tohumun katı materyali arasındaki ilgiye bağlılık arz eder. 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 kolaylıkla bırakmazlar. Yağ, basınç uygulamasıyla, maksimum basınca ulaşıldığında ortam sıcaklığı ve vizkositesine 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 presyon için yeterli değildir. Basıncın uygulama süresi ve şekli de önemlidir.

Pamuk tohumunda hidrolik presleme için yapılması gereken ön işlemler ve presleme şartları aşağıda özetlenmiştir:

1. Preslenecek etlerin (ezmelerin) kabuk içeriği, mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır. Zira ette kabuk miktarının artışı ekstraksiyon etkinliği ve pres kapasitesinin azalmasına neden olur.

2. Basınç, başlangıçta alışılandan daha yavaş uygulanmalıdır.

3. Kek (küspe) zerindeki toplam basıncı, son kek kalınlığı 1 inch'in üzerine cıkmadıkça 2000 psi den fazla artırılmamalıdır. İnce keklerde artan basınç kekten kalan yağ üzerinde etkiye sahip değildir.

4. Kek, ekonomik hedefler ve öğütücünün kapasitesi dikkate alınarak yeterince ince elde edilmelidir.

5. Kekten nem iğeriği kekten minimum yağ kalıntısı sağlamak için dikkatle kontrol edilmelidir.

6. Presin baş ve dibindeki kekler ortadaki keklerden daha ck soğuduğundan, maksimum ekstraksiyon randımanını elde etmek için uygun vasıtalarla presin sıcaklığı istenen düzeye cıkarılmalıdır.

7. Tercihen presleme 95 - 100 °C sıcaklıkta geręekleřtirilmelidir.

2.2.1.1.1. Açık Presler

Bu tip preslerde pres edilecek yağlı materyal bohça şeklinde bezlere sarılır. Bohçalar arasına hareketli demir levhalar konur. Basıncı uygulanınca cıkan yağ pres bezine ulaşır. Pres bezine varınca bez boyunca bölme kenarlarına doğru hareket eder. Sonra da pres boyunca akarak aşağıda toplanır.

2.2.1.1.2. Kapalı Presler

Süzgeçli presler kapalı preslerdir. Preslenecek tohumlar, delikli süzgeç şeklindeki silindirler içerisinde yer alırlar. Prese tohumlar tabakalı yerleştirilir. Belli miktar yağlı ezmeden sonra metalik levha prese yerleştirilir. Levha ile yağlı ezme arasında da keğe yerleştirilerek tohumdaki yağın kolayca akarak delikli pres gövdesinden ayrılması sağlanır.

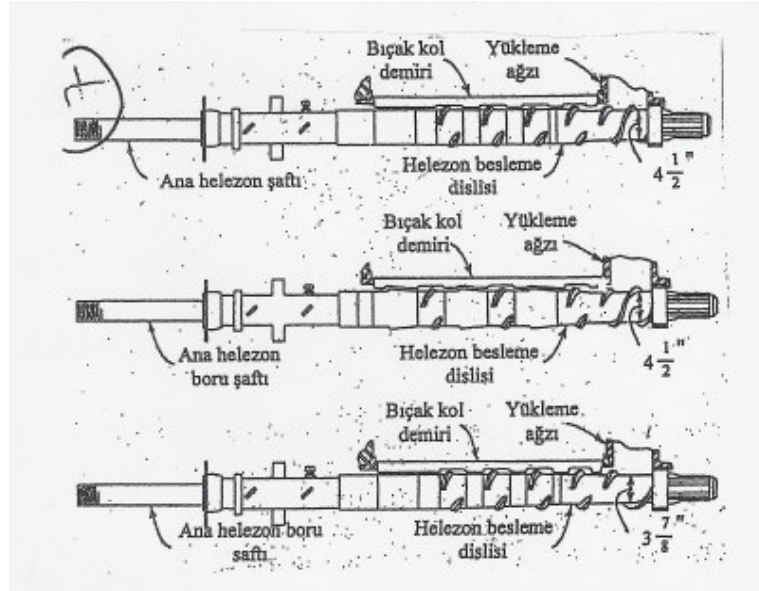
Bu pres tiplerinin yuvarlak ve kare şeklinde olanları mevcuttur. Bazı yağlı tohumlar tek bir presleme ile yağını vermezler. Bu tip tohumlarda ikinci bir presyona başvurulur.

2.2.1.2. Sürekli (Continuous) Presleme Ekstraksiyonu

Sürekli presleme sağlayan expeller veya vidalı (screw) presler soya, pamuk tohumu, keten tohumu ve yerfıstığında mekanik ekstraksiyon için yaygın kullanılan preslerdir. Ayrıca kopra, palm çekirdeği ve diğer yağlı tohumlardan yağın eldesinde dünyanın hemen hemen her yerinde yaygın olarak kullanılan preslerdir.

Etkili presleme gücüne sahip olan bu preslerle preslenen tohumların küspelerinde en iyi şartlarda ancak %3 – 4 civarında yağ kalır. Hidrolik preslerde ise %5-8 civarında yağ kalabilmektedir. Normal sürekli preslerde de % 5-8 civarında yağ kalabilmektedir. Normal sürekli preslerde kapalı bir sistem içinde dönen ve etrafındaki hammaddeyi ileri doğru sevk eden ve sıkıştıran paletler vardır. Bu sayede oluşturulan basınçla sızan yağ, alttaki süzgeçten dışarı akar.

Şekil. 9.'da Anderson marka vidalı presin (screw press) ana şaftının üç farklı vida düzenlemesi verilmiştir. (Nas ve ark., 2001). Bu dizaynlar dışında da farklı şekilde dizayn edilmiş sürekli presleme ekipmanları mevcuttur.



Şekil. 9. Anderson marka presin 3 farklı vida düzenlemesi

2.2.1.3. Düşük Basıncılı Presleme

Ekstraksiyondan önce yağlı tohumların ön preslemesi için yüksek basınçlı helezon presler, düşük basınçta presleme ve kapasiteyi artırma amacıyla, kullanılmaktadır.

Solvent ekstraksiyonu uygulayan fabrikaların çoğunda ön presleme (pre press) yapılmaktadır. Pamuk tohumu gibi tohumlarda ekstre olan ezmelerde detoksifikasyon işlemi güçlük arz ederse de ön presleme ile minimum hacimli solvent ekstraksiyon ünitelerine gereksinim duyulması, büyük bir avantajdır. Yağın büyük bir kısmı ön presleme ile alınır. Yüksek protein kalitesine sahip küspe üretilir. Ancak, bu sistemde başlangıç ekipman masrafları yüksektir.

2.2.1.4. Santrifüjleme İle Yağın Expresyonu

Bu yolla yağın çıkarımı palm meyvesinde standart bir metottur. Ayrıca hayvansal yağların rendering işleminde santrifüjleme ile ayrılarak eldesi de mümkündür.

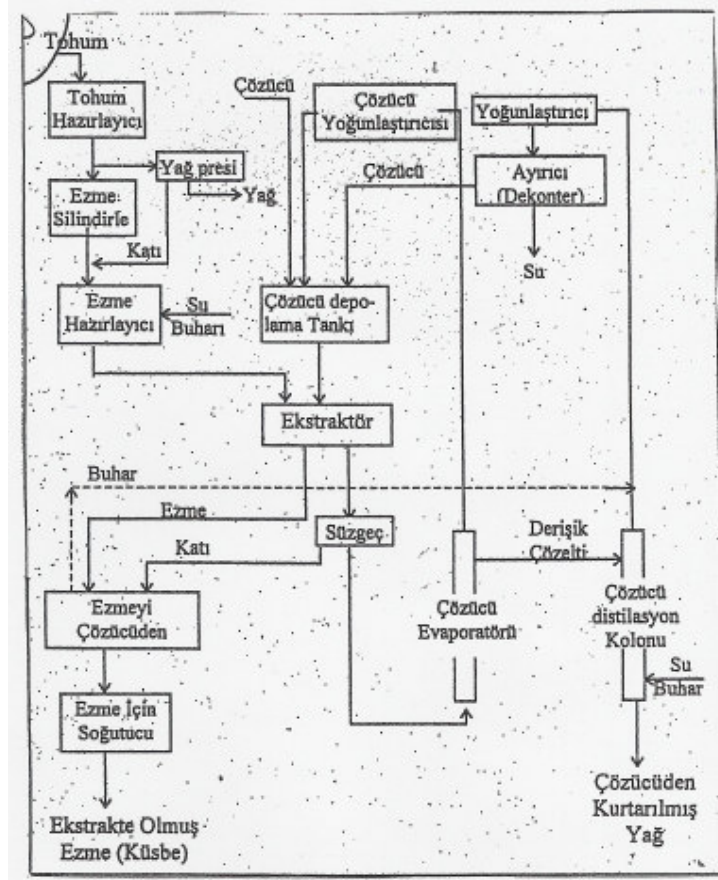
2.2.2. Solvent Ekstraksiyonu

Yağlı tohumlardan yağın ekstraksiyonu; ekstraksiyon, süzme, ayırma, yoğunlaştırma, evaporasyon, distilasyon gibi farklı işlemleri içeren işlem dizisiyle gerçekleştirilir. (Şekil. 10).

Ekstraksiyonda hedef, yağın, yağlı dokudan alınması olduğundan daha çok ekstraksiyon ve ekstraktörler üzerinde durulmaktadır.

Yağlı maddelerden yağın eldesinde en etkili metotlardan biri solvent bileşiklerle yağın ekstraksiyonudur. Bu işlem tohumların ve yağ içeriği düşük diğer maddelerin işlenmesinde pek çok avantaja sahiptir. Yağ kekinde kalan yağ miktarı mekanik presyona göre azdır. Solvent ekstraksiyonuna tabi tutulan ezmelerde ekstraksiyondan sonra ancak %2-3 civarında yağ kalmaktadır. Ayrıca, presleme metotlarına göre tohumların yağ veriminde artış sağlanmaktadır. Örneğin; soya fasulyesinde % 12,

pamuk tohumunda %11.5 ve keten tohumunda % 5.3'lük yağ verimi artışı sağlanabilmektedir. (Sezgin, 1987)



Şekil. 10. Yağlı tohumdan yağ ekstraksiyonu için işlem akış şeması

Solvent ekstraksiyonu, ön preslemenin (pre press) uygulandığı düşük basınçlı helezon preslerle birlikte yürütülür. Yüksek yağ içeren tohumlarda solvent ekstraksiyonu güç olacağından ön presleme ile birlikte kullanımı tercih edilir. Bu nedenle pamuk tohumu, keten, yer fıstığı, aspir, ayçiçeği ve mısır embriyosuna da (mısır özü) ön presleme (pre press) işlemi uygulandıktan sonra solvent ekstraksiyonuna geçilir. (Sezgin, 1987)

Nadir veya pahalı yağlar içeren materyallerde, işlem nispeten güç olsa bile, bu materyaller çoğunlukla solvent ekstraksiyonuna tabi tutulmaktadır.

Solvent ekstraksiyonu çok az ısı işlemi gerektirdiğinden dolayı, bu yolla üretilen ham yağın kalitesi yüksek olmaktadır. Ayrıca, küspede mevcut protein de çok az zarar görür. Bu nedenle küspe üstün kalitelidir. Ancak, solvent ekstraksiyonun da bazı dezavantajlar vardır.

Bunlar;

- Ekstraksiyon tesisinin kurulması diğer ekstraksiyon sistemlerine göre pahalıdır.
- Solventlerin çoğu yanıcı olduğundan ateşleme ve patlama tehlikesi her zaman vardır.
- Düşük yağ içeren ekstrakte edilmiş kaba un tozuma temayülündedir. Bu da işçi sağlığı ve diğer nedenlerle problemdir.
- Pamuk tohumunda ham ezmelerin ısı muamelesi görmeden doğrudan ekstraksiyonu söz konusu olduğu için, ruminant beslenmesinde küspe toksik maddelerden dolayı kullanılamaz. Bu nedenle küспенin daha sonra ek bir işleme tabi tutulması gerekir.

2.2.2.1. Yağ Ekstraksiyonu İçin Çözgenler (Solventler)

Yağların ekstraksiyonunda kullanılan çözgenlerin bazı özelliklere sahip olması gerekir.

Bunlar;

- Patlama ve yanma tehlikesi olmayacak

- Kimyasal olarak saf olacak, kaynama noktası yüksek olacak, donma noktası 0 °C'nin altında olacak.
- Spesifik ısısı ve buharlaşma ısısı düşük olacak
- Yağı kolayca çözecek, diğer bileşenleri çözmeyecek, iyi nüfuz edecek, kolay buharlaşacak, yağda ve küspede fena koku ve lezzet bırakmayacak
- Yağ ve küspede zehirli artık bırakmayacak
- Ekipmana zararlı tesiri olmayacak
- Suda çözünmeyecek ve sudan kolay ayrılacak
- Fiyatı ucuz olacak

Günümüzde katı ve sıvı yağların ekstraksiyonunda kullanılan çözenler (solventler) hafif parafinik petrol kökenli ürünlerdir. Bunlar zincir uzunluğuna göre ayırt edilen, oldukça dar bir kaynama aralığına sahip bileşiklerdir. Kaynama aralıklarına göre 4 petrol ürünü; pentan tipi 31.1 -36.1 °C, hexan tipi 63.3-68.9 °C, heptan tipi 90-98.9 °C ve oktan tipi 101.7-128.9 °C'dir.

Hekzan tipi yağlı tohumların ekstraksiyonunda çok fazla kullanılmakta ve tercih edilmektedir. Heptan tipi daha çok modern fabrikalarda kullanım için uygundur. Pentan tipi ısıya karşı zararsız ürünlerin ekstraksiyonu için (ilaç ve kozmetik tipi ürünler) uygundur.

Bu petrol tipi ürünler nitrojen ve sülfürlü bileşikler, doymamış hidrokarbonları içermezler. Kalıntı % 0.0016'dan daha az düzeyde de evaporasyonla küspeden ayrılır. Pratikte sınırsız düzeyde üretebilmeleri, ucuz olmaları, tekrar kullanım imkanlarıyla uygun ekstraksiyon bileşikleridir. Ancak, ateşleme ve patlama risklerinin mevcudiyeti kullanımlarında dikkati gerektirir.

Yangın tehlikesi olmayan trikloretilen de solvent olarak özellikle II.Dünya Savaşı sırasında yaygın olarak kullanılmıştır. Bunların dışında karbondisülfid, aseton, isopropil alkol, etil alkol, hekzan, benzen, etil eter ve bütanon da çeşitli yağlı materyallerin ekstraksiyonunda kullanım alanı bulmuştur. Bunlardan karbon disülfitle ekstre edilen yağın yemeklik maksatlarla kullanımının uygun olmayışı, izopropil alkolünde pamuktan gossipol'u tamamen çözmesi en önemli dezavantajdır. (Peng, 1990)

2.2.2.2. Ekstraktör Tipleri ve Ekstraksiyonun Yapılışı

Herhangi bir ekstraksiyon ünitesinin kalbi ekstraktördür. Bu nedenle ekstraksiyon üniteleri ekstraktörlerin çalışma prensibine göre sınıflandırılır ve adlandırılır. Ekstraktörler çalışma prensiplerine göre 2 gruba ayrılırlar.

Bunlar;

- Kesikli (Batch) Ekstraktörler
- Sürekli (Continuous) Ekstraktörler

2.2.2.2.1. Kesikli (Batch) Ekstraktörler

Bu tip ekstraksiyon sistemleri 4 kısma ayrılırlar. Ekstraktör, distilatör, kondensatör ve toplama kabından oluşan sistemde, ekstrakte edilecek madde ekstraktöre konur. Toplama kabı veya kondensatörden çözücü gönderilir ve indirekt ısıtılır. Uçan çözücü buharları kondensatörde yoğunlaşır toplama kabına gider, sudan ayrılır ve tekrar ekstraktöre geçer. Yağlı hammadde yeterince ekstrakte edilince misella (mischella) adı verilen yağ + çözücü karışımı destilatöre verilir ve çözücü uzaklaştırılır. Buharlaşan çözücü kondensatörde yoğunlaştırılarak tekrar kullanılabilir.

Bu tip ekstraktörler genellikle küçük kapasiteli imal edilirler ve diğer metotlarla ekstraksiyonu güç olan maddelerin, mesela ağartma toprağı, katalizör artıkları, balık ve et unları gibi çok ince taneli maddelerden yağın çıkarılması gibi işlemlerde kullanılır.

Batarya sistemine (Batery Type) göre 3-6 ekstraksiyon kazanının (Patlama Kazanı) yan yana dizilmesiyle yarı kesikli çalışan ekstraksiyon üniteleri de geliştirilmiştir. Bu sistemde her bir ekstraktör kesikli çalışsa da genelde sürekli bir çalışma temposu vardır.

2.2.2.2.2. Sürekli (Continuous) Ekstraktörler

Devamlı çalışan bir ekstraksiyon tesisinde, yağlı materyaldeki yağın tamamının belirli bir zamanda uygun bir çözücü ile çıkarılması istenir. Ayrıca, yağlı materyal ekstraksiyon sırasında fazla ufalanmalı ve misellayı bulandırıp, sonradan pahalı

filtrasyon tesisine ihtiyaç göstermemelidir. Ekstraksiyon cihazı sağlam, kullanışlı, bakımı kolay ve emniyetli olmalıdır.

Geliştirilen çeşitli, sürekli tip ekstraktörler prensip olarak iki sisteme dayanır.

- Perkolasyon tipi ekstraktörler
- İmmersiyon tipi ekstraktörler

Perkolasyon tipinde madde, hareket eden bir kap içinde bulunur ve çözücü madde içinden devamlı geçer. Burada aynı ve zıt yönlü akım uygulanır. İmmersiyon tipi ekstraktörlerde çözücü içinden madde zıt akımla geçilir.

Her iki prensibin avantaj ve dezavantajları vardır. Perkolasyon tipinde misella delikli bir kaptaki bulunan yağlı materyal içinden geçtiğinden 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 süzölmeye gerekir. Tanelerin özel şekil ve belli bir irilikte olmasına gerek yoktur. Çok ince tanecik yapısında bile olabilir. Basket tip ekstraktörler tıpkı nehirden su alan depolar gibi çalışır. Ekstrakte edilecek hammadde otomatik olarak altı süzgeçli kaba dolar. Dolan dolap aşağıya doğru inerken üstüne yarı doymuş misella verilir. Basket aşağıya doğru inerken misella yağla tam doymuş hale gelir. Misella buradan alınarak damıtmaya gönderilir. Bu esnada diğer yönden yukarı çıkmakta olan basketlere de saf solvent verilerek yağ tamamen alınır. Bu tip sistemde ekstraktörden çıkan misellada yağ % 18-20 olup, küspede % 0.5-1 yağ kalmaktadır. Sistemde işlenen her ton ürün başına yaklaşık 9 kg hekzan zaiyatı mevcuttur.

Basket tip ekstraksiyon sistemi çok yüksektir. Bu nedenle birkaç katlı yer ister. Bundan dolayı bunun yerine rotosel sistemi geliştirilmiştir. Rotosel sistemi de prensip olarak aynıdır. Fark; bu sistemde basketlerin yatay bir düzlem içinde dönmeleridir. Basketler içindeki hammaddelerde bulunan yağı alan misella alttaki bölmelere dökülür. Buradan bir dizi pompa yardımıyla toplanarak yine ters akım prensibi uyarınca dönmekte olan sepetlerdeki hammaddeler üzerine verilir ve bu işlem yukarıda izah edildiği şekilde devam eder.

Rotosel tip ekstraksiyonda yağ oranı % 25-30 olup, küspede % 0.2 civarında yağ kalmaktadır. Ton başına hekzan kaybı ise 1.8 kg olmaktadır.

İmmersiyon tip ekstraktörlerle ekstrakte edilecek materyal zincir veya vidalı bir konveyörle taşınır. Bant sistemli ekstraktörler tamamen kapalı ve gaz sızdırmayan mekana monte edilen sonsuz bantlar bir veya iki tanedir. Örneğin 7.5 metre/saat hızla hareket eden bant üzerine yağmur biçiminde misella veya saf solvent püskürtülür. Mevcut deliklerden aşağı sızan yağca zengin misella alt kısımda çeşitli bölümlerde toplanır ve bir dizi pompa yardımı ile hammadde üzerine püskürtülür. (Nas ve ark., 2001)

2.2.2.3. Solventin Geri Kazanılması

Yağla zenginleşmiş olan misella önce süzülerek içerdiği katı parçacıklardan ayrılır. Sonra çeşitli imbiclerden geçilerek yağ miktarı % 20-25'den % 50'ye çıkarılır. Yağ oranı %50'ye çıkan misella vakumlu film evaporatörde % 90-95 yağ içeriğine kadar konsantre edilir. Vakumlu plakalı damıtıcılarla da %100 yağ içeriğine kadar konsantre edilir. Böylece kaynatma düşük derecelerde yapılarak yağda hiç hekzan bırakılmaz. Aynı zamanda yağ yüksek sıcaklıktan dolayı zarar görmez. Ekstraktörden ayrılan ezmelerde %25-40 civarında solvent kalır. Ezmeden (küspeden) solventin uzaklaştırılması gerekir. Yine çeşitli amaçlar için kullanılacak küspenin kalitesinin yüksek olması gerekir. Küspenin hayvan yemlerinde kullanılması için yüksek besleme değerinin yanı sıra, renginin açık kahverengi olması arzulanır. Bu nedenlerle solventin küspeden uzaklaştırılmasında da pişirici veya kavurucu sistemlerden yararlanır. Ayrıca, küspeden çözgenin alınmasında çeşitli tipte kavurucularda kullanılır. Bu kavurucularda en üst kata direkt buhar, alttakilere indirekt buhar sevk edilir. En üst kata gelen direkt buhar yoğunlaşarak tozlanmayı önler. Alt katlara inen küspeden kalan solvent uçar, kondensörde yoğunlaşarak yeniden saf halde elde edilmiş olur.

Presleme veya ekstraksiyon sonucu elde edilen küspe çoğunlukla hayvan yemi ve kısmen de insan gıdası olarak değerlendirilmektedir. (Sezgin, 1987)

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Önceki bölümlerde ayrıntılı bir şekilde açıklanan nebati yağ ekstraksiyonu ülkemizde ve bölgemizde bir çok farklı tesiste uygulanmaktadır. Bu proseslerinin tamamı ayrıntılı bir şekilde analiz edildiğinde vidalı preslerin (Screw Press) proses içerisinde en önemli makine ve ekipman olduğu görülmektedir.

Bölgemizde de, mevcut ham yağ tesislerine yönelik hizmet amacıyla kurulmuş ve kendini özellikle vidalı pres imalatı konusunda kanıtlamış yerel bir firma bulunmaktadır. Antakya/HATAY'da faaliyet gösteren firma, ayrıca, tarif edilen tüm proseslerde kullanılan diğer makinelerin önemli bir bölümünü imal etmekte ve bu konuda hizmetlerini ve ürünlerini geliştirerek ürün yelpazesini sürekli yenilemektedir.

Firma özellikle vidalı pres imal etmekte ve 'Nebati Yağ Presi' ticari adıyla piyasaya sunmaktadır. Firmanın 2002 yılında ve 2006 yılında tasarladığı - sırasıyla- MODEL 230 ve MODEL 260 adlı birbirinin devamı olarak geliştirdiği iki adet Nebati Yağ Presi bu çalışmada ele alınacaktır.

Çalışmada MODEL 230 ve MODEL 260'ın farklı parametrelere ve farklı yağlı tohumlara bağlı olarak çalışması ele alınarak, makinelerin çalışma şartları üzerinde bazı deneysel çalışmalar yapılmıştır.

Makinelerin ayçiçeği, soya ve pamuk tohumu gibi üç farklı tohumdan üç farklı devir – hizmet aralığında, yağ ekstrakte etmesi sırasında gösterdiği verimlilikler, kapasite ve küspede kalan yağ yüzdesi (residual oil content in the cake) bakımından ele alınmış ve bu deneysel çalışmaların temelini oluşturması hedeflenmiştir.

3.2. Yöntem

Bu deneysel çalışmalarda imalatçı firmanın Antakya / HATAY'da ki üretim tesisi kullanılmış olup, bazı doğrulamalar için firmanın farklı müşterilerine ziyaretler yapılmıştır.

Ayçiçek tohumuna ait çalışmalar için Afyonkarahisar'da faaliyet gösteren, firmanın Nebati Yağ Preslerini kullanan Çiftçiler Yağ Sanayi firması, pamuk tohumuna ait çalışmalar için Diyarbakır'da faaliyet gösteren ve yine firmanın Nebati Yağ preslerini kullanan Mes Yağ Sanayi firması, soya tohumu için Adana'da faaliyet gösteren Amir Dış Ticaret firması ziyaret edilmiş ve deneysel çalışmalar bu işletmelerde gerçekleştirilmiştir.

Her üç tesiste de imalatçı firma tarafından üretilmiş MODEL 230 ve MODEL 260 Nebati Yağ Presleri bulunmaktadır ve her üç tesis de bu makineleri hem mekanik ekstraksiyonda hem de solvent ekstraksiyon ile birlikte ön pres (pre press) olarak kullanmaktadır.

Günümüzde nebati yağ tesislerinin ve işletmecilerinin en çok üzerinde durduğu konu verimlilik olup, en yüksek kapasitede imalata müsaade eden Nebati Yağ Presleri ile minimum yağ kaçağı ile maksimum yağ ve kaliteli küspe imalatı hedeflenmektedir.

Yağ kaçağı ifadesi, küspede kalan yağ oranı (residual oil content in the cake) olarak ele alınmakta ve bir çok çalışma şeklinde minimum olması istenmektedir. Mekanik ekstraksiyon ile (vidalı presler) ulaşılabilecek en iyimser rakam % 4 civarındadır. (Nas ve ark., 2001)

Bu çalışmada Nebati Yağ Preslerin elektrik motorları ve küspe çıkışındaki vida çaplarına ait sınıflandırma altında ve 9-10 dev/dak, 18-20 dev/dak, 26-28 dev-dak gibi üç farklı devir – hizmet aralığında, nebati yağ üreticisine sundukları sonuçlar, kapasite ve küspedeki yağ oranı cinsinden ele alınmaktadır.

Tüm kapasite ölçümleri makinenin 24 saatte işlediği toplam hammadde miktarı göz önünde bulundurularak kayıt edilmiştir. Küspede kalan yağ oranı, yağ tesislerindeki mevcut laboratuvarlarda tahlil edilmiş olup, üretilen toplam yağ miktarının, işlenen toplam hammadde miktarı ile oranlanması ile de doğrulanmıştır.

Çalışmalarda şu yöntem izlenmiştir:

- MODEL 230 Nebati Yağ Presine ait 24 saatlik işleme kapasitesi, hammadde deposundan çıkan hammadde miktarı üzerinden kayıt altına alınmıştır.

- MODEL 260 Nebati Yağ Presine ait 24 saatlik işleme kapasitesi, hammadde deposundan çıkan hammadde miktarı üzerinden kayıt altına alınmıştır.
- MODEL 230 Nebati Yağ Presine ait 24 saatlik küspe üretim kapasitesi, küspe ambarına ya da solvent ekstraksiyona sevk edilen küspe miktarı üzerinden kayıt altına alınmıştır.
- MODEL 260 Nebati Yağ Presine ait 24 saatlik küspe üretim kapasitesi, küspe ambarına ya da solvent ekstraksiyona sevk edilen küspe miktarı üzerinden kayıt altına alınmıştır.
- MODEL 230 Nebati Yağ Presine ait 24 saatlik ham yağ üretim kapasitesi, ham yağ tankına pompalanan ham yağ miktarı üzerinden kayıt altına alınmıştır.
- MODEL 260 Nebati Yağ Presine ait 24 saatlik ham yağ üretim kapasitesi, ham yağ tankına pompalanan ham yağ miktarı üzerinden kayıt altına alınmıştır.
- İşlenen toplam hammadde miktarı üzerinden yağlı tohumun içerdiği toplam yağ yüzdesi hesaplanmıştır.
- Üretilen toplam ham yağ miktarı ile doğal olarak yağlı tohumun bünyesinde bulundurduğu yağa göre hesaplanmış yağ miktarı arasındaki fark küspede kalması gereken yağ oranı olarak kayıt altına alınmıştır.
- Üretilen küspelere, tesislerin bünyesinde bulunan laboratuarlarda tahliller yapılmış ve hesaplanan küspedeki yağ oranı ile ortalaması alınmıştır.

Tüm bu işlemler üç firmada da bulunan 2 farklı modelde ki hem 9 dev/dak hem 18 dev/dak hemde 28 dev/dak çalışan presler için tekrar edilmiş olup tüm sonuçlar detayları ayrıntılı bir şekilde gösterir biçimde tablo haline getirilmiştir.

Bu işlemler sonunda tüm lojistik işlemler ve deneysel çalışmalara ait giderlerin tamamı bu vidalı presleri üreten firma tarafından sağlanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Firmanın ürettiği tüm vidalı presler özel bir şanzıman (dişli kutusu) ile 3 farklı devir - hizmet tipi ile çalışabilecek şekilde tasarımılandırılmıştır. 3 farklı devirde çalışma ile 3 farklı tork yaratılmakta ve her torkta 3 ayrı çalışma şekline imkan sağlanmaktadır.

Bu amaçla kullanılan şanzıman 4 eksenli, tek girişli - çift çıkışlı, özel imalat, paralel milli bir şanzıman olmakla birlikte, çift çıkışlı olması 3 eksenle çalışabilmesine de imkan vermektedir.

4 eksenli çalışma sırasında 1/58 tahvil oranına (reduction ratio) sahip olan şanzıman 3 eksenli çalışmada 1/26 tahvil oranı sağlamaktadır.

Bu tahvil oranları farkı kayış-kasnak mekanizmaları ile desteklenerek aşağıdaki 3 farklı çalışma elde edilmektedir.

1. 9-10 dev/dak FINAL PRESS

(Düşük Devir-Yüksek Tork-Düşük Kapasite-Küspede Düşük Yağ)

2. 18-20 dev/dak FULL PRESS

(Normal Devir-Normal Tork-Normal Kapasite-Küspede Normal Yağ)

3. 26-28 dev/dak PRE PRESS

(Yüksek Devir- Düşük Tork-Yüksek Kapasite-Küspede Yüksek Yağ)

Bu üç farklı çalışma şekli, farklı yağlı tohumlarda farklı sonuçlar sunmakta ve farklı kullanım alanları bulmaktadır.

26-28 dev/dak'da çalışan PRE-PRESS adı verilen ön hazırlama presleri genellikle solvent ekstraksiyonu öncesinde kullanılmakta olduğundan asıl amaç hazırlık işlemlerini tamamlamış yağlı tohumun solvent ekstraksiyonuna yağlı küspe şeklinde gönderilmesini sağlamaktadır.

26-28 dev/dak'da çalışan bir presi takiben elde edilen yağlı küспенin solvent ekstraksiyonu yerine tekrar mekanik bir ekstraksiyon ile ikinci bir preslemeye (double mechanical extraction) maruz bırakılması halinde ise FINAL PRESS adı verilen 9-10 dev/dak'da çalışan presler kullanılmaktadır. Ancak 26-28 dev/dak'da çalışan bir presin kapasitesinin 9-10 dev/dak'da çalışan bir presten daha fazla olması 1 PRE - PRESS'e müteakip 2 adet FINAL PRESS kullanımını gerektirmektedir. Bu çalışma şeklinde solvent ekstraksiyonu ile elde edilen küspedeki düşük yağ oranlarına kadar inilememekle birlikte yatırım maliyetinin daha düşük olması ve prosese herhangi bir

kimyasal çözügenin (solvent) dahil olmamasının yarattığı avantajlar ile tercih edilebilmektedir. Genellikle yüksek oranda yağ içeren yağlı tohumların (ayçiçeği tohumu gibi) işlenmesinde tercih edilen bir sistemdir.

18-20 dev/dak'da (FULL PRESS) çalışan presler ise, tek bir presleme işlemi ile, mekanik olarak sıkılabilecek tüm yağı bir kerede alınabilecek yağlı tohumların işlenmesinde kullanılmakta olup çıkış malzemesi küspede kalan yağ oranı mekanik ekstraksiyon limitleri dahilindedir. Genellikle düşük oranda yağ içeren yağlı tohumların (pamuk ve soya tohumu gibi) işlenmesinde tercih edilen bir sistemdir.

Bir nebati yağ presinin çalışma şartlarını belirleyen diğer unsurlardan birisi ise ana shaft üzerine yerleştirilmiş vidaların (worms) çaplarıdır.

Hammadde girişinde büyük bir çap ile başlayan sıkma işlemi küspe çıkışında nispeten daha küçük bir çap ile son bulmakta ve bu hareket sırasında yaratılan basınç ile yağ ve küspe birbirinden ayrılabilir.

İmalatçı firma da diğer üretici firmaların çoğu gibi ürettiği vidalı presleri küspe çıkışındaki vida (worm) çapına bağlı olarak isimlendirmektedir.

İmalatçının 2002 yılında tasarladığı MODEL 230 adını verdiği Nebati Yağ Presine ait vida diziliş şeması Şekil. 11.'de ayrıntılı biçimde görülmektedir. Yürüttüğü AR-GE çalışmalarının sonucu 2006 yılında tasarladığı ve halen seri şekilde üretmeye devam ettiği MODEL 260 adını verdiği Nebati Yağ Presine ait vida diziliş şeması da Şekil.12.'de görülebilmektedir.

Çalışma prensipleri ve şekilleri Şekil. 13. incelendiğinde MODEL 230 ve MODEL 260 , aralarında helezon çapları dışında çok önemli bir farklılık olmayan ve ikisi de yukarıda belirtilen 3 farklı çalışma şeklinde çalışmaya imkan sağlayan preslerdir.

Yapılan çalışmada ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen ve ham yağ ekonomisinde önemli bir yer tutan kıymetli yağlara sahip, %18 – 20 oranında yağlı pamuk tohumu, % 41 – 45 oranında yağlı ayçiçek tohumu ve %18 – 20 oranında yağlı soya tohumu ele alınmıştır.

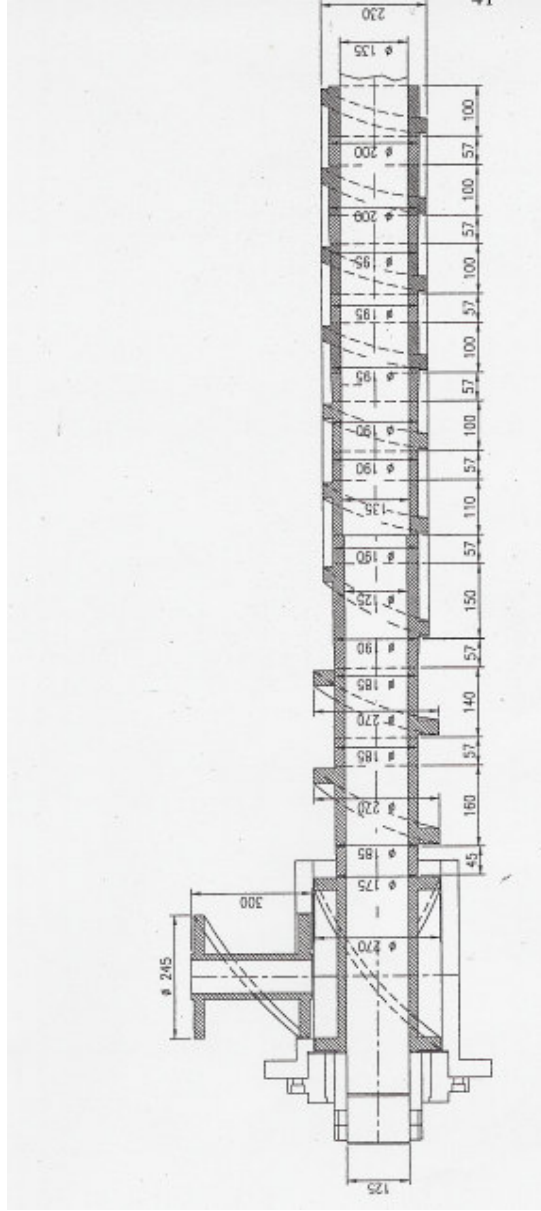
Vidalı preslerin seçiminde önemli rol oynayan devir, kapasite ilişkisi Şekil. 14. ve Şekil. 15.' te; devir, küspede kalan yağ oranı ilişkisi Şekil. 16. ve Şekil. 17. de, Model 230 ve Model 260 için verilmiştir.

Şekil. 14., Şekil. 15., Şekil. 16. ve Şekil. 17. incelendiğinde pamuk, soya ve ayçiçek tohumlarının aynı devir sayısında kapasitelerinin ve küspede kalan yağ oranlarının Model 260 için daha uygun olduğu görülmektedir.

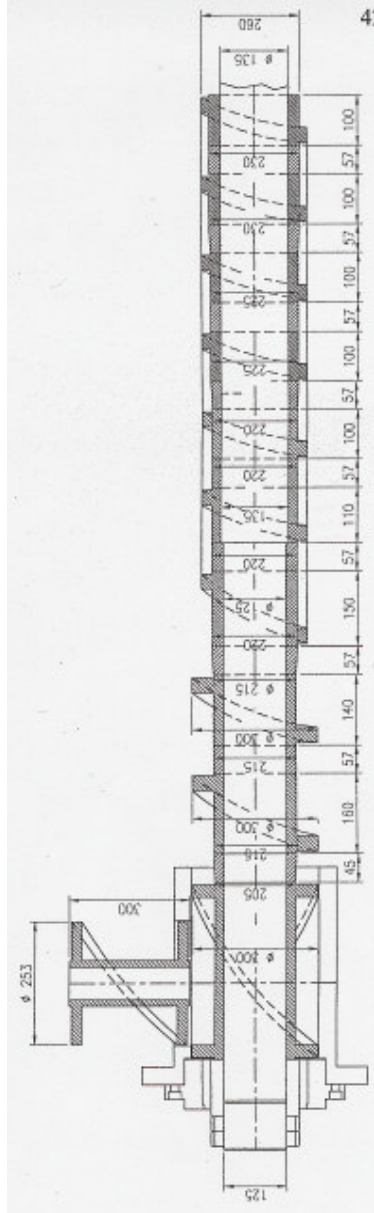
Tüm bu çalışmalar MODEL 260 vidalı presinin kapasite olarak MODEL 230'dan çok daha fazla gelişmiş olduğunu ve elektrik motorunda % 25 lik bir büyümenin kapasitede neredeyse % 100'lük bir artışa (küspede hemen hemen aynı yağ kaçağı oranında) imkan sağlayarak elektrik giderleri açısından birim üretim maliyelerini ciddi oranda aşağı çektiğini göstermektedir.

Çalışmanın gösterdiği en açık sonuç, hangi işleme devrinde ve hangi amaca yönelik çalışma tarzında olursa olsun MODEL 260 adlı vidalı presin kullanıcılarına çok daha fazla katma değer yaratacağıdır.

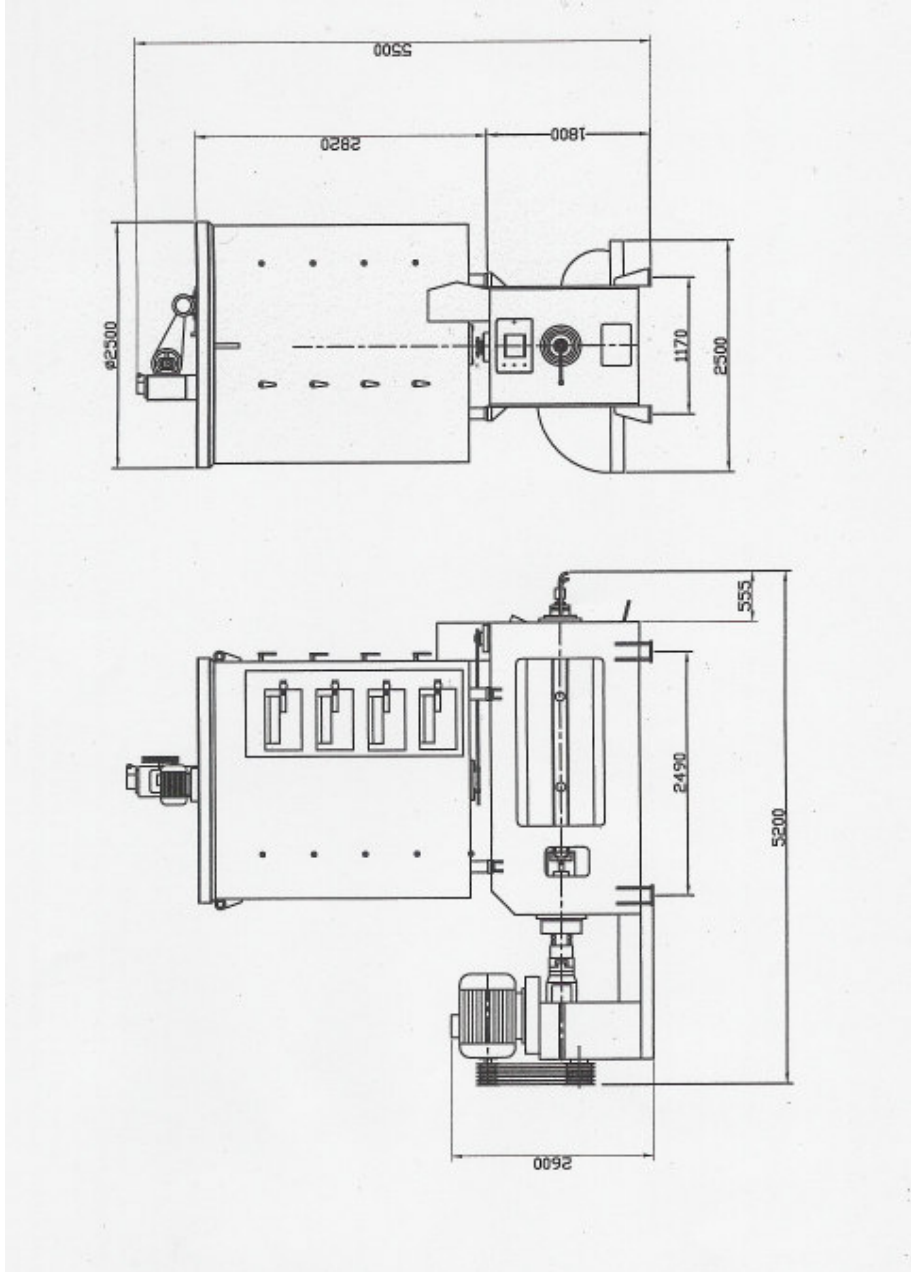
Tüm sonuçlar çok daha ayrıntılı bir şekilde Çizelge. 2. ve Çizelge. 3.' te verilmiştir.



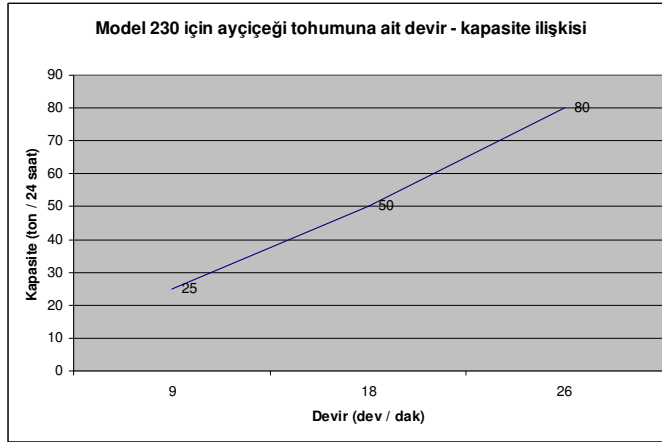
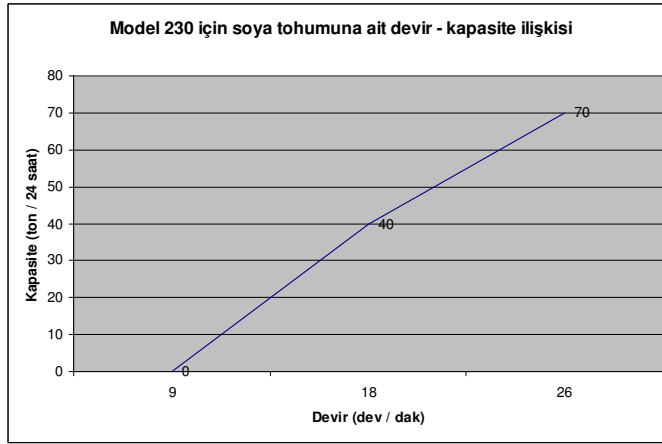
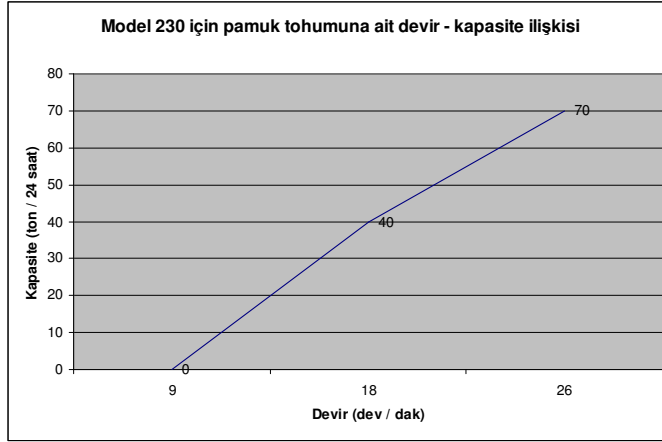
Şekil. 11. MODEL 230 Vidalı presin vida dizilisi



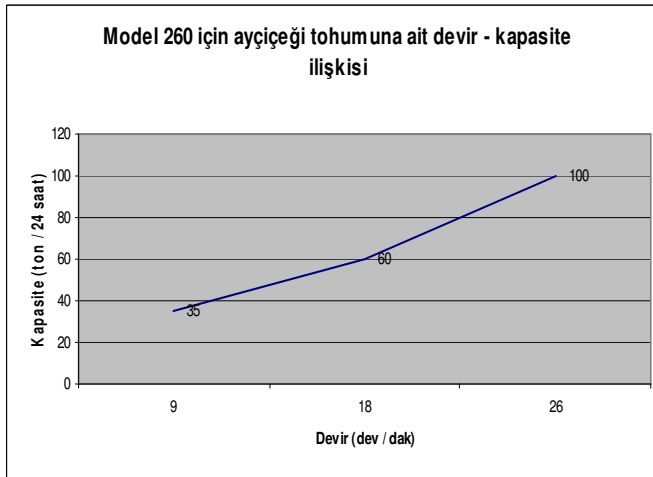
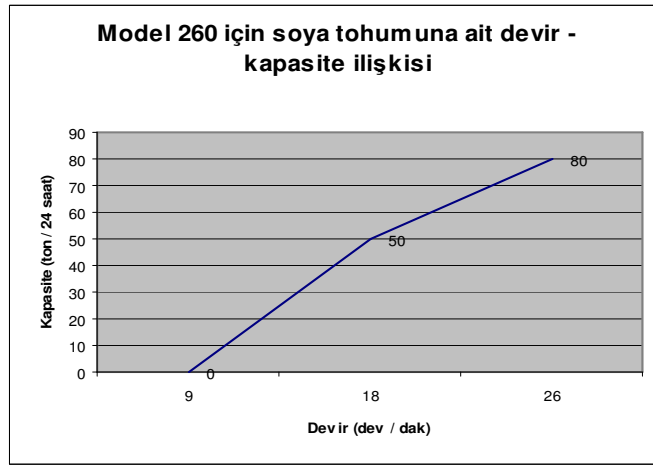
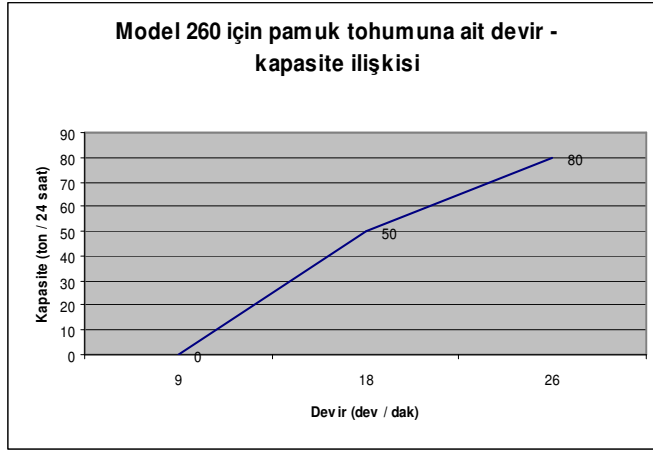
Şekil. 12. MODEL 260 Vidalı presin vida dizilisi



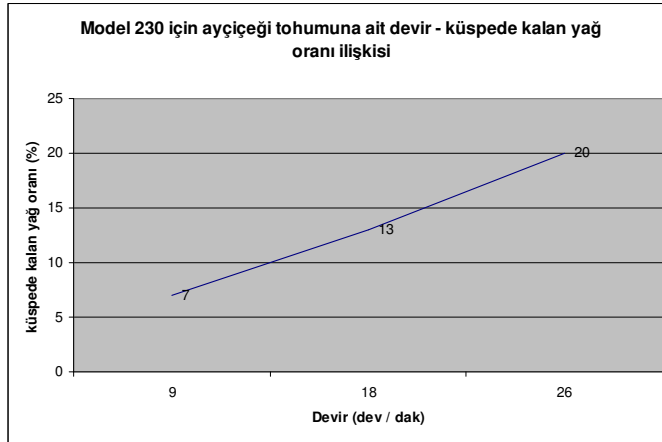
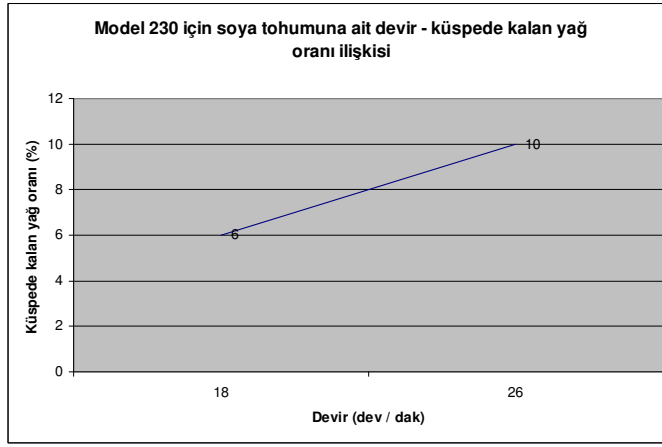
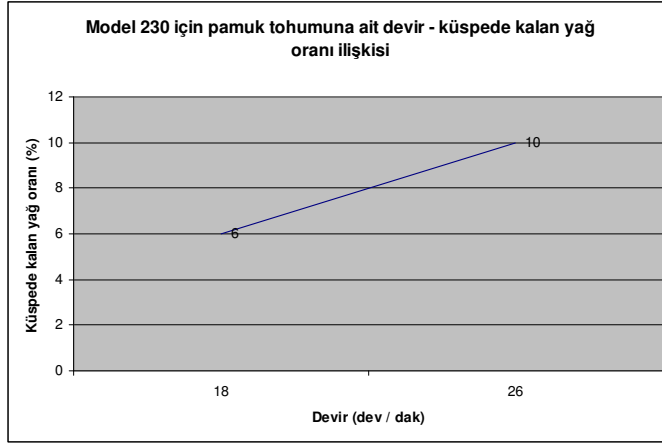
Şekil. 13. MODEL 230 ve MODEL 260 vidalı preslerin şematik görünümü



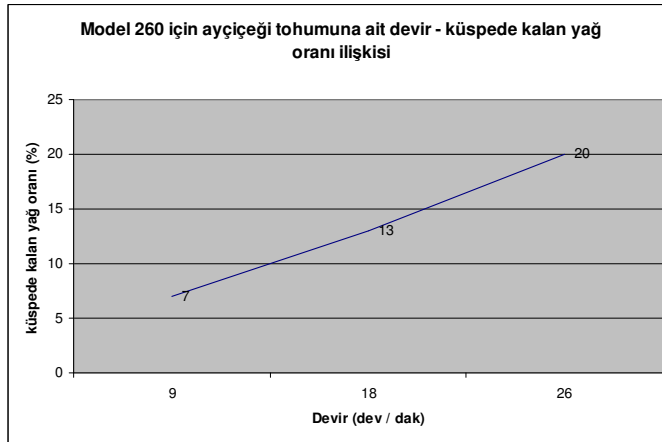
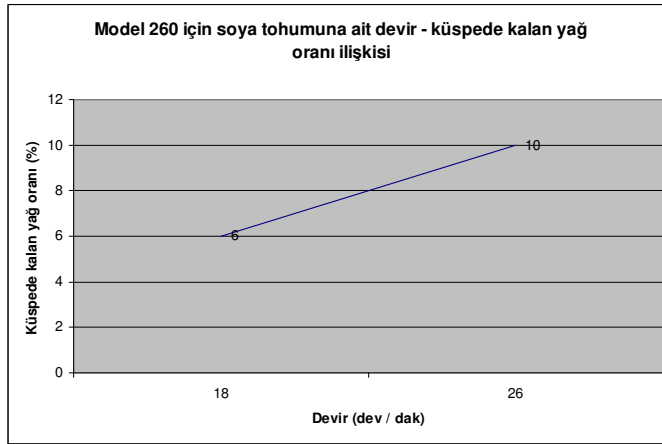
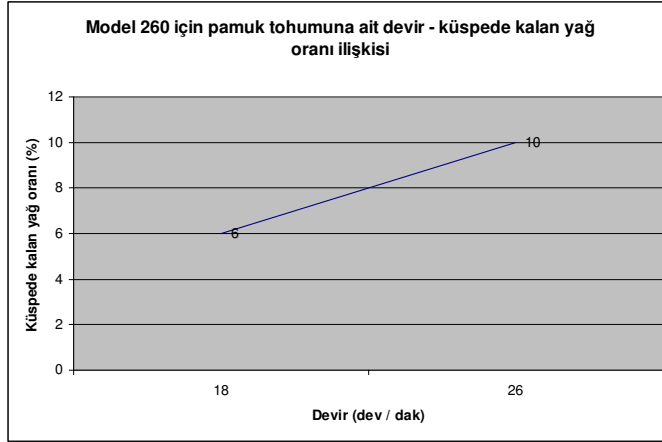
Şekil. 14. Model 230 için ayçiçeği, soya ve pamuk tohumunda devir – kapasite ilişkisi



Şekil. 15. Model 260 için ayçiçeği, soya ve pamuk tohumunda devir – kapasite ilişkisi



Şekil. 16. Model 230 için ayçiçeği, soya ve pamuk tohumunda devir – küspede kalan yağ oranı ilişkisi



Şekil. 17. Model 260 için ayçiçeği, soya ve pamuk tohumunda devir – küspede kalan yağ oranı ilişkisi

Çizelge. 2 . MODEL 230 Vidalı presse ait deney sonuçları

	KULLANILAN ELEKTRİK MOTORU 90 KW 1500 dev/dak		
	FINAL PRESS 9-10 dev/dak Düşük Devir Yüksek Tork Düşük Kapasite	FULL PRESS 18-20 dev/dak Normal Devir Normal Tork Normal Kapasite	PRE-PRESS 26-28 dev/dak'da Yüksek Devir Düşük Tork Yüksek Kapasite
PAMUK TOHUMU % 18 - 20 YAĞLI ELENMİŞ, DELİNTE EDİLMİŞ KIRILMIŞ, EZİLMİŞ ve KAVRULMUŞ NEM SEVİYESİ %12-15	BU DEVİRDE İŞLENMESİ UYGUN DEĞİL*	40 TON / 24 SAAT KAPAŞİTE KÜŞPEDE KALAN YAĞ ~ % 6	70 TON / 24 SAAT KAPAŞİTE KÜŞPEDE KALAN YAĞ ~ % 10
SOYA TOHUMU % 18 - 20 YAĞLI ELENMİŞ KIRILMIŞ, EZİLMİŞ ve EXTRUDE** NEM SEVİYESİ %12-15	BU DEVİRDE İŞLENMESİ UYGUN DEĞİL*	40 TON / 24 SAAT KAPAŞİTE KÜŞPEDE KALAN YAĞ ~ % 6	70 TON / 24 SAAT KAPAŞİTE KÜŞPEDE KALAN YAĞ ~ % 10
AYÇİÇEĞİ TOHUMU % 41 - 45 YAĞLI ELENMİŞ, KABUGU ALINMIŞ KIRILMIŞ, EZİLMİŞ ve KAVRULMUŞ NEM SEVİYESİ %12-15	25 TON / 24 SAAT KAPAŞİTE KÜŞPEDE KALAN YAĞ ~ % 7 ***	50 TON / 24 SAAT KAPAŞİTE KÜŞPEDE KALAN YAĞ ~ % 13	80 TON / 24 SAAT KAPAŞİTE KÜŞPEDE KALAN YAĞ ~ % 20

* Düşük Yağ Oranına sahip tohumların yüksek tork altında birden sıkılmaları halinde istenen yağ yüzdesine inilemediği gibi, bu yüksek torkun yarattığı basınç küspesi yakmakta ve ham yağ rengini etkilemektedir.

** Extrude işlemi soya fasulyesinin içerisindeki üreaz enzimini yüksek sıcaklık altında inaktive etmek için uygulanan bir prosedir.

*** Bu çalışma şeklinde giriş malzemesinin Pre Press'ten çıkan % 20 yağlı ayçiçeği küspesi olması gerekmektedir.

Çizelge. 3. MODEL 260 Vidalı prese ait deney sonuçları

KULLANILAN ELEKTRİK MOTORU 110 KW 1500 dev/dak			
	FINAL PRESS 9-10 dev/dak Düşük Devir Yüksek Tork Düşük Kapasite	FULL PRESS 18-20 dev/dak Normal Devir Normal Tork Normal Kapasite	PRE-PRESS 26-28 dev/dak'da Yüksek Devir Düşük Tork Yüksek Kapasite
PAMUK TOHUMU % 18 - 20 YAĞLI ELENMİŞ, DELİNTE EDİLMİŞ KIRILMIŞ,EZİLMİŞ ve KAVRULMUŞ NEM SEVİYESİ %12-15	BU DEVİRDE İŞLENMESİ UYGUN DEĞİL*	50 TON / 24 SAAT KAPAŞİTE KÜSPEDE KALAN YAĞ ~ % 5.5 - 6	80 TON / 24 SAAT KAPAŞİTE KÜSPEDE KALAN YAĞ ~ % 10
SOYA TOHUMU % 18 - 20 YAĞLI ELENMİŞ KIRILMIŞ,EZİLMİŞ ve EXTRUDE** NEM SEVİYESİ %12-15	BU DEVİRDE İŞLENMESİ UYGUN DEĞİL*	50 TON / 24 SAAT KAPAŞİTE KÜSPEDE KALAN YAĞ ~ % 5.5 - 6	80 TON / 24 SAAT KAPAŞİTE KÜSPEDE KALAN YAĞ ~ % 10
AYÇİÇEĞİ TOHUMU % 41 - 45 YAĞLI ELENMİŞ, KABUĞU ALINMIŞ KIRILMIŞ,EZİLMİŞ ve KAVRULMUŞ NEM SEVİYESİ %12-15	35 TON / 24 SAAT KAPAŞİTE KÜSPEDE KALAN YAĞ ~ % 7 ***	60 TON / 24 SAAT KAPAŞİTE KÜSPEDE KALAN YAĞ ~ % 13	100 TON / 24 SAAT KAPAŞİTE KÜSPEDE KALAN YAĞ ~ % 19 - 20

* Düşük Yağ Oranına sahip tohumların yüksek tork altında birden sıkılmaları halinde istenen yağ yüzdesine inilemediği gibi, bu yüksek torkun yarattığı basınç küspeyi yakmakta ve ham yağ rengini etkilemektedir.

** Extrude işlemi soya fasulyesinin içerisindeki üreaz enzimini yüksek sıcaklık altında inaktive etmek için uygulanan bir prosedir.

*** Bu çalışmada kullanılan Pre Press'ten çıkan % 19 - 20 yağlı ayçiçeği küspsesi olması gerekmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Nebati yağ imalatı yağlı tohumun cinsi ve durumuna bağlı olarak zor ve pahalı bir işlem olabilmektedir. Bu durum söz konusu yağlı tohumdan en çok ve en kaliteli ham yağın elde edilmesini etkileyebilmekte ve hatta bu sürecin maliyetini artırabilmektedir.

Farklı pazarlarda nebati yağ tüketim alışkanlıklarının farklı seyirler izlemesi, farklı ülkelerdeki imalatçı ve bu konuda çalışan insanları, çeşitli denemeler yapmaya ve aynı yağlı tohumlar için farklı prosesler denemeye sevk etmiştir.

Tüm bu çalışmalarda ortak hedef, 'Nasıl daha çok, daha kaliteli ham yağ ve daha kaliteli küspe elde ederken bunu daha az maliyet ve problemle üretebiliriz?' sorusunun cevabını aramak olmuştur.

Bu sorulara bilimsel cevapların verilebilmesi sonucunda proseslerin gelişmesi kaçınılmaz olacaktır.

Yapılan bu çalışmada bu sorunun cevaplarına yönelik çalışmalar araştırılmış ve sebep sonuç ilişkisi ile ortaya konmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın sonucunda imalatçı firmanın gelişen teknolojik koşullara bağlı olarak MODEL 230'a alternatif olarak ürettiği MODEL 260 adlı vidalı presinin, tüketicisine şu temel faydaları sağladığı tespit edilmiştir.

- a) Daha az zamanda daha çok üretim
- b) Daha kaliteli ham nebati yağ
- c) Daha kaliteli küspe
- d) Daha az enerji maliyeti
- e) Daha az işçilik
- f) Daha az yatırım maliyeti
- g) Daha az işletme maliyeti

Model 230 18 dev/dak'da pamuk için 40 ton / 24 saat gibi bir kapasite ile çalışırken Model 260 aynı devirde aynı tohum için 50 ton / 24 saat gibi bir kapasite sunmaktadır. Dolayısı ile daha fazla hammadde bir kerede işlenmekte, daha az enerji ile daha kaliteli ürün elde edilmektedir. Yatırımcının daha fazla kapasite için alması

gereken makine sayısı azalmakta, bu azalma işletme ve yatırım maliyetinin düşmesine imkan sağlamaktadır.

Model 260 adı ile pazara sunulan makinenin satış fiyatının Model 230 adı ile pazara sunulan makineden % 20 daha fazla olması, % 25'lere varan kapasite artışı oranları değerlendirildiğinde daha kısa sürede yatırım maliyetini karşılayabilen bir çalışmaya müsaade etmektedir.

Vida çapının arttırılmasına bağlı olarak gerçekleşen kapasite artışı, firmanın daha büyük bir vida çapı ile, örneğin Model 290 adını vereceği 290 mm çaplı bir vida ile, daha yüksek kapasitelere ulaşabileceğini göstermektedir.

Yapılan çalışmanın hem ham nebati yağ üreticisine hem de bu sektöre yönelik makine ekipman imalatı yapan firmalara katkı sağlayacağı beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2001. **Gıda Teknolojisi Dergisi**. Uzman Yayıncılık, No 5/3, 64 s, İstanbul
- Alpaslan, M., 1993. **Trakya Bölgesinde Yaygın Olarak Üretimi Yapılan Ayçiçeği Çeşitleri Yağlarının Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi**. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Bilimi Ve Teknoloji A.B.D. 63 s, Tekirdağ
- Doğan, A. ve Başoğlu, F., 1985. **Yemeklik Bitkisel Yağ Kimyası ve Teknolojisi Uygulama Kılavuzu**. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. 951 s, Ankara
- Hui, Y.H., 1996. **Bailey's Industrial Oil and Fat Products**, Volume 1. John Wiley & Sons, Inc. 565 p, NewYork
- İlisulu, K. 1973. **Yağ Bitkileri ve Islahı**. Çağlayan Kitabevi, 153 s, İstanbul
- Nas, S., Gökalp, H. Y., Ünsal, M., 2001. **Bitkisel Yağ Teknolojisi** Pamukkale Üniversitesi, 326 s, Denizli
- Peng, A., 1990. **Technology of Fats and Oils**. Ohio State University, 275 p, Ohio
- Saldamlı, İ ve Saldamlı, E., 1990. **Gıda Endüstrisi Makineleri**. Hacettepe Üniversitesi, 336 s, Ankara
- Sezgin, A., 1987. **Ham Yağ Üretimi – Ayçiçek Yağı Ekstraksiyon Metodları ve Teknolojisindeki Son Gelişmeler**. Bitkisel Yağ Sempozyumu. Trakya Üniversitesi, 126 s, Tekirdağ

TEŞEKKÜR

Tez alışmamamın her aşamasında büyük bir titizlik, sabır ve özveri ile bana destek olan, yol gösteren ve iyi bir bilimsel çalışma ortamı sağlayan danışman hocam Sn. Prof. Dr. Grel AM'a sonsuz teőekkürlerimi sunarım. Çalışmaların saırasında değerli görüş, katkı ve bilgilerini esirgemeyen hocam Sn. Yrd. Doç. Dr. Selçuk MISTIKOğLU'na teőekkürlerimi sunarım.

30 yıl kadar önce bu sektöre yönelik faaliyet gösteren bir firma kuran ve beni de bu konuda eğiterek yaşamımı bundan kazanmamı sağlayan, hayatımın her aşamasında her konuda destek olan sevgili babam Necip EKMEKÇİ başta olmak üzere tüm aileme ve çalışmalarım sırasında yardımlarına esirgemeyen mesai arkadaşlarım sevgili Ekmekçi Makine personeline teőekkürlerimi belirtirim.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Antakya / HATAY'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi aynı ilde tamamladım. 1999 yılında girdiğim Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesinden, 2005 yılında Makine Mühendisi ünvanıyla mezun oldum. Aynı yıl Mustafa Kemal Üniversitesinde yüksek lisans eğitimine başladım. Halen aileme ait, Antakya – HATAY'da faaliyetlerini sürdüren EKMEKÇİ MAKİNE SANAYİ TİC. LTD. ŞTİ.'de genel müdür olarak görev yapmaktayım.