T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TRAKYA BÖLGESİ'NDE ÜRETİLEN AYÇİÇEĞİ KÜSPELERİNİN KİMYASAL KALİTESİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Tugay KOCABAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOTEKNOLOJİ VE GENETİK ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zeynep ERDOĞAN

EDİRNE – 2021

TUGAY KOCABAŞ'ın hazırladığı "**TRAKYA BÖLGESİ'NDE ÜRETİLEN AYÇİÇEĞİ KÜSPELERİNİN KİMYASAL KALİTESİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**" başlıklı bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından **Biyoteknoloji ve Genetik Anabilim Dalında** bir **Yüksek Lisans tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri (Unvan, Ad, Soyad):	İmza
Prof. Dr. Zeynep ERDOĞAN	……
Prof. Dr. Yalçın KAYA	……
Prof. Dr. Hasan Ersin ŞAMLI	……

Tez Savunma Tarihi: 29/12/2021

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

İmza

Prof. Dr. Zeynep ERDOĞAN
Tez Danışmanı ……

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Hüseyin Rıza Ferhat KARABULUT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

T.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOTEKNOLOJİ VE GENETİK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
DOĞRULUK BEYANI

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında, tüm verilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini, kullanılan verilerde tahrifat yapılmadığını, tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını, kullanılan tüm literatür bilgilerinin bilimsel normlara uygun bir şekilde kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını ve bu tezin tamamı ya da herhangi bir bölümünün daha önceden Trakya Üniversitesi ya da farklı bir üniversitede tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

29/12/2021
Tugay KOCABAŞ

Yüksek Lisans Tezi

Trakya Bölgesi'nde Üretilen Ayçiçeği Küspelerinin Kimyasal Kalitesinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoteknoloji ve Genetik Anabilim Dalı

ÖZET

Ayçiçeği, ülkemizde tarımı en fazla yapılan yağlı tohum bitkisidir. Ayçiçeği tarımı ve buna bağlı olarak gerçekleştirilen yağ ve küspe üretiminin önemli bir bölümünün yapıldığı Trakya Bölgesinin ülkemiz üretiminde ayrı bir yeri vardır. Bu tez çalışmasında, ülkemiz yağ sanayinde önemli bir yeri olan Trakya Bölgesinde üretilen ayçiçeği tohumu küspelerinin (ATK) besin madde içeriklerinin analiz edilerek, kimyasal kalitesinin ortaya konulması hedeflenmiştir.

Bu amaçla, Trakya Bölgesinde, Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ illerinde pre-pres solvent ekstraksiyon yöntemine göre yağ üretimi yapan, 9 işletmeden 60 adet ayçiçeği küspe örneği temin edilmiştir. ATK örneklerinde kuru madde (KM), ham kül (HK), ham protein (HP), ham yağ (HY), ham selüloz (HS), nötral deterjan fiber (NDF), asit deterjan fiber (ADF) analizleri gerçekleştirilmiş, organik madde (OM), nitrojensiz öz madde (N'siz ÖM) ve hemiselüloz içerikleri ise hesaplama yoluyla belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda analiz edilen ATK örneklerinde ortalama KM içeriği % 90.43±1.34, HK oranı % 5.74 ±0.30 ve OM bileşimi % 84.69 ±1.31 olarak belirlenmiştir. Bölgede üretilen küspe örneklerinin HP düzeyi % 29.26±2.98, HY içeriği ise % 0.62±0.30 olarak tespit edilmiştir. ATK örneklerinde HS, NDF ve ADF bileşimleri sırasıyla % 24.85±3.38, % 37.80±4.35, ve % 31.01±4.22 olarak bulunmuştur. Numunelere ait N'siz ÖM içeriği ise % 29.97±1.75 olarak kaydedilmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular, bölgede üretilen küspelerin besin madde bileşiminin ayçiçeği küspesi için daha önce bildirilen standart besin madde değerleri içerisinde olduğunu göstermiştir. Bölgede ayçiçeği tarımının öne çıkması ve buna bağlı olarak

gelişen yağ işletmelerinin modern tekniklerle tohumu işlemesi üretilen küspelerde de besin madde niteliğini yükseltmektedir. Bununla birlikte, yemlerin besleyici değerlerinin ortaya konulmasında kimyasal kalitesi kadar sindirilme derecelerinin belirlenmesi de önem taşımaktadır. Bölgede üretilen ATK'larin hayvanlar üzerinde besleyici değerlerinin ortaya konulabilmesi için elde edilen bu sonuçların *in vivo* ve *in vitro* olarak yapılacak ileri sindirim denemeleri ile desteklenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Yıl : 2021

Sayfa Sayısı : 97

Anahtar Kelimeler : Ayçiçeği Küspesi, Ham Protein, Kimyasal Bileşim, Trakya Bölgesi

Master's Thesis
A Study on Determination the Chemical Quality of Sunflower Meals Produced in Trakya Region.
Trakya University Institute of Natural and Applied Sciences
Department of Biotechnology and Genetics

ABSTRACT

Sunflower is the most cultivated oilseed plant in Turkey. The Trakya Region, where a significant part of the sunflower agriculture and related to oil and meal production carried out has a special place in the production rate of our country. In this thesis study, it is aimed to analyze the nutrient contents and to reveal the chemical quality of sunflower seed meal (SFM) produced in Trakya Region, which has an important place in oil industry for our country.

For this purpose, a total of 60 SFM samples were obtained from 9 enterprises producing oil according to the pre-press solvent extraction method in Trakya Region, in Edirne, Kırklareli and Tekirdağ provinces. Dry matter (DM), ash, crude protein (CP), ether extract (EE), crude cellulose (CC), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) analyzes were performed in SFM samples. Organic matter (OM), nitrogen-free extracts and hemicellulose contents were determined by calculation.

At the end of the study, the mean DM content of SFM samples analyzed was 90.43±1.34%, ash ratio was 5.74 ±0.30% and OM composition was 84.69 ±1.31%. The CP level of the meal samples produced in the region was 29.26±2.98%, and the EE content was determined as 0.62±0.30%. The compositions of CC, NDF and ADF in SFM samples were found to be as 24.85±3.38%, 37.80±4.35% and 31.01±4.22%, respectively. The nitrogen free extract content of the samples was recorded as 29.97±1.75%. The results of the study showed that the nutrient composition of the meal produced in the region was within the previously reported standard nutrient values for

sunflower meal. The prominence of sunflower agriculture in the region and the processing of seeds with modern techniques by the oil enterprises that have lead developed the quality of the nutrient in meals produced. However, determining the digestion rate is as important as the chemical quality in revealing the nutritive values of the feeds. These results need to be supported by *in vivo* and *in vitro* advanced digestion trials, in order to demonstrate the nutritional values of SFM produced in the region.

Year : 2021

Number of Pages : 97

Keywords : Chemical Composition, Crude Protein, Sunflower Meal, Trakya Region

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince desteğini esirgemeyen, bana yol gösteren, akademik ışığını her daim üzerimde hissettiğim, kaleminin ve bilgi birikiminin bu tez çalışmasına yansımasından mutluluk duyduğum, danışmanım Prof. Dr. Zeynep ERDOĞAN'a,

Öğrencisi olduğum Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji ve Genetik Anabilim Dalı Başkanlığı'na ve bilgi birikimleriyle bana artı bir değer katan hocalarıma,

Kaynak sağlayarak 2019-151 numaralı bu tez çalışma projesine destek olan TÜBAP birimine,

Bu projeye katkı sağlamak ve Trakya Bölgesinin üretimdeki değerini belirlemek adına projeye yem hammadde desteği sağlayan ve işleme teknolojilerindeki bilgilerini paylaşarak kapılarını açan, bölgedeki eğitim-sanayi işbirliğini destekleyen; yem ve yağ sanayi kuruluşlarına,

Araştırmamda bilgi, beceri ve tecrübeleriyle bana yardımcı olan, yüksek lisans öğrenimini paylaştığım sayın Kimyager Aylin ERKEN'e,

Eğitim ve öğretim hayatım boyunca her yolculuğumda, benimle aynı duyguları paylaşan ve yanımda olan aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv
ABSTRACT vi
TEŞEKKÜR viii
İÇİNDEKİLER ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ xi
ŞEKİLLER DİZİNİ xii
ÇİZELGELER DİZİNİ xiii

BÖLÜM 1 1
GİRİŞ 1

BÖLÜM 2 4
GENEL BİLGİLER 4
2.1. Dünya'da ve Türkiye'de Yağlı Tohum Üretimi 5
2.2. Yağlı Tohum Bitkisi Olarak Ayçiçeği 9
2.3. Dünya'da ve Türkiye'de Ayçiçeği Üretimi 11
2.4. Trakya Bölgesi'nde Ayçiçeği Tohumu Üretimi 13
2.5. Ayçiçeği Tohumundan Elde Edilen Ürünler 15
2.5.1. Ayçiçeği Yağı 15
2.5.2. Ayçiçeği Tohumu Küspesi 17
2.5.3. Ayçiçeği Tohumu Kabuğu 18
2.5.4. Ayçiçeği Silajı 20
2.6. Dünyada Ayçiçeği Küspesi Üretimi 20
2.7. Türkiye'de Ayçiçeği Küspesi Üretimi 21
2.8. Ayçiçeği Yağı ve Küspe Üretim Teknolojisi 24
2.8.1. Presyon Yöntemi 25
2.8.1.1. Hammaddenin temizlenmesi 25
2.8.1.2. Kabuk ayırma ve kavurma 26
2.8.1.3. Mekanik presleme 27
2.8.2. Solvent Ekstraksiyon Yöntemi 27
2.8.3. Pre-pres Solvent Ekstraksiyon Yöntemi 28
2.8.4. Patlatmalı Ekstraksiyon ve Sürekli (Continue) Ekstraksiyon Yöntemleri 29

2.9. Ayçiçeği Tohumu Küspesinin Kimyasal Bileşimi 31
2.10. Ayçiçeği Tohumu Küspesinin Hayvan Beslemede Kullanımı 37

BÖLÜM 3 41

MATERYAL VE METOT 41

3.1. Materyal 41
3.1.1. Ayçiçeği Küspe Örneklerinin Alınması 41
3.2. Metot 43
3.2.1. Ayçiçeği Küspe Örneklerinin Kimyasal Analize Hazırlanması 43
3.2.2. Kuru Madde Analizi 45
3.2.3. Ham Kül Analizi 46
3.2.4. Organik Madde Tayini 47
3.2.5. Ham Yağ Analizi 47
3.2.6. Ham Protein Analizi 48
3.2.7. Ham Selüloz Analizi 49
3.2.8. NDF Analizi 51
3.2.9. ADF Analizi 52
3.2.10. İstatistik Analizler 53

BÖLÜM 4 54

BULGULAR 54

4.1. Kuru Madde Analiz Sonuçları 54
4.2. Ham Kül Analiz Sonuçları 55
4.3. Organik Madde Sonuçları 56
4.4. Ham Protein Analiz Sonuçları 57
4.5. Ham Yağ Analiz Sonuçları 58
4.6. Ham Selüloz Analiz Sonuçları 59
4.7. N'siz Öz Madde Sonuçları 60
4.8. NDF Analiz Sonuçları 61
4.9. ADF Analiz Sonuçları 62
4.10. Hemiselüloz Sonuçları 63

BÖLÜM 5 64

TARTIŞMA 64

5.1. Kuru Madde İçeriği 65
5.2. HK ve OM Bileşimi 66
5.3. Ham Protein Düzeyi 67
5.4. Ham Yağ Düzeyi 70
5.5. HS, NDF, ADF ve Hemiselüloz Bileşimi 72

KAYNAKLAR 75

ÖZGEÇMİŞ 84

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ATK	: Ayçiçeği tohumu küspesi
FAO	: Food and Agriculture Organization
NSA	: National Sunflower Association
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
ADF	: Acid Detergent Fiber/Asit Deterjan Lif
g	: Gram
HCl	: Hidroklorikasit
HK	: Ham kül
HP	: Ham protein
ha	: Hektar
HS	: Ham selüloz
H_2SO_4	: Sülfirik Asit
H_3BO_3	: Borik Asit
HY	: Ham yağ
OM	: Organik Madde
kg	: Kilogram
KM	: Kuru Madde
L	: Litre
ME	: Metabolik Enerji
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
NaOH	: Sodyum Hidroksit
NDF	: Neutral Detergent Fiber/Nötral Deterjan Lif
°C	: Santigrat derece
RUPS	: Rumen Undegradable Protein Sources
Lys	: Lizin
Met	: Meiyonin

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Dünya üzerinde ayçiçeği yetiştirciliği, milyon ton 9
Şekil 2.2. Ayçiçeği tablası 11
Şekil 2.3. Ayçiçeği gövdesi 11
Şekil 2.4. Dünya ayçiçeği tohumu üretiminde ülkelerin payları 13
Şekil 2.5. Ayçiçeği tohumundan elde edilen ürünler 15
Şekil 2.6. Yağlı tohum küspeleri ve diğer katı atık üretim verileri 22
Şekil 2.7. Ayçiçeği yağı ve küspe üretimi iş akış şeması 30
Şekil 3.1. Ayçiçeği küspesi 44
Şekil 3.2. Öğütme öncesi (a) ve sonrasında (b) ayçiçeği küspe örneği 45
Şekil 3.3. NIRS cihazında ham yağ analizi 47
Şekil 4.1. KM analiz sonuçları grafiği 54
Şekil 4.2. HK analiz sonuçları grafiği 55
Şekil 4.3. OM sonuçları grafiği 56
Şekil 4.4. HP analiz sonuçları grafiği 57
Şekil 4.5. HY analiz sonuçları grafiği 58
Şekil 4.6. HS analiz sonuçları grafiği 59
Şekil 4.7. N'siz öz madde analiz sonuçları grafiği 60
Şekil 4.8. NDF analiz sonuçları grafiği 61
Şekil 4.9. ADF analiz sonuçları grafiği 62
Şekil 4.10. Hemiselüloz sonuçları grafiği 63

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Dünya yağlı tohum ekim alanları 7
Çizelge 2.2. Türkiye yağlı tohum ekim alanları 7
Çizelge 2.3. Dünya yağlı tohum üretim miktarları 8
Çizelge 2.4. Türkiye yağlı tohum üretim miktarları 8
Çizelge 2.5. Dünya ayçiçeği tohumu üretimi 12
Çizelge 2.6. Ayçiçeği kabuk besin madde içeriği 19
Çizelge 2.7. Ayçiçeği yağlı tohumundan elde edilen küspe ve diğer atık ithalatı 23
Çizelge 2.8. Ayçiçeği yağlı tohumundan elde edilen küspe ve diğer atık ihracatı 23
Çizelge 2.9. Ayçiçeği küspesi HP ve ME değerleri 34
Çizelge 2.10. Ayçiçeği tohumu küspe normları 35
Çizelge 2.11. Ayçiçeği tohumu ve küspesinin besin madde bileşimi 36
Çizelge 3.1. ATK numunelerinin illere ve ekstraksiyon yöntemine göre dağılımı 42
Çizelge 4.1. KM analiz sonuçları 54
Çizelge 4.2. HK analiz sonuçları 55
Çizelge 4.3. OM sonuçları 56
Çizelge 4.4. HP analiz sonuçları 57
Çizelge 4.5. HY analiz sonuçları 58
Çizelge 4.6. HS analiz sonuçları 59
Çizelge 4.7. N'siz öz madde sonuçları 60
Çizelge 4.8. NDF analiz sonuçları 61
Çizelge 4.9. ADF analiz sonuçları 62
Çizelge 4.10. Hemiselüloz sonuçları 63

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Günümüzde artan dünya nüfusuna yeterli ve güvenli gıda temini tüm ülkeleri ilgilendiren temel konuların başında gelmektedir. İnsan beslenmesinde gıda ihtiyacı başlıca bitkisel ve hayvansal kaynaklardan sağlanmaktadır. Bir toplumun sağlıklı bir yaşam sürdürmesi, ekonomik ve sosyal refahının yükseltilmesi hayvansal kaynaklı gıdaların yeterli miktarda tüketilmesi ile doğrudan ilişkilidir. Hayvansal gıdaların tüketim miktarı ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin de bir ölçütü olarak değerlendirilmektedir.

Hayvansal kaynaklı gıdaların yapısında bulunan proteinler, yaşam için gerekli olan esansiyel aminoasitleri yeterli ve dengeli bir şekilde içerdiklerinden, beslenme fizyolojisi açısından bitkisel proteinlerden daha üstün özelliktedir. Et, süt ve yumurta gibi hayvansal ürünler yararlanılabilir biyolojik değerlilikteki protein, yağ, amino asit, vitamin ve mineral madde kaynağı olmaları nedeniyle insan beslenmesinde ayrıcalıklı bir yere sahiptir (Anonim, 2021a).

Ülkemizi, gerek nüfus artışı, gerekse hayvansal gıda ihtiyacı açısından dünya ülkelerinin dışında tutma olanağı yoktur. Toplam et ve ürünleri tüketimine bakıldığında kişi başı yıllık ortalama olarak bu değer, dünya genelinde 42.87, AB ülkelerinde 80.38 ve ülkemizde 39.46 kg olarak bildirilmiştir (FAO, 2018). Görüldüğü üzere Türkiye'de yıllık kişi başı et tüketim miktarı dünya ortalamasının altında kalmaktadır. Ülkemizde hayvancılık alanında üretim ve verimliliğin artırılarak, ürün maliyetlerinin düşürülmesi, sonuçta hayvansal gıda tüketim miktarının yeterli bir düzeye çıkarılması öncelikli

konuların başında gelmektedir.

Hayvancılık ekonomik bir faaliyet olup, yüksek kalitede, bol ve ucuza ürün elde etmek işletmelerin esas hedefini oluşturur. Hayvansal üretimde yüksek verimlilik ve sürdürülebilirlik ise kaliteli ve ucuz yem temini ile doğrudan ilişkilidir. Çünkü bu işletmelerde toplam maliyetin % 60-70'ini beslemenin temelini oluşturan yem giderleri oluşturur. Yem maliyetlerinin düşürülmesi, ürün maliyetlerini azalacağından, kaliteli ve ucuz yem temini hayvancılık kuruluşlarında karlılık ve sürdürülebilirlik için anahtar rol oynamaktadır (Ergün vd., 2007, Kutlu & Özen, 2009).

Bitkisel ve endüstriyel yan ürünler ile artıkları çiftlik hayvanları yetiştiriciliğinde ekonomik ve besleyici değer bakımından önemli yem kaynaklarını oluşturmaktadır. Yağlı tohumlardan yağ ekstrakte edildikten sonra geriye kalan proteince zengin küspeler bu ürünlere örnektir. Bitkisel yağların üretimi sırasında yan ürün olarak açığa çıkan küspeler, çiftlik hayvanlarının beslenmesinde ihtiyaç duyulan başlıca protein kaynaklarını oluşturur. Küspeler karma yemlerin önemli bir bileşeni olup, yem sanayinin vazgeçilmez hammaddeleridir. Bu bağlamda yağlı tohumlu bitkiler, gıda, kimya ve enerji sektörünün yağ ihtiyacını karşıladığı gibi karma yem sektörünün de önemli hammadde kaynağını sağlamaktadır (Gültepe & Bayram, 2019).

Dünya üzerinde tohumlarında yağ içeren çok sayıda bitki olmasına rağmen, sanayide işlenerek yağ elde edilen bitkilerin başında; soya, ayçiçeği, çiğit (pamuk), kolza, yer fıstığı, susam, aspir, hintyağı, haşhaş, mısır, keten, kenevir, zeytin, hurma ve hindistan cevizi gelmektedir. Ülkemizde tarımı yapılan ve tohumlarında yağ çıkarılan; ayçiçeği, pamuk (çiğit), soya, yerfıstığı, susam, kolza, aspir, haşhaş, mısır, keten ve zeytin gibi başlıca 11 bitkiden yararlanılmaktadır (Kıllı & Beycioğlu, 2019). Ayçiçeği, Dünya genelinde soya, kanola ve pamuktan sonra en fazla tarımı yapılan 4.'cü yağlı tohumdur. Türkiye'de ise ekimi ve üretimi en fazla yapılan 1. sıradaki yağlı tohum bitkisidir (Gül, Öztürk & Polat, 2016; TÜİK, 2020).

Ayçiçeği (*Helianthus annuus L.*) papatyagiller (*Asteraceae*) familyasından tek yıllık, yağlık bir endüstri bitkisidir. Ayçiçeğinin tohumu ve yağı başta olmak üzere elde edilen tüm ürünleri gıda, yem, biyodizel, kimya, tekstil ve ilaç sanayi ile peyzaj alanlarında kullanılmaktadır (Kaya, 2016; Kurt &Yamankaradeniz, 1980).

Ayçiçeği tohumundan yağ ekstraksiyonu sonucunda elde edilen ham proteince zengin küspesi değerli bir yan ürün olarak nitelendirilmektedir. Tohumdan % 40-45 oranında elde edilen küspe, % 30-40 düzeyinde değişen oranda ham protein içeriği ile karma yem sanayinde kullanılan bitkisel protein kaynaklarının başında gelmektedir. Dünya genelinde yağlı tohum küspe üretiminin yaklaşık % 6.8'i ayçiçeği bitkisinden karşılanmaktadır (İşler, 2021). Ülkemizde ise yağlı tohum küspe üretimi bakımından yıllık 1.142.892 ton ile toplam üretimin % 41.32'sini karşılayan ayçiçeği tohumu küspesi ilk sırada yer almaktadır (NSA, 2020; TÜİK, 2019a).

Türkiye'de bölgeler bazında ayçiçeği ekim alanlarının, % 49'u Marmara, % 30'u İç Anadolu, % 9.5'u Karadeniz, % 9'u Akdeniz ve % 4.5'i ise diğer bölgelerde yer almaktadır. Ülkemizde yetiştirilen ayçiçeği tohumunun yarıya yakını Marmara bölgesinde özellikle de Trakya bölgesinde yetiştirilmektedir. Toprak ve iklim yapısının uygun olması ayçiçeği tarımının Trakya Bölgesi'nde yaygınlaşmasına yol açmıştır. Ayçiçeği bölgenin en önemli tarımsal ürünü olup, Türkiye üretiminin yaklaşık % 60'ı bu bölgede yapılmaktadır. Trakya Bölgesi ayçiçeği tarımına paralel olarak yağlı tohum üretimi ve bitkisel yağ sanayi bakımından da ülkemizde önemli bir yere sahiptir. Bölgede yoğunlaşan ayçiçeği tarımına bağlı olarak ham maddeye yakınlık sağlanmış ve bölgede yağ sanayi oldukça gelişmiştir. Bu bölge, Türkiye'deki toplam yağ tesislerinin yaklaşık yansından fazlasını bünyesinde barındırmakta ve bu işletmelerde ağırlıklı olarak ayçiçeği tohumu işlenmektedir (Kubaş, 2012; TÜİK, 2020).

Trakya Bölgesinde yer alan Edirne, Kırklareli, Tekirdağ ve Avrupa yakasında kalan bölgeleriyle Çanakkale ve İstanbul illeri ayçiçeği tarımı ile birlikte, bu bitkinin tohumundan elde edilen yağı ve yan ürünü küspe üretiminde de önemli bir yere sahiptir. Ülke genelinde yağlı tohum üretim verilerine göre ayçiçeği tarımının % 45.05'i bu bölgede yapılmaktadır (Kubaş, 2012; TÜİK, 2020).

Bu tez çalışmasında, ülkemizde yağ sanayinde önemli bir yeri olan Trakya Bölgesinde üretilen ayçiçeği tohumu küspelerinin besin madde içeriklerinin analiz edilerek, kimyasal kalitesinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Elde edilen bulgularla bu ürünü değerlendiren tarım-hayvancılık sektörü için bilimsel bir veri kaynağı oluşturulması planlanmıştır. Bununla birlikte, ayçiçeği tohumu ve küspesinin bölge ve ülke düzeyinde üretim miktarlarının da rapor edilmesi hedeflenmiştir.

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

Bir toplumda sürdürülebilir yaşam kalitesi bireylerin yeterli ve dengeli beslenmesi ile mümkündür. Sağlıklı bir yaşam için insanlarda beslenme ihtiyacı başlıca bitkisel ve hayvansal olmak üzere iki temel kaynaktan sağlanmaktadır. Bunlardan hayvansal kaynaklı gıdalar biyolojik değeri yüksek protein içermeleri nedeniyle beslenme fizyolojisi açısından ayrı bir öneme sahiptir.

Hayvansal orijinli gıdaların talebi karşılayacak düzeyde üretilip, tüketilmesi ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin karşılaştırılmasında dikkate alınan önemli bir göstergedir. Hayvancılık sektörü, yüksek katma değere sahip bu hayvansal kaynaklı gıdaların elde edildiği tek sektördür. Bu yönüyle toplumların yeterli ve dengeli beslenmesi yanında, ekonomik gelişiminde de önemli bir yere sahiptir. Hayvansal ürünlerin yüksek kalitede, bol ve ucuza üretilmesi, bu ürünlere uygun fiyatlarla ulaşılmasını ve sonuçta hayvansal protein tüketiminin artmasını sağlayacaktır.

Küresel bir sektör olan hayvancılık altında kanatlı, ruminant ve su ürünleri yetiştiriciliği gibi birçok alan bulunmaktadır. Hangi yetiştiricilik alanı olursa olsun hayvanların ihtiyacının doğru ve dengeli olarak, en uygun maliyetle karşılanması işletmelerin esas hedefini oluşturmaktadır. Hayvancılıkta üretim maliyetleri içerisinde beslenme ve yem giderleri yaklaşık % 60-70 gibi yüksek bir paya sahiptir. Bu nedenle hayvansal üretimde besleme ve yem hammaddeleriyle ilgili araştırmalar her dönem güncelliğini koruyan konular arasında olmuştur (De Morais Oliveira vd., 2016; Dumlu & Bölükbaşı-Aktaş, 2019; Kutlu & Özen, 2009).

Çiftlik hayvanlarının beslenmesinde kullanılan yemler, genel olarak kaba yemler ve konsantre yemler olmak üzere iki ana grupta sınıflandırılır. Konsantre yemler kendi içinde kapsadıkları besin madde yoğunluğuna göre protein ve enerji bakımından zengin yemler olarak sınıflandırılır. Proteince zengin yemler ya da protein ek yemleri NRC, (2001) tarafından KM'de % 20'dan fazla ham protein içeren yemler olarak tanımlanmıştır. Bu yemler rasyonda nitel ve nicel protein açığını kapatmak için kullanılır. Proteince zengin yem grubunda; hayvansal ve bitkisel protein kaynaklar yanında protein olmayan nitrojen (NPN)'ler ve mikrobiyel tek hücre protein kaynakları da yer alır (Ergün vd., 2007; Kellems ve Church 1998).

Tarım ve endüstride insan gıdası elde edilirken açığa çıkan pek çok yan ürün çiftlik hayvanlarının beslenmesinde ekonomik ve besleyici yem kaynağı olarak değerlendirilir. Bunlar arasında bitkisel yağ sanayi yan ürünü olan küspeler yüksek protein içerikleriyle karma yemlerin önemli bir bileşenini oluşturmaktadır. Küspe tanım itibariyle, yağlı tohumlardan yağı alındıktan sonra geriye kalan proteince zengin yan ürüne verilen isimdir. Küspeler % 15-50 arasında değişen ham protein içerikleriyle bitkisel protein kaynaklarının başında gelir. Bu değerli ürün, başta ruminant, kanatlı ve balık olmak üzere pek çok hayvanın rasyonunda nitel ve nicel protein ihtiyacını karşılamak amacıyla yıllardır kullanılmaktadır. Günümüzde yem sanayinin gelişmesiyle, bu yan ürünler karma yem girdisinin önemli bir hammaddesi konumuna gelmiştir. Bununla birlikte küspelerden endüstriyel enzimler, antibiyotik, biyopestisitler ve vitaminler gibi diğer bazı biyoteknolojik metabolitlerin üretiminde de yararlanılmaktadır. Ayrıca küspeler gübre ve biyodizel üretiminde de kullanılmaktadır (Ramachandran, Singh, Larroche, Soccol & Pandey, 2007; Waldroup, Hillard & Mitchell, 1970).

2.1. Dünya'da ve Türkiye'de Yağlı Tohum Üretimi

Yağlı tohumlar gıda, yem, kimya ve enerji sektörünün en önemli hammadde kaynağını oluşturan endüstri bitkileridir. Tohumlarında bulunan yağ, protein, karbonhidrat, mineral maddeler ve vitaminler nedeniyle insan ve hayvan beslenmesinde ve biyodizel üretimi için enerji sektöründe tartışılmaz öneme sahip tarımsal ürünlerdir (Kıllı & Beycioğlu, 2019).

Dünya genelinde tohumlarından yağ elde etmek amacıyla tarımı yapılan bitkilerin başında; soya, ayçiçeği, pamuk (çiğit), kolza, yer fıstığı, susam, aspir, hintyağı, haşhaş, mısır, keten, kenevir, zeytin, hurma ve hindistan cevizi gelmektedir. Ülkemizde ise yağı amacıyla yetiştirilen bitkiler; ayçiçeği, pamuk, mısır, susam, soya, zeytin, kolza, yerfıstığı, haşhaş, keten, kenevir ve aspirdir (Kıllı & Beycioğlu, 2019).

Dünya genelinde ülkelerin yağlı tohum bitkileri üretimindeki payları; ABD'de % 21, Çin'de % 19, Hindistan'da % 28 ve AB ülkelerinde % 30 iken bu oran ülkemizde % 4.0'dır. Yıllık toplam 1 milyar ton karma yem üretildiği dikkate alındığında, bu üretimi karşılamak için yaklaşık 280-300 milyon ton yağlı tohum küspesine ihtiyaç duyulmaktadır (Karakuş, 2014). FAO, (2019) verilerine göre dünya genelinde yağlı tohum küspeleri eşdeğer toplam üretim miktarı 403.343.207 (~403.3 milyar) ton olarak rapor edilmiştir. Bu üretim miktarı, yağlı tohum bitkilerinin, dolaylı olarak kaynak sağladığı hayvancılık sektöründeki yerini ortaya koymaktadır.

Ülkelerin yağlı tohum üretim çeşit ve miktarları, coğrafi konumuna, yer aldığı iklim kuşaklarına göre farklılıklar gösterebilmektedir. Bununla birlikte toprak yapısı, yükselti, yağış, su ve sulama kaynakları, ekonomik tarım politikalarına göre yetiştirilen ürünler de çeşitlilik görülmektedir.

FAO, (2019) ve TÜİK, (2020) verilerine göre dünyada (2017-2019) ve Türkiye'de (2017-2020) kayıt altına alınan yağlı tohum ekim alanı verileri Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2'de sunulmuştur. Bu veriler doğrultusunda dünya genelinde en fazla ekimi yapılan yağlı tohumlar sırasıyla; soya, pamuk tohumu (çiğit), kolza (kanola), ayçiçeği ve yer fıstığıdır. Bununla birlikte susam, aspir, mısır, zeytin, fındık, keten, kenevir ve haşhaş da değişen miktarlarda üretimi yapılan diğer yağlı tohum bitkilerindendir.

Çizelge 2.1. Dünya yağlı tohum ekim alanları (FAO, 2019).

Dünya'da Yağlı Tohum Ekim Alanları (milyon ha)				
Yağlı Tohum	Yıllar			% Oran, (2019 verilerine göre)
	2017	2018	2019	
Soya	125.8	124.0	120.5	45.77
Çiğit	34.6	32.2	38.6	14.67
Kolza	35.7	36.9	34.0	12.91
Ayçiçeği	26.8	26.8	27.3	10.36
Yer Fıstığı	29.2	29.7	29.5	11.20
Susam	11.1	11.8	12.8	4.86
Aspir	0.8	0.6	0.6	0.23
Toplam	264.0	262.0	263.3	**100.00**

Çizelge 2.2. Türkiye yağlı tohum ekim alanları (FAO, 2019 ve TÜİK, 2020).

Türkiye Yağlı Tohum Hasat Edilen Alan (ha)					
Yağlı Tohum	Yıllar				% Oran (2020 Verilerine Göre)
	2017	2018	2019	2020	
Soya	31.669	32.848	35.294	35.134	2.80
Çiğit	501.853	518.634	477.868	359.220	28.66
Kolza	16.519	37.845	52.514	34.989	2.79
Ayçiçeği	779.621	734.465	752.631	728.852	58.13
Yer Fıstığı	41.949	44.334	42.421	54.774	4.37
Susam	28.031	25.985	24.860	25.666	2.05
Aspir	27.376	24.693	15.860	15.115	1,20
Toplam	1.427.021	1.418.806	1.401.450	1.253.752	**100.00**

Çizelge 2.3 ve Çizelge 2.4'te dünya (2017-2019) ve Türkiye'de (2017-2020) yağlı tohum üretim miktarları sunulmuştur (FAO, 2019 ve TÜİK, 2020). Dünya genelinde yağlı tohum üretim miktarları Çizelge 2.1 ve 2.2'de verilen ekim alanlarına paralellik göstermektedir. Buna göre dünyada en fazla üretilen ilk beş yağlı tohum sırasıyla; soya, pamuk tohumu, kolza (kanola), ayçiçeği ve yer fıstığıdır.

Çizelge 2.3. Dünya yağlı tohum üretim miktarları (FAO, 2019).

Dünya'da Yağlı Tohum Üretim Miktarları (milyon ton)				
Yağlı Tohum	Yıllar			% Oran, (2019 Verilerine Göre)
	2017	2018	2019	
Soya	359.5	344.6	333.6	55.76
Çiğit	73.6	70.6	82.5	13.79
Kolza	76.5	75.1	70.5	11.79
Ayçiçeği	48.6	51.9	56.0	9.35
Yer Fıstığı	48.0	50.8	48.7	8.14
Susam	5.7	5.9	6.5	1.08
Aspir	0.7	0.6	0.5	0.09
Toplam	612.6	599.5	598.3	**100.00**

Çizelge 2.4. Türkiye yağlı tohum üretim miktarları (FAO, 2019 ve TÜİK, 2020).

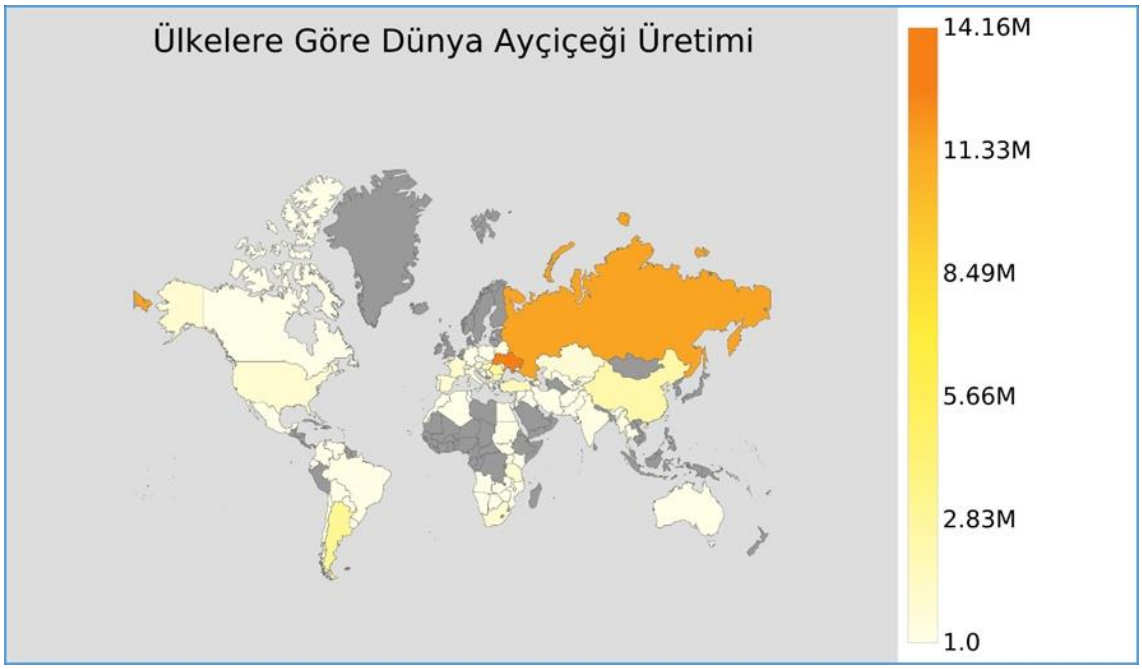
Türkiye Yağlı Tohum Üretim Miktarları (ton)					
Yağlı Tohum	Yıllar				% Oran, (2020 Verilerine Göre)
	2017	2018	2019	2020	
Soya	140.000	140.000	150.000	155.225	4.24
Çiğit	1.470.000	1.542.000	1.320.000	1.064.189	29.05
Kolza	60.000	125.000	180.000	121.542	3.32
Ayçiçeği	1.964.385	1.949.229	2.100.000	2.067.004	56.41
Yer Fıstığı	165.330	173.835	169.328	215.927	5.89
Susam	18.410	17.437	16.893	18.648	0.51
Aspir	50.000	35.000	21.883	21.325	0.58
Toplam	3.868.125	3.982.501	3.958.104	3.663.860	**100.00**

Çizelge 2.2 ve Çizelge 2.4 incelendiğinde, Türkiye'de yağlı tohum ekim ve üretim verileri bakımından ilk sırada ayçiçeği tohumunun yer aldığı görülmektedir. Daha sonra sırasıyla; pamuk tohumu, yer fıstığı, soya ve kolza en fazla üretilen yağlı tohumlar sıralamasında yer almaktadır. Her yıl ekim alanlarındaki değişimlere bağlı

olarak üretimde dalgalanmalar meydana gelebilmektedir. Yağlı tohum üretim verileri bakımından ülkemizde daha önceleri en fazla pamuk tohumu üretilirken, son yıllarda bunun yerini ayçiçeği tohumu almıştır (TÜİK, 2020).

2.2. Yağlı Tohum Bitkisi Olarak Ayçiçeği

Ayçiçeği, (*Helianthus annuus L.*) papatyagiller (*Asteraceae*) familyasından tek yıllık bir yağlı tohum bitkisidir. Boyları 4 metreye kadar uzanabilen, ticari hibritleri tek gövde üzerinde yetişen, yaprakları kalp şeklini anımsatan sarı çiçeklere sahiptir. Anavatanı Orta Amerika olmakla birlikte ılıman bölgelere ve karasal iklim koşullarına adaptasyon yeteneği ile Dünya'da kuzey ve güney yarım kürede çok geniş bir alanda yetiştiriciliği yapılmaktadır (NSA, 2020).



Şekil 2.1. Dünya üzerinde ayçiçeği yetiştiriciliği, milyon ton (Anonim, 2019).

Kuzey Amerika'nın orta kesimlerinde yağ bitkisi olarak ilk kez Kızılderililer tarafından yetiştirilen ayçiçeği, yeşil iken boyama özelliğinden dolayı seramik süslerinde ve gıda amaçlı olarak kullanılmıştır. 16. yüzyılda İspanyol gemiciler tarafından önce İspanya'ya götürüldüğü daha sonra ise buradan diğer ülkelere yayıldığı belirtilmiştir. 16. yüzyılın sonlarına doğru Fransa ve İtalya'ya getirilerek bahçelerde süs

bitkisi olarak kullanılmaya başlanmıştır. 19. yüzyıldan itibaren Avrupa'da tamamen yağ bitkisi olarak yetiştirilmiştir. Rus bilim insanları tarafından yağ oranı (% 51.4) yüksek çeşitleri tespit edilmiştir. Daha sonra Amerikalı araştırıcıların yaptıkları çalışmalar sonucunda ayçiçeğinden ham yağ ve küspe üretimi başlamıştır. Ülkemize 1924-1928 yıllarında Bulgaristan ve Romanya'dan göç edenler tarafından getirilen bitki Avrupa'daki gelişimine paralel olarak sanayi bitkisi olarak yetiştirilmeye alınmıştır (Heiser, Smith, Clevenger & Martin, 1969; Kurt & Yamankaradeniz, 1980; NSA, 2020; Schneiter, 1997).

Ayçiçeği bitkisi ışıktan elde ettiği enerjiyi kullanarak metabolik süreçlerini devam ettiren; foto tropik bir bitkidir. Ayçiçeğinin bu yönelimleri sonucunda ışıktan yakaladığı foton parçacıkları ile tohumunda organik bileşikler üretmektedir. Ayçiçeği bitkisi neslini devam ettirmek için fizyolojik olaylarını tamamlarken, ışığa ve güneşe olan yönelimleriyle birçok kültürde öykü, roman, şiir, resim gibi edebi ve sanatsal eserlere de konu olmuştur. Çiçeğinin sarıdan turuncuya değişen rengi dolayısıyla İspanyollar tarafından "güneş çiçeği", Ruslar tarafından ise "ayçiçeği" olarak adlandırılmıştır. Ülkemizde de günebakan, gündöndü, günçiçeği, şemsiçmer, günetapan gibi birçok isimlendirmesi bulunmaktadır (Uhri, 2016).

Ayçiçeği soğuğa ve yüksek sıcaklıklara oldukça toleranslı bir bitkidir. Yetiştirme süreci boyunca 2600-2800 °C toplam sıcaklık isteği vardır. Yetiştirme sınırları deniz seviyesinden 2500 m yüksekliğe kadar çıkabilmektedır. Ancak 1500 m'den sonra yağ oranında azalma olmaktadır (Waldroup, Hillard & Mitchell, 1970). Kaya (2018), ayçiçeğinin iyi bir adaptasyon yeteneği gösterse de pH 6-7.5 düzeyindeki vertisol topraklarda daha iyi yetiştiğini bildirmiştir. Su tutma kapasitesi yüksek, tarla tavı yumuşak ve killi olan bu tabanlarda bitki gelişimini daha iyi sürdürmektedir. Kazık ve saçak kökleriyle toprakta rahatça derine inmekte ve köklerini etrafına salabilmektedir. Ayçiçeği tohumunun çimlenebilmesi için tarla taban sıcaklığı en azından 8-10 ℃ arasında olması gerekmektedir. Çimlenmesinin ardından 4-6 yapraklı olana dek soğuk ve dondan kendini koruyabilmektedir. Ayçiçeğinin yağlık ticari hibritleri tek gövde üzerinde yetişirken, yabani formları birden fazla dallanma gösterebilmektedir. Kök yapısı kazık ve saçaklıdır. Yağlık olarak yetiştirilen tohumlar siyah kabuklu, çerezlik olarak yetiştirilen tohumlar siyah-beyaz çizgili ve daha iri bir yapıya sahiptir. Ayçiçeği tohumu üretiminde % 90'lık kısmı yağlık çeşitleri

kapsamaktadır (Akay, 2019; Anonim, 2021b; Kaya, 2018).



Şekil 2.2. Ayçiçeği tablası.



Şekil 2.3. Ayçiçeği gövdesi.

2.3. Dünya'da ve Türkiye'de Ayçiçeği Üretimi

Ayçiçeği (*Helianthus annus L.*), geniş bir coğrafyada yetiştirilen ve çok çeşitli iklimlere iyi uyum sağlayan, yüksek yağ verimine sahip bir kültür bitkisidir. Dünya üzerinde soya, kanola ve pamuk tohumlarından sonra en fazla üretilen 4.'cü, Türkiye'de ise 1.'ci yağlı tohum bitkisidir. FAO, (2019) ayçiçeği tohumu üretim verilerine göre dünya genelinde toplam üretim miktarı 56.072.746 ton olarak rapor edilmiştir. Ayçiçeği üretiminde önde gelen ülkeler; AB, Rusya, Ukrayna, Arjantin, ABD, Çin, Hindistan ve Türkiye'dir.

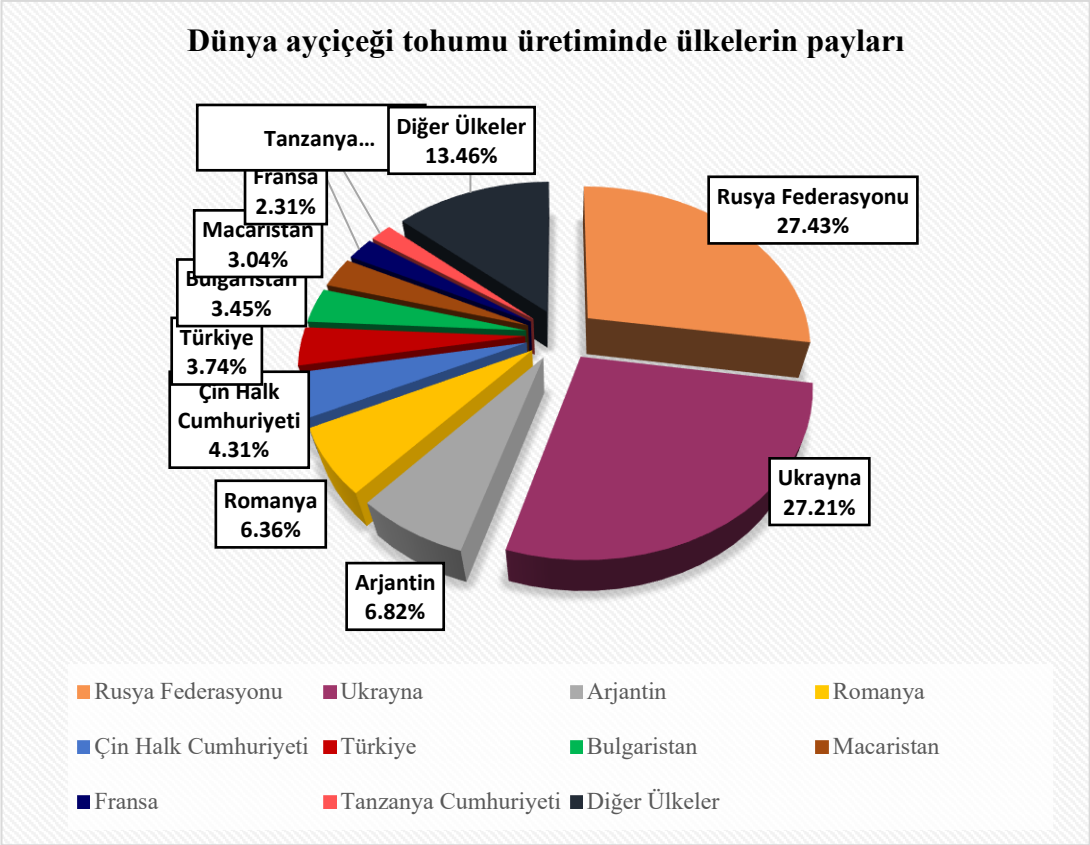
Ülkemizde 500-600 bin ha alanda ayçiçeği tarımı yapılmaktadır. Yıllık üretim miktarı ortalama 600 bin ton ve dönüme verim ise 120-130 kg'dır. Türkiye'de yağlık ve çerezlik olarak toplam 2.100.000 ton üretim kaydedilmiştir. Ülkemiz bu üretim miktarı ile dünya ayçiçeği üretiminde % 3.74'lük bir paya sahiptir ve en yüksek üretim yapan ilk 10 ülke içerisinde 6. sırada yer almaktadır (FAO, 2019).

Ayçiçeği tohum üretim miktarı bakımından ilk 10 ülke Çizelge 2.5'te, bu ülkelerin toplam üretimdeki %'lik payları ise Şekil 2.4'te verilmiştir.

Çizelge 2.5. Dünya ayçiçeği tohumu üretimi (FAO, 2019).

Ülke Adı	Üretim Miktarı (Ton)
Rusya Federasyonu	15 379 287
Ukrayna	15 254 120
Arjantin	3 825 750
Romanya	3 569 150
Çin Halk Cumhuriyeti	2 420 000
Türkiye	2 100 000
Bulgaristan	1 937 210
Macaristan	1 706 850
Fransa	1 298 140
Tanzanya Cumhuriyeti	1 040 000

Türkiye yıllık yağlı tohum üretim verilerine göre ayçiçeği tohumu ilk sırada yer almaktadır. Ülkemizde 2019 yılı yağlık ayçiçeği tohumu üretimi 1.95 milyon ton, çerezlik tohum üretimi ise 150 bin ton olarak gerçekleştirilmiştir. Toplam ayçiçeği tohumu üretimi 2.1 milyon ton olarak rapor edilmiştir (TÜİK, 2020). Bitkisel yağ üretimimizin yaklaşık % 69'u, toplam sıvı yağ tüketimimizin % 84'ü ve toplam yağ kullanımının ise % 32'si ayçiçeğinden karşılanmaktadır (Gül, Öztürk & Polat, 2016; Şatana, 2013).



Şekil 2.4. Dünya ayçiçeği tohumu üretiminde ülkelerin payları (FAO, 2019).

2.4. Trakya Bölgesi'nde Ayçiçeği Tohumu Üretimi

Ayçiçeği, dünyada ve Türkiye 'de yaygın tarımı yapılan endüstri bitkilerindendir. Türkiye'de 2020 yağlı tohum üretim oranlarına bakıldığında, ayçiçeği tohumu % 56.41oranı ile toplam üretimin yarısından fazlasını oluşturmuştur (Çizelge 2.4.). Ülkemizde yerli bir bitki olmamakla birlikte, soğuk ve yüksek yerler hariç hemen hemen tüm bölgelerde yetişmektedir. Türkiye'de bölgeler bazında ayçiçeği ekim alanlarının, % 49'u Marmara, % 30'u İç Anadolu, % 9.5'u Karadeniz, % 9'u Akdeniz ve % 4.5'i ise diğer bölgelerde yer almaktadır (Kıllı & Beycioğlu, 2019).

Ülkemizde yağlık ayçiçeği tohumu üretimi, Marmara Bölgesinde yoğunlaşmış olup, bu bölgeyi, Ege, Orta Anadolu ve Orta Karadeniz Bölgeleri takip etmektedir. Çerezlik ayçiçeği üretimi ise, çoğunlukla İç ve Doğu Anadolu Bölgelerinde, az miktarda da diğer bölgelerde yapılmaktadır. Son yıllarda Doğu Anadolu Bölgesinin bazı illeri de ayçiçeği ekimi açısından önemli gelişmeler göstermiştir (Kıllı & Beycioğlu, 2019).

Ülkemizde ayçiçeği tarımında öne çıkan Marmara Bölgesi içerisinde Trakya Bölgesinin ayrı bir yeri vardır. Edirne, Kırklareli, Tekirdağ, Çanakkale ve İstanbul illerinin Avrupa yakasını kapsayan Trakya Bölgesi yağlı tohum tarımı ve bitkisel yağ üretimi bakımından Türkiye'nin önde gelen bölgesidir. Trakya Bölgesi'nin toprak ve iklim yapısının elverişli olması sebebiyle bölgede ayçiçeği tarımı yoğunlaşmıştır. Trakya Bölgesi'nde 2019 yılı toplam ayçiçeği tohumu üretimi 878.485 ton olarak rapor edilmiştir. Bu üretim miktarının iller bazında dağılımı ise; 210.930 ton ile Kırklareli, 249.569 ton ile Edirne ve 342.299 ton ile Tekirdağ'da gerçekleştirilmiştir. Çanakkale ilinin Avrupa yakasında 37.836 ton, İstanbul'un Avrupa yakasında ise 37.851 ton ayçiçeği tohumu yetiştirilmiştir (TÜİK, 2020). Trakya Bölgesi bu üretim miktarıyla Türkiye ayçiçeği yağlı tohum üretiminin % 45.05'ini karşılamaktadır. Bu değer dünya ayçiçeği tohumu üretimin % 1.57'sine karşılık gelmektedir. Bu oran, FAO, (2019) ayçiçeği üretim miktarlarında yer alan 83 ülke sıralamasında ABD'den sonra 12. konumda olup, 71 ülkeyi geride bırakacak bir üretim miktarına karşılık gelmektedir.

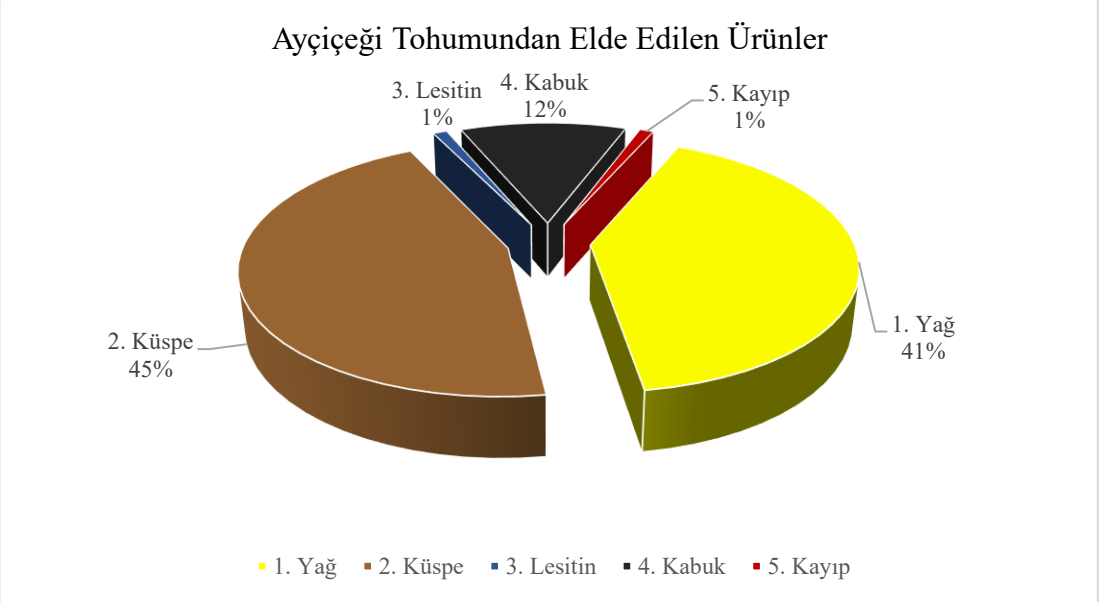
Ülkemiz ayçiçeği tarımının yaklaşık % 45'inin Trakya Bölgesinde yapılması sebebiyle ham maddeye yakınlık sağlanmış ve bu bölgede yağ sanayi de oldukça gelişmiştir. Türkiye'deki toplam yağ tesislerinin yaklaşık yarısı Trakya Bölgesinde bulunmaktadır. Bölgede 48 adet sıvı yağ ve margarin işleyen fabrika bulunmakta ve bu tesislerde ağırlıklı olarak ayçiçeği tohumu işlenmektedir. Bölgedeki işletmeler Türkiye bitkisel yağ sanayi kapasitesinin % 60'ını oluşturmaktadır (Kubaş, 2012; TÜİK, 2020). Bu tesisler içinde özellikle 120.000 üzerinde üyenin bağlı bulunduğu büyük bir kooperatif olan Trakya Birlik de bulunmaktadır (Anonim, 2021b).

Trakya Bölgesi içerisinde yağ sanayi işletmelerinin yaklaşık % 68'i Tekirdağ, % 17'si Kırklareli ve % 15'i Edirne'de faaliyet göstermektedir. Bu illerde bitkisel yağ üretimi ile birlikte bir yan ürünü olarak açığa çıkan yağlı tohum küspeleri de, yem sanayi için değerli bir hammadde kaynağını oluşturmaktadır. Yağlı tohum küspeleri hayvancılık sektöründe, yem sanayinde değerlendirilerek başta et, süt ve yumurta olmak üzere çeşitli hayvansal gıda sanayinin gelişimine de önemli katkı yapmaktadır. Bölgede bitkisel yağ sanayi ile birlikte hayvancılık sektörünün de gelişmiş olması hammadde teminini kolaylaştırdığından bu durum gıda sanayinin de gelişimini teşvik etmiştir. Benzer şekilde, sanayi işletmeleri arasında yer alan bölgedeki gıda işletmelerinin toplam ülke sanayi varlığına oranı ise % 25 dolayındadır. (Kubaş, 2012; TÜİK, 2020).

2.5. Ayçiçeği Tohumundan Elde Edilen Ürünler

Ayçiçeği, tohumundan yaprağına kadar her bir bölümü farklı alanlarda değerlendirilen bir endüstri bitkisidir. Bu bitkiden elde edilen ürünler gıda, kimya, enerji ve az miktarda peyzaj düzenlemeleri olmak üzere farklı alanlarda kullanılmaktadır. Dünya genelinde ayçiçeği üretiminin % 90 gibi ağırlıklı kısmını yağlık çeşitleri oluşturmaktadır. Bunun yanında çerezlik çeşitleri de üretilmektedir (Akay, 2019 Geneau vd., 2008).

Ayçiçeği tohumundan elde edilen yağ ve yan ürünlerin oranları Şekil 2.5'te gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Ayçiçeği tohumundan elde edilen ürünler (Çalıyurt, 2008; Erzin, 2018).

Ayçiçeği tohumunun işlenmesi sonucunda; 100 kg. tohumdan; yaklaşık 41 kg ham yağ (presli yağ – bir miktar küspe karışık), 45 kg küspe, 12 kg kabuk, 1 kg lesitin ve 1 kg fire açığa çıkmaktadır (Çalıyurt, 2008; Erzin, 2018).

2.5.1. Ayçiçeği Yağı

Ayçiçeği bitkisinin en önemli verimi yağıdır. Tohum bileşeninin yaklaşık yarısını yağ oluşturur. Tohumun yağ içeriği genotip ve çevresel faktörler ile belirlenir.

Ayçiçeği tohumunda yağ içeriği çeşitli araştırıcılar tarafından % 34-60 arasında bildirilmiştir (Bonos, Christaki & Florou-Paneri, 2011; Şenköylü & Dale 1999).

Ayçiçeği yağı, bitkinin tohumlarından presleme, özütleme vb. işlemlerden geçirildikten sonra rafinasyona tabi tutularak elde edilen, açık sarı renkte ve berrak bir sıvıdan oluşmaktadır. A, D, E vitamini, K minerali, antioksidanlar, oleik ve linoleik yağ asitleri bakımından zengin bir bitkisel yağdır. Ayçiçeği yağı, % 15 doymuş, % 85 doymamış yağ asiti içermekte, doymamış yağ asitlerinin % 14-43'ünü oleik asit, % 44-75'ini linoleik, en çok % 0.7'sini ise linolenik asit oluşturmaktadır (Kolsarıcı, Bayraktar, İşler, Mert & Arslan, 1995). Oleik asit içeriği yükseltilen ayçiçeği tohumları önemli bir hibrit çeşidini oluşturmaktadır. Tekli doymamış yağ asiti içeriğinin artırılması ile bu hibrit çeşitleri insan beslenmesinde tercih edilmektedir. Garces, Martinez-Fortez, Salas & Venegas-Caleron, (2009) ayçiçeği yağında trigiliseritlerin payının % 95 ve üzerinde olduğunu bildirmiştir. Trigliseritleri oluşturan doymuş yağ asitleri çoğunlukla, palmitik ve stearik asitler, doymamış yağ asitleri ise oleik ve linoleik asitleridir.

Kaya, Evci, Kaya & Kaya, (2007) ülkemizde yetiştirilen ayçiçeği tohumlarının halen birçoğu linoleik tip ayçiçeği yağ asidine sahip tohum çeşiti olduğunu ve oleik yağ asitlerini düşük miktarda içerdiğini belirtmiştir. Ancak ABD ve özellikle Avrupa'da insan sağlığı açısından talep edilmesiyle % 85'in üzerinde oleik asit içeren yüksek oleik çeşitleri yetiştirilmektedir.

Ayçiçeği bitkisi kuraklığa karşı dayanıklı ve iyi bir adaptasyon yeteneğine sahiptir ancak her bitkide olduğu gibi belli zamanlarda su ihtiyacı artmaktadır. Bitkide vejetatif dönemin sonu-çiçeklenme başlangıcında su ihtiyacı en yüksek seviyede olup, eğer bitki bu dönemde yeterli su ve besin ihtiyacını karşılayamaz ise verimde kayıplar meydana gelebilmektedir (Pekcan & Erdem, 2005). Öztürk (2018), linoleik tip ayçiçeği yetiştiriciliğinde tohum olum döneminde oleik asitten linoleik asit oluşumunu, genetik yapıya bağlı olarak ekim zamanı, gün ışığı alım süresi gibi faktörlerin etkileyebileceğini bildirmiştir.

Ayçiçeği tohumunda oluşan linoleik asit, ruminantlarda rumen bakterilerinin biyohidrojenizasyonu sonucunda karbon atomları arasındaki çift bağların yer değiştirmesiyle konjuge linoleik aside (KLA) çevrilmektedir. Bir miktar linoleik asit meme bezlerinden süt yağına KLA olarak geçmektedir. KLA süt yağında önemli bir yağ

asiti olup, süt yağ kalitesini insan sağlığı açısından iyileştirdiği bilinmektedir (Bu, Wang, Dhiman & Liu, 2007; Kara, 2009).

Oleik tip ayçiçeği tohumlarının Rusya'da mutasyon sonucunda ortaya çıktığı bildirilmiştir (Kaya, 2018; Uhri, 2016). Richard, (1986), oleik tip ayçiçeği tohumunda % 8 0'den fazla oleik asit ve % 10'dan fazla da linoleik asit bulunduğunu belirtmiştir. Garces vd. (2009), oleik asit oranı % 90'nın üzerinde yüksek hibrit çeşitlerinden bahsetmiştir.

Oleik asit düzeyi yüksek rasyonlarla besleme, ruminant ve kanatlılarda et kalitesini olumlu yönde etkilemektedir. Oleik asit oranı yüksek ayçiçeği tohumuyla hazırlanan rasyonla beslenen süt ineklerinin ruminal asetat yüzdelerinin daha düşük, propiyanat yüzdesinin ise daha yüksek olduğu kaydedilmiştir. Süt yağı yağ asidi bileşiminin rasyon yağ asiti bileşiminden etkilendiği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Casper, Schingoethe, Middaugh & Baer, 1988).

Tohumlardan elde edilen yağ içeriğinin büyük miktarını nötral trigliseritler oluşturmaktadır. Bunun yanında ayçiçeği yağ yaklaşık % 4 oranında glikolipit ve fosfolipit içermektedir. Polar yağların ana sınıfını oluşturan fosfolipitler toplam yağın % 0.5-%1'ini kapsamaktadır. Ana fosfolipitleri oluşturan lesitin, sefalin, fosfatidil ve inositol'dur. Lesitinin fosfolipitlerdeki oranı yaklaşık olarak % 50'dir. Ayçiçeği tohumundan % 1 oranında lesitin elde edilir. Lesitin gıda sanayinde katkı maddesi olarak kullanılır (Erzin, 2018; Morrison, 1981).

Diğer bitkisel yağlar gibi ayçiçeği yağı da gıda dışında farklı sanayi kollarında çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Gıda dışında en yaygın kullanıldığı sanayi kollarının başında; sabun, şampuan, deterjan, kozmetik ve boya üretimi ile kimya ve ilaç sanayi gelmektedir. Ayrıca plastik, kâğıt, tutkal, matbaa mürekkebi ve cam macunu üretimi gibi alanlarda da kullanılmaktadır. Biyodizel üretiminde de ayçiçeği yağından yararlanılmaktadır (Arıoğlu, 2014; Kaya vd., 2007).

2.5.2. Ayçiçeği Tohumu Küspesi

Ayçiçeği tohumunun yağdan sonra elde edilen ikinci önemli ürün küspedir. Yağlık olarak ekimi gerçekleştirilen tohumlardan yağ alındıktan sonra kalan katı atıkları "ayçiçeği tohumu küspesi" olarak adlandırılmaktadır. Küspe, yağ sanayi için yan ürün,

atık ürün olarak adlandırılırken, bu ürün yüksek HP içeriğiyle yem sanayi için nitelikli bir hammadde özelliği taşır. Ayçiçeği tohumunda küspe oranı % 45, kabuk oranı % 12 olmak üzere toplam katı atık miktarı yaklaşık tohumun % 57'si kadardır (Çalıyurt, 2008). Erzin (2018), yağ sanayi işletmelerinde ayçiçeği tohumundan elde edilen küspe oranını % 55 olarak rapor etmiştir.

Ayçiçeği küspesinin kalitesi içerdiği kabuk miktarına bağlıdır. ATK'da HP oranı % 20-44 arasında değişir. Ham selüloz oranı kabuk miktarına bağlı olarak % 12-32, HK ise % 6-7 arasındadır. Ayçiçeği küspesinin ME değeri 1900-2300 kcal/kg dolayındadır. P ve Fe bakımından zengin olup diğer mineraller bakımından orta durumdadır. Lizin bakımından biraz yetersizdir. Ayçiçeği küspesinde yüksek oranda ham protein bulunması (kabuklu % 20-32 ve kabuksuz % 35-50) ve soya küspesinden sonra metobolize enerji değeri en yüksek yağlı tohum (2260 kcal/kg) olmasından dolayı karma yem üretiminde önemli bir paya sahiptir (Alagawany vd., 2015; Arıoğlu, 2007; Şenköylü & Dale, 1999). Küspe, önceleri geviş getiren hayvanların beslenmesinde tek başına kullanılmış, daha sonra karma yem sanayinin gelişmesi ile hem ruminant hem de tek mideli hayvanların rasyonlarında protein tamamlayıcısı bir yem olarak yerini almıştır.

Ayçiçeği küspesi ile ilgili detaylı bilgi bu bölümün ilerleyen konularında ayrıca ele alınacaktır.

2.5.3. Ayçiçeği Tohumu Kabuğu

Yağlı tohumların hepsindeki ortak özellik tohum kısmını saran bir kılıf olarak kabuğa sahip olmasıdır. Yağ sanayinde tohumlardan kabuk soyma ve ayırma işlemleri sırasında ortaya çıkan kabuklar düşük de olsa besin değerine sahip ürünlerdir.

Tohum kabuğu birçok işletmede buhar üretimi için yakıt olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de tohum kabukları değerli bir yan ürün olarak görülmese de bu kısımlar yurt dışında yem olarak ya da çeşitli alternatif alanlarda değerlendirilmektedir (Kaya, 2021; Khusid, Gneush & Nesterenko, 2015; Osman, Khamil & Sapawe, 2019a).

Kabuk değersiz bir yan ürün olduğundan genel olarak işletmeler tarafından küspe ile karıştırılarak satılmaktadır. Bu durum küspede hem doğrudan besin madde

içeriğini etkilemekte hem de bu küspelerden hayvanların yararlanabilmesinde farklılık sağlamaktadır. Küspelerdeki kabuk miktarı arttıkça besin maddelerinin sindirilme derecesi düşmektedir. Kabukta bulunan ham selüloz, sindirilebilirliğini artıracak enzimlerle desteklenerek karma yem sanayinde kullanılabilir hale getirilebilir (Senkoylu & Dale 1999).

Ayçiçeği tohumunun kabuğundaki besin madde içeriği aşağıdaki Çizelge 2.6'da verilmiştir (Park vd., 1997).

Çizelge 2.6. Ayçiçeği kabuk besin madde içeriği (Park vd., 1997).

Ayçiçeği Kabuk Besin Madde Kompozisyonu, %	
Kuru Madde	85-92
Ham Protein	3.5-9
Sindirilebilir Protein	2-4
Sindirilebilir Toplam Besin Madde	35-45
Ham selüloz	40-50
Lignin	13-16
Ham Kül	2-3
Ham Yağ	0.05-3
Ca	0.37
Mg	0.15-0.25
P	0.12

Ayçiçeği kabukları özellikle ruminantlarda ham selüloz ve lignin içeriğiyle kaba yem ihtiyacını karşılamak için oldukça değerlidir (Park vd., 1997). Aynı zamanda kabukta düşük düzeyde de (3.5-9) olsa yararlanılabilir ham protein bulunması rasyon protein ihtiyacının karşılanmasına katkı sağlamaktadır.

Ayçiçeği tohumu kabukları, % 40-50 oranında yüksek ham selüloz içeriği ile ruminant beslemede kaba yem olarak değerlendirilebilmektedir. Türkiye'de ve Trakya Bölgesi'ndeki işletmelerin birçoğu kabuksuz ATK üretim aşamasında kırma ve filtrasyon sonu alınan kabukları ısı amacıyla kömürle birlikte kazanlarda yakmaktadır.

Kaba yem olarak kullanabilecek önemli bir hammaddenin yakılımı büyük bir kayıp olarak değerlendirilmektedir. Fanlarla çekilen tohum kabuklarının içerisinde % 1 oranında badem (tohum içi) de kazanlara gitmektedir. Kayıp olarak gösterilen % 1'lik oran tohumlardan kabuk soyma işlemi sırasında kabuklarla birlikte kazanlara giden tohum içi bademlerden kaynaklanmaktadır (Şekil 2.5.).

Osman, Khamil & Sapawe, (2019a, 2019b) yaptıkları çalışmalar kapsamında ürettikleri % 35 oranında ayçiçeği kabuğu içeren peletlerin yumurtacı tavuk rasyonlarında 20. haftadan sonra kullanılabileceğini rapor etmiştir. Bunun yanında üretilen peletlerin ruminant beslemede, tavşan ve bazı fare türlerinin beslenmesinde de ekonomik bir yem olabileceğini bildirmişlerdir.

Bir başka çalışmada da Khusid, Gneush & Nesterenko, (2015) ayçiçeği kabuklarının alternatif bitkilerle (balkabağı hamuru ve bira çiçeği) desteklenerek ve bir mantar cinsi olan *Trichoderma harzianum* çeşidinden yararlanarak hayvan beslemede ekonomik bir yem kaynağı elde edilebileceğini belirtmişlerdir.

2.5.4. Ayçiçeği Silajı

Ayçiçeği bitkisinin yeşilken tohumları alınmadan parçalanıp, fermantasyona bırakılması sonucunda elde edilen silajı hayvan beslemede değerli bir kaba yem kaynağını oluşturur (Ergün vd., 2007).

Ayçiçeği bitkisinin hasadından sonra kalan saplarından ülkemizde halen birçok yörede yakacak olarak kullanılmaktadır. Yanmasıyla açığa çıkan külleri yüksek oranda K içeriğine sahip olduğundan toprak gübreleme işleminde yararlanılır. Ayçiçeği sapları ayrıca kâğıt ve furfurol ekstraksiyonunda, enzimlerle işlenmesi sonucunda ksiloz üretiminde değerlendirilmektedir (Halıcı, 2013). Bunun yanında ayçiçeği sapları çeşitli işleme tekniklerinden sonra yonga levha ve izolasyon malzemesi üretiminde kullanılabilmektedir (Bektaş, Tutuş & Uğur, 2021; Efe & Alma, 2014).

2.6. Dünyada Ayçiçeği Küspesi Üretimi

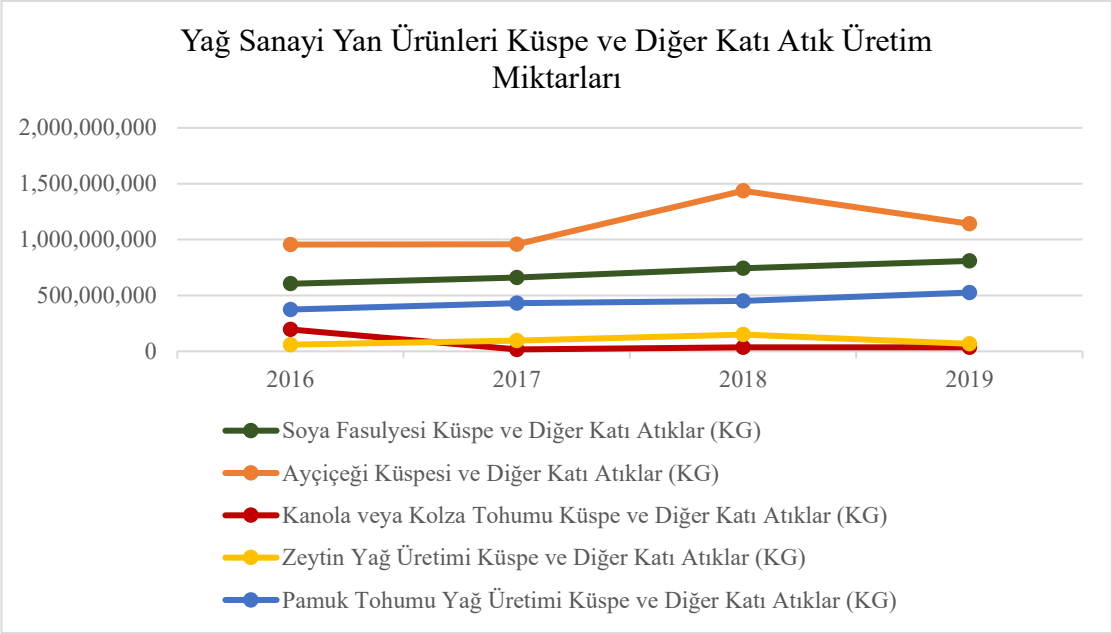
Yağlı tohumlardan elde edilen küspe miktarları hacimsel olarak farklı % oranlara sahiptir. Elde edilen küspenin hacimsel varlığı yağ sanayi işletmelerinde kabuk

kırma, soyma, tohumun sahip olduğu kabuk ve badem oranıyla birlikte işletmelerde ayrılan kabuğun kazanlarda yakılmasına bağlı olarak farklılık göstermektedir. TOBB, 2015 yılında yapılan bir araştırmada ayçiçeğinden % 42 küspe elde edildiğini bildirmiştir (Anonim, 2015). Çalıyurt, (2008) ise bu oranı %45 küspe ve %12 ayçiçeği kabuğu, toplam % 57 olarak rapor etmiştir. Dünya genelinde ayçiçeği yağlı tohum üretimi 2019 yılında 56 milyon tondur. Ayçiçeği tohumundan literatürde yer alan verilere göre % 42-57 oranında küspe eldildiği görülmektedir. Buna göre tahmini olarak 2019 yılı Dünya ATK üretimi % 23.6 milyon ton- %31.92 milyon ton aralığındadır.

2.7. Türkiye'de Ayçiçeği Küspesi Üretimi

Ülkemizde 2009-2019 yılları arasında büyükbaş ruminant hayvan varlığı % 65.31, küçükbaş ruminant hayvan varlığı % 80.38, toplam ruminant hayvan varlığı ise % 76.06 oranında artış göstermiştir. Bu zaman diliminde toplam kümes hayvanları yetiştiriciliği de % 49'luk bir büyüme göstermiştir (TÜİK, 2019e; TÜİK,2019f). Hayvansal üretimdeki bu artış, yem sanayinde büyümeyi de beraberinde getirmiştir. Aynı endesklerde, 2009-2019 yılları aralığında hazır hayvan yemi üretiminde % 74.10 ve çiftlik hayvanları hazır yem üretiminde ise % 73.50'lik bir büyüme rapor edilmiştir (TÜİK, 2019d). Yem sanayinde kaydedilen büyümenin getirdiği hammadde ihtiyacı, endüstriyel üretimde kullanılan bitkilerden elde edilen yan ürünlerin değerlendirilmesini önemli hale getirmiştir. Artan yem ihtiyacı alternatif yem kaynaklarının arayışını ve mevcut yem hammaddelerinin potansiyel değerlendirilmesi konularını gündeme getirmiştir. Bu bağlamda yağ sanayi yan ürünü olarak açığa çıkan küspeler, yüksek protein içerikleriyle karma yem üretiminde vazgeçilmez, ekonomik yem kaynağını oluşturmaktadır.

Şekil 2.6'da Türkiye'de ayçiçeği ve diğer yağlı tohum küspe çeşitlerinin 2016-2019 yılları arasında yıllık üretim verileri sunulmuştur (TÜİK, 2019b; TÜİK, 2019c).



Şekil 2.6. Yağlı tohum küspeleri ve diğer katı atık üretim verileri (TÜİK, 2019b).

Şekil 2.6'da görüleceği üzere Türkiye'de 2019 yılı ayçiçeği tohumu küspe üretimi 1.142.892 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2019b). Bu miktar yıllık toplam yağlı tohum küspe üretiminin % 41.32'sine, toplam küspe ve katı atık üretiminin ise % 14.41'ine karşılık gelmektedir. Diğer yağlı tohum küspelerinin toplam küspe üretimi içerisinde payları şöyledir; soya % 29.25, pamuk % 19.01, zeytin % 2.46 ve kanola % 1.31'dir. Dünya genelinde toplam yağlı tohum küspe üretimi içerisinde ayçiçeği tohumu küspesinin payı % 6.8'dir (İşler, 2020).

Bu veriler doğrultusunda ülkemizde en fazla üretimi yapılan küspeler; ayçiçeği tohumu, pamuk tohumu, zeytin, kolza, mısır, susam, soya, yerfıstığı, haşhaş, keten, kenevir, aspir ve fındık küspesi olarak sıralanabilir. Yağlı tohum ve küspe üretimi bakımından ülkemizde önceleri en çok üretilen pamuk tohumu ve küspesi iken son yıllarda ilk sırayı ayçiçeği tohumu ve küspesi almıştır (Kıllı & Beycioğlu, 2019; TÜİK 2019b). Ayçiçeği tohumu üretiminden kaynaklı dalgalanmalar sonucunda yıllık küspe üretim miktarında da değişimler meydana gelebilmektedir.

Ayçiçeği küspesinde yüksek oranda ham protein bulunması (kabuklu % 30 ve kabuksuz % 47) ve soya küspesinden sonra metobolize enerji değeri en yüksek yağlı tohum (2260 kcal/kg) olmasından dolayı karma yem üretiminde önemli bir paya sahiptir

(Arıoğlu, 2007). Ayçiçeği tohumunun içeriğinde bulunan yağ kolay elde edilebildiği için üretim maliyeti uygun olmaktadır. Ayçiçeği tohumu küspesi maliyetinin uygunluğu ve besin içeriğiyle hayvancılık sektörü için ekonomik bir değer oluşturmaktadır (Çalıyurt, 2008).

Ülkemizde yıllar içerisinde artan nüfusa bağlı olarak bitkisel yağ talebi ve hayvancılık sektörünün ihtiyaç duyduğu küspe miktarı da artmıştır. Buna karşın yağlı tohum üretimimiz bu talepleri karşılamakta yetersiz kalmıştır. Bu durum yağlı tohum ve küspe ihtiyacının ithalatla karşılanmasına yol açmıştır. Mevcut durumda Türkiye yağlı tohum ve küspeleri bakımından dışa bağımlı bir ülke konumundadır.

Ülkemizde yağlık ayçiçeği tohumu ve küspesinin ithalat ve ihracatı yapılmaktadır. Aşağıdaki Çizelge 2.7 ve Çizelge 2.8'de yıllar 2016-2020 yılları arasında ayçiçeği tohumundan elde edilen küspeler ve diğer atıkların toplam ithalat ve ihracat verileri sunulmuştur (TÜİK, 2021).

Çizelge 2.7. Ayçiçeği yağlı tohumundan elde edilen küspe ve diğer atık ithalatı (TÜİK, 2021).

Yıl	Miktar (Kg)	İthalat Dolar	İthalat Euro	İthalat TL	Yardımcı Miktar
2016	780.426.315	168.595.054	152.468.713	507.267.226	0
2017	1.003.286.779	192.944.955	174.680.995	706.960.121	0
2018	794.516.150	185.670.830	155.312.099	820.568.280	0
2019	1.091.154.201	245.105.072	218.298.755	1.380.236.056	0
2020	214.532.121	45.826.725	41.539.855	273.524.111	0

Çizelge 2.8. Ayçiçeği yağlı tohumundan elde edilen küspe ve diğer atık ihracatı (TÜİK, 2021).

Yıl	Miktar (Kg)	İhracat Dolar	İhracat Euro	İhracat TL	Yardımcı Miktar
2016	11.918.090	3.704.263	3.357.309	11.215.685	0
2017	954.150	262.028	234.693	973.662	0
2018	20.838.447	6.232.602	5.289.092	31.197.108	0
2019	15.583.542	5.302.339	4.725.456	29.338.063	0
2020	2.746.400	1.157.629	1.049.937	6.933.161	0

Çizelge 2.7 ve Çizelge 2.8'de sunulan ithalat ve ihracat verileri karşılaştırıldığında Türkiye'nin yağlı tohum ve atıkları bakımından dışa bağımlı bir ülke olduğu görülmektedir (TÜİK, 2021).

Gıda sektörünün ihtiyaç duyduğu yağ ve yem sektörünün ihtiyaç duyduğu küspe talebinin yurt içi yağlı tohum üretiminde karşılanabilmesi için ülkemizin sahip olduğu potansiyeli en iyi şekilde değerlendirme zorunluluğu bulunmaktadır. Ekonomik hayvansal ürün elde etmenin esas kurallarından birinin kendi yemini üretmekten geçtiği göz önüne alındığında, karma yem üretiminde kullanılan küspe ihtiyacının kendi kaynaklarımızdan karşılanması büyük önem taşımaktadır. Gerekli çalışmalarla başta ayçiçeği olmak üzere yağlı tohum üretiminin yaygınlaştırılması sadece gıda ve hayvancılık sektörü için değil enerji ve kimya sektörü için de hammadde sağlayacağından verim ve ekonomikliği artıracaktır. Avrupa ülkelerinde (Fransa, Almanya, İspanya, Macaristan, İtalya) olduğu gibi yüksek oleik asit içeriğine sahip ayçiçeği hibrit çeşitleri için uygun bölgelerdeki alt yapı ve genetik alt yapının oluşturulmasıyla verimde artış elde edilebilecektir (Anonim, 2015; Karaca & Aytaç, 2007; Kaya, 2016; Kıllı & Beycioğlu, 2019). Bu durum, piyasaya kaliteli ayçiçeği tohumu sunmanın yanında, biyodizel üretimini de teşvik edecek, petrol ürünlerinin ithalatının azalmasını sağlayacak, döviz kaybını engelleyecektir. Ayrıca oleik asit içeriği yüksek ayçiçeğinden elde edilen küspe hayvancılık sektörü için de daha kaliteli bir yem kaynağını oluşturacaktır (Akay, 2019; Gül vd., 2016; Kaya vd., 2007).

2.8. Ayçiçeği Yağı ve Küspe Üretim Teknolojisi

Tarım sektörü içerisinde bitkisel yağ üretimi insan beslenmesi açısından vazgeçilmez bir öneme sahiptir. Türkiye'de toplam yağ üretiminin % 87'si bitkisel kaynaklardan sağlanmaktadır (Şatana, 2013). Türkiye' de en fazla üretilen ve tüketilen bitkisel yağ ayçiçeği yağıdır. Ayçiçeği ülkemizin bitkisel yağ üretiminin yaklaşık % 70'ini, toplam sıvı yağ tüketiminin % 84'ünü, toplam yağ kullanımının ise % 32'sini tek başına karşılamaktadır. Bazı ayçiçeği çeşitlerinde tohumlarda yağ oranının % 54'e kadar çıkması, ayçiçeğini yağ elde etmede kıymetli bir bitki haline getirmektedir. Ayçiçeği yağının yemeklik kalitesinin de yüksek olması, tüketimini teşvik etmektedir (Gül, Öztürk ve Polat, 2016).

Ülkemizde ayçiçeği tohumundan yağ elde eden işletmeler modern üretim yöntem ve tekniklerini kullanmaktadır. Bu işletmelerde, tohumdan yağın alınmasında genellikle ekspeller (vidalı) preslerin kullanıldığı presyon veya değişik yapıdaki ekstraktörlerin kullanıldığı ekstraksiyon ya da bu iki yöntemin birlikte kullanıldığı prepres solvent ekstraksiyon tekniklerinden birisi ile çalışılmaktadır. Günümüzde Trakya Bölgesindeki modern işletmelerde iki aşamalı pre-presyon solvent ekstraksiyon yöntemi ile tohumdan yağ çıkarılmaktadır (Anonim, 2020).

Ayçiçeği yağı elde edilmesinde kullanılan yöntemler;

I. Presyon (mekanik sıkma)

II. Direkt ekstraksiyon (solvent ekstraksiyon)

III. Pre-presyon solvent ekstraksiyon (ön presyon-mekanik sıkma ve solvent ekstraksiyon)'dur.

2.8.1. Presyon Yöntemi

Presyon işlemi, ilk yağ elde edildiği zamandan bu yana uygulanmakta olan en eski ve geleneksel yöntemdir. Bu yöntem işgücüne dayalı, maliyet gerektiren ayçiçeği tohumundaki yağı diğer yöntemlere göre daha fazla küspede bırakan bir yöntemdir. Genellikle yağ oranı % 20'den daha düşük olan tohumların işlenmesinde tek başına kullanılan bir mekanik presleme yöntemdir. Bu işlemle ayçiçeği tohumundan, genellikle vidalı (ekspeller) preslerin kullanıldığı mekanik sıkma yöntemiyle ham ayçiçeği yağı elde edilir. Bu yöntemde yağın tamamı alınamamakta ve bir miktar yağ küspede kalmaktadır. Bu nedenle ayçiçeği gibi yağ içeriği % 20'nin üzerinde olan tohumlardan yağ çıkarma işleminde bu ön presyon işleminin devamında solvent ile ekstraksiyon işlemi uygulanır. Presyon işlemi üç aşamada gerçekleştirilir (Anonim, 2020; Pierce, 1970).

1. Hammaddenin temizlenmesi
2. Kabuk ayırma ve kavurma
3. Mekanik presleme

2.8.1.1. Hammaddenin temizlenmesi

Yağlı tohumlardan yağ çıkarmaya başlamadan önce tohumlar içerdiği yabancı maddeler ve kirlilik unsurlarından temizlenir. Tesise gelen yağlı tohumlu bitkiler ilk

olarak ön eleme hattından geçerek otlardan ve diğer atıklarından temizlenir ve işlenmeye uygun hale getirilir. Yağlı tohumların içinde bulunabilecek yabancı maddeler (taş, kum, metal parçalar ve bitki kalıntıları vb.); ağırlık (pnömatik - havalı sistemler), irilik (elekler) ya da manyetiklik (mıknatıs sistemleri) gibi özelliklerinden yararlanılarak uzaklaştırılır. Temizlenip işlenmeye hazır hale gelen yağlı tohumlar silolarda depolanmaktadır (Anonim, 2020).

2.8.1.2. Kabuk ayırma ve kavurma

Yağlı tohumlardan kabuklarının ayrılması, elde edilecek yağın miktar ve kalitesini belirleyici bir işlemdir. Kabukların bademlerle (içler) preslere veya ekstraktörlere verilmesi durumunda, elde edilecek yağda önemli kalite kayıpları ortaya çıkabileceği gibi ham yağın rafinasyonu da güçleşmektedir. Tohumdaki yağı ayırmak için presleme yöntemi uygulanırken tekniğin bir gereği olarak içlere kabuk katılması gerektiğinde, katılan kabuk miktarının, yağ ve küspe kalitesini bozacak sınırda olmamasına özen gösterilmelidir (Anonim, 2020).

Tohum içerisindeki badem kısmın kabuktan ayrılmasında ilk olarak tohumdaki nem oranının % 7'nin altına düşürülmesi için sıcak hava ile kurutma işlemi gerçekleştirilir. Kurutmadan çıkan tohumlar tamburlar içine alınarak dönme ve metal bir yüzeye çarpma etkisi ile kırılır ve badem ile kabuk kısımları birbirinden ayrılır. Ayrılan kabuklar aspirasyon ile ortamdan çekilir ve depolama alanına taşınır (Anonim, 2020).

Yağlı tohumlarda kabuk ayrıldıktan sonra boyut küçültme işlemi uygulanır. Burada amaç tohumun parçalanması ile presleme veya ekstraksiyon işlemleri sırasında yağ çıkışını kolaylaştırmaktır. Ayçiçeği gibi küçük daneli tohumların işlenmesinde ön öğütme için hafif dişlendirilmiş valslerle ezme işlemini gerçekleştiren düz valsler birlikte kullanılır.

Kabuk kırma ve parçalama işleminin ardından kavurma işlemine geçilir. Tohum ezmede, presleme veya ekstraksiyon yöntemlerinden hangisi kullanılırsa kullanılsın yağın sızdırılmasını kolaylaştırmak amacıyla ısı ve nem eşliğinde tohumların pişirilmesi ve kavurulması gerekmektedir. Kavurma işlemi kırılmış tohumlara kavurma tavalarında 180-200 °C'de buhar uygulanması ile gerçekleştirilmektedir. Kondisyonlama (ısı uygulama) işlemi sırasında tohumda hoşa giden aroma oluşumu, elde edilen küspenin

hayvan yemi olarak değerlendirilmesini teşvik etmektedir (Anonim, 2020).

2.8.1.3. Mekanik presleme

Mekanik presleme işlemi; katı-sıvı faz ayırma yöntemi olarak tanımlanabilir. Mekanik presleme işlemi sonucu tohum içindeki yağın yaklaşık % 50-60'ı alınırken işlem sonunda esas ürün olarak ham yağ, yan ürün olarak yağlı küspe elde edilmektedir. (Anonim, 2020).

Mekanik presleme işleminde kesikli çalışan hidrolik presler, sürekli vidalı presler ve döner presler kullanılabilir. Türkiye'de kullanılan ayçiçeği yağlı tohum işleme tesislerinin çoğu mekanik pres işleminde ekspeller yöntem (devamlı pres) yöntemini kullanılmaktadır. Preslerden elde edilen yağlı küspe keki % 5-10 üzerinde bir yağ oranına sahip olduğu için oksidasyona açık bir haldedir. Bu sebeple hem depolanması zor hem de hayvan beslemede yüksek yağ oranına sahip olduğu için tercih edilmemektedir.

Günümüzde ayçiçeği yağı elde edilmesinde mekanik pres yöntemi tek başına kullanılmaz. Solvent ekstraksiyon yöntemi ile birlikte kullanılır. Bu amaçla yağlı kek küspe kırıcı makinalardan geçirilerek ekstraksiyon ünitesine gönderilirken, diğer yandan ham yağ, nem ve tortulardan temizlenmesi için yağ kurutucudan geçirilerek filtrelere gönderilerek tanklarda depolanmaktadır (Anonim, 2020). Bazı işletmeler bu aşamada ham yağ satışı yaparlar veya bu presli yağı alarak üretime devam ederler.

2.8.2. Solvent Ekstraksiyon Yöntemi

Yağlı tohumlardan yağın solvent ile ekstraksiyon işlemi kısaca, hammaddedeki yağın uygun çözücülerde çözerek alınması ve daha sonra da elde edilen karışımdan çözgenin uzaklaştırılarak ham yağın elde edilmesi şeklinde tanımlanabilir. Ekstraksiyon işlemi, yağlı küspenin solventle muamele edilerek, içerdiği yağın hemen hemen tamamının alındığı bir işlemdir. Doğrudan solvent ekstraksiyon yönteminde, tohumdan temizlenme, kavurma ve ezme işleminden sonra doğrudan bir çözücü ile yağ ekstrakte edilir. Yağ oranı % 20'den daha yüksek olan yağlı tohumların işlenmesinde mekanik presleme yönteminden sonra solventle ekstraksiyon aşaması uygulanır. (Anonim, 2020).

2.8.3. Pre-pres Solvent Ekstraksiyon Yöntemi

Pre-pres solvent ekstraksiyon yönteminde, ekstraksiyon ünitesi öncesi, mekanik presle yukarıda anlatıldığı şekilde tohumdan ham yağın bir kısmı alınır. Daha sonraki aşamada, presyon işlemi sonrasında açığa çıkan yağlı küspe bir çözücü ile muamele edilerek içerdiği yağın hemen hemen tamamına yakını alınır. Bu yöntem daha çok büyük kapasiteli, yeni teknoloji kullanan işletmeler tarafından yapılır. Ayçiçeği gibi % 20'nin üzerinde yağ içeriğine sahip tohumlardan yağ bu yöntemle çıkarılır (Anonim, 2015; Ergün vd., 2007).

Pre-pres solvent ekstraksiyon yönteminde, önce mekanik presle tohumdan ham yağın bir kısmı alınır. Elde edilen yağlı küspe, hekzan ve buhar ile distile edilerek kalan yağın alınmasını sağlayan ekstraktöre alınır. Elde edilen karışımın katı kısmı çökelip ayrılarak küspe silosuna, 50/50 oranında hekzan-yağ karışımından oluşan ve misella olarak adlandırılan sıvı kısım ise misella tankına alınır. Ardından 3 aşamalı distilatör tanklarına alınan misella, burada hekzan ve ham yağ olarak ayrılır. Sistem kapalı devre çalıştığından hekzan geri dönüşümlü olarak tekrar kullanılır.

Akstraktörde elde edilen ham yağ ise ilk aşamadaki mekanik presten elde edilen ham yağ ile karıştırılarak rafinasyona gönderilmek üzere ham yağ tankında depolanır (Anonim, 2020).

Solvent ekstraksiyon işleminde kimyasal çözücü olarak genellikle; hekzan, benzen, aseton, karbonsülfür, trikloroetilen kullanılmaktadır. Çözücü olarak en yaygın kullanılan solvent ise hekzandır. Hekzanın yüzde yüze yakın oranda geri kazanımı kolaydır. Aynı zamanda tohumlardaki mum, sabun ve renk maddelerini etkilememektedir. Kazanımının yanındaki zor olan durum ise en ufak bir statik elektriklenmede dahi yanıcı madde oluşudur. Bunun için dikkatli ve doğru koşullarda kullanılması önemlidir (Anonim, 2020; Ergün vd., 2007; Yalçın, 2020).

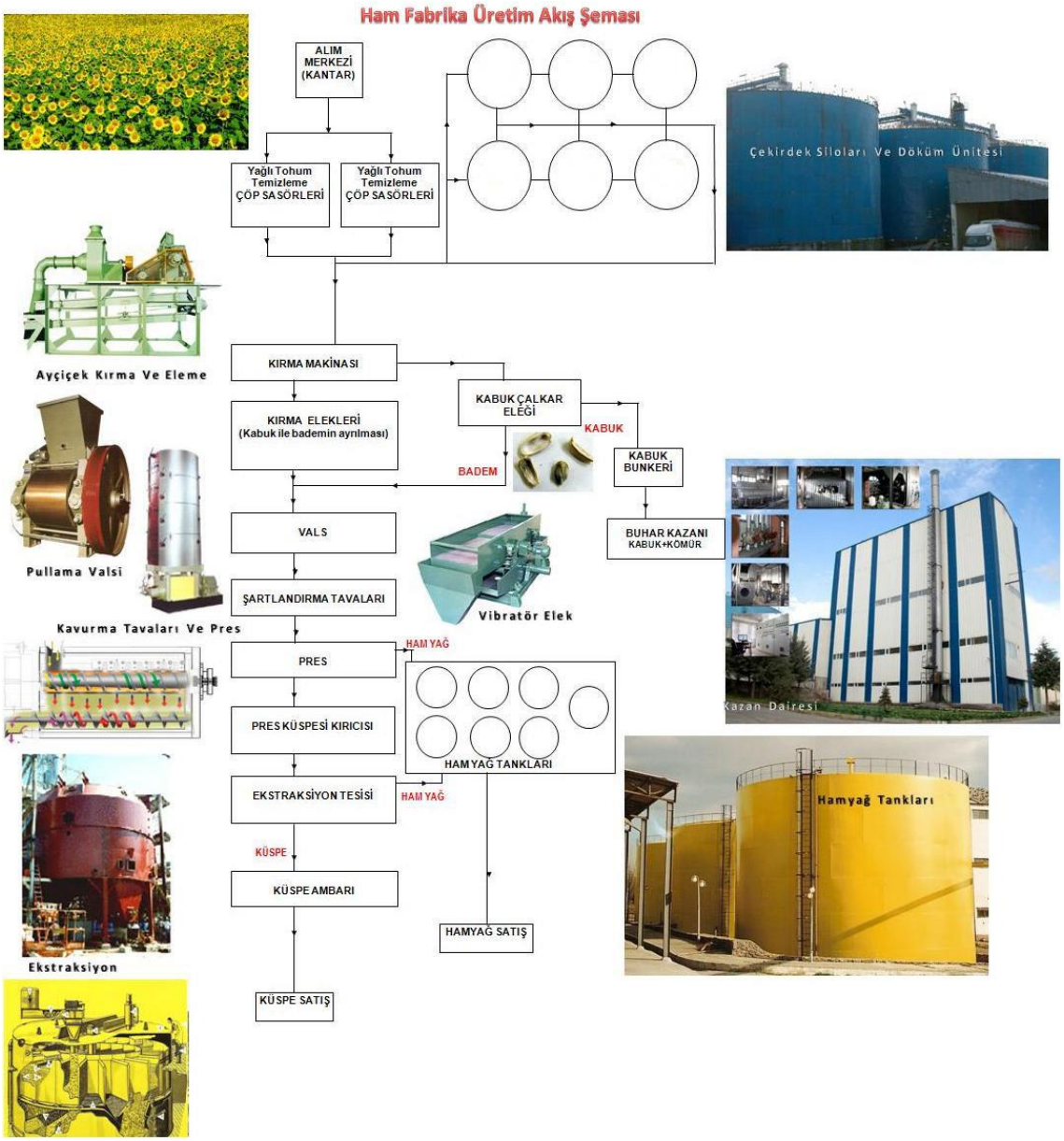
Ayçiçeği yağı üretiminde çözgen ekstraksiyonu işleminden sonra elde edilen yağı alınmış küspe, desalvantizör denilen cihazda çözücüden ayrılır, kurutulur ve yan ürün olarak depolanır. Yağı alınmış küspe yine bir miktar yağ içerir. Bu miktar yağ ayrılma metoduna bağlı olarak % 0.5-2 arasında değişir. Elde edilen yağsız küspe yüksek HP içeriğiyle yem sanayi için oldukça değerli bir girdidir (Çalıyurt, 2008).

2.8.4. Patlatmalı Ekstraksiyon ve Sürekli (Continue) Ekstraksiyon Yöntemleri

Trakya Bölgesi'nde ayçiçeği tohumundan yağ elde edilmesi yağın en yüksek seviyede alındığı (% 98 ve üzeri) pre-pres solvent ekstraksiyon yöntemi ile yapılmaktadır. Bölgedeki işletmeler arasında çözücü olarak kullanılan hekzanın geri kazanım işleminde patlatmalı ekstraksiyon ve continue ekstraksiyon olarak iki farklı yöntem uygulanmaktadır. Patlatmalı sistemde, miselladan yağ ile hekzanın ayrıştırılması kazan üzerinde bulunan vanalardan boş bir kovaya yağın aktarılarak, alınan örnekte hekzan kokusunun duyusal olarak muayenesi ile sağlanır. Kovaya alınan yağ örneğinde hekzan kokusu alınmıyorsa yağın hekzandan ayrışmış olduğuna karar verilir ve ham yağ rafinasyona hazır hale getirilir. Küspede kalan hekzan ise patlatma işleminin uygulanacağı kazanlara gönderilerek buradan geri kazanımı sağlanır. Patlatmalı ekstraksiyon yöntemi eski bir sistem olmakla birlikte üretim kapasitesi küçük işletmelerin kullandığı bir yöntemdir (Demirci, Pehlivanoğlu, Çağlar & Çakır, 2015).

Sürekli (continue) sistemde, hekzan kontrolü kazanlar üzerinde bulunan otomatik dijital göstergeli detektörlerle yapılmaktadır. Detektördeki gösterge uygun hale geldiğinde hekzanın geri kazanımı sağlanarak, yağın rafinasyon işlemi için tanklara aktarımı gerçekleştirilir. Küspe ise tanklara gönderilir. Küspedeki hekzan daha gelişmiş teknolojik düzenekte uygun buhar ve ısıyla geri kazanılır. Hekzanın kazanımı tamamlandıktan sonra küspe elektronik sistemde kazandan küspe ambarına aktarılarak boşaltımı sağlanmaktadır. Bu sistem daha gelişmiş teknolojik düzenek içermekle birlikte patlatma işleminden daha güvenli bir işlemdir. Sistem tam otomatik ve kapalı bir düzenektir. Bu sayede hekzanın statik elektriklenmesine karşı patlatmalı ekstraksiyon sistemine göre daha güvenli bir çalışma ortamı temin edilir. İş gücü gerekliliği azdır. Aynı zamanda mevcut sistemde patlama işlemine göre hekzanın geri kazanımı daha fazla olup, kayıplar en az düzeydedir (Anonim, 2021c).

Ayçiçeği yağı üretiminde iş akış şeması Şekil 2.7'de verilmiştir (Anonim, 2015).



Şekil 2.7. Ayçiçeği yağı ve küspe üretimi iş akış şeması (Anonim, 2015).

2.9. Ayçiçeği Tohumu Küspesinin Kimyasal Bileşimi

Hayvansal üretimde ekonomik ve sağlıklı ürün elde etmenin koşulu hayvanların ihtiyaçlarına göre beslenmesinden geçere. Bu amaçla, rasyon hazırlanırken kullanılan yemlerin besin madde bileşimlerinin bilinmesi gereklidir. Bir yemin besin madde bileşimini kimyasal yapısı belirler. Yemlerin değerliliğinin belirlenmesinde en temel işlem kimyasal bileşiminin belirlenmesidir. Bir yemin değerliliği ise yedirildiği hayvanın sağlığı, gelişmesi, verdiği ürünün miktar ve kalitesi üzerine yaptığı etki ile ölçülür. Bu bağlamda ATK yüksek ham protein içeriğiyle hayvan beslemede değerli bir yem maddesi olarak kabul edilir.

Yemlerde olduğu gibi yağlı tohum küspelerinin de kimyasal kompozisyonu besin madde içeriğinin bir göstergesidir. Yağlı tohum küspeleri besin madde içeriği bakımından genel olarak değerlendirildiğinde; % 90 KM, % 30-50 HP, % 9-20 HS ve % 6-7 oranında HK içerir. Ortalama ME değerleri kanatlılar için 2000-2300 kcal/kg, ruminantlar için 2200-2700 kcal/kg'dır (Ergün vd., 2007; Kellems & Church, 1998). Ayçiçeği küspesinin HP içeriği % 20-40 arasında değişir. Ham selüloz oranı kabuk miktarına bağlı olarak % 14-28, HK ise % 6-7 arasındadır. Ayçiçeği küspesinin ME değeri 1900-2300 kcal/kg dolayındadır. P ve Fe bakımından zengin olup diğer mineraller bakımından orta durumdadır (Alagawany vd., 2015; Kellems & Church, 1998; Şenköylü & Dale, 1999).

Diğer yağlı tohum küspe çeşitleri gibi ayçiçeği küspesinin de kimyasal bileşimi değişiklik gösterebilmektedir. ATK'ların kimyasal bileşimini dolayısıyla besleme değerini etkileyen genotipik ve çevresel birçok faktör yer almaktadır. Küspenin kimyasal bileşimi başta tohum çeşitliliği olmak üzere tohuma bağlı genetik faktörler ile yetiştirildiği iklim, toprak yapısı, ekim zamanı, sulama ve tohum işleme teknolojisi gibi dış faktörlere göre değişiklikler gösterebilmektedir (Erdogan & Canoğulları, 2016; Lomascolo, Uzan-Boukhris, Sigoillot & Fine, 2012).

ATK'nın besin madde içeriğini etkileyen faktörler şunlardır (Lomascolo vd., 2012; Öztürk, 2018; Şenköylü & Dale, 1999).

1. Tohum Çeşidi: Birçok varyeteye sahip olan ayçiçeği bitkisinin her çeşidinde kimyasal bileşimi farklılık gösterebilmektedir.

2. Yetiştirildiği Toprak Yapısı ve İçeriği: Ayçiçeği tohumu adaptasyon yeteneği yüksek bir bitki olsa da daha çok su tutma özelliğine sahip toprakları sever. Yetiştiği bölgenin coğrafi ve iklim şartları, toprak yapısı tohumun ve dolayısıyla elde edilen küspenin bileşimini etkiler.

3. İklim: Tohumun vejetatif dönemde yüksek kuraklığa maruz kalması yeterince gelişememesine, yeteri kadar dane oluşmamasına sonuçta verimde düşüşe yol açar. Böylece yan ürünü olarak elde edilen küspelerde de istenilen besin madde içeriği elde edilemez.

4. Sulama: Ayçiçeği tohumu adaptasyon yeteneği yüksek bir bitki olsa da verim miktar ve kalitesi sulama yapılan arazilerde arttığı gözlemlenmiştir.

5. Danedeki Kabuk Oranı: Danede oluşan kabuk kalınlığı ve kabuklu küspe üretimi doğrudan besin madde içeriğini etkilemekte ve yemden yararlanmayı özellikle kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde düşürmektedir. Ayçiçeği küspesinin kalitesi içerdiği kabuk miktarı ile doğrudan ilişkilidir.

6. Yabancı Madde Oranı: Eleklerin yeterli ayrımı yapamadığı ya da tohumlardan ayrılan kabukların fanlarla iyi çekilemediği durumlarda küspenin kimyasal kalitesi düşmektedir.

7. Tohumdan Yağ Alımında Uygulanan Yöntemler: Ayçiçeği küspesinin kimyasal bileşimi, işleme teknolojisine bağlı olarak önemli ölçüde değişebilmektedir. ATK işleme teknikleri, öncelikle yağ elde etme ve kabuk ayırma işleminden kaynaklanan ham yağ ve ham selüloz seviyelerinde farklılığa yol açar. Bu farklılığa bağlı olarak başta ham protein olmak üzere diğer besin madde düzeylerinde oransal olarak değişik meydana gelir.

İşleme teknolojisi, üretim teknikleri ya da proses olarak adlandırılan tohumdan yağ elde çıkarırken uygulanan mekanik pres (presyon), pre pres ekstraksiyon ve ekstraksiyon yöntemlerini kapsar. Uygulanan yöntemlerden en çok etkilenen unsur küspede kalan ham yağ miktarıdır. Küspede en fazla yağ sırasıyla pres yöntemi, ekspeller (devamlı pres) yöntemi ve ekstraksiyon yönteminde kalmaktadır. Ayçiçeği tohumunda % 25-55 olarak bildirilen ham yağ oranı küspesinde uygulanan ekstraksiyon işlemine bağlı olarak % 0.50 ile % 13.0 arasında bildirilmiştir. Yağ ekstraksiyon işlemi sırasında uygulanan ısıtma sıcaklığı, basınç ve süre gibi faktörler de ham yağ

değerlerinde değişikliklere neden olabilmektedir. Yüksek sıcaklık aminoasitlere zarar vererek küspedeki nitelikli protein kalitesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu olumsuz etki ısıl işlemlerin süresi uzadığı takdirde artmaktadır (Bonos, Christaki & Florou-Paneri, 2011; Nedelkov, 2019a; Senkoylu & Dale 1999).

Küspede kalan yağ oranı, enerji düzeyini artırsa da % 5'ten fazla kalan yağ tohumlarda oksidasyon sonucu bozulmaya, protein yapısını olumsuz yönde etkilemeye, koku oluşumundan dolayı yemlerde tüketimin azalmasına ve oluşan durumların sonucunda verimin azalmasına yol açmaktadır. Küspede kalan yağ depoda oksidasyon sonucu fark edilmeyip rasyonlara katılımıyla daha sonra hayvanlarda sindirim sorunlarına ve zehirlenmelere de yol açabilmektedir. Bu durum en çok adi pres yönteminden elde edilen küspelerde gözlemlenmektedir (Bonos, Christaki & Florou-Paneri, 2011; Nedelkov, 2019a; Yalçın, 2020).

Ayçiçeği tohumundan yağ elde edilirken tohumdan kabuk ayırma işleminin uygulanıp uygulanmaması küspenin kimyasal bileşimini ve besleyici değerini büyük ölçüde etkilemektedir (Bonos, Christaki & Florou-Paneri, 2011; Sredanovic, Legic & Ddjragic, 2011). Küspenin kabuklu ve kabuksuz olarak üretilmesi küspedeki protein oranını ve hayvanlar tarafından sindirilebilme derecesini doğrudan etkilemektedir. Küspedeki kabuk düzeyi ile ham protein düzeyi arasında ters bir orantı vardır. Tohumdan kabuk ayrılmadan yağ çıkarma işlemi ile elde edilen küspelerde ham selüloz oranı yüksek, ham protein oranı düşük olmaktadır. Ham selüloz seviyesi, kabuk ayırma derecesine bağlı olarak % 13.0 ile % 35.0 arasında kaydedilmiştir. Kabuk ayırma işleminden sonra elde edilen küspelerde ise ham selüloz oranı düşmekte, ham protein oranı % 30'un üzerine çıkmaktadır. Her işletmede farklılık gösteren işleme teknolojisi, o işletmeden elde edilen küspenin protein ve lif içeriğini belirlemektedir. Bu durumu yağ sanayi tesislerindeki tohum işleme sistemlerin mekanik farklılıklarıyla ilişkilendirmektedir (NSA, 2020; Sredanovic, Legic & Ddjragic, 2011).

Tohumdan yağ elde edilirken birbiriyle bağlantılı birçok faktör doğrudan ya da dolaylı olarak küspelerin besin madde içeriğini etkilemektedir. Küspelerin içerdiği ME değeri de bu besin madde değişiminden etkilenmektedir. İşleme teknolojisine bağlı olarak kabuklu ve kabuksuz olarak üretilen ATK'ların ruminant ve kanatlılar için değişen ME değerleri Çizelge 2.9'da verilmiştir. Buna göre kabuklu ve az kabuklu

üretimine bağlı olarak kanatlılar için ME değeri 1700-2300 Kcal/kg, ruminantlar için 2200-2350 Kcal/kg arasında değişmektedir (Anonim, 2017b).

Çizelge 2.9. Ayçiçeği küspesi HP ve ME değerleri (Anonim, 2017b).

Ayçiçeği küspesi	ME (Kcal/kg) (Kanatlı)	ME (Kcal/kg) (Ruminant)	HP, %
ATK (Kabuklu)	1700	2200	28.0
ATK (Orta Kabuklu)	1800	2300	32.0
ATK (Az Kabuklu)	2300	2350	38.0

Ayçiçeği küspesinin kimyasal bileşimi temel olarak proteinlerden ve ligno-selüloz yapıdan oluşur. Bu nedenle ATK'nin besin madde değeri daha çok ham protein ve ham selüloz düzeyi bakımından değerlendirilir. Ancak küspenin ham selüloz, hemiselüloz ve lignin içeriği hakkında kısıtlı bilgi yayımlanmıştır.

ATK, hayvan beslemede rasyonlara protein ihtiyacını karşılamak amacıyla katılan protein kaynağı bir yem hammaddesidir. Bu nedenle küspede kalite sınıflandırılmasında ham protein içeriği temel alınmaktadır. Ayçiçeği küspesinde ham protein içeriği işleme teknolojisine bağlı olarak % 15 ile % 60 arasında bildirilmiştir (Itavo vd., 2015; NRC, 2001; Şenköylü & Dale 1999). Tam olarak kabuğu alınmış tohumlardan elde edilen küspe, yaklaşık % 60 düzeyinde ham protein içerirken, kısmen veya orta düzeyde kabuğu çıkarılmış tohumlar yaklaşık % 30-40 oranında ham protein içerir (Bulbul, Bulbul, Ulutaş, Ozdemır & Rahman, 2015). Küspelerde kabuk miktarının artmasıyla ham protein içeriği ile birlikte besin madde bileşimi ve besin maddelerinin sindirilme derecesi de düşmektedir

Çizelge 2.9'da kabuklu ve az kabuklu üretime bağlı olarak ATK'da ham protein düzeyi % 28-38 arasında bildirilmiştir (Anonim, 2017b).

ATK'nın içermiş olduğu HP'inin sindirilebirliliği % 85-90 olarak rapor edilmiştir. Aminoasit düzeylerine bakıldığı zaman lizin ve treonin oranı düşük, metionin oranı diğer küspelerle kıyaslandığında orta seviyededir (Kutlu & Çelik, 2014). Tohum çeşidinden sonra işleme teknolojisi esnasında uygulanan yüksek ısı derecesi ve süresi de küspede aminoasitlerin denaturasyonuna sebep olabilmektedir. Aminoasitlerin yapısal

olarak zarar görmesi sindirilme derecelerini de düşürerek hayvansal ürün ve kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir (Bonos, Christaki & Florou-Paneri, 2011; Zhang ve Parsons, 1994).

Çizelge 2.10'da Küspe Normları Tebliği (No: 2004/17)'ne göre işleme teknolojisine bağlı olarak ekstraksiyon ve ekspeller yöntemle üretilen küspelerde bulunması gereken HP oranı sırasıyla (en az) % 28 ve % 27 olarak belirtilmiştir (Anonim, 2004).

Çizelge 2.10. Ayçiçeği tohumu küspe normları (Anonim, 2004).*

Küspe	Üretim Tipi	Nem % en çok	HP % en az	HY % en çok	HS % en çok	HK % en çok	Yabancı Madde % en çok
ATK	Ekstraksiyon	12	28	4.5	27	9	1
ATK	Ekspeller	12	27	9	27	9	1

*: Küspe Normları Tebliği (No: 2004/17) yürürlükten kaldırılmıştır.

ATK'nın ortalama nem ve kuru madde içeriği çeşitli kaynaklarda sırasıyla, % 8.0-12.0 ve % 88.0-92.0 olarak rapor edilmiştir. Ayrıca hasat döneminde tane nem düzeyinin % 10'u geçmemesi gerekmektedir (Alagawany vd., 2015; Kaya, 2018; NRC, 2001).

Ayçiçeği küspesinin ortalama HK içeriği % 6.0-7.0'dır. Mineral maddeler bakımından orta düzeyde olup, P yönünden zengindir. Ca/P oranı ¼'dür. Kabuk içeriğinde diğer tohumlara nazaran silisyum içeriği fazladır ve zorunlu bir durum olmadığı şekilde hayvan beslemede doğrudan kullanımı önerilmemektedir (Kutlu & Çelik, 2014).

ATK'de % 4 oranında N'suz öz madde içeriğinde çözülebilir şeker bulunur. Küspedeki klorojenik asit ve kafeik asit gibi fenolik bileşiklerin içeriği % 3 ila 4 arasında değişmektedir (Kutlu & Çelik, 2014).

Çizelge 2.11'de NRC, (2001)'ye göre ayçiçeği tohumu ve küspesinin kuru madde bazında besin madde bileşimi sunulmuştur. Çizelge 2.9'da görüleceği gibi

ayçiçeği tohumunda yağ alımından sonra küspe protein ve karbonhidrat düzeyi artmaktadır.

Çizelge 2.11. Ayçiçeği tohumu ve küspesinin besin madde bileşimi (KM ‘de) (NRC, 2001).

Besin Madde Bileşimi	Ayçiçeği-Tohumu	Ayçiçeği Küspesi-Solvent
KM, %	92.20	91.80
TDN, %	59.90	
ME, Mcal/kg	2.24	4.71
NEL, Mcal/kg	1.38	3.38
HP, %	28.40	19.20
HY, %	41.90	1.40
NDF, %	40.30	24.00
ADF, %	30.00	16.70
Kül, %	7.70	5.10
Ca, %	0.48	0.71
P, %	1.00	0.51
Mg, %	0.63	0.34
K, %	1.50	1.06
Na, %	0.04	0.01
Cl, %	0.12	
S, %	0.39	0.21
KM (% 25) , %	11.80	7.90
KM (% 50) , %	15.90	11.20
RUPS, %	90.00	80.00
Lys, % HP	3.56	3.56
Met, % HP	2.29	2.29

Küspelerin kimyasal kompozisyonu besleyici değeri yanında kalite sınıflandırması ile ticari değerini de belirlemektedir. ATK, protein içeriğine göre, 28, 36, 46 vb. protein düzeyi ile sınıflandırıp satılmaktadır (Sevinç, 2020).

2.10. Ayçiçeği Tohumu Küspesinin Hayvan Beslemede Kullanımı

Endüstri yan ürünü yemlerden olan ATK, diğer yağlı tohum küspeleri gibi nitel ve nicel protein ihtiyacını karşılamak amacıyla rasyonda yer verilen değerli bir yem hammaddesidir. Ayçiçeği küspesi işleme teknolojisine bağlı olarak % 15-60 arasında ham protein içeriği ile hayvan beslemede kullanılan protein kaynakları arasında iyi bir yere sahiptir (Bulbul vd., 2015). Yetiştiricilikte, uygun çevre ve bakım şartlarında rasyonlara doğru oranda katılımı ile hem verimi artırmakta hem de et, süt, yumurta ve yağ gibi ürün kalitesini olumlu yönde etkilemektedir (Bonos, Christaki & Florou-Paneri, 2011).

Ayçiçeği küspesi pek çok hayvan türünün beslenmesinde kullanılmakla birlikte geviş getiren hayvanların beslenmesinde öncelikle yararlanılan bir yem maddesidir. Ayçiçeği küspesinin rasyonda protein kaynağı olarak katkısız veya çeşitli sentetik aminoasitler ve enzimlerle desteklenerek, belli oranlarda, farklı hayvan türlerinin beslenmesinde başarı ile kullanılabileceği çok sayıda çalışma ile ortaya konmuştur (Bonos, Christaki & Florou-Paneri, 2011; Nedelkov vd., 2019b; Senkoylu & Dale, 1999; Zhang & Parsons, 1994). Ayçiçeği küspesi ağırlıklı olarak besi ve süt sığırları ile koyun ve keçi gibi ruminantların beslenmesinde kullanılmaktadır. Bununla birlikte kanatlı ve su ürünleri yetiştiriciliği ile domuz, tavşan ve fare gibi hayvanların beslenmesinde de yararlanılmaktadır. Çiftlik hayvanlarının farklı sindirim özelliklerine sahip olmalarına bağlı olarak küspenin sindirim ve yararlanımı da hayvan türlerine göre değişmektedir. Bu nedenle hayvan türlerine göre küspenin rasyonda kullanım oranı da değişmektedir (Nedelkov vd., 2019b; Zhang & Parsons, 1994).

Ayçiçeği küspesi ile ilgili yapılan çalışmalarda, genel olarak maliyeti daha yüksek olan soya küspesi yerine ekonomik değerlilik ve rasyondaki protein kaynağı olarak bu küspenin kullanımı araştırılmıştır (De Morais Oliveira vd., 2016; Dumlu & Bölükbaşı-Aktaş, 2019; Hassaan, Soltan, Mohammady, Elashry, El-Haroun & Davies, 2018).

Ayçiçeği küspesi, kükürt içeren amino asitler ve yüksek triptofan içeriği nedeniyle geviş getiren hayvanlar için iyi bir protein kaynağıdır (Lardy & Anderson, 2002). Ruminant beslemede kabuklu ayçiçeği tohumu küspeleri protein ihtiyacının yanında, selüloz ihtiyacını da karşılamaktadır. Bu nedenle, ATK'nın ruminant

beslemede anti-besinsel bir özelliğe sahip olmadığı gözlemlenmiştir. Ancak süt sığırlarında fazla yedirilmesi tereyağını, besi hayvanlarında ve domuzlarda iç yağı, yumuşatmaktadır. Bu açıdan ruminant rasyonlarında ATK'dan yararlanılabilirliğinin artırılmasının amaçlandığı çalışmalarda, performans kazanımları yanında, süt verimi ve yağ kalitesine de bakıldığı gözlemlenmiştir (Kutlu & Çelik, 2014; Oliveira vd., 2014).

Nedelkov vd. (2019b), Bulgaristan sınırları içerisinde üretilen ATK'ların ruminant hayvanlarda rumendeki yıkılımı ve bağırsak sindirilebilirliğindeki değişikliği gözlemlemek amacıyla yürüttükleri bir çalışmada; ATK'larda ki protein düzeyinin işleme teknolojisine ve tarımsal koşullar gibi çeşitli çevresel faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterdiğini vurgulamışlardır. Bu olası besin madde değişikliklerinin her rasyon formülasyonunda göz önünde bulundurulması ve hesaplamaların bu yönde yapılmasının doğru bir beslenme için gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

Silva vd. (2019), koyun yetiştiriciliği üzerine yaptıkları bir çalışmada, deneme grubu rasyonlarına % 0, 10, 20 ve 30 düzeyinde ATK katılımı ile kuzulardaki değişimi incelemişlerdir. Araştırma sonucunda rasyonlarına % 30'a kadar ATK katılımının vücut kondüsyonu ve kilo artışında herhangi bir fark oluşturmadığını gözlemlemişlerdir. Rasyonda ATK kullanım seviyesi arttıkça kuzulardaki testis gelişiminin arttığını ve ATK'nın üreme performansı açısından koyun yetiştiriciliğinde yararlı bir etkiye sahip olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Ayçiçeği küspesinin yüksek HP içeriği ile pek çok hayvanda olduğu gibi kanatlı beslemede de başarılı bir şekilde kullanılabileceği çalışmalar sonucunda ortaya konulmuştur (Brenes, Centeno, Viveros & Arija, 2008; Ceylan, 2012; Şenköylü ve Dale 1999). Bununla birlikte rasyona katılım oranlarıyla ilgili kesin bir değer bulunmamaktadır. Bu durum rasyonu oluşturan ATK ve diğer yem hammaddelerinin besin madde içeriklerinden ve kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde kullanılan çeşitli ırk ve hibritlerin varlığından ve farklı yetiştirme çevrelerinden kaynaklanabilmektedir (Kırkpınar & Basmacıoğlu, 2001; Koçer, Bozkurt, Ege & Tüzün, 2021; Senkoylu & Dale, 1999).

Ayçiçeği küspesinin sahip olduğu protein miktar ve kalitesi iyi olmakla birlikte kanatlı beslemede kullanımını kısıtlayan bazı faktörler bulunmaktadır. Bunlar, ham selüloz düzeyi ile enerji değeri, lizin ve treonin seviyesidir (Senkoylu & Dale, 1999).

Ayçiçeği küspesinin kabuklu ve kabuksuz işlenmesine bağlı olarak ham selüloz içeriği yüksek olabilmektedir. Kabuk miktarı, dolayısıyla selüloz içeriği bakımından yüksek olan ATK'lar kanatlılarda sulu dışkı, ıslak altlık oluşumu, lekeli yumurta, ve koksidiyoz gibi sindirim sorunlarına yol açabilmektedir. Bu durumu özellikle, genç kanatlıların rasyonlarında kullanımını sınırlandırabilmektedir. Bu nedenle kanatlı beslemede düşük selüloz, yüksek protein içeriğine sahip olan küspelerin kullanımının daha uygun olacağı belirtilmiştir (Senkoylu & Dale, 1999). HS içeriği yüksek küspelerin kullanımında ise rasyona enzim ilavesi ile belirtilen bu sorunların ortadan kalkacağı rapor edilmiştir (Bonos, Christaki ve Florou-Paneri, 2011; Kırkpınar & Basmacıoğlu 2001; Kırkpınar & Açıkgöz, 2003; Sredanovic, Levica, Jovanovic & Duragic, 2012). De Morais Oliveira vd. (2016), kanatlı beslemede lizin ve treonin aminoasitleri bakımından yetersiz olan ayçiçeği küspesi kullanımında rasyonun diğer protein kaynaklarıyla veya sentetik aminoasitlerle desteklenmesini önermişlerdir.

Kanatlı karma yemlerinde başlıca bitkisel protein kaynağı olarak kullanılan soya küspesi yerine ATK'nın başarılı şekilde kullanılabileceği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Laudadio vd., 2014; Senkoylu & Dale, 1999). Ayçiçeği küspesi protein düzeyi bakımından soya küspesine benzer ancak enerji düzeyi ve lizin içeriği soya küspesinden daha düşüktür. Senkoylu & Dale (1999), etlik piliç yemlerini yeterli miktarda lizin, methionin ve enerji ile destekleyerek ve enzim ilave ederek soya küspesi yerine % 50 ile % 100 oranında ATK'nın başarılı bir şekilde kullanılabileceğini bildirmiştir. Ditta & King (2017)'de broyler rasyonlarında soya küspesinin 2/3'ünün ayçiçeği küspesi ile ikame edilebileceğini belirtmiştir.

Kırkpınar & Basmacıoğlu, (2001) etlik piliç karma yemlerinde soya küspesi yerine ATK'nın α-amilaz, ß-glukanaz, sellülaz, lipaz ve proteaz içeren bir enzim karışımı ile birlikte kullanılmasının canlı ağırlık artışını iyileştirdiği, bağırsak içeriği viskozitesi ve yapışkan dışkı görülme sıklığını azalttığı, bağırsak pH'sının ise arttığını belirlemişlerdir. Ortiz vd. (2006), oleik tip ayçiçeği tohumundan elde edilen küspe ile beslenen etlik piliçlerde iç yağ oranının düştüğünü, et kalitesinin ise düşen yağ oranıyla birlikte arttığını bildirmişlerdir.

Senkoylu & Dale (2006), etlik civciv başlatma ve bitirme yemlerinde burgu-pres ve expanding yöntemi ile elde edilmiş ayçiçeği küspesini % 25 düzeyinde kullandıkları

çalışmalarında, canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma bakımından soya küspesine dayalı kontrol grubu ile benzer sonuçlar elde etmişler, ancak fiyat bakımından ayçiçeği küspesinin daha avantajlı olduğunu belirtmişlerdir.

Karayağız & Bülbül (2015), yumurtacı bıldırcın rasyonlarına farklı düzeylerde kanola ve ayçiçeği küspesinin birlikte ilave edilmesinin; canlı ağırlık, yem tüketimi, yumurta ağırlığı ve bazı yumurta kalite özelliklerini etkilemediği, % 5 kanola ve % 5 oranında ayçiçeği küspesinin birlikte kullanılmasının en uygun oran olabileceği sonucuna varmışlardır. Ayrıca, kanola ve ayçiçeği küspelerinin yumurtacı bıldırcınlardaki kullanılabilirliğini artırmak amacıyla rasyonlara selülaz ve diğer enzim karışımlarının ilave edilebileceğini önermişlerdir. Bir başka çalışmada, Bulbul vd. (2015), bıldırcın rasyonlarında, 8 hafta boyunca, aspir ve ayçiçeği küspesinin karma yemde % 30'a kadar varan oranda birlikte katılmasının performans ve yumurta kalite kriterlerini etkilemeyeceği sonucunu elde etmişlerdir.

Koçer vd. (2021), yumurta tavuğu yemlerine yüksek selüloz içerikli ayçiçeği küspesi dahil ederek, rasyonda ayçiçeği küspesinden kaynaklı 40 veya 50 g/kg ham selüloz artışı sağlanan gruplarda daha iyi performans kaydetmişlerdir. Bu performans artışının rasyona yüksek selüloz içerikli ayçiçeği küspesi dâhil edilmesinden ziyade artan yağ içeriğinden kaynaklandığı sonucuna varmışlardır. İyi kaliteye sahip ayçiçeği küspesinden etlik piliç karma yemlerine % 15-20, yumurta tavuğu yemlerine % 30-35 düzeyinde katılabileceği bildirilmiştir (Kutlu & Çelik, 2014).

Bu çalışmalar sonucunda ülkemizde en fazla üretilen, daha ucuz ve kolay temin edilen ayçiçeği küspesinin ithalatla karşılanan soya küspesine alternatif bir protein kaynağı olarak kanatlı yemlerinde başarı ile kullanılabileceği vurgulanmıştır. Ayçiçeği küspesinden en iyi yararlanmanın sağlanabilmesi için etlik piliç yemlerinde HS içeriği düşük (<%16) küspelerin kullanılması, yemlerin peletlenmesi, yağ ve lisin ilavesi ile nişasta tabiatında olmayan polisakkarit içeriğine yönelik enzim ilave edilmesi önerilmiştir (Senkoylu & Dale, 1999; Tüzün vd., 2020).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde de, düşük selüloz içeriğine sahip ayçiçeği küspesinin soya küspesi veya balık unu ile birlikte protein kaynağı olarak rasyona başarı ile katılabileceği gösterilmiştir (Hassaan vd., 2018; Smith, Dumas, Yossa, Overturf & Bureau, 2018).

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Ayçiçeği Küspe Örneklerinin Alınması

Trakya Bölgesinde ağırlıklı olarak ayçiçeği tohumu işleyen 48 adet sıvı yağ ve margarin işleyen yağ fabrikası bulunmaktadır. Bölgede faaliyet gösteren yağ sanayi işletmeleri modern üretim yöntemleri ve teknoloji kullanmakta olup, bu işletmeler Türkiye bitkisel yağ sanayi kapasitesinin % 60'ını oluşturmaktadır (Kubaş, 2012).

Araştırma materyalini, Trakya Bölgesi, Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ illerinde pre- pres solvent ekstraksiyon yöntemi ile ayçiçeği yağı üretimi yapan işletmelerden elde edilen toplam 60 adet küspe örneği oluşturmuştur. Ayçiçeği küspe örnekleri, Kırklareli'nden 2 işletmeden 15 adet, Edirne'den 5 işletmeden 33 adet ve Tekirdağ'dan 2 işletmeden 12 adet olmak üzere toplam 9 işletmeden alınmıştır. Küspe örneklerinin alındığı illere göre dağılımında Kırklareli % 25, Edirne % 55 ve Tekirdağ % 20'lik bir oranı oluşturmuştur. Bölgede, Trakya Birlik, üretilen tohumların yaklaşık % 40-50'sini satın alan önde gelen bir kuruluştur. Bölgenin diğer önemli kuruluşu da 2 adet yem ve yağ işletmesiyle Tarım Kredi Kooperatifleri'dir. Araştırmada kullanılan ATK örneklerinin yarısını oluşturan 27 adeti bölgenin bu iki önemli kuruluş olan Tekirdağ il sınırları içinde bulunan Trakya Birlik'e ait fabrikadan ve Kırklareli ve Edirne il sınırları içerisinde bulunan Tarım Kredi Kooperatiflerine ait iki fabrikadan temin edilmiştir.

Trakya Bölgesi'nde ATK numunelerinin alındığı işletmelerde çözücü hekzanın geri kazanımında patlatmalı ve continue ekstraksiyon yöntemlerinden birisi kullanılmaktadır. Buna göre numunelerin alındığı 5 işletmede patlatmalı ekstraksiyon yöntemi, 2 işletmede ise continue ekstraksiyon yöntemi uygulamaktadır. İşletmelerden ikisi işleme teknolojisi hakkında bilgi paylaşmak istememiştir. Patlatmalı ekstraksiyon sisteminden 36 adet, continue ekstraksiyon sisteminden ise 13 adet ATK numunesi temin edilmiştir. ATK numunelerinin illere göre dağılımı ve işletmelerin kullandığı ekstraksiyon yöntemi Çizelge 3.1'de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. ATK numunelerinin illere ve ekstraksiyon yöntemine göre dağılımı.

İller	Numune adet ve oranı	Patlatmalı Ekstraksiyon	Contunue Ekstraksiyon	Bilinmeyen
Edirne	33 (% 55)	3	1	1
Kırklareli	15 (% 25)	1	-	1
Tekirdağ	12 (% 20)	1	1	-

Trakya Bölgesinde ayçiçeği ekimi yaklaşık Mart ayı sonu Nisan ayı başlangıcında yapılmakta olup, bazen Mayıs ayına kadar devam etmektedir. Ekim önceliğine bağlı olarak ayçiçeği tohumu hasadı ise Ağustos ve Eylül aylarında yapılmaktadır. Bu araştırmada, ATK örnekleri, bölge için yağ üretim sezonu olan Ağustos ve Eylül ayları (2019) arasında temin edilmiştir.

Her bir işletmeden elde edilen numune sayısı, alındığı gün ve gün içerisinde üretilen ATK partilerini homojen temsil edecek şekilde oluşturulmuştur. Küspe numuneleri, birincil numune, azaltılmış numune, paçal numune ve laboratuvar numunesi olacak şekilde, Yemlerin Resmi Kontrolü İçin Numune Alma ve Analiz Metodlarına Dair Yönetmelik (Anonim, 2017a) esaslarına göre alınmıştır. Laboratuvara gönderilmek üzere hazırlanan nihai, paçal numune, alındığı yerde plastik torbalara konulmuştur. Her numune, içeriği, alındığı tarih, işletme adı, örnek miktarı içerecek şekilde tanıtıcı bir formla etiketlenerek laboratuvara getirilmiştir.

3.2. Metot

Yemlerin besleyici değeri fiziksel, kimyasal ve biyolojik çeşitli analizlerle belirlenir. Bir yemin değerliliğinin belirlenmesinde yemin kimyasal bileşiminin tayini en temel analizdir. Yemlerde temel kimyasal analizler Weende Analiz Sistemi'ne göre yapılır (Ergün vd., 2007).

Weende Analiz yöntemleri kullanılarak yemlerde yapılan kimyasal analizlere ait metotlar;

1. Kuru madde analizi
2. Ham kül analizi (organik madde tayini)
4. Ham protein analizi
3. Ham yağ analizi
5. Ham selüloz analizi
6: Azotsuz öz madde olarak 6 kısımdan oluşmaktadır.

Mevcut araştırmada, ayçiçeği küspe örneklerinde kuru madde, ham kül, ham protein değerleri AOAC (1998)'de bildirilen analiz metotlarına göre Trakya Üniversitesi Arda Meslek Yüksek Okulu laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Organik Madde içeriği ise KM-HK=OM eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

Örneklerde ham yağ analizleri Tarım Kredi İşletmeleri Kırklareli Şubesi Laboratuvarlarında FOSS NIRLINE DS2500 NIR Spektroskopisi (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) yöntemi ile yapılmıştır (Murray & Hall, 1983).

Araştırmada küspe örneklerinin ADF (Acid Detergant Fiber/ Asit Deterjan Lif), NDF (Nöutral Detergant Fiber/ Nötral Deterjan Fiber) ve ham selüloz analizleri ise Van Soest (1982) metoduna göre Öztürk Yem Sanayi Havsa Labratuvarlarında tam otomatik Gerhardt Fibretherm FT12 cihazında tayin edilmiştir.

Örneklerin azotsuz öz madde içeriği, kuru maddeden HP, HY, HK ve HS değerlerinin çıkarılmasıyla hesaplama yoluyla belirlenmiştir.

3.2.1. Ayçiçeği Küspe Örneklerinin Kimyasal Analize Hazırlanması

Araştırma materyalini oluşturan Kırklareli'nden 2 işletmeden 15 adet, Edirne'den 5 işletmeden 33 adet ve Tekirdağ'dan 2 işletmeden 12 adet olmak üzere

temin edilen toplam 60 ayçiçeği küspe örneği laboratuvara getirilerek 1'den 60'a kadar numaralandırılıp, etiketlenmiştir. Örnekler ile ilgili bilgiler daha sonra bilgisayara aktarılmak üzere analiz defterine kaydedilmiştir. Numuneler, analiz edilinceye kadar Trakya Üniversitesi Arda Meslek Yüksekokulu laboratuvarlarında +4'C'de muhafaza edilmiştir.

Araştırmada kullanılacak örneklerin işletmelerden toplanması tamamlandıktan sonra analiz işlemlerine başlanmıştır. Analiz öncesinde her bir örneğin bir kısmı ayrılarak şahit numune olarak +4'C'de saklanmıştır.

Ayçiçeği küspe örnekleri kimyasal analize başlamadan önce 1 mm'lik elekten geçecek büyüklükte laboratuvar değirmeninde öğütülmüştür.

Her bir numune örneğinde analizler 2 paralel olarak yapılmış ve paralel analiz sonuçlarının aritmetik ortalaması sonuç olarak kaydedilmiştir. Pareleller arasındaki fark, mutlak değer olarak 0.3'den fazla olduğunda analizler tekrarlanmıştır.



Şekil 3.1. Ayçiçeği küspesi.



Şekil 3.2. Öğütme öncesi (a) ve sonrasında (b) ayçiçeği küspe örneği.

3.2.2. Kuru Madde Analizi

Kuru madde analizi, numunenin ilk ağırlığı ile belirli bir sıcaklık derecesinde ısıtılarak suyu uçurulduktan sonraki kuru numune ağırlığı arasındaki farkın bulunup, yüzde olarak hesaplanması ilkesine dayanır. Kuru madde analizi AOAC (1998)'de bildirilen metotlara göre yapılmıştır.

Bu amaçla, etüvde kurutularak sabit ağırlığa getirilen kurutma kaplarının darası alınarak kaydedilmiştir (a= dara, g). Kaplar içerisine yaklaşık 2 g ağırlığında ATK numunesi konularak tekrar tartımı yapılmış (b=Dara ve numune ağırlığı, g) ve örnekler kurutulmak üzere etüve yerleştirilmiştir. Etüvde numuneler sabit ağırlığa gelinceye kadar 105'C de 6-7 saat kurutulmuştur. Kurutma işleminin ardından numuneler soğuması için desikatöre alınmıştır. Oda ısısında soğutulan numunelerin hassas terazide tartımı yapılarak, bulunan değer kaydedilmiştir (c=Dara ve kuru madde, g).

Tartım sonuçları aşağıdaki formülde yerine konularak yem örneğinin % kuru maddesi hesaplanmıştır. Bulunan değerler analiz cetveline kaydedilmiştir.

Hesaplama işlemi;

$$\% KM = \frac{c - a}{b - a} * 100$$

$$\% Ham\ su = 100 - \% KM$$

a: kap darası
b: kap + numune ağırlığı
c: kurutma işleminden sonraki kap ve numune ağırlığı
b-a= tartılan numune miktarı, g
c-a= kuru numune miktarı, g

3.2.3. Ham Kül Analizi

Ayçiçeği küspe örneklerinde ham kül analizi AOAC (1998)'de bildirilen metotlara göre yapılmıştır. Örneklerin 550-600 ºC'de 3-4 saat yakılması sonucu kalan inorganik maddelerden oluşan kısım ham kül adını alır. Buna göre; porselen krozeler etüvde sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutulmuş, desikatörde soğutularak daraları alınmıştır (a=Dara, g). Krozelere yaklaşık 1.5 g numune konularak tekrar tartım yapılmıştır (b= Dara ve numune ağırlığı, g). Hazırlanan örnekler yakma fırınına yerleştirilmiş ve 550-650'C sıcaklıkta, 4 saat yakma işlemine tabi tutulmuştur. Yakma işleminin ardından fırın kapatılmış ve numuneler buradan desikatöre alınıp hassas terazide tartım için soğuyana dek bekletilmiştir. Soğutma işleminin ardından tartımı gerçekleştirilmiştir (c= Dara ve ham kül, g).

Tartım sonuçları aşağıdaki formülde yerine konularak yem örneğinin % ham kül içeriği hesaplandıktan sonra bulunan değerler analiz cetveline kaydedilmiştir.

Hesaplama işlemi;

$$\% HK = \frac{c-a}{b-a} * 100$$

a: Kroze darası
b: Dara + numune ağırlığı
c: Yakma işleminden sonraki kroze + numune ağırlığı
b-a= tartılan numune miktarı, g
c-a= kuru numune miktarı, g

3.2.4. Organik Madde Tayini

Organik madde, AOAC (1998)'da belirtildiği gibi; kuru madde değerinden ham kül değerinin çıkarılmasıyla hesaplama yoluyla bubelirlenmiştir.

Organik Madde, %= Kuru madde, % - Ham Kül, %

3.2.5. Ham Yağ Analizi

Ayçiçeği küspe örnekleri, pre-pres solvent ekstraksiyon yöntemiyle çalışan yağ fabrikalarında üretildiğinden ham yağ içerikleri % 0.5-2 arasında bulunmaktadır. Ham yağ içerikleri düşük düzeyde olduğundan küspe örneklerinden bu analiz NIR spektroskopisi yöntemiyle ölçülmüştür. Ham yağ analizi Tarım Kredi Kooperatifleri Kırklareli Şubesi Laboratuvarlarında bulunan yüksek kalibrasyonla destekli FOSS NIRLİNE DS2500 NIRS cihazında gerçekleştirilmiştir. Cihazın çalışma prensibi spektroskopik ölçüme dayanan cihazda 400-2500 nm dalga boyu uygulanarak ölçüm yapılmaktadır (Murray & Hall, 1983).



Şekil 3.3. NIRS cihazında ham yağ analizi.

3.2.6. Ham Protein Analizi

Ham protein analizi AOAC (1998)'da bildirildiği şekilde Kjeldahl Yöntemine göre Trakya Üniversitesi ARDA Meslek Yüksekokulu Laboratuvarlarında yapılmıştır.

Kjeldahl yöntemi, numunede organik bileşikler halinde bulunan N'un bir katalizör eşliğinde derişik H_2SO_4 ile yaş yakma işlemi sonucunda önce amonyum sülfata sonra kuvvetli alkali (sodyum hidroksit) ile damıtılarak amonyağa dönüştürülmesi ve açığa çıkan amonyağın bir asit içinde tutularak, titrasyonla amonyaktaki azot miktarının hesaplanması ilkesine dayanır. Titrasyon sonucu yapılan hesaplamayla bulunan N miktarı 6.25 katsayısı (proteinler % 16 azot içerir) ile çarpılması sonucu örnekteki protein miktarı belirlenir. Kjeldahl yöntemi ile protein halinde bulunmayan amin, amid ve amonyum gibi azotlu bileşikler de protein gibi belirlendiğinde azotlu bileşikler için "ham protein" ifadesi kullanılır.

Kjeldahl yöntemi; yaş yakma, distilasyon (damıtma) ve titrasyon aşamalarından meydana gelir.

I. Yaş yakma

Ham protein analizinin yaş yakma aşamasında; öğütülen her bir numune örneğinden ortalama 1 g tartılarak khejdal tüpüne konulmuştur. Reaksiyon hızlandırıcı olarak tüp içerisine 2 adet katalizör tablet atılmıştır. Khejdal tüpü içerisinde 20 ml % 98'lik H_2SO_4 ilave edilmiştir. Yaş yakma için hazır olan khejdal tüpleri Gerhard marka cihazın yaş yakma bölümüne yerleştirilmiş, ısıtıcı, çeker ocak havalandırması ve zehirli gaz tutucu su sistemi çalıştırılmıştır. Kjeldahl tüpleri içerisinde numuneler 400-450 ^{0}C sıcaklıkta 3-4 saat kadar yaş yakamaya tabi tutulmuştur. Tüp içerisinde çözelti açık berrak renk alıp, beyaz amonyum sülfat kristalleri oluştuğunda yakma işlemi tamamlanmıştır.

II. Distilasyon

Distilasyon aşamasında kullanılmak üzere analiz öncesinde % 33'lük NaOH ve % 4'lük H_3BO_3 çözeltileri hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltiler ve saf suya Berh S4 Khejdal distilasyon cihazının ilgili hortumlar daldırılmıştır. Distilasyon ünitesine khejdal tüpü ve distilat toplama yerine de boş bir erlen yerleştirilmiştir. Soğutma suyu açılıp, cihazda distilasyon işlemi başlatılmıştır. Yaklaşık 3 dk sürede distilasyon işlemi

tamamlanmıştır. Damıtma sırasında çıkan amonyak, erlenmayer içerisindeki borik asit ile birleşerek amonyum borat elde edilmiştir. İçerisinde amonyum borat çözeltisi bulunan erlenmayer titrasyon yapılmak üzere damıtma ünitesinden dikkatlice alınmıştır.

III. Titrasyon

Erlenmayer içerisinde bulunan amonyum borat üzerine Tashiro ayıracı damlatılmıştır. Ortam alkali olduğundan mor renk oluşmuştur. Erlenmayer içerisindeki amonyum borat 0.2 N HCl çözeltisi ile dijital bürette titre edilmiştir. Titrasyonda çözeltinin rengi yeşile döndüğünde titrasyon tamamlanmıştır. Titrasyonda ortamdaki amonyum borat tekrar borik asite dönüştüğünde çözeltinin rengi yeşile dönmüştür. Harcanan 0.2 N HCl asit miktarı kaydedilerek hesaplama işlemine geçilmiştir.

Aşağıdaki formül ile örnekteki ham protein miktarı % olarak belirlenmiştir.

$$\text{Ham Protein } \% = \frac{(b-c)* K}{a}$$

a: numune miktarı (g)
b: 0.2 N HCl sarfiyatı (ml)
c: şahit sarfiyat (ml)
K:14,007x6,25x100x0,2xF
Erlen içerisindeki çözelti ile titre edilen 0.2 N HCl'in 1 ml'si 2.803 mg N tutmaktadır (14.007x0.2=2.803).
F: Faktör

Yakma aşamasından itibaren, örnek dışında, bütün kimyasal madde ve çözeltiler kullanılarak bir şahit deneme yapılmıştır.

Küspe örneklerinde ham protein analizi paralel olarak yapılmış ve sonuçlar iki paralelin aritmetik ortalaması olarak hesaplanmıştır.

3.2.7. Ham Selüloz Analizi

Ham selüloz, yem örneklerinin yoğun asit ve alkalide kaynatıldıktan sonra geriye kalan protein, yağ ve azotsuz öz maddelerden arındırılmış kısmını oluşturur. İçerisinde HS'dan başka hemiselüloz, lignin, pentozan ve kütin bulunmaktadır (Ergün vd., 2007).

Bu araştırmada, ayçiçeği küspe örneklerinde yapısal karbonhidratların oranının belirlenmesi adına ham selüloz analizi Van Soest (1982) yöntemine göre tam otomatik Gerhardt Fibretherm FT12 cihazında yapılmıştır.

Bu amaçla "10-0128 kodlu özel torbalar (fibrebag) numaralandırılıp, darası alınmıştır (a). Her bir torba içerisine öğütülmüş, havada kuru küspe örneklerinden yaklaşık 1 g (± 0.05 g) numune (x) huni yardımıyla fibrebaglerin içerisine konulmuştur. Bir adet de kör numune doğrulama için boş olarak tartılmıştır (C1).

Tam otomatik Gerhardt Fibretherm FT12 cihazında selüloz analiz programı seçilmiştir. Cihaza bağlı bulunan pompalı düzenekte kullanılması için sülfirik asit ve potasyum hidroksit çözeltileri önceden hazırlanarak, 1. pompaya sülfirik asit, 2. pompaya potasyum hidroksit çözeltisi yerleştirilmiş ve cihaz çalıştırılmıştır.

Analiz tamamlandıktan sonra cihazda bulunan düzenek yardımıyla fibrebagler musluk altında yıkanarak çıkartılmıştır. Yıkama sonrasında içerisinde ham selüloz ve ham kül kalan numune ile birlikte torbalar etüve alınarak 105 ^{0}C de 4 saat kurutulmuştur. Kuruyan numune örneğinde ham külün belirlenmesi amacıyla örnekler kül fırınında yakma işlemine tabi tutulmuştur. Yakma işleminden önce porselen krozelerin içerisine numune dolu fibrebagler katlanarak konulmuş ve hassas terazide tartımları yapılmıştır (b). Kalan organik maddelerin uzaklaştırılması için tartılan krozeler 550 'C de 2 saat yakılmıştır. Maşa yardımıyla krozeler fırından alınıp, oda sıcaklığına dek soğuyuncaya kadar desikatöre yerleştirilmiştir. Desikatörde soğutulan numuneler hassas terazide tartılarak değer kaydedilmiştir (c).

Ayçiçeği küspe örneklerinde ham selüloz oranı aşağıdaki formüle göre hesaplandı.

% Ham Selüloz= [(b-a-c)/x]*100

a: fibrebag dara ağırlığı.
b: etüvde kurutulan fibrebag+numune+kroze.
c: kül fırınında yakma işleminin ardından fibrebag+numune+kroze.
x: başlangıçta tartılan numune ağırlığı.

3.2.8. NDF Analizi

Bitki hücre duvarında selüloz, hemiselüloz ve lignin olarak adlandırılan yapısal karbonhidratlar bulunmaktadır. Yemlerde bu yapısal karbonhidratlar ADF ve NDF olarak fraksiyonlara ayrılmaktadır. NDF, kaba yemlerin ham selüloz içeriğindeki franksiyonların nötr deterjan çözeltisi kullanılarak belirlenen kimyasal analiz yöntemidir. (Ergün vd., 2007).

Bu araştırmada, ayçiçeği küspe örneklerinde NDF analizi Van Soest (1982) yöntemine göre tam otomatik Gerhardt Fibretherm FT12 cihazında yapılmıştır.

Bu amaçla, önce NDF solüsyon hazırlanmıştır. NDF solüsyonu: 93 g EDTA ve 34 g di sodyum tetra borat deka hidrat 2 litre sıcak saf su içerisinde çözdürülmüş, soğuyan çözeltiye 150 g dodesil sülfat ve 50 g trietilen glikol eklenmiştir. 22 g sodyum di hidrojen fosfat ayrı bir beherde 2 litre sıcak saf su içerisinde çözdürülmüştür. Soğuyan çözeltiler bir araya getirilmiş ve ardından 1 litre saf su ilave edilmiştir. Yaklaşık 1.5 saat bekletildikten sonra NDF solüsyonu hazır hale gelmiştir.

Analizde, 10-0128 kodlu özel torbalar (fibrebag) numaralandırılıp, darası alınmıştır (a). Her bir torba içerisine öğütülmüş, havada kuru küspe örneklerinden yaklaşık 1 g (± 0.05 g) numune (x) huni yardımıyla fibre baglerin içerisine konulmuştur. Bir adet de kör numune doğrulama için boş olarak tartılmıştır (C1). Fibrebag içerisindeki numunelerle cam gözlere ve karusele yerleştririlmiştir. Cam karusel % 10'dan fazla yağ içeren yem numunelerinde yapıldığı gibi 40-60 ^{0}C petrol eterinin içerisine 3 kez batırılmış ve aşağı yukarı hareket ettirilerek numune içeriğindeki yağ uzaklaştırılmıştır. Bu sayede yıkama ve filtrasyon aşamaları kolaylaştırılmış ve ham selüloz içeriğinde oluşabilecek kayıplar elemine edilmiştir. Karusel çeker ocakta yaklaşık 15-20 dk kuruması bekletilmiş ve ardından Gerhardt Fibretherm FT12 cihazına yerleştirilmiştir.

Tam otomatik Fibretherm cihazında NDF analiz programı seçilmiştir. Cihaza bağlı olan pompalı düzenekte kullanılması için önceden hazırlanan NDF solüsyonu ve saf su yerleştirilmiştir. 1. pompaya NDF solüsyonu, 2. pompaya saf su yerleştirilmiştir. Saf suyun içerisine her numune için 2-3 damla amilaz ve köpük önleyici ilave edilmiştir. Her bir numune için 0.5 gr sodyum sülfit tartılarak karusel içerisine konulmuştur. Cihaz hazır hale getirildikten sonra NDF programında çalıştırılmıştır.

Analiz tamamlandıktan sonra cihazda bulunan düzenekten musluk altında numuneler çıkmayacak şekilde fibrebagler yıkanarak çıkartılmıştır, etüve alınarak 105 ‘C de 4 saat kurutulmuştur. Kalan organik maddelerin uzaklaştırılması için porselen krozelerin içerisine numunenin bulunduğu fibrebagler katlanarak konulmuş ve hassas terazide krozeler tartılmıştır (b). Tartılan krozeler 550 ‘C de 2 saat yakılmıştır. Maşa yardımıyla krozeler fırından alınmış ve ardından oda sıcaklığına dek soğuyuncaya kadar desikatöre yerleştirilmiştir. Desikatörde bekletilen numuneler hassas terazide tartılarak, değer kaydedilmiştir (c).

Analizi sonunda ayçiçeği küspe örneklerinde NDF oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

% NDF= [(b-a-c)/x]*100

a: fibrebag dara ağırlığı
b: etüvde kurutulan fibrebag+numune+kroze
c: kül fırınında yakma işleminin ardından fibrebag+numune+kroze
x: başlangıçta tartılan numune ağırlığı

3.2.9. ADF Analizi

ADF analizi, bitki hücre duvarında yer alan ve asitle yıkama sonucu çözünmeyen selüloz, lignin ve kül miktarının hesaplanmasıdır.

Bu araştırmada, ayçiçeği küspe örneklerinde ADF analizi Van Soest (1982) yöntemine göre tam otomatik Gerhardt Fibretherm FT12 cihazında yapılmıştır.

Analize başında ADF solüsyonu hazırlanmıştır. Bu amaçla, 100 g bromid 5 litre saf suyun içerisine karıştırılmıştır. 113.25 ml sülfirik asit eklenmiş ve karıştırılarak çözdürülmüştür.

ADF analizi için 10-0128 kodlu özel torbalar (fibrebag) numaralandırılıp, darası alınmıştır (a). Her bir torba içerisine öğütülmüş, havada kuru küspe örneklerinden yaklaşık 1 g (± 0.05 g) numune (x) huni yardımıyla fibrebaglerin içerisine konulmuştur. Bir adet de kör numune doğrulama için boş olarak tartılmıştır (C1).

Fibrebagler içerisindeki numunelerle karusel içerisindeki cam gözlere

yerleştririlmiştir. Cam karusel % 10'dan fazla yağ içeren yem numunelerinde yapıldığı gibi 40-60 ^{0}C petrol eterinin içerisine 3 kez batırılmış ve aşağı yukarı hareket ettirilerek numune içeriğindeki yağ uzaklaştırılmıştır. Bu sayede yıkama ve filtrasyon aşamaları kolaylaştırılmış ve ham selüloz içeriğinde oluşabilecek kayıplar elemine edilmiştir. Karusel çeker ocakta yaklaşık 15-20 dk kuruması için bekletilmiş ve ardından Gerhardt Fibretherm FT12 cihazına yerleştirilmiştir.

Tam otomatik Gerhardt Fibretherm FT12 cihazında ADF analiz programı seçilmiştir. Cihaza bağlı olan pompalı düzenekte kullanılması için hazırlanan ADF solüsyonu 1. Pompaya yerleştirilmiştir. 2. pompa boş bırakılmıştır. Cihaz hazır hale getirilerek, ADF programı çalıştırılmıştır.

Analiz tamamlandıktan sonra cihazda bulunan düzenekte musluk altında numuneler çıkmayacak şekilde fibrebagler yıkanarak çıkartılmış, etüve alınarak 105 'C de 4 saat kurutulmuştur. Kalan organik maddelerin uzaklaştırılması için porselen krozelerin içerisine numunenin bulunduğu fibrebagler katlanarak konulmuş ve hassas terazide krozeler tartılmıştır (b). Tartılan krozeler 550 'C de 2 saat yakılmıştır. Maşa yardımıyla krozeler fırından alınmış ve ardından oda sıcaklığına dek soğuyuncaya kadar desikatöre yerleştirilmiştir. Desikatörde bekletilen numuneler hassas terazide tartılarak, değer kaydedilmiştir (c).

Ayçiçeği küspe örneklerinde ADF düzeyi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

% ADF= [(b-a-c)/x]*100

a: fibrebag dara ağırlığı
b: etüvde kurutulan fibrebag+numune+kroze
c: kül fırınında yakma işleminin ardından fibrebag+numune+kroze
x: başlangıçta tartılan numune ağırlığı

3.2.10. İstatistik Analizler

Tanımlayıcı özellikte olan çalışmada ölçümsel verilere ilişkin ortalama, standart sapma, minimum, maksimum değeri ve % 95 güven aralığı değerleri hesaplanmıştır. Verilere ilişkin histogram grafikleri çizilmiştir. Verilerin analizinde SPSS 25.0 paket programı kullanılmıştır (SPSS, 2017).

BÖLÜM 4

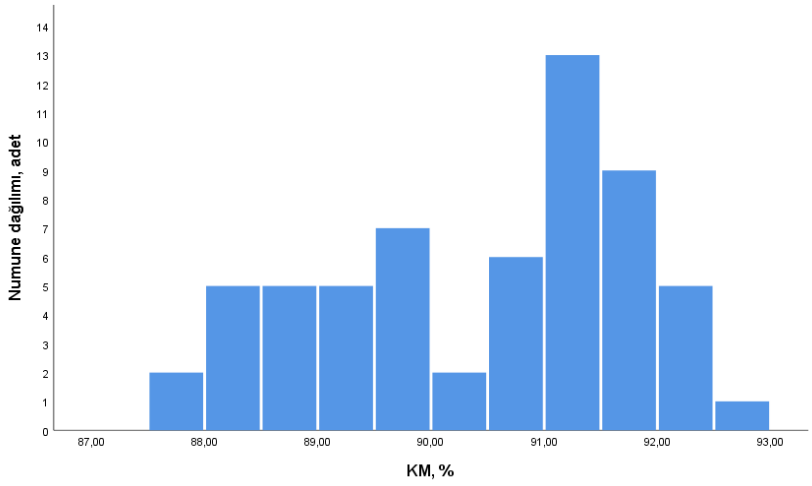
BULGULAR

4.1. Kuru Madde Analiz Sonuçları

Ayçiçeği küspe örneklerinin KM içerikleri Şekil 4.1'de sunulmuştur. Ayçiçeği küspe örneklerinin ortalama KM düzeyi % 90.43 olarak kaydedilmiştir. Numuneler arasında en düşük değer, % 87.57, en yüksek değer ise % 92.53 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1. KM analiz sonuçları (n=60).

	Ortalama Değer, %	Sd	Minimum Değer, %	Maksimum Değer, %	Ortalama değer için % 95 güven aralığı	
					Minimum, %	Maksimum, %
KM	90.43	1.34	87.57	92.53	90.08	90.78



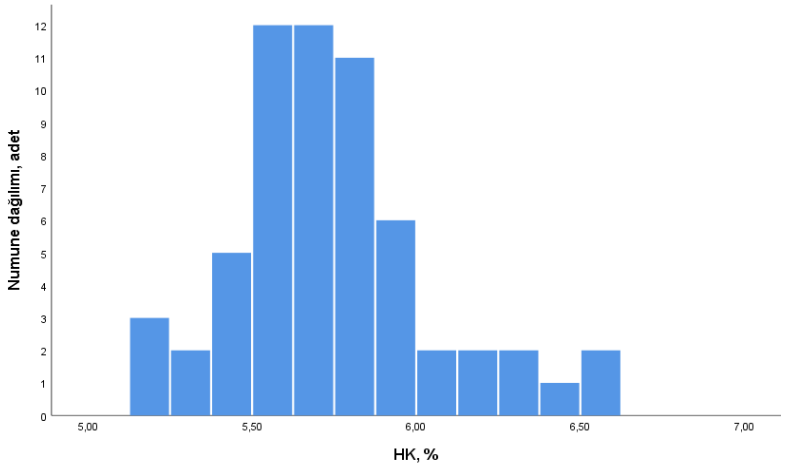
Şekil 4.1. KM analiz sonuçları grafiği.

4.2. Ham Kül Analiz Sonuçları

Örneklere ait HK analiz değerleri Şekil 4.2'de gösterilmiştir. HK değeri ortalama % 5.74, en düşük % 5.19 ve en yüksek % 6.59 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2.). 60 örnekten 35 adet örneğin HK değeri % 5.5-6. 0 arasında yer almıştır.

Çizelge 4.2. HK analiz sonuçları (n=60).

	Ortalama Değer, %	Sd	Minimum Değer, %	Maksimum Değer, %	Ortalama değer için % 95 güven aralığı	
					Minimum, %	Maksimum, %
HK	5.74	0.30	5.19	6.59	5.66	5.82



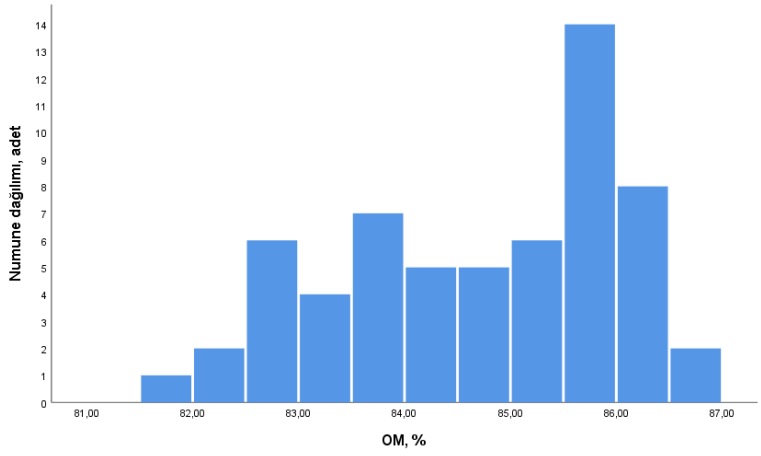
Şekil 4.2. HK analiz sonuçları grafiği.

4.3. Organik Madde Sonuçları

Küspe örneklerinde % OM içeriği Şekil 4.3'de gösterilmiştir. KM'den HK değerlerini çıkarılmasıyla elde edilen OM değerleri % 81.92-86.61 arasında, ortalama % 84.69 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.3. OM sonuçları (n=60).

	Ortalama Değer, %	Sd	Minimum Değer, %	Maksimum Değer, %	Ortalama değer için % 95 güven aralığı	
					Minimum, %	Maksimum, %
OM	84.69	1.31	81.92	86.61	84.35	85.03



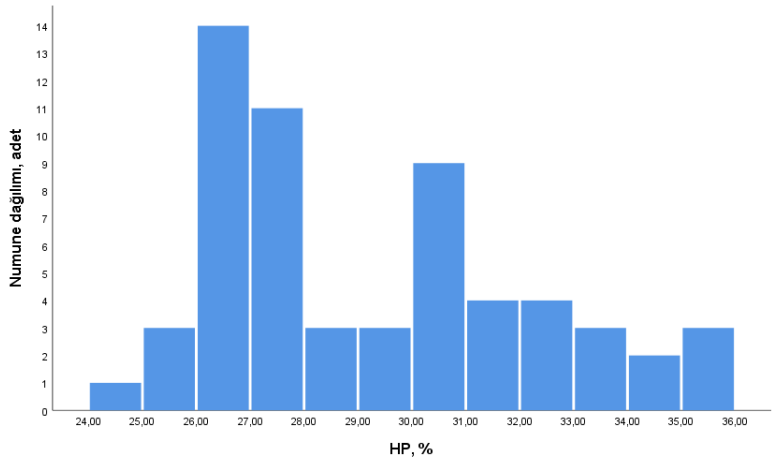
Şekil 4.3. OM sonuçları grafiği.

4.4. Ham Protein Analiz Sonuçları

Ayçiçeği küspe örneklerinin besin madde içeriğinin ve kimyasal kalitesinin değerlendirilmesinde önemli bir analiz olan HP analiz sonuçları Şekil 4.4'de verilmiştir. Buna göre örneklerin ortalama HP değeri % 29.26 olarak bulunmuştur. Örnekler arasında en düşük HP değeri % 24.92, en yüksek ise % 35.36 olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel değerlendirmede, mevcut ayçiçeği küspe örneklerinin ortalama değer için % 95 güven aralığı minimum, % 28.49, maksimum, % 30.03 olarak belirlenmiştir. Bu değer Trakya Bölgesi'nde üretilen ayçiçeği küspelerinin % 95'inin HP değerinin % 28.49 ile % 30.03 arasında bulunacağı ihtimalini ifade etmektedir (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. HP analiz sonuçları (n=60).

	Ortalama Değer, %	Sd	Minimum Değer, %	Maksimum Değer, %	Ortalama değer için % 95 güven aralığı	
					Minimum, %	Maksimum, %
HP	29.26	2.98	24.92	35.36	28.49	30.03



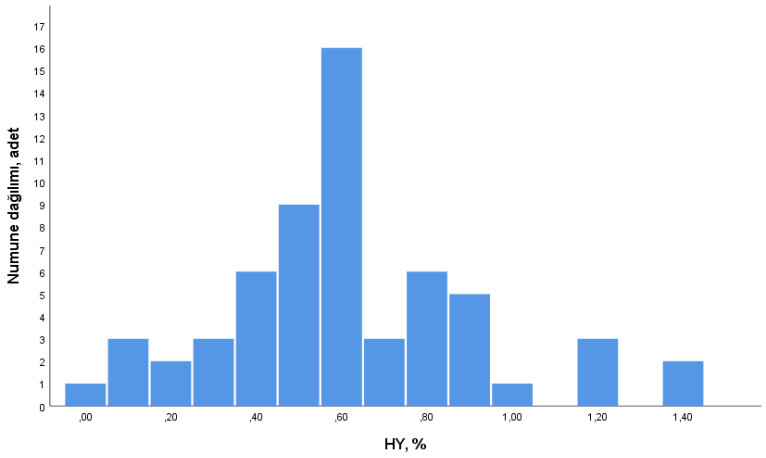
Şekil 4.4. HP analiz sonuçları grafiği.

4.5. Ham Yağ Analiz Sonuçları

Küspe örneklerinin HY içerikleri Şekil 4.5'de sunulmuştur. Örneklere ait HY içeriği ortalama % 0.62 olarak belirlenmiştir. Küspe örneklerinde ortalama değer için % 95 güven aralığında en yüksek ve en düşük HY değerleri sırasıyla % 0.69 ve % 0.54 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.5. HY analiz sonuçları (n=60).

	Ortalama Değer, %	Sd	Minimum Değer, %	Maksimum Değer, %	Ortalama değer için % 95 güven aralığı	
					Minimum, %	Maksimum, %
HY	0.62	0.30	0.00	1.40	0.54	0.69



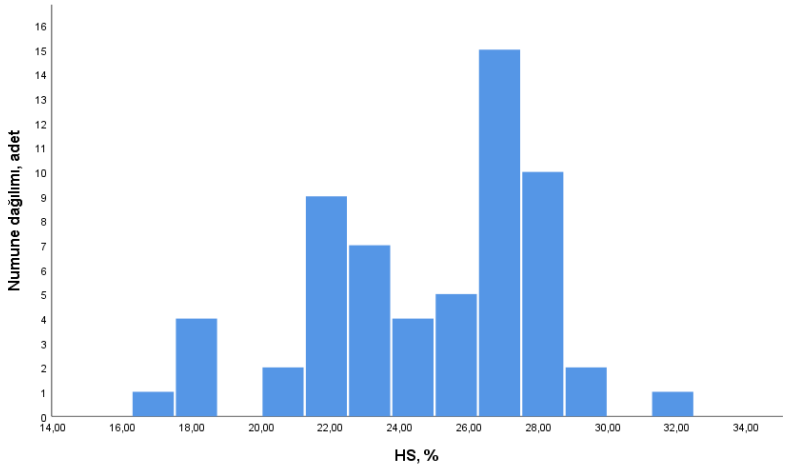
Şekil 4.5. HY analiz sonuçları grafiği.

4.6. Ham Selüloz Analiz Sonuçları

Numunelerde analiz edilen % HS içerikleri Şekil 4.6'da gösterilmiştir. Bu değer mevcut numuneler için % 23.97 ile % 25.72 güven aralığında, ortalama % 24.85 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6. HS analiz sonuçları (n=60).

	Ortalama Değer, %	Sd	Minimum Değer, %	Maksimum Değer, %	Ortalama değer için % 95 güven aralığı	
					Minimum, %	Maksimum, %
HS	24.85	3.38	17.49	31.86	23.97	25.72



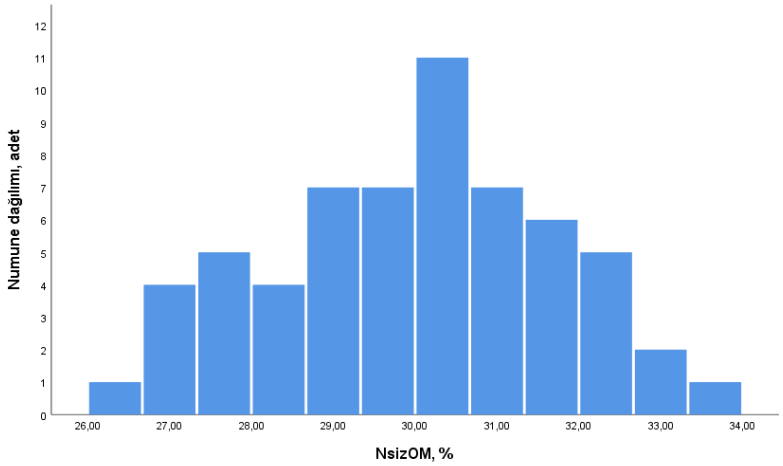
Şekil 4.6. HS analiz sonuçları grafiği.

4.7. N'siz Öz Madde Sonuçları

Ayçiçeği küspe örneklerinin KM içeriğinden HP, HY, HS ve HK içeriğinin çıkarılmasıyla hesaplanan N'siz ÖM içerikleri Şekil 4.7'de sunulmuştur. Buna göre numunelerde N'siz ÖM içeriği en düşük % 26.22, en yüksek % 33.39 ve ortalama % 29.97 olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. N'siz öz madde sonuçları (n=60).

	Ort. Değer, %	Sd	Minimum Değer, %	Maksimum Değer, %	Ortalama değer için % 95 güven aralığı	
					Minimum, %	Maksimum, %
N'siz ÖM	29.97	1.75	26.22	33.39	29.52	30.42



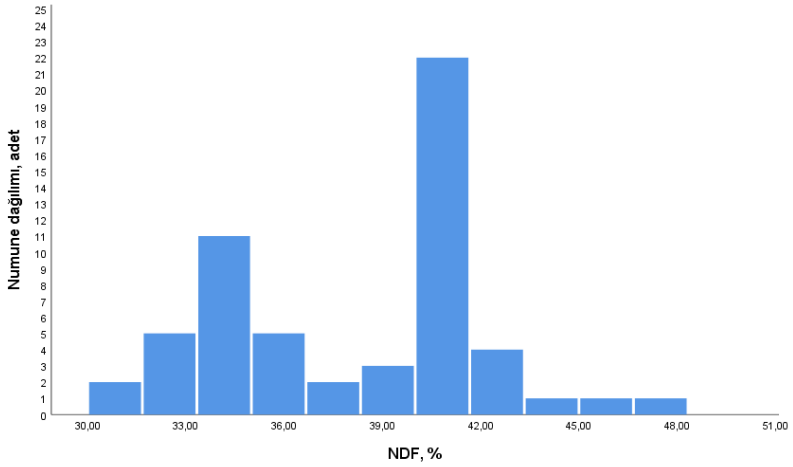
Şekil 4.7. N'siz öz madde analiz sonuçları grafiği.

4.8. NDF Analiz Sonuçları

Örneklere ait NDF sonuçları ve dağılımı Şekil 4.8'de verilmiştir. Çizelge 4.8'de görüldüğü üzere örnekler arasında en düşük NDF değeri % 29.17, en yüksek % 48.32 olarak ölçülmüştür. Ortalama değer ise % 37.80 olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 4.8. NDF analiz sonuçları (n=60).

	Ortalama Değer, %	Sd	Minimum Değer, %	Maksimum Değer, %	Ortalama değer için % 95 güven aralığı	
					Minimum, %	Maksimum, %
NDF	37.80	4.35	29.17	48.32	36.68	38.93



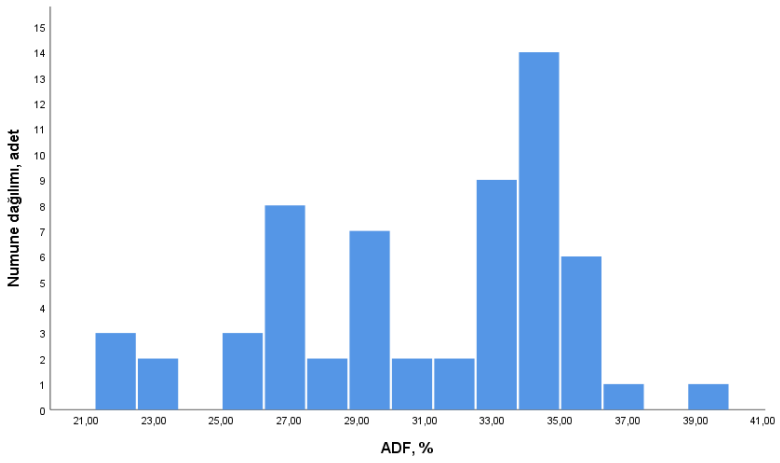
Şekil 4.8. NDF analiz sonuçları grafiği.

4.9. ADF Analiz Sonuçları

Ayçiçeği küspe örneklerinde analizle tespit edilen ADF sonuçları Şekil 4.9'da verilmiştir. Buna göre ortalama ADF değeri % 31.01, en düşük % 21.86 ve en yüksek % 39.07 olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.9.).

Çizelge 4.9. ADF analiz sonuçları (n=60).

	Ortalama Değer, %	Sd	Minimum Değer, %	Maksimum Değer, %	Ortalama değer için % 95 güven aralığı	
					Minimum, %	Maksimum, %
ADF	31.01	4.22	21.86	39.07	29.92	32.10



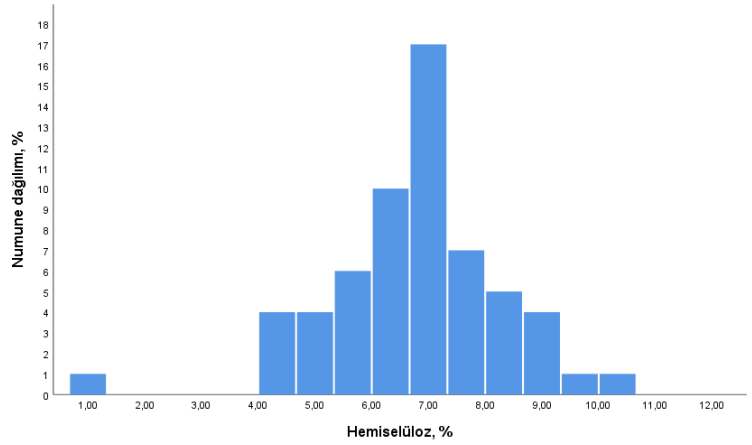
Şekil 4.9. ADF analiz sonuçları grafiği.

4.10. Hemiselüloz Sonuçları

Ayçiçeği küspe örneklerinde NDF değerinden ADF değerinin çıkarılması ile hesaplanan hemiselüloz değerleri Şekil 4.10'da sunulmuştur. Bu değer örneklerde ortalama % 6.80 en düşük 1.33, en yüksek ise % 10.03 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.10.).

Çizelge 4.10. Hemiselüloz sonuçları (n=60).

	Ortalama Değer, %	Sd	Minimum Değer, %	Maksimum Değer, %	Ortalama değer için % 95 güven aralığı	
					Minimum, %	Maksimum, %
Hemiselüloz	6.80	1.49	1.33	10.03	6.41	7.18



Şekil 4.10. Hemiselüloz sonuçları grafiği.

BÖLÜM 5

TARTIŞMA

Ayçiçeği, ülkemizde en fazla üretilen yağlı tohum bitkisidir. Türkiye ayçiçeği tohumu üretiminin yaklaşık yarıya yakını Trakya Bölgesinde yapılmaktadır. Trakya Bölgesinin başta ayçiçeği olmak üzere diğer yağlı tohum tarımı ve buna bağlı gelişen sektörler açısından ülkemizde önemli bir yeri vardır. Bölgede yoğunlaşan yağlı tohum yetiştiriciliğine bağlı olarak ham maddeye yakınlık nedeniyle bitkisel yağ sanayi ve ilgili sektörler de oldukça gelişmiştir. Bölgede üretilen ATK, içerdiği yüksek HP ve düşük maliyeti ile karma yemlerde yer verilen önemli protein kaynaklarından birisi olarak değerlendirilmektedir. Bu araştırmada, yaygın olarak ayçiçeği tohumu üretiminin yapıldığı ve işlendiği Trakya Bölgesi illerinden Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ'da faaliyet gösteren bitkisel yağ sanayi işletmelerinden elde edilen ayçiçeği küspelerinin besin madde analizleri yapılarak, kimyasal kalitelerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Bu amaçla, Trakya Bölgesi'nde faaliyet gösteren, pre pres-solvent ekstraksiyon işleme teknolojisine sahip 9 işletmeden toplam 60 adet küspe örneği alınmıştır. Ayçiçeği küspe örneklerinin 15 adeti Kırklareli, 33 adeti Edirne ve 12 adeti de Tekirdağ illerindeki işletmelerden temin edilmiştir. Ayçiçeği küspe örneklerinin temel kimyasal analizleri yapılarak KM, HK, OM, HP, HY, HS, NDF ADF ve N'siz öz madde içerikleri saptanmıştır. ATK örneklerinde analiz edilen besin madde bileşimlerine ait elde edilen sonuçların istatistiki olarak tanımlaması yapılmış ve bulunan değerler önceki çalışma sonuçları ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

5.1. Kuru Madde İçeriği

Kuru madde analizi yemlerde yapılan ilk ve en temel kimyasal analiz olup, yemin içerdiği su miktarının da tespit edilmesini sağlar. Yemlerin besleyici değerinin belirlenmesi, besin değerlerinin karşılaştırılması ve bozulmadan korunabilmesi için su içeriğinin bilinmesi önem taşımaktadır. Yemlerde su içeriğinin % 14'den yüksek olması diğer bir deyişle KM içeriğinin % 86'dan düşük olması yemin kimyasal ve mikrobiyal olarak bozulmasına yol açar ve depolanmasını güçleştirir (Ergün vd., 2007).

Mevcut araştırmada ayçiçeği küspe örneklerinin KM içeriği % 87.57 ile % 92.53 arasında kaydedilmiştir (Çizelge 4.1.). NRC (2001) verilerinde solvent ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen ayçiçeği küspelerinde ortalama KM düzeyi % 91.80, INRA (2004)'da ise kabuksuz ATK'da KM oranı % 88.70 olarak verilmiştir. Mevcut araştırmada ortalama KM düzeyi bu değerlere benzer olarak % 90.43 olarak belirlenmiştir. Yürürlükten kaldırılan Küspe Normları Tebliği (Anonim, 2004)'nde ayçiçeği küspesi için olması gereken nem düzeyi en çok % 12 (KM % 88) olarak belirtilmiştir. Bu araştırmada belirlenen en düşük KM değeri (% 87.57) ilgili Tebliğde belirtilen en düşük değere yakın bulunmuştur.

Bu araştırma sonucuna göre bölgede üretilen ATK'ların % 95'inde KM içeriğinin % 90.08 ile % 90.78 arasında olabileceği istatistiksel olarak hesaplanmıştır. Genel olarak yağlı tohum küspelerinde KM içeriğinin % 90 olarak bildirildiği (Kellems & Church, 1998) dikkate alındığında belirlenen KM değerlerinin bu genel bulgu ile uyum içerisinde olduğu gözlenmektedir.

Bu araştırma bulgularına benzer şekilde, Sırakaya & Küçük (2019), bir süt sığırı işletmesinde hazırlanan TMR'da kullanılan yem hammaddelerinden 23 adet ATK örneğinin KM düzeyini minimum % 86.34, maksimum % 93.18 ve ortalama olarak % 90.44 olarak rapor etmiştir.

Çelik, Ersoy & Öztürk (2003), Balıkesir, Bursa ve Çanakkale illerinde faaliyet gösteren yem işletmelerinden temin ettikleri yerli ve ithal kaynaklı bazı yem hammaddeleri ile karma yemlerde bazı kimyasal analizler gerçekleştirmiştir. Araştırmacılar Trakya Bölgesi ve yurtdışı üretimi toplam 252 adet ATK örneğinde ortalama KM içeriğini sırasıyla % 88.94 ve % 88.24 olarak bildirmişlerdir. Bu

değerlerin normal sınırlar içerisinde yer almakla birlikte mevcut çalışma sonuçlarının altında kaldığı gözlenmiştir.

Oliveira vd. (2014), Boer keçi rasyonlarına ilave ettikleri ATK örneklerinin kimyasal analizinde KM içeriğini % 91.85 olarak bulmuşlardır.

Daha önce yapılan bu araştırma sonuçlarında belirlenen ayçiçeği küspelerinde KM düzeyi mevcut araştırma bulguları ile benzerlik göstermektedir. Bu bağlamda bölgede üretilen ayçiçeği küspe örneklerinin KM içeriklerinin bozulma riski oluşturmayacak, iyi bir seviyede olduğu söylenebilir.

5.2. HK ve OM Bileşimi

ATK örneklerinde gerçekleştirilen HK analizi ile mineral madde içerikleri hakkında bilgi edinilmiştir. Yemlerde HK analizi yemin yapısında bulunan organik maddenin yakılmasıyla belirlendiği için bu analizle aynı zamanda o yemin organik madde içeriği de tespit edilmiştir.

Örneklere ait HK analizi değerleri Şekil 4.2'de gösterildiği gibi ortalama % 5.74, en düşük % 5.19 ve en yüksek % 6.59 olarak bulunmuştur. Toplam 60 adet örnekten 35'inin HK değeri % 5.5-6. 0 arasında yer almıştır.

NRC (2001) ve INRA (2004)'da ayçiçeği küspelerinde HK değerleri sırasıyla % 7.70 ve 6.20 olarak bildirilmiştir. Ayçiçeği küspelerinde HK içeriği genel olarak olarak % 6-7 arasında bildirilmiştir (Ergün vd., 2007; Kelllems & Church, 1998). Alagawany, vd. (2015), ATK'nın kanatlı rasyonlarında kullanımı ile ilgili yaptıkları meta analizinde çeşitli kaynaklara dayanarak HK değerini % 5.46 ile % 7.75 arasında rapor etmişlerdir. Literatürde bildirilen ayçiçeği küspelerine ait bu HK değerleri ile mevcut araştırma bulguları karşılaştırıldığında sonuçlar arasında benzerlik ve uyum gözlenmektedir.

Ayçiçeği küspe örneklerinde, % KM'den % HK değerlerinin çıkarılmasıyla elde edilen OM içerikleri % 81.92 ile 86.61 arasında, ortalama % 84.69 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.3.). Moura vd. (2015), kuzu besi rasyonlarında kullandıkları % 90.28 KM içeren ATK'da OM içeriğini % 94.69 olarak bildirmiştir. Haro, Carro, De Evan & González (2020), koyunlarda ruminal fermentasyon üzerine ayçiçeği tohumu ve

korunmuş küspesinin etkisini araştırdıkları çalışmalarında % 92.1 KM içeren ATK'nın % 93.0 OM içerdiğini tespit etmişlerdir. Alves vd. (2016)'de kuzu rasyonlarında alternatif protein kaynağı olarak ATK'ya yer verdikleri çalışmalarında KM düzeyini % 92.0, OM içeriğini ise % 95.9 olarak kaydetmişlerdir. Mevcut araştırma bulguları ile bu çalışmalarda bildirilen değerler farklı gibi gözükse de rakamsal farklılık hesaplamadan kaynaklanmıştır. Bu araştırmada OM değeri KM üzerinden, kaynaklarda ise normal içerik üzerinden hesaplama yapılmıştır.

Araştırmada kimyasal analize tabi tutulan küspe örneklerinin HKve OM içerikleri küspeler için bildirilen normal sınırlar içerisinde bulunmuştur.

5.3. Ham Protein Düzeyi

Yağlı tohum küspeleri, hayvancılıkta ve karma yem sanayinde kullanılan hammaddeler içerisinde en önde gelen bitkisel protein kaynaklarındandır. Ayçiçeği küspesi de içerdiği yüksek HP ve düşük maliyeti ile dünya genelinde en önemli potansiyel protein kaynaklarından birisi olarak değerlendirilmektedir. Küspelerin kimyasal kalitesinin dolayısıyla besleyici özelliğinin değerlendirilmesinde ham protein içeriği önemli bir ölçüt niteliğindedir.

Küspe çeşitlerinde olduğu gibi ayçiçeği küspesinde de HP içeriği çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Küspenin elde edildiği tohum çeşidi yanında üretim yöntemleri küspedeki başta HP olmak üzere diğer besin maddelerinin miktarı ve kalitesi üzerine önemli etkilere sahiptir. Tohumdan yağ elde edilirken tohumun kabuklu veya kabuksuz olarak işlenmesi küspenin öncelikle ham selüloz içeriğinde daha sonra ise ham protein ve diğer besin madde bileşimlerinde oransal olarak farklılıklara neden olmaktadır.

Bu araştırmada, Trakya Bölgesinde tamamı değişen oranlarda kabuklu olarak üretilen ayçiçeği küspe örneklerinde analiz edilen HP değerlerine ait sonuçlar Çizelge 5.1'de verilmiştir. Buna göre örneklerde ortalama HP değeri % 29.26 olarak belirlenmiştir. Örnekler arasında en düşük HP değeri % 24.92, en yüksek ise % 35.36 olarak kaydededilmiştir. Toplam 60 örnekten 25'inin HP içeriği % 27-28 arasında, 4'ünün % 24 ile % 26 arasında, 6 adet örneğin HP içeriği ise % 29-30 arasında

belirlenmiştir. Örneklerden 25'inin HP düzeyi % 30 ile % 36 arasında bulunmuştur. İstatistiksel değerlendirmede, mevcut ayçiçeği küspe örneklerinin ortalama değer için % 95 güven aralığı minimum, % 28.49, maksimum, % 30.03 olarak belirlenmiştir. Bu istatistiki sonuç, Trakya Bölgesi'nde üretilen ayçiçeği küspelerinin % 95'inin HP içeriğinin % 28.49 ile % 30.03 arasında bulunabileceğini ifade etmektedir.

NRC (2001) ve INRA (2004) yem ve yem hammaddelerinin bileşimlerinin belirlenmesinde başvurulan temel referans kuruluşlardır. Bu kuruluşların kaynaklarında kabuklu olarak üretilen ayçiçeği küspesi için HP düzeyi % 28.40 (NRC, 2001) ve % 27.70 (INRA, 2004) olarak bildirilmiştir. Trakya Bölgesinde üretilen ayçiçeği küspelerinde belirlenen ortalama % 29.26 değerinin bu referanslarda bildirilen değerlerden daha iyi düzeyde olduğu gözlemlenmiştir. Yine yürürlükten kaldırılan Küspe Normları Tebliğ'ine (Anonim, 2004) göre ekstraksiyon yöntemiyle işlenen ayçiçeği küspelerinde olması gereken HP düzeyi en az % 28 olarak beyan edilmiştir. Mevcut araştırma sonucunda elde edilen ortalama % 29.26 değeri ile % 95'inde gerçekleşmesi beklenen % 28.49 ile % 30.03 değerleri bu norm değerden daha yüksek tespit edilmiştir.

Sırakaya ve Küçük (2019), bir süt sığırı işletmesinde hazırlanan TMR'da kullanılan yem hammaddelerinin teorik besin madde bileşiminin pratikte yaşanacak olası farklılıkların sonuçlarını görmek amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Bu çalışmada, TMR'da yer alan yem hammaddelerinden 23 adet ATK örneğinin kimyasal analizinde örneklerin ortalama HP düzeyini en düşük % 23.96, en yüksek % 41.24, ortalamasını ise % 30.15 olarak rapor etmişlerdir. Bu sonuçlar ile mevcut araştırma bulgularının karşılaştırılmasında; ortalama ve en düşük değerlerin birbirine çok yakın olduğu gözlenmektedir. Araştırıcıların ayçiçeği küspe örneklerinde belirledikleri % 41.24 değerinin yüksek olması küspenin kabuk durumu gibi işleme teknolojisinden kaynaklanabileceği gibi tohum çeşitliliği ve yetiştirme koşullarından da etkilenmiş olabilecektir.

Alagawany vd. (2015), kanatlı rasyonlarında ayçiçeği küspesinin kullanımına ilişkin yaptıkları derleme çalışmasında, 14 farklı kaynağa dayanarak HP değerlerini en düşük % 26.41, en yüksek % 40.30 ve ortalama % 32.42 olarak rapor etmişlerdir. Nassiri Moghaddam vd. (2012), ayçiçeği küspelerinin besin madde değeri ile broyler

piliçlerde performans, sindirim enzimleri aktivitesi ve bazı histolojik parametreler üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, KM düzeyini % 88.0, HP değerini ise % 30.0 olarak bulmuşlardır. Liu vd. (2015), büyüme dönemindeki domuzlarda ayçiçeği küspesinin amino asit sindirilebilirliğinin belirlenmesi kapsamında yaptıkları araştırma sonucunda, KM içeriğini % 91.48, HP düzeyini ise % 33.25 olarak beyan etmişlerdir.

Haro vd. (2020), koyunlarda ruminal fermentasyon üzerine ayçiçeği tohumu ve normal ve korunmuş küspesinin etkisi üzerine yürüttükleri çalışmalarında, küspe örneklerinde HP içeriğini sırasıyla % 43.9 ve % 39.3 (korunmuş) olarak bildirmişlerdir. Alves vd. (2016)'de kuzu rasyonlarında soya küspesine alternatif protein kaynağı olarak ATK'ya yer verdikleri araştırmalarında küspede HP düzeyini % 25.4 olarak tespit etmişlerdir.

Çelik vd. (2003), Balıkesir, Bursa ve Çanakkale illerinden temin ettikleri Trakya Bölgesi ve yurt dışı menşeli toplam 252 adet ATK'nın besin madde analizini gerçekleştirdikleri çalışmalarında ortalama HP içeriğini sırasıyla % 24.31 ve % 26.22 olarak belirlemişlerdir.

Mekanik presleme yöntemiyle üretilen yüksek yağlı ATK'ların broyler civcivlerde (Senkoylu & Dale, 2006) ve enzim ilavesiyle ticari yumurtacılarda (Senkoylu, Akyurek & Samli, 2004) besleyici değerinin araştırıldığı iki farklı çalışmada rasyonda yer verilen küspede HP seviyesi yaklaşık % 32, HY içeriği ise yaklaşık % 19 bildirilmiştir.

Sredanovic vd. (2012), ATK ile birlikte enzim içeren kanatlı rasyonlarının besin değerini araştırdıkları çalışmalarında kullandıkları ATK örneklerinde HP içeriğini, % 34, 37, 42 ve 44 olarak belirlemişlerdir. Anonim (2017b)'de, kabuklu, orta kabuklu ve az kabuk içeren ayçiçeği küspelerinde HP düzeyini sırasıyla % 28.0, % 32.0 ve % 38.0 olarak bildirilmiştir. Diğer bazı kaynaklarda ayçiçeği küspeleri için bildirilen HP seviyesi % 26.45 (Moura vd., 2015), % 25.0 (Araújo vd., 2015) ve % 24.27 (Monçao vd., 2018)'dür.

Literatürde bildirilen araştırmalara ait bulgular ile mevcut araştırma sonuçları arasında benzerlikler bulunmakla birlikte görülen farklılıklar, tohum çeşitliliği, tohumun yetiştiği toprak ve iklim yapısı yanında yağ elde edilmesi sırasında uygulanan üretim yöntemlerinden kaynaklanmış olabilecektir. Üretim işlemi sırasında tohumdan kabuğun

tamamen veya kısmen ayrılması ya da tamamen kabuklu olarak işlenmesi küspe içeriğindeki besin madde miktarını önemli ölçüde etkilemektedir. Küspede bulunan yüksek kabuk miktarı HS içeriğini artırmakta, buna bağlı olarak özellikle protein oranı düşmektedir. İşleme sırasında kabuğun kısmen ya da tamamen uzaklaştırılması küspedeki protein düzeyini oransal olarak artırmaktadır. Ayçiçeği küspesinin kimyasal kalitesini dolayısıyla yem değerini en fazla etkileyen faktör içerdiği kabuk miktarıdır (Sredanovic vd., 2011). Küspede düşük HS, yüksek HP içeriği demektir. ATK'larda HP içeriğinin, tohumdan yağ çıkarma işlemi ve küspedeki kabuk oranı ile doğrudan ilişkili olduğunu Senkoylu & Dale (1999), farklı kaynaklardan derledikleri sonuçlarla göstermiştir. Buna göre mekanik presle üretilen kabuklu ve kabuksuz ATK'larda HP içeriği sırasıyla % 24 ve % 32, solvent ekstraksiyon yöntemiyle üretilen kabuklu, yarı kabuklu ve kabuksuz ATK'larda HP oranını ise sırasıyla % 29, % 37 ve % 44 olarak rapor edilmiştir.

Mevcut araştırmadan elde edilen bulgular, karşılaştırma ve değerlendirmeler doğrultusunda bölgede farklı oranlarda kabuklu olarak üretilen ayçiçeği küspelerinin HP bakımından kimyasal kalitesinin iyi düzeyde olduğu gözlemlenmiştir.

5.4. Ham Yağ Düzeyi

Yağlı tohumlardan yağın çıkarılması işlemi diğer bir deyişle küspelerin üretim metotları, içeriğindeki yağ miktarını da belirlemektedir. Ülkemizde yaygın olarak uygulandığı üzere Trakya Bölgesi yağ işletmelerinde de ayçiçeği tohumu gibi % 15'in üzerinde yağ içeren tohumlardan yağ çıkarma işlemi pre-pres solvent ekstraksiyon yöntemiyle yapılmaktadır. Bu yöntemle yağ elde edilmesinde, önce bir ön presleme (ekspeller yöntemi) işlemi uygulanarak yağ miktarı % 10-12'ye düşürülmekte, daha sonra elde edilen yağlı küspe solvent ekstraksiyonuna tabi tutularak süreç öğütme ile son bulmaktadır. Pre-pres solvent ekstraksiyon metoduyla üretilen küspelerde HY içeriğinin neredeyse tamamına yakını alınabilmektedir. Bu yöntemle üretilen küspelerde HY içeriğinin % 0.5-2.0 arasında bulunmaktadır (Sredanovic vd., 2011). Bu araştırma sonucunda, Trakya Bölgesi yağ işletmelerinden pre-pres solvent ekstraksiyon yöntemiyle üretilen küspe örneklerinin HY içeriği ortalama % 0.62 olarak belirlenmiştir. Örneklerde en yüksek ve en düşük HY değerleri ise sırasıyla % 1.40 ve

% 0.00 olarak ölçülmüştür. Bölgede üretilen ayçiçeği küspelerinin ortalama değer için % 95 güven aralığı, % 0.54 ile % 0. 69 olarak hesaplanmıştır. Toplam örnekler içerisinde 25 adetinin HY içeriği % 0.50 ile % 0.60 arasında gerçekleşmiştir. Örneklerden sadece 6 adetinin HY içeriği % 1.00'in üstünde bulunmuştur. Analiz edilen örneklerde HY içeriği pre-pres solvent ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen küspelerde genel olarak tespit edilen % 0.5-2.0 seviyesine benzer şekilde gerçekleşmiştir.

ATK için HY içeriği INRA (2004) tarafından % 1.70, NRC (2001)'de % 1.40 olarak bildirilmiştir. Bonos vd. (2011), farklı kaynaklara dayanarak, ATK'larda HY içeriğinin ortalama % 1.50 olduğunu kaydetmişlerdir. Mevut araştırmada analiz edilen ATK'ların HY içeriği bu sonuçlardan daha düşük gerçekleşmiştir.

Bu çalışma bulguları ile uyumlu olarak, Çelik vd. (2003), Trakya Bölgesinde üretilen ATK örneklerinde ortalama HY içeriğini % 1.06 olarak bildirmiştir. Diğer bazı çalışmalarda ATK'ların HY içerikleri Sırakaya ve Küçük (2019) tarafından % 2.65, Oliveira vd. (2014), tarafından % 6.85, Alagawany vd. (2015), tarafından ortalama 6.74 olarak rapor edilmiştir. Bu araştırma sonuçlarında bildirilin HY değerleri arasındaki farklılıklar yağın ayrılma metodu ile doğrudan ilişkilidir. Tohumdan yağ çıkarma teknolojisine bağlı olarak küspede yağ içeriği farklılık gösterebilmektedir. Mekanik presyon ile yağın tamamı alınamamakta ve küspede daha yüksek düzeyde yağ kalmaktadır. Senkoylu vd. (2004) ile Senkoylu & Dale (2006), vidalı ve devamlı olmak üzere mekanik presleme yöntemleriyle üretilen yüksek yağlı ATK'larda HY içeriğini yaklaşık % 19 olarak tespit etmişlerdir. Mekanik presyon ve solvent ekstraksiyon tekniğinin birlikte uygulandığı pre-pres solvent metodunda küspede çok düşük miktarda yağ kalmaktadır. Bu işlem ileri teknoloji gerektirmektedir. Trakya Bölgesinde faaliyet gösteren yağ fabrikaları bu ileri teknoloji ile çalışan işletmelerdir. Mevcut araştırma sonucunda ATK örneklerinde HY içeriğinin düşük düzeyde çıkması küspe kalitesi açısından olumlu bir bulgudur. Hayvan besleme açısından küspede kalan yağın fazlası, oksidasyona ve acılaşmaya neden olabilmektedir. Okside olan yağ toksik etki yaratmakta, A, D ve E vitaminleri ile biotinin parçalanmasına, doymamış yağ asitlerinin eksikliklerine yol açmaktadır. Hayvanlarda çeşitli sindirim bozuklukları yanında sağlığını olumsuz etkilemekte, yumurta, et ve süt gibi ürünlerin kalitesini düşürmektedir. Ayrıca yemde hoş olmayan kokuya neden olarak duyusal niteliği bozmakta, yem tüketiminde düşüşe neden olmaktadır (Sevinç, 2020).

5.5. HS, NDF, ADF ve Hemiselüloz Bileşimi

Ayçiçeği küspesinin besin değerini en fazla etkileyen faktör içerdiği kabuk miktarıdır. Ayçiçeği tohumunda kabuk oranı % 12 ile önemli bir yer tutmaktadır. Kabuğun besin değeri ve sindirilme derecesi düşük olduğundan, elde edilen küspelerin değeri de içerdiği kabuk miktarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ayçiçeği küspesindeki kabuk miktarı arttıkça ham selüloz miktarı yükselirken diğer besin maddelerinin miktarı ve sindirilme derecesi düşmektedir (Senkoylu & Dale, 1999; Sredanovic vd., 2011).

Tohumdan yağ çıkarma yöntemleri küspedeki kabuk miktarı üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Tohumdan yağ çıkarılırken kabuk ya tamamen ya da kısmen ayrılmakta veya tohum tamamen kabuklu olarak işlenmektedir. Ülkemizde yaygın olduğu üzere Trakya Bölgesinde de yağ çıkarma işlemi, bütün kabuklu halde ayçiçeği tohumlarından devamlı pres ve devamında solvent ekstraksiyon yöntemiyle yapılmaktadır.

Mevcut araştırmada, ATK örneklerinde kabuk miktarının bir göstergesi olarak yapısal karbonhidratların seviyesi belirlenmiştir. Bu amaçla HS ve HS'un bileşimini oluşturan bitki hücre duvarı unsurları NDF ve ADF düzeyleri analiz edilmiştir. Buna göre örneklerde HS düzeyi ortalama % 24.85, minimum % 17.49, maksimum % 31.86 olarak kaydedilmiştir. İstatistiki değerlendirmede HS seviyesinin ortalama değer için % 95 güven aralığı % 23.97-25.72 olarak hesaplanmıştır. Bu istatistiki değerlendirmeye göre Bölgede üretilen ATK'ların % 95'inin HS içeriğinin % 23.97 ile % 25.72 değerleri arasında bulunacağı tahmini yapılabilir. Bitki hücre duvarı bileşenlerinden selüloz, lignin ve hemiselüloz içeriğinin göstergesi olan NDF düzeyi analiz edilen örneklerde ortalama % 37.80, en düşük % 29.17, en yüksek % 48.32 değerleri arasında bulunmuştur. ATK örneklerinde bitki hücre duvarı bileşenlerinden selüloz ve lignin içeriğinin analizine dayanan ADF seviyesi ise ortalama olarak % 31.01, en düşük % 21.86 ve en yüksek % 39.07 olarak kaydedilmiştir.

Bu araştırma sonucunda ATK örneklerinin HS içeriği için belirlenen ortalama % 24.85 değerine benzer olarak Alagawany vd. (2015), farklı kaynaklardan meta analizi yaparak, ATK örneklerinde ortalama HS içeriğini % 21.39 olarak rapor etmiştir. Araújo vd. (2015), çalışmalarında HS içeriğini % 22.37 olarak bulmuşlardır. Çelik vd. (2003),

Trakya Bölgesi ve yurtdışı üretimli toplam 252 adet ATK örneğinin analizini gerçekleştirdikleri çalışmalarında, HS içeriğini sırasıyla % 24.45 ve % 26.18 olarak belirlemişlerdir. Çalışmaları sonucunda Trakya Bölgesinde üretilen ATK'ların kimyasal kalitesinin ithal edilen ATK'lardan daha iyi düzeyde olduğunu kaydetmişlerdir.

Küspe Normları Tebliği (Anonim, 2004)'ne göre ATK'de olması gereken HS düzeyi en çok % 27 olarak vurgulanmıştır. Diğer yandan Sredanovic vd. (2012), çalışmalarında kullandıkları ATK'larda HS içeriğini % 18, 16 ve 12 olarak bildirmişlerdir. Bu örneklerde düşük HS içeriği küspelerde kabuk oranının azlığı ile ilgilidir. Nitekim Aynı örnekler için HP içeriği sırasıyla % 37, 42 ve 44 olarak belirtilmiştir. Küspedeki kabuk oranı ile HP düzeyi arasında ters orantı bulunduğundan, kabuğu ayrılmamış ayçiçeği küspelerinde HS oranı % 32-38'e kadar çıkabilmekte, HP oranı ise %15'e kadar düşebilmektedir. Diğer yandan kabuğu kısmen ya da tamamen ayrılarak üretilen küspelerde HS içeriği % 12-25'e düşerken, HP düzeyi % 24-44'e kadar çıkabilmektedir (Senkoylu & Dale, 1999; Sevinç, 2020). Senkoylu vd. (2004) ile Senkoylu & Dale (2006), yüksek yağlı ATK'ların broyler civcivlerde ve enzim ilavesiyle ticari yumurtacılarda yürüttükleri iki ayrı çalışmada kullanılan küspenin HS düzeyini yaklaşık % 12, HY içeriğini de yaklaşık % 19 olarak kaydetmiştir.

Bu araştırma bulgularına benzer olarak Oliveira vd. (2014), keçi rasyonlarında kullandıkları ATK'da NDF ve ADF düzeyini sırasıyla % 32.23 ve 26.61 olarak saptamıştır. NRC (2001)'de solvent ekstraksiyon yöntemiyle üretilen ATK'da NDF ve ADF düzeyleri sırasıyla % 40.30 ve % 30.0 olarak bildirilmiştir. INRA (2004) tarafından kabuksuz olarak üretilen ATK'larda NDF ve ADF içeriği sırasıyla % 35.90 ve % 24.70, kabuklu olarak üretilenlerde ise bu değerler % 41.10 ve % 29.30 olarak saptanmıştır. Monçao vd, (2018) kuzu besisinde soya küspesi yerine % 10 düzeyinde ATK ikamesini araştırdıkları çalışmalarında, NDF değerini % 41.49, ADF değerini ise 11.36 olarak belirlemişlerdir. Sırakaya ve Küçük (2019), bir süt sığırı işletmesinde kullanılan 23 adet ATK örneğinde ortalama NDF ve ADF düzeyini sırasıyla % 44.78 ve % 36.85 olarak kaydetmişleridir. Bu sonuçlar ile mevcut araştırma bulguları arasında NDF ve ADF düzeyi bakımından benzerlik bulunmakla birlikte çeşitli araştırma sonuçları arasındaki farklılıklar küspelerin değişen oranlarda kabuklu ya da kabuksuz olarak üretilmelerinden kaynaklanmaktadır. Kabuğu ayrılmamış tohumlardan elde edilen küspelerde NDF ve ADF seviyesi yükselmektedir.

Bu karşılaştırma ve değerlendirmeler altında, Trakya Bölgesinde üretilen ATK'lerinin kabuk içeriğine bağlı olarak HS, NDF ve ADF içerikleri bakımından orta düzeyde olduğu yorumu yapılabilir. Bu niteliğe sahip ATK'lar, ruminantların beslenmesi için uygun yem kaynakları iken kanatlı yemlerinde ise enzim ilavesi ile diğer protein kaynaklarının bir kısmı yerine ikame edilebilir niteliktedir.

Yemlerin yapısında bulunan N'siz ÖM, nişasta ve şeker gibi kolay çözünen karbonhidratlardan oluşmaktadır. Ayçiçeği küspe örneklerinde, hesaplanan N'siz ÖM içeriği ortalama % 29.97 olarak bulunmuştur. INRA (2004)'de kabuklu ATK'de şeker düzeyi 0.00, nişasta düzeyi ise % 5.20 olarak bildirilmiştir.

Bu tez çalışmasında, ülkemizde ayçiçeği küspe üretiminin önemli bir bölümünün gerçekleştirildiği Trakya Bölgesinden temin edilen ATK örneklerinde besin madde analizleri yapılarak kimyasal kalitesi saptanmıştır. Çalışma sonucunda analiz edilen ATK örneklerinde, ortalama KM içeriği % 90.43, HK oranı % 5.74 ve OM bileşimi % 84.69 olarak belirlenmiştir. Bölgede üretilen küspe örneklerinin HP düzeyi % 29.26, HY içeriği ise % 0.62 olarak tespit edilmiştir. ATK örneklerinde HS, NDF ve ADF bileşimleri ise sırasıyla % 24.85, % 37.80, ve % 31.01 olarak bulunmuştur. Numunelere ait N'siz ÖM içeriği ise % 29.97 olarak kaydedilmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular, bölgede üretilen küspelerin besin madde bileşiminin ayçiçeği küspeleri için daha önce bildirilen standart besin madde değerleri içerisinde olduğunu göstermiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular ile bu ürünü değerlendiren işletmeler için bilimsel bir veri kaynağı oluşturulmasına katkı sunulmuştur. Bölgede ayçiçeği tarımının öne çıkması ve buna bağlı olarak gelişen yağ işletmelerinin modern tekniklerle tohumu işlemesi üretilen küspelerde de besin madde miktar ve niteliğini yükseltmektedir. Bölgede olduğu gibi kabuklu olarak üretilen ATK'lar ruminantların beslenmesi için uygun protein kaynakları iken kanatlı beslenmesinde enzim ilavesi ile diğer protein kaynaklarının bir kısmı yerine ikame edilebilir niteliktedir. Bununla birlikte, yemlerin besleyici değerlerinin ortaya konulmasında kimyasal kalitesi kadar sindirilme derecelerinin de belirlenmesi önem taşımaktadır. Bölgede üretilen ATK'larin hayvanlar üzerinde besleyici değerlerinin ortaya konulabilmesi için elde edilen bu sonuçların *in vivo* ve *in vitro* ileri düzeyde sindirim çalışmaları ile desteklenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

Akay, M. (2019). Tarım Ürünleri Piyasaları Ayçiçeği. 27 Mart 2020 tarihinde https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF Tarim Urunleri Piyasalar Ocak-2019 Raporu adresinden erişildi.

Alagawany, M., Farag, M. R., Abd El-Hack, M. E., & Dhama, K. (2015). The practical application of sunflower meal in poultry nutrition. *Advances Animal Veterinary Sciences, 3(12),* 634-648.

Alves, F. J. L., Ferreira, M. D. A., Urbano, S. A., Andrade, R. D. P. X. D., Silva, Á. E. M. D., Siqueira, M. C. B. D., Oliveira, J. P. F. D. & Silva, J. D. L. (2016). Performance of lambs fed alternative protein sources to soybean meal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *45*, 145-150.

Anonim, (2004). 6/5/2004 tarihli ve 25454 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Küspe Normları (Tebliğ No: 2004/17). 30 Nisan 2020 tarihinde https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2004/05/20040506.htm adresinden erişildi. (30/04/2014 Tarihinde Yayından Kaldırılmıştır.)

Anonim, (2015). Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği. Bitkisel Ham Yağ Üretimi. 19 Ağustos 2021 tarihinde, https://www.tobb.org.tr/SanayiMudurlugu/Documents/KapasiteKriterleri/Bitkisel Ham Yağlar adresinden erişildi.

Anonim, (2017a). 21/01/2017 tarihli ve 29955 sayılı Resmi Gazate'de yayınlanan Yemlerin Resmi Kontrolü İçin Numune Alma ve Analiz Metodlarına Dair Yönetmelik. 2 Kasım 2020 tarihinde https://www.resmigazete.gov.tr adresinden erişildi.

Anonim, (2017b). Torunoğlu Tohumculuk Yem Hammadde Enerji Değerleri. 28 Mart 2020 tarihinde https://www.yembitkileri.gen.tr/blog/yem-hammadde-enerji-degerleri adresinden erişildi.

Anonim, (2019). Ülkelere göre ayçiçeği üretimi. Erişim: https://www.atlasbig.com/images/tr/ulkelerin-aycicegi-uretimi.png Erişim Tarihi: 9/10/2021.

Anonim, (2020). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Bitkisel Yağ Üretimi. 17 Ağustos 2021 tarihinde https://webdosya.csb.gov.tr/db/sanayihavarehberi/icerikler/bitkiselyağ üretimi adresinden erişildi.

Anonim, (2021a). Hayvansal Gıdalar. 16 Ocak 2021 tarihinde http://gidavet.com/ adresinden erişildi.

Anonim, (2021b). Trakya Birlik. 20 Ağustos 2021 tarihinde https://www.trakyabirlik.com.tr/tr/ adresinden erişildi.

Anonim, (2021c). Contınue Sistem. 10 Aralık 2021 tarihinde https://www.arismakine.com.tr/bitkisel-yag-fabrikalari.html adresinden erişim sağlandı.

AOAC, (1998). Official Methods of Analysis. 16th ed.. 4th revision. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC: USA.

Araújo, W. A. G., Albino, L. F. T., Rostagno, H. S., Pessoa, G. B. S., Cruz, S. C. S., Lelis, G. R., Carneiro, P. R. O. & Vieira, R. A. (2015). Sunflower meal and supplementation of an enzyme complex in layer diets. *Brazilian Journal of Poultry Science, 17,* 363-370.

Arıoğlu, H. H. (2007). *Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı.* Adana: Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 220.

Arıoğlu, H. H. (2014). *Yağ Bitkileri Yetiştirme Ve Islahı Ders Kitabı.* Adana: Ders Kitapları Yayın No:A-70, s.: 204.

Bektaş, İ., Tutuş, A. & Uğur, C. (2021). Ayçiçeği sapı ile odun karışımından üretilen yonga levhaların bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. *Kahramanmaras Sutcu Imam Unıversity Journal of Engineering Sciences, 1,* 24-33. 12 Haziran 2021 tarihinde http://jes.ksu.edu.tr/en/download/article-file/1311057 adresinden erişildi.

Bonos, E., Christaki, E. & Florou-Paneri, P. (2011). The sunflower oil and the sunflower meal in animal nutrition. *Journal Of The Hellenıc Veterınary Medıcal Socıety. 62(1),* 58-70.

Brenes, A., Centeno, C., Viveros, A. & Arija, I. (2008). Effect Of Enzyme Addition on The Nutritive Value of High Oleic Acid Sunflower Seeds in Chicken Diets. *Poultry Science, 87,* 2300–2310.

Bu, D. P., Wang, J. Q., Dhiman, T. R. & Liu, S. J. (2007). Effectiveness of Oils Rich in Linoleic and Linolenic Acids to Enhance Conjugated Linoleic Acid in Milk from Dairy Cows. *Journal of Dairy Science, 90,* 998-1007.

Bulbul, T. , Bulbul, A. , Ulutas, E. , Ozdemır, V. & Rahman, A. (2015). Bıldırcın Rasyonlarında Aspir ve Ayçiçeği Küspelerinin Birlikte Kullanımının Performans ve Yumurta Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi, 3(1),* 16-25.

Casper, D. P., Schingoethe, D. J., Middaugh, R. P. & Baer, R. J. (1988). Lactational Responses of Dairy Cows to Diets Containing Regular and High Oleic Acid Sunflower Seeds. *Journal of Dairy Science, 71(5),* 1267–1274.

Ceylan, M. E. (2012). Farklı Seviyelerde Ayçiçeği Tohumu Küspesi İçeren Yumurta Tavuğu Rasyonlarına Enzim İlavesinin Performans ve Yumurta Kalitesine Etkisi. Selçuk Üniversitesi Dijital Arşiv Sistemi (Yüksek Lisans Tezi). 18 Aralık 2020 tarihinde http://hdl.handle.net/123456789/1247 adresinden erişildi.

Çalıyurt, K. T. (2008). Ayçiçeği Yağı Sanayi İşletmelerinde Üretim Süreci ve Yan Ürün Maliyetlerinin Hesaplanması. *Muhasebe ve Finansman Dergisi, 39,* 84-91.

Çelik, K., Ersoy İ. E. & Ertürk M. M. (2003). Farklı Yem Fabrikalarından Örneklenen Karma Yem ve Yem Hammaddelerinde Bazı Kalite Ögelerinin Kantitatif Araştırılması. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(2),* 161-168.

De Morais Oliveira, V. R., De Arruda, A. M. V., Silva, L. N. S., de Souza, J. B. F., de Queiroz, J. P. A. F., da Silva Melo, A. & Holanda, J. S. (2016). Sunflower meal as a nutritional and economically viable substitute for soybean meal in diets for free-range laying hens. *Animal Feed Science and Technology, 220*, 103–108.

Demirci, M., Pehlivanoğlu, H., Çağlar, M. Y. & Çakır, B. (2015). Patlatmalı Ekstraksiyon Sistemi İle Çalışan Bir Yağ İşletmesinden Elde Edilen Ham Yağların %Ffa Ve % Tortu Değerlerinin Belirlenmesi. *YABİTED 2. Bitkisel Yağ Kongresi. Tekirdağ, Turkey.*

Dıtta, Y. A. & Kıng, A. J. (2017). Recent advances in sunflower seed meal as an alternate source of protein in broilers. *World's Poultry Science Journal, 73(03),* 527–542.

Dumlu, B. & Bölükbaşı Aktaş, Ş. C. (2019). Effect Of Solıd State Fermentatıon Wıth Whey On Nutrıent Composıtıon Of Pomegranate Peel Supplemented Sunflower Meal. *11. International Animal Science Conference,* Nevşehir, Turkey. s.:3.

Efe, F. T. & Alma, M. H. (2014) Investigating Some Physical Properties of Composite Board, Produced from Sunflower Stalks, Designed Horizontally. *Ekoloji, 90,* 40-48. DOİ: https://doi.org/10.5053/ekoloji.2014.905.

Erdogan, Z. & Canoğulları, S. (2016). Factors Affecting The Nutrient Composition Of Sunflower Meal. 19th International Sunflower Conference. 29 May – 3 June, 2016 Edirne, Turkey.

Ergün, A., Tuncer, Ş. D, Çolpan, İ., Yalçın, S., Yıldız, G., Küçükersan, M. K., Küçükersan, S., Şehu, A. & Saçaklı, P. (2007). *Yemler Yem Hijyeni ve Teknolojisi.* Ankara: Ankara Üniversitesi.

Erzin, N. (2018). Türkiye bitkisel yağ üretim sorunları ve çözüm önerileri. (Yüksek Lisans Tezi.) 10 Temmuz 2021 tarihinde https://hdl.handle.net/11413/5303 adresinden erişildi.

FAO, (2018) FAOSTAT-New Food Balances. Food Supply Quantity 2018. 6 Nisan 2021 tarihinde http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS adresinden erişildi.

FAO, (2019) FAOSTAT-Sunflower Seed Production Qantity. 18 Şubat 2021 tarihinde http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC adresinden erişildi.

Garces, R., Martinez-Force, E., Salas, J. J. & Venegas-Caleron, M. (2009). Current advences in sunflower oil and its applications. *Lipid Technology, 21(4),* 79-82.

Geneau-Sbartaï, C., Leyris, J., Silvestre, F. & Rigal, L. (2008). Sunflower Cake As a Natural Composite: Composition and Plastic Properties. *Journal of Agricalture and Food Chemistry 56*, 11198–11208.

Gül, V., Öztürk, E. & Polat, T. (2016). Günümüz Türkiye'sinde Bitkisel Yağ Açığını Kapatmada Ayçiçeğinin Önemi/The İmportance of Sunflower to Overcome Deficiency of Vegetable Oil in Turkey. *Alinteri Journal of Agriculture Science, 30 (1) ,* 70-76.

Gültepe, E. E. & Bayram, İ. (2019). Bitkisel ve endüstriyel atıkların ruminant beslemede etkin kullanımının hayvan verimi üzerine etkileri. *Türkiye Klinikleri*, *1,* 14-21.

Halıcı, F. (2013). Önişlem görmüş ayçiçeği ve tütün saplarından enzimatik yöntemle ksiloz üretimi. (Yüksek Lisans Tezi.) 12 Haziran 2021 tarihinde http://earsiv.gop.edu.tr

Haro, A. N., Carro, M. D., De Evan, T. & González, J. (2020). Influence of feeding sunflower seed and meal protected against ruminal fermentation on ruminal fermentation, bacterial composition and in situ degradability in sheep. *Archives of animal nutrition, 74(5),* 380-396

Hassaan, M. S., Soltan, M. A., Mohammady, E. Y., Elashry, M. A., El-Haroun, E. R., & Davies, S. J. (2018). Growth and physiological responses of Nile tilapia, Oreochromis niloticus fed dietary fermented sunflower meal inoculated with Saccharomyces cerevisiae and Bacillus subtilis. Aquaculture, 495, 592–601.

Heiser, C. B., Smith, D. M., Clevenger, S. B., & Martin, W. C. (1969). The North Amerıcan Sunflowers (Helıanthus). *Memoirs of the Torrey Botanical Club, 22(3),* 1–218. 8 Ekim 2021 tarihinde http://www.jstor.org/stable/43390641 adresinden erişildi.

İşler, N. (2021). Ayçiçeği [ppt]. 23 Ekim 2021 tarihinde https://docplayer.biz.tr/105382790-Aycicegi-prof-dr-necmi-isler-m-k-u-ziraat-fakultesi-tarla-bitkileri-bolumu.html adresinden erişildi.

İtavo, L. C. V., Soares, C. M., İtavo, C. C. B. F., Dias, A. M., Petit, H. V., Leal, E. S., & de Souza, A. D. V. (2015). Calorimetry, chemical composition and in vitro digestibility of oilseeds. *Food Chemistry, 185,* 219–225.

Kara, O. (2009). Konjuge Linoleik Asit Metabolizması ve Sağlık Üzerine Etkileri. (Yüksek Lisans Tezi). 10 Nisan 2020 tarihinde http://hdl.handle.net/20.500.11776/429 adresinden erişildi.

Karakuş, M. Ü. (2014). Ankara 12. Uluslararası Yem Kongresi Açılış Konuşması. *Türkiye Yem Sanayicileri Birliği Dergisi, 70,* 29-40.

Karayağız, İ. & Bülbül, T. (2015). Yumurtacı Bıldırcın Rasyonlarında Kanola ve Ayçiçeği Küspelerinin Birlikte Kullanılmasının Performans ve Bazı Yumurta Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. *Kocatepe Veterinary Journal 8(1),* 57-64.

Karaca, E. &, Aytaç, S. (2007). Yağ Bitkilerinde Yağ Asitleri Kompozisyonu Üzerine Etki Eden Faktörler. *Journal of Facultyof Agriculture On Dokuz Mayıs Üniversitesi, 22(1),* 123-131.

Kaya, Y., Evci, G., Kaya, V. & Üstün Kaya, M. (2007). Oleik Tip Ayçiçak Tarımı ve Gelecekteki Yönü. *1.Ulusal Yağlı Tohumlu Bitkiler ve Biyodizel Sempozyumu, 28-31 Mayıs 2007,* Samsun, Türkiye, 134-140.

Kaya, Y. (2016). Ülkemizde Ayçiçeği Durumu ve Gelecekteki Yönü. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25(2),* 322-327

Kaya, Y. (2018). Ayçiçeği Tarımı. Trakya Tarımsal Araştıma Enstitü Müdürlüğü. 12 Nisan 2019 tarihinde https://arastirma.tarimorman.gov.tr adresinden erişildi.

Kaya, Y. (2021). Ayçiçeği kabuğunun besin madde kapsamı. 10 Ekim 2021 tarihinde https://arastirma.tarimorman.gov.tr adresinden erişildi.

Kellems, O. R. & Church, D.C. (1998). *Livestock Feeds and Feeding.* Fourth Edition. Prentice-Hall, Inc. New Jersey, USA.

Kıllı, F. & Beycioğlu, T. (2019). Türkiye'de ve Dünyada Yağlı Tohum ve Ham Yağ Üretim Durumu Türkiye Yağlı Tohum Üretimine İlişkin Önemli Sorunlar. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi, 1,* 17-33.

Kırkpınar, F. & Basmacıoğlu, H. (2001). Use of sunflower meal with enzyme mixture substituted for soybean meal in broiler diets. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, *25*(6), 905-912.

Kırkpınar, F. & Açıkgöz Z. (2003). Kanatlı Hayvanlarda Nişasta Olmayan Polisakkaritlerin Sindirim Sistemi Mikroflorası Üzerine Etkileri. *Hayvansal Üretim, 44(2),* 20-28.

Khusid, S. B., Gneush, A. N. & Nesterenko, E. E. (2015). Sunflower Husks As A Source Of Functıonal Feed Addıtıves. *Kuban State Agrarian University Krasnodar Scientific Research Institute of Veterinary 107(03),* 142-155.

Koçer, B., Bozkurt, M., Ege, G. & Tüzün, A. E. (2021). Effects of Sunflower Meal Supplementation in the Diet on Productive Performance, Egg Quality and Gastrointestinal Tract Traits of Laying Hens. *British Poultry Science, 62(1),* 101–109.

Kolsarıcı, Ö., Bayraktar, N., İşler, N., Mert M. & Arslan B. (1995). Yağlı Tohumlu bitkilerin üretim projeksiyonları ve üretim hedefleri. *IV. Teknik tarım kongresi bildiri kitabı*, *1,* 467-483.

Kubaş, A. (2012). Trakya Bölgesinde Sınai Yapı ve Sanayileşme. Türkiye Ekonomi Kurumu (TEK). 10 Temmuz 2021 tarihinde http://www.tek.org.tr/files/disc/dt159.pdf adresinden erişildi.

Kurt & Yamankaradeniz, (1980). Türkiye'de Bitkisel Yağ Üretiminde Ayçiçeğinin Yeri ve Önemi. 11 Temmuz 2021 tarihinde https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/34994. adresinden erişildi.

Kutlu, H. R. & Çelik, L. (2014). *Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi.* Adana: Çukurova Üniversitesi Yayınları.

Kutlu, H. R. & Özen N. (2009). Hayvan Beslemede Son Gelişmeler. *VI. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi.* 8 Aralık 2020 tarihinde https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/unalk/110368/--Hayvan_Beslemede_Son_Gelimeler--HBDernei.pdf adresinden erişildi.

Lardy, G. P. & Anderson, V. (2002). Canola And Sunflower Meal İn Beef Cattle Diets. *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 18(2)*, 27-38.

Laudadio, V., Ceci, E., Nahashon, S. N., Introna, M., Lastella, N. M. B. & Tufarelli, V. (2014). Influence of Substituting Dietary Soybean for Air-Classified Sunflower (*Helianthus Annuus L*.) Meal on Egg Production and Steroid Hormones in Early-Phase Laying Hens. *Reproduction in Domestical Animals, 49(1),* 158-63.

Liu, J. D., Li, Q. Y., Zeng, Z. K., Li, P., Xu, X., Wang, H. L., Zhang, S. & Piao, X. S. (2015). Determination and prediction of the amino acid digestibility of sunflower seed meals in growing pigs. Asian Australas. *Journal of Animal Sciences, 28(1),* 86-94. http://dx.doi. org/10.5713/ajas.14.0109

Lomascolo, A., Uzan-Boukhris, E., Sigoillot, J. C. & Fine, F. (2012). Rapeseed and sunflower meal: a review on biotechnology status and challenges. *Applied Microbiology and Biotechnology, 95,* 1105–1114.

Monçao, F. P., De Oliveira, E. R., De Araújo Gabriel, A. M., Gandra, J. R., Araki, H. M. C., De Almeida Nascimento, F., Rodrigues, G. C. G. & Pereira, T. L. (2018). Economic feasibility of producing feedlot lambs fed on sunflower cake. *Iranian Journal of Applied Animal Science, 8(4),* 629-634.

Morrison, W. H. (1981). Sunflower Lecithin. *Journal of the American Oil Chemists' Society, 58 (10), 902–903.* doi:10.1007/bf02659655

Moura, E. D. S., Silva, L., Peixoto, E. L. T., Bumbieris Junior, V. H., Ribeiro, E. D. A., Mizubuti, I. Y., & Fortaleza, A. D. S. (2015). Sunflower cake in diets for lambs: intake, digestibility, nitrogen balance and rumen parameters. *Semina: Ciências Agrárias (Londrina), 36(3 Suppl. 1),* 2247-2258.

Murray I. & Hall P. A. (1983). Animal Feed Evaluation by Use of Near-İnfrared Reflectance (NIR) Spectrocomputer. *Analytical Proceedings, 20,* 75-79.

Nassiri Moghaddam, H., Salari, S., Arshami, J., Golian, A. & Maleki, M. (2012). Evaluation of the nutritional value of sunflower meal and its effect on performance, digestive enzyme activity, organ weight, and histological alterations of the intestinal villi of broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research, 21(2),* 293–304. http://dx.doi.org/10.3382/japr.2011-00396

Nedelkov, K. V. (2019a). In situ Evaluation of Ruminal Degradability and Intestinal Digestibility of Sunflower Meal Compared to Soybean Meal. *Iranian Journal of Applied Animal Science, 9(3),* 395-400.

Nedelkov, K. V., Hristov, A. N. & Todorov, N. A. (2019b). Variability in rumen degradability and intestinal digestibility of sunfl ower meals protein. *Bulgarian Journal of Agricultural Science, 25(2),* 370–374.

National Research Council. (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle: 2001*. Washington, DC: The National Academies Press.

NSA, (2020). (National Sunflower Association) Meal/Whole Seed Feeding. Sunflower as a feed. 27 Aralık 2020 tarihinde https://www.sunflowernsa.com/wholeseed/sunflower-as-a-feed/ adresinden erişildi.

Ortiz, L.T., C. Alzueta, A. Rebole, M. L. Rodriguez, I. Arija, & A. Brenes. (2006). Effect of dietary high-oleic acid and conventional sunflower seeds and their refined oils on fatty acid composition of adipose tissue and meat in broiler chickens. *Journal of Animal and Feed Science, 15(1),* 83-95.

Oliveira, R. L., Palmieri, A. D., Carvalho, S. T., Leao, A. D., Abreu, C. L., Ribeiro, C. V. M. D., Pereira, E. S., Carvalho, G. G. P. & Bezerra, L. R. (2014). Commercial cuts and chemical and sensory attributes of meat from crossbred Boer goats fed sunflower cake-based diets. *Animal Science Journal, 86,* 557-562.

Öztürk, F. (2018). Ekim Zamanının Bazı Ayçiçeği (Helianthus annuus L.) Genotiplerinde Yağ Kalitesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology 8(4),* 337-349.

Park, C. S., Marx, G. D., Moon, Y. S., Wiesenborn, D., Chang, K. C., & Hofman, V. L. (1997). Alternative uses of sunflower. *Sunflower technology and production*, *35*, 765-807.

Pekcan, V. & Erdem, T. (2005). Edirne koşullarında destekleme sulamanın ayçiçeğinin su kullanımı ve verimine etkileri. *Trakya Universty Journal of Natural Sciences. 6,*59-66.

Pierce, R. M. (1970). Sunflower processing technique. *Journal of the American Oil Chemists Society, 47(7),* 248A–251A.

Ramachandran, S., Singh, S. K., Larroche, C., Soccol, C. R., & Pandey, A. (2007). Oil cakes and their biotechnological applications – A review. *Bioresource Technology, 98(10),* 2000–2009.

Richard, R. P. (1986). High Oleic Sunflower: Physical and Chemical Characteristics. *Journal of American Oil Chemists Society 63(8),* 1062-1066.

Sauvant, D., Perez, J. M., & Tran, G. (Eds.). (2004). INRA. Tables of composition and nutritional value of feed materials: pigs, poultry, cattle, sheep, goats, rabbits, horses and fish. Wageningen Academic Publishers.

Schneiter, A. A. (Ed.) (1997). Sunflower Technology and Production. USA: Wisconsin.

Senkoylu, N. & Dale, N. (1999). Sunflower Meal in poultry diets; a review. *World's Poultry Science Journal. 55(2),* 153-174.

Senkoylu, N., Akyurek, H., & Samli, H. E. (2004). The possibilities of using high oil-sunflower meal and enzyme mixture in layer diets. Pakistan Journal of Nutrition, 3(5), 285-289.

Senkoylu, N. & Dale, N. (2006). Nutritional Evaluation of a High-Oil Sunflower Meal in Broiler Starter Diets. *The Journal of Applied Poultry Research, 15(1),* 40–47.

Sevinç, Ç. (2020). Ayçiçeği Küspesi. *Feed Planet.* 10 Ekim 2021 tarihinde https://feedplanetmagazine.com/aycicegi-tohumu-kuspesi/ adresinden erişildi.

Sırakaya, S. & Küçük, O. (2019). Teoride Hazırlanan Rasyonların Pratik Uygulamadaki Varyasyonlarının Altı Sigma Metodolojisi İle Araştırılması; 2-TMR Rasyonlarında Kullanılan Yem Hammaddelerindeki Besin Madde Değişkenliklerin Bir Süt Sığırı Çiftliği Örneğinde İncelenmesi. *Journal Of Healty Sciences, 28 (3),* 142-147.

Silva, N. C. da, Gaspar, R. C., Chaves, A. S., Geraseev, L. C., Athayde, A. L. M., & Crocomo, L. F. (2019). Morphometric measurements of sheep fed with increasing levels of sunflower meal. *Acta Scientiarum. Animal Sciences, 41 (1),* 42891.

Smith, A. A., Dumas, A., Yossa, R., Overturf, K. E., & Bureau, D. P. (2018). Effects of soybean meal and high-protein sunflower meal on growth performance, feed utilization, gut health and gene expression in Arctic charr (Salvelinus alpinus) at the grow-out stage. *Aquaculture Nutrition,* 1-13.

SPSS, (2017). SPSS for Windows. Base System User's Guide, Release 25.0, PSS Inc. Chicago, USA, 2017.

Sredanović, S., Lević, J., & Đuragić, O. (2011). Upgrade Of Sunflower Meal Processıng Technology/Adelanto Del Procredımento Tecnológıcode Acabado De La Harına De Aceıte De Semılla De Gırasol/Promotıon Du Procédé Technologıque De Fabrıcatıon Du Tourteau De Tournesol. Helia, 34 (54), 139-146.

Sredanovic, S. A., Levića, J. D., Jovanovic, R. D. & Đuragić, O. M. (2012). The nutritive value of poultry diets containing sunflower meal supplemented by enzymes. *Apteff, 43,* 79-91. doi: 10.2298/APT1243079S.

Şatana, A. (2013). Türkiye ve Trakya'da Bitkisel Yağ Üretimi. *Marmara Coğrafya Dergisi, 5,* 201-224.

Osman, N. S., Khamil, I. A. M., & Sapawe, N. (2019a). Proximate Analysis of Animal Feed Pellet Formulated from Sunflower Shell Waste. *Materials Today: Proceedings*. 1796–1802.

Osman, N. S., Khamil, I. A. M., & Sapawe, N. (2019b). Customer Satisfaction Survey on Sunflower Shell Waste Animal Feed Pellet. *Materials Today: Proceedings.* 1803–1809.

TÜİK, (2019a). Türkiye İstatistik Kurumu Ayçiçeği Yağlı Tohumundan Elde Edilen Küspe ve Katı Atıklar Verileri. 18 Nisan 2020 tarihinde https://iz.tuik.gov.tr/ adresinden erişildi.

TÜİK, (2019b). Türkiye Sanayi Ürün İstatistikleri Yağ Sanayi Yan Ürün Küspe Üretim Miktarları. 28 Aralık 2020 tarihinde https://biruni.tuik.gov.tr/ adresinden erişildi.

TÜİK, (2019c). Türkiye Sanayi Ürün İstatistikleri Yıl Bazında Toplam Küspe ve Diğer Katı Atıkları Üretim İstatistikleri. 28 Aralık 2020 tarihinde https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr adresinden erişildi.

TÜİK, (2019d). Türkiye Sanayi Üretim Endeksleri İstatistikleri (2015=100). 30 Aralık 2020 tarihinde https://biruni.tuik.gov.tr/ adresinden erişildi.

TÜİK, (2019e). Türkiye Tür ve Irklarına Göre Yıl Bazında Büyükbaş ve Küçükbaş Hayvan Varlığı. 30 Aralık 2020 tarihinde https://data.tuik.gov.tr/ adresinden erişildi.

TÜİK, (2019f). Türkiye Hayvancılık Veritabanları Yıl Bazında Kanatlı-Kümes Hayvanları Varlığı. 29 Aralık 2020 tarihinde https://biruni.tuik.gov.tr/ adresinden erişildi.

TÜİK, (2020). Bitkisel Üretim İstatistikleri, "Yağlı Tohumlar". 4 Haziran 2021 tarihinde https://data.tuik.gov.tr/ adresinden erişildi.

TÜİK, (2021). HS8'e göre dış ticaret. Ayçiçeği tohumu yağının ekstraksiyonundan (özütleme) arta kalan küspe ve diğer katı atıklar (kg). 12 Ekim 2021 tarihinde https://iz.tuik.gov.tr/ adresinden erişildi.

Tüzün, A. E., Olgun, O., Yıldız, A. Ö. & Şentürk, E. T. (2020). Effect of Different Dietary Inclusion Levels of Sunflower Meal and Multi-Enzyme Supplementation on Performance, Meat Yield, Ileum Histomorphology, and Pancreatic Enzyme Activities in Growing Quails. *Animals, 10,* 680.

Uhri, A. (2016). Ayçiçeği ve Yağının Kültür Tarihi. *Apelasyon 35.* 1 Nisan 2020 tarihinde http://apelasyon.com/Yazi/531-aycicegi-ve-yaginin-kultur-tarihi adresinden erişildi.

Van Soest, P. J., Robertson, J. B. & Lewıs, B. A. (1982). Method for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nostarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal Of Dairy Science, 74 (10),* 3583-3597 metodundan modifiye edilmiştir.

Waldroup, P. W., Hillard, C. M., & Mitchell, R. J. (1970). Sunflower meal as a protein supplement for broiler diets. *Feedstuffs*, *42 (43),* 41.

Zhang, Y. & Parsons, C. M. (1994). Effects of Overprocessing on the Nutritional Quality of Sunflower Meal. *Poultry Science, 73(3),* 436–442.

ÖZGEÇMİŞ

Tugay Kocabaş, 1994 yılında Kırklareli/Lüleburgaz'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimi aynı ilde tamamladı. 2012 yılında kazandığı Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nden 2016 yılında Ziraat Mühendisi ünvanıyla mezun oldu. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji ve Genetik Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrencisi olarak Akademik eğitimine devam etmektedir.