

**YEMLERDE KULLANILAN BAZI YAĞLI  
TOHUMLARIN MİKRODALGA İLE  
İŞLENMESİNİN BESİN MADDE KOMPOZİSYONU  
VE IN VITRO ORGANİK MADDE  
SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Vasfiye GÜR NALBANT  
Yüksek Lisans Tezi  
Zootekni Anabilim Dalı  
Danışman : Doç. Dr. H. Ersin ŞAMLI**

**2010**

**T.C.**  
**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**YEMLERDE KULLANILAN BAZI YAĞLI TOHUMLARIN  
MİKRODALGA İLE İŞLENMESİNİN BESİN MADDE  
KOMPOZİSYONU VE *IN VITRO* ORGANİK MADDE  
SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Vasfiye GÜR NALBANT**

**DANIŞMAN: Doç. Dr. H. Ersin ŞAMLI**

**TEKİRDAĞ-2010**

**Her hakkı saklıdır**

Doç. Dr. H. Ersin ŞAMLI danışmanlığında, Vasfiye Gür NALBANT tarafından hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Zootekni Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Doç. Dr. H. Ersin ŞAMLI (Danışman) *İmza :*  
Üye : Yrd. Doç. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN *İmza :*  
Üye : Yrd. Doç. Dr. Murat TAŞAN *İmza :*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun .../.../2010 tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Fatih KONUKCU  
**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### YEMLERDE KULLANILAN BAZI YAĞLI TOHUMLARIN MİKRODALGA İLE İŞLENMESİNİN BESİN MADDE KOMPOZİSYONU VE *IN VITRO* ORGANİK MADDE SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Vasfiye Gür NALBANT

Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Zootekni Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. H. Ersin ŞAMLI

Bu çalışmada ayçiçeği, soya ve kanola gibi yağlı tohumların mikro dalga ile farklı süre ve güç seviyelerinde işlenmesinin besin madde içeriği, *in vitro* organik madde sindirilebilirliği ve renk değeri üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmada kullanılan her bir yağlı tohum örneği, 540 W / 2,5 dk – 540 W / 5 dk – 900 W / 2,5 dk ve 900 W / 5 dk' lık işlemlerle muamele edilmiş ve sonuçlar incelenmiştir. Çalışma 2x2 faktöriyel deneme planına göre yürütülmüştür. Yem maddelerinin besin madde içeriklerinin tespitinde Weende Analiz Yöntemleri ve sonuçların değerlendirilmesinde Duncan Çoklu Karşılaştırma yöntemi uygulanmıştır. Yağlı tohum örneklerinin *in vitro* ortamda organik madde sindirilme düzeyleri, Enzimatik Yöntem (Sellüloz Yöntemi) ile tespit edilmiştir. Renk analizlerinde Hunter Lab D25LT renk ölçüm cihazı ve renk sakalası kullanılmıştır. Araştırma sonucunda tüm numunelerde muamelelerin değişen oranlarda parametreler üzerine etkili olduğu gözlenmiştir. Tüm yağlı tohum örneklerinde mikrodalga güç seviyesi ve işlem süresinin artmasıyla kuru madde ve ham yağ değerlerinin arttığı saptanmıştır (P<0,05). Ham kül miktarında da değişen oranlarda artış görülmüştür (P<0,05). Muameleler sonucunda ayçiçeği ve özellikle soyada ham protein değerinde artış gözlenmiştir (P<0,05), kanolada bu değerin değişmediği görülmüştür (P>0,05). Ham sellüloz değeri, ayçiçeği ve soyada değişmezken (P>0,05), kanolada belirgin şekilde arttığı gözlenmiştir (P<0,05). Güç seviyesi ve işlem süresi arttıkça organik madde sindirilebilirliğinde sayısal olarak, düşük oranda azalma saptanmıştır. Denemede kullanılan yağlı tohum örneklerinin tamamında güç seviyesi ve süre artışına bağlı olarak parlaklığı simgeleyen “L” değeri ile sarı rengin göstergesi olan “b” değerinin azaldığı gözlenmiştir (P<0,05). “a” değerinde gözlenen artış yeşil renk kaybını ve kırmızılığın arttığını göstermiştir (P<0,05). Denemede aynı zamanda muamele edilen numunelerin stereomikroskopla fotoğrafları çekilmiş ve elde edilen görüntülerin renk analizleri ile birebir paralellik gösterdiği, güç seviyesi ve işlem süresine bağlı olarak numunelerin renginin koyulaştığı ve parlaklığın giderek azaldığı saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Mikrodalga, yağlı tohumlar, besin madde içeriği, organik madde sindirilme düzeyi.

2010, 53 sayfa

## ABSTRACT

MSc. Thesis

### EFFECTS OF MICROWAVE FOOD PROCESSING ON SOME OIL SEEDS' NUTRIENT CONTENTS AND *IN VITRO* DIGESTIBILITY OF ORGANIC MATERIALS

Vasfiye Gür NALBANT

Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Main Science Division of Animal Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. H. Ersin ŞAMLI

In this study, effects of different time and power level of microwave food processing techniques on sunflower, soybean and canola oil seeds' nutrient contents, *in vitro* digestibility of organic materials and color value were investigated. The study was randomized in a 2x2 factorial design and each feedstuffs used in the study; 540 W / 2,5 min – 540 W / 5 min – 900 W / 2,5 min and 900 W / 5 min treated in microwave and data were collected and examined. The nutrient contents of feedstuffs were analyzed according to Weende Analysis Methods and analyses of data within the experiment were partitioned by Duncan's multiple range test. *In vitro* digestibility of organic materials of feedstuffs' have been identified by enzymatic method (Cellulase Method). Hunter Lab D25LT color measurement device and color scale were used for color analysis. According to our research results, treatments were affected all feedstuffs in varying proportions. Increased microwave power levels and process durations were positively affected Dry Matter (%) and Ether Extract (%) ( $P < 0.05$ ). Also, Ash (%) values were increased in different proportions ( $P < 0.05$ ). As a result of treatments, especially Crude Protein (%) values of sunflower and soybean were increased, but this value was not changed in canola ( $P > 0.05$ ). However, Crude Fiber (%) of canola were significantly increased ( $P < 0.05$ ), sunflower and soybean's crude fiber values weren't changed ( $P > 0.05$ ). At higher power levels and processing times, organic material digestibilities were decreased numerically. Lightness ( $L^*$ ) and yellowness ( $b^*$ ) of the feedstuffs used in the experiment were significantly lower, depending on increase in power levels and durations ( $P < 0,05$ ). However, redness ( $a^*$ ) values were significantly higher ( $P < 0,05$ ). Also, photos of the feedstuffs' samples were taken under a stereo microscope and the images were shown similar results with the color analysis. Depending on power levels and processing times, samples' color values were getting darker and less lighter.

**Key Words :** Microwave, oil seeds, nutrient content, digestibility of organic materials

2010, 53 pages

<b>ÖZET</b>	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR DİZİNİ	iv
RESİMLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
<b>1. GİRİŞ</b>	1
<b>2.KAYNAK ÖZETLERİ</b>	3
2.1. Hayvan Yemlerinde Yağların Kullanılması ve Önemi	3
2.2. Yemlerde Kullanılan Bazı Yağlı Tohumlar ve Özellikleri	4
2.2.1. Ayçiçeği ( <i>Helianthus annuus</i> )	8
2.2.2. Soya ( <i>Glycine max</i> )	10
2.2.3. Kanola ( <i>Brassica napus oleifera</i> )	11
2.3. Küspeler	13
2.3.1. Ayçiçeği Tohumu Küspesi (ATK)	14
2.3.2. Soya Fasulyesi Küspesi (SFK)	14
2.3.3. Kanola Tohumu Küspesi (KTK)	14
2.4. Yem Maddelerine Isıl İşlem Uygulanmasının Sebepleri	15
2.5. Yem Maddelerine Uygulanan Isıl İşlemler	18
2.6. Mikrodalga İle Isıl İşlem	19
2.6.1. Neden Mikrodalga?	19
2.6.2. Mikrodalga Fırınlr ve Özellikleri	22
<b>3. MATERYAL VE METOD</b>	24
3.1. Yem Materyali	24
3.2. Metot	24
3.2.1. Deneme Gruplarının Oluşturulması	24
3.2.2. Öğütme	25
3.2.3. Mikrodalga İşlemi	25
3.2.4. Besin Madde İçeriğinin Tespiti	25
3.2.5. <i>İn vitro</i> Ortamda Organik Madde Sindirilebilirlik Derecelerinin Belirlenmesi	26
3.2.5.1. Enzimatik Yöntem (Sellülaz Yöntemi)	26
3.2.6. Renk Değerinin Ölçülmesi	27
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA</b>	29
4.1. Ayçiçeği Deneme Bulguları	29
4.1.1. Deneme Muamelelerinin Ayçiçeğinin Besin Madde Kapsamına Etkileri	29
4.1.2. Deneme Muamelelerinin Ayçiçeğinin Organik Madde Sindirilme Derecesine Etkileri	30
4.1.3. Deneme Muamelelerinin Ayçiçeğinin Renk Ölçüm Değerlerine Etkileri	30
4.2. Soya Deneme Bulguları	35
4.2.1. Deneme Muamelelerinin Soyanın Besin Madde Kapsamına Etkileri	35
4.2.2. Deneme Muamelelerinin Soyanın Organik Madde Sindirilme Derecesine Etkileri	36
4.2.3. Deneme Muamelelerinin Soyanın Renk Ölçüm Değerlerine Etkileri	36
4.3. Kanola Deneme Bulguları	41
4.3.1. Deneme Muamelelerinin Kanolanın Besin Madde Kapsamına Etkileri	41
4.3.2. Deneme Muamelelerinin Kanolanın Organik Madde Sindirilme Derecesine Etkileri	42
4.3.3. Deneme Muamelelerinin Kanolanın Renk Ölçüm Değerlerine Etkileri	42
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	42
<b>6. KAYNAKLAR</b>	47
<b>TEŞEKKÜR</b>	49
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	52
	53

## KISALTMALAR VE SEMBOLLER DİZİNİ

ATK	: Ayçiçeği Tohumu Küspesi
FDA	: Food and Drug Administration
HK	: Ham Kül
HP	: Ham Protein
HS	: Ham Selüloz
HY	: Ham Yağ
KM	: Kuru Madde
KTK	: Kanola Tohumu Küspesi
ME	: Metabolik Enerji
MHz	: Megahertz
OMSD	: Organik Madde Sindirilme Derecesi
SFK	: Soya Fasülyesi Küspesi
TMR	: Tam Rasyon
TYS	: Tam Yağlı Soya
UYA	: Uçucu yağ asitleri

## RESİMLER DİZİNİ

		<b>Sayfa No</b>	
Resim	3.1	Hunter Lab D25LT Renk Ölçüm Cihazı	27
Şekil	3.2	Hunter Lab Renk Skalası	28
Resim	4.1	İşlenmemiş ayçiçeğinin stereo mikroskopta görünümü	31
Resim	4.2	540 W, 2,5 dk muamele edilen ayçiçeğinin stereo mikroskopta görünümü	33
Resim	4.3	540 W, 5 dk muamele edilen ayçiçeğinin stereo mikroskopta görünümü	33
Resim	4.4	900 W, 2,5 dk muamele edilen ayçiçeğinin stereo mikroskopta görünümü	34
Resim	4.5	900 W, 5 dk muamele edilen ayçiçeğinin stereo mikroskopta görünümü	34
Resim	4.6	İşlenmemiş soyanın stereo mikroskopta görünümü	37
Resim	4.7	540 W, 2,5 dk muamele edilen soyanın stereo mikroskopta görünümü	39
Resim	4.8	540 W, 5 dk muamele edilen soyanın stereo mikroskopta görünümü	39
Resim	4.9	900 W, 2,5 dk muamele edilen soyanın stereo mikroskopta görünümü	40
Resim	4.10	900 W, 5 dk muamele edilen soyanın stereo mikroskopta görünümü	40
Resim	4.11	İşlenmemiş kanolanın stereo mikroskopta görünümü	43
Resim	4.12	540 W, 2,5 dk muamele edilen Kanolanın stereo mikroskopta görünümü	45
Resim	4.13	540 W, 5 dk muamele edilen kanolanın stereo mikroskopta görünümü	45
Resim	4.14	900 W, 2, 5 dk muamele edilen kanolanın stereo mikroskopta görünümü	46
Resim	4.15	900 W, 5 dk muamele edilen kanolanın stereo mikroskopta görünümü	46



## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa No

Çizelge 2.1	Dünya yağlı tohum bitkilerinin ekiliş, üretim ve verim değerleri (FAO 2008)	5
Çizelge 2.2	Türkiye yağlı tohumlar ekiliş, üretim ve verim değerleri (TÜİK 2008)	7
Çizelge 2.3	Ayçiçeği kabuğunun besin maddesi kapsamı (Park et al. 1997)	9
Çizelge 2.4	Bazı yağlı tohum küspelerinin besin madde içerikleri	13
Çizelge 3.1	Deneme Grupları	24
Çizelge 4.1	İşlenmemiş ayçiçeğinin besin madde kapsamı (%)	29
Çizelge 4.2	Ayçiçeğinin besin madde kapsamına muamelelerin etkileri (%)	30
Çizelge 4.3	Deneme muamelelerinin ayçiçeğinin OMSD üzerine etkileri	30
Çizelge 4.4	İşlenmemiş ayçiçeğinin renk ölçüm değerleri	30
Çizelge 4.5	Ayçiçeğinde muamelelere göre renk ölçüm değerleri	32
Çizelge 4.6	İşlenmemiş soyanın besin madde kapsamı (%)	35
Çizelge 4.7	Soyanın besin madde kapsamına muamelelerin etkileri (%)	35
Çizelge 4.8	Deneme Muamelelerinin soyanın OMSD üzerine olan etkileri	36
Çizelge 4.9	İşlenmemiş soyanın renk ölçüm değerleri	36
Çizelge 4.10	Soyanın muamelelere göre renk ölçüm değerleri	38
Çizelge 4.11	İşlenmemiş kanolanın besin madde kapsamı (%)	41
Çizelge 4.12	Kanolanın besin madde kapsamına muamelelerin etkileri (%)	41
Çizelge 4.13	Deneme Muamelelerinin kanolanın OMSD üzerine olan etkileri	42
Çizelge 4.14	İşlenmemiş kanolanın renk ölçüm değerleri	42
Çizelge 4.15	Kanolanın muamelelere göre renk ölçüm değerleri	44

## 1.GİRİŞ

Yağlı tohumlar, buğdaygil ve baklagiller gibi dane veya tohum grupları arasında yer alan en önemli yem maddelerinden biridir. Esas olarak yağ elde etmek amacıyla üretilmekte olan yağlı tohumlar zengin enerji içerikleri nedeniyle, yem rasyonlarında önemli ölçüde kullanılmaktadırlar. Diğer tohumlara göre çok daha fazla oranda yağ içeren yağlı tohumlar, aynı zamanda hayvanlar için en önemli ve değerli besin maddelerinden biri olan proteince de oldukça zengindirler. Yağlı tohumların işletmede üretilmesi durumunda hayvanlara sınırlı miktarda verilmesinin ekonomik bir üretim açısından yararlı olabileceği belirtilmektedir (Ergül 2008).

Soya fasülyesi, ayçiçeği, pamuk, kanola, kolza, yer fıstığı, keten, fındık, susam, haşhaş gibi tohumlar hayvan beslemede kullanılan başlıca yağlı tohumlardandır. Bunlardan soya ve ayçiçeği hayvan yemlerinde uzun zamandan beri, sık ve yoğun olarak kullanılmaktadır (Kutlu ve Çelik 2005). Ülkemizde son zamanlarda yağ üretiminde daha sık tercih edilen ve tarımı yaygınlaşan kanola tohumu da yüksek protein içeriği sayesinde hayvan yemlerinde ve yem sanayinde daha çok kullanılmaya başlanmıştır (Çabukel ve ark 2009).

Yağ bitkilerinin yağı alındıktan sonra geriye kalan küspeleri, yağlı tohumlara nazaran daha yüksek oranda protein ve karbonhidrat içermektedir. Ayrıca yağlı tohumların içerdiği bazı olumsuzluklar küspelerde bulunmamaktadır. Bu nedenle küspeler hayvan beslemede kullanılan en önemli ve değerli yem maddeleri içerisinde yer alır. Hayvan yemlerinde yağlı tohumlar yerine bunların küspelerinin kullanılması daha ekonomik ve yararlıdır (Kutlu ve Çelik 2005).

Yapılan bazı araştırmalar sonucu yağlı tohumların balık yemlerinde de protein kaynağı olarak kullanılabilmesi belirtilmiştir. Balık yemlerinde kullanılan bitkisel protein kaynaklarının başında soya küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi, pamuk tohumu küspesi, kolza küspesi ve mısır gluten unu gelmektedir (Aybal 2007).

Yağlı tohumlar insan ve hayvanlar için besleyici ve son derece önemli olan besin madde içeriklerinin yanı sıra bazı olumsuz faktörleri de içermektedir. Bunlardan en önemlileri anti besleme faktörleridir. Yağlı tohumlarda bulunan bazı anti besleme faktörlerinin yemden

yararlanmayı azalttığı ve büyümeyi yavaşlattığı görülmüştür Genellikle baklagil taneleri anti besleme faktörlerini önemli ölçüde içermektedir (Ergün ve ark 2004).

Bu tür gelişme engelleyicilerin inaktivasyonu için birçok yem maddesine ısı işlem uygulanmaktadır. Başta baklagiller olmak üzere bazı yem maddelerinin uygun yöntemlerle pişirilmesi, bu yem maddelerinde bulunan olumsuz etkili bileşiklerin elimine edilmesini sağlamak ve yemden yararlanma düzeyini arttırmaktadır. Uygulanan 100-105 °C'lik bir ısıtmada bu maddelerin 15 dakikada etkinliklerinin %95'ini kaybettikleri görülmüştür (Mc Ellihiney 1985).

Ayrıca yem maddelerine uygulanan ısı işlem yemin daha sağlıklı ve kaliteli olmasında etkin rol oynamaktadır (Mc Ellihiney 1985).

Zararlı faktörlerden kurtulmak için yem maddelerine uygulanan ısı işlemin şekli, süresi ve derecesine bağlı olarak yararlı besin madde kayıpları da artmaktadır. Bu yüzden bu işlemlerin, yararlanılabilir besin maddeleri kayıplarını ve zararlı reaksiyonları en az düzeye indirecek, besin madde içeriği, sindirilebilirlik ve yemden yararlanma düzeyinin en iyi seviyede olmasını sağlayabilecek optimum süre ve sıcaklıklarda uygulanması oldukça önem arz etmektedir (Ökmen 2008).

Mikrodalga ile ısıtma diğer yöntemlere göre daha kısa sürede daha etkin pişirme sağladığı için çalışmamızda bu yöntem kullanılmıştır (Ökmen 2008).

Yapılan bu çalışmada hayvan beslemede kullanılan bazı yağlı tohumların farklı süre ve derecelerde mikrodalga ile işlenmesinin besin madde kompozisyonu ve organik madde sindirilebilirliği ile renk değerleri üzerine etkileri incelenmiştir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Hayvan Yemlerinde Yağların Kullanılması ve Önemi

Yağlar insanlar ve hayvanlar için en önemli besin maddelerinden biridir. Başta, özellikle doymamış yağ asitlerince zengin olan bitkisel yağlar olmak üzere sağlıklı ve dengeli beslenme açısından son derece gereklidir. Bununla beraber sanayi alanında ve son dönemde biyoyakıt üretiminde oldukça fazla kullanılmaktadır. Ayrıca hayvan yemlerine de enerji kaynağı olması ve performansı arttırması nedeniyle yağ ilavesi yapılarak yem kalitesinde artış sağlanmaktadır. Bu nedenlerle yağlar dünya genelinde en çok kullanılan gıda maddelerindedir (İnce 2008).

Yağlar hayvan yemlerinde yüksek yoğunlukta enerji kaynağı olarak kullanılmaları ve içerdikleri yağ asitleri nedeniyle hayvan beslemede son derece gerekli ve önemlidirler. Türkiye'de üretilen yemlerde ilave yağ kullanılması, Avrupa ve Amerika'ya kıyasla çok daha yeni bir uygulamadır.

ABD ve Avrupa'da tüketilen yemlik yağ karışımlarında kullanılan hammaddelerin arasında donyağı, palm yağ asidi destilatı, kullanılmış kızartma yağları, değişik asit yağlar bulunmaktadır. Türkiye'de ise yem sektöründe genellikle ham bitkisel yağlar kullanılmaktadır (Koru, 1996).

Yemlere yağ katılmasının birçok avantajı vardır. Bu avantajları şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Esansiyel yağ asitlerinin kaynağıdır.
- Yağda eriyen A, D, E, K vitaminlerinin emilimini ve taşınmasını sağlar.
- Yemden yararlanmayı arttırır.
- Yeme lezzet verir.
- Yemin tozlanmasını önleyerek yem tüketimi sırasında hayvanların solunum yollarını korur.
- Yem fabrikalarında ekipmanın ömrünü uzatır.
- Yemlerin homojenitesini sağlar.
- Ekstrakalorik ve ekstrametabolik etkiye sahiptir.
- Vücutta hücrelerin yapı taşlarını oluşturur.

- Kabızlığı önler.
- Sıcak stresini önler.
- Yumurta ağırlığının artmasını sağlar.
- Laktasyondaki hayvanlarda laktasyon periyodunu uzatır ve süt verimini artırır (Ergün ve ark. 2004).

Özellikle etlik piliçler hızlı gelişmeleri nedeniyle yüksek oranda ve nitelikte enerjiye ihtiyaç duyarlar. Yüksek enerjili karma yemlerin hazırlanmasında yağlardan yararlanılması, enerji dengelenmesini kolaylaştırmaktadır. Yağlar, protein ve karbonhidratlara oranla daha fazla (ortalama 7000-10000 kcal/kg) metabolik enerji içermektedirler. Etlik piliç karma yemlerine ilave edilen yağların performans üzerine olumlu etkileri olduğu ve enerjiden daha iyi yararlandığı görülmüştür. Yağlar ayrıca karkas yağ asitleri kompozisyonunu da olumlu yönde etkilemektedir. Özellikle doymamış yağ asitlerince zengin bitkisel yağlar karma yemlere yüksek düzeylerde ilave edildiklerinde karkas stabilitesi ve buna bağlı olarak da karkasın depolanma süresi kısalmaktadır (Kırkpınar ve ark. 1998).

## **2.2. Yemlerde Kullanılan Bazı Yağlı Tohumlar ve Özellikleri**

Dünya üzerinde yapısında yüksek oranda yağ bulunan, yabani veya kültür formda birçok bitki yetişmektedir. Dünya yağ üretiminin yaklaşık %86' sı yağ bitkilerinden elde edilmektedir (Atakişi, 1999). Bu bitkilerin başında soya, pamuk, ayçiçeği, yerfıstığı, kolza, aspir, susam, haşhaş ve mısır gelmektedir. Çizelge 2.1.' de Dünya genelinde 2002-2006 yılları arasında gerçekleşen yağlı tohumlar ekiliş alanları, üretim ve verim değerleri görülmektedir (FAO, 2008). Son yıllarda dünyada soya, kolza, aspir ve pamuk ekim alanlarında önemli bir artış gözlenmektedir.

Dünyada yağ bitkileri üretiminde 222 milyon tonla soya ilk sıradayken, 71 milyon tonla pamuk ikinci, 49 milyon tonla kolza üçüncü, 34 milyon tonla yer fıstığı dördüncü ve 31 milyon tonla ayçiçeği beşinci sırada yer almaktadır.

**Çizelge 2.1.** Dünya yağlı tohum bitkilerinin ekiliş, üretim ve verim değerleri (FAO,2008)

<b>YAĞ BİTKİLERİ</b>		<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
<b>AYÇİÇEĞİ</b>	<b>Ekiliş (1000 da)</b>	19 536	22 333	21 481	23 365	24 131
	<b>Üretim (1000 ton)</b>	24 173	27 740	26 377	30 692	31 241
	<b>Verim (kg/da)</b>	123,7	124,2	122,0	131,3	129,4
<b>SOYA</b>	<b>Ekiliş (1000 da)</b>	78 842	83 696	91 196	92 434	94 926
	<b>Üretim (1000 ton)</b>	180 729	189 234	206 640	214 244	222 403
	<b>Verim (kg/da)</b>	229,2	226,1	226,4	231,7	234,2
<b>PAMUK</b>	<b>Ekiliş (1000 da)</b>	30 725	32 168	35 234	34 855	34 287
	<b>Üretim (1000 ton)</b>	52 875	56 097	69 936	69 446	71 455
	<b>Verim (kg/da)</b>	172,1	174,4	198,5	199,2	208,4
<b>YER FISTIĞI</b>	<b>Ekiliş (1000 da)</b>	24 105	26 463	25 058	23 612	22 232
	<b>Üretim (1000 ton)</b>	33 303	35 658	36 436	38 094	34 471
	<b>Verim (kg/da)</b>	138,2	134,8	145,4	161,3	155,0
<b>SUSAM</b>	<b>Ekiliş (1000 da)</b>	6 771	6 566	7427	7692	7 559
	<b>Üretim (1000 ton)</b>	2 966	2 943	3 276	3 460	3 311
	<b>Verim (kg/da)</b>	43,8	44,8	44,1	44,9	43,8
<b>KOLZA</b>	<b>Ekiliş (1000 da)</b>	22 485	22 944	25 212	27 490	27 971
	<b>Üretim (1000 ton)</b>	34 044	36 146	46 127	49 696	48 916
	<b>Verim (kg/da)</b>	151,4	157,5	182,9	180,7	174,8
<b>ASPIR</b>	<b>Ekiliş (1000 da)</b>	757	743	964	816	761
	<b>Üretim (1000 ton)</b>	572	648	652	595	542
	<b>Verim (kg/da)</b>	75,6	87,2	67,6	72,9	71,3

Dünyada yağ bitkilerinin ekim alanı ve üretimini ülkemizle karşılaştıracak olursak ülkemizde dünya genelinden farklı bitkiler ön plana çıkmaktadır. Dünya genelinde lider bitki soya iken ülkemizde ilk sırayı ayçiçeği almaktadır.

Ülkemizde yağ üretiminin yaklaşık %80' i bitkisel yağlardan karşılanmaktadır. Toplam yağ üretimimizin yaklaşık % 40-45 kadarı ayçiçeği, % 30' u pamuk çiğidi, %13' ü soya, ve %5 kadarı ise mısırdan elde edilmektedir. Yağlı tohumların ülkemizdeki üretim ve verim değerleri Çizelge 2.2.' de verilmiştir (TÜİK 2008).

Ülkemizde 1 milyon tondan fazla üretimle ayçiçeği ilk sırada bulunmaktadır. Bunu pamuk, yer fıstığı ve soya izlemektedir. Ülkemizde de ayçiçeği, soya, kolza ve aspirin ekiliş alanları ve üretim miktarlarında 2005 yılından sonra artış meydana gelmiştir.

**Çizelge 2.2. Türkiye Yağlı Tohumlar Ekiliş, Üretim ve Verim Değerleri (TUİK, 2008)**

<b>YAĞ BİTKİLERİ</b>		<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
<b>AYÇİÇEĞİ</b>	<b>Ekiliş (1000 da)</b>	5500	5450	5500	5660	5854
	<b>Üretim (1000 ton)</b>	850	800	900	975	1118
	<b>Verim (kg/da)</b>	155	147	164	172	191
<b>SOYA</b>	<b>Ekiliş (1000 da)</b>	255	270	140	86	119
	<b>Üretim (1000 ton)</b>	75	85	50	29	47
	<b>Verim (kg/da)</b>	294	315	357	337	397
<b>PAMUK</b>	<b>Ekiliş (1000 da)</b>	7211	6373	6400	5469	5907
	<b>Üretim (1000 ton)</b>	988	920	936	864	977
	<b>Verim (kg/da)</b>	137	144	146	158	165
<b>YER FISTIĞI</b>	<b>Ekiliş (1000 da)</b>	330	280	260	258	227
	<b>Üretim (1000 ton)</b>	90	85	80	85	77,5
	<b>Verim (kg/da)</b>	273	304	308	329	341
<b>SUSAM</b>	<b>Ekiliş (1000 da)</b>	480	440	430	424,5	399,3
	<b>Üretim (1000 ton)</b>	22	22	23	26	26,5
	<b>Verim (kg/da)</b>	46	50	53	61	66
<b>MISIR</b>	<b>Ekiliş (1000 da)</b>	5000	5600	5450	6000	5360
	<b>Üretim (1000 ton)</b>	2100	2800	3000	4200	3811
	<b>Verim (kg/da)</b>	420	500	550	700	711
<b>KOLZA</b>	<b>Ekiliş (1000 da)</b>	5,5	28	17	7	54
	<b>Üretim (1000 ton)</b>	1,5	6,5	4,5	1,2	12,6
	<b>Verim (kg/da)</b>	273	232	265	171	234
<b>ASPIR</b>	<b>Ekiliş (1000 da)</b>	0,4	2,5	1,6	1,7	4,3
	<b>Üretim (1000 ton)</b>	0,025	0,17	0,15	0,22	0,40
	<b>Verim (kg/da)</b>	63	68	91	124	92



### 2.2.1. Ayçiçeği (*Helianthus annuus*)

Ayçiçeği, papatyagiller (*Asteraceae*) familyasından, sarı çiçekli bir tarım bitkisidir. Günebakan, gündöndü ve günçiçeği diye de bilinen ayçiçeği ülkemizde özellikle Ege ve Marmara bölgelerinde yetiştirilmektedir. Çerez olarak da tüketilen ayçiçeği, dünyada soya ve yerfıstığından sonra üçüncü sırada yer alan önemli bir yağ bitkisidir. Ülkemizde ayçiçeği tohumu %44 ham yağ (HY) içeriği ile yağ sanayinin hammaddesini oluşturan bitkilerin başında gelmektedir. Ayçiçeği yağı en kaliteli ve lezzetli yağlardan biridir (Gıda Sanayi 2006).

Ayçiçeğinin içerdiği besin maddelerinin miktarı toprağa, çeşide ve dane iriliğine göre değişmektedir. Yaklaşık %19,6 ham protein (HP), %16,5 ADF, 0,63 Mcal NEL/kg, %0,26 Ca, %0,67 P ve %44 ham yağ (HY) (linoleik asit ve doymamış yağlar) içerir. Bazı varyeteleri ise yaklaşık %23,5 HP, %28,5 ADF, 0,44 Mcal NEL/kg, %30 Ca, %0,60 P ve %25 ham yağ (HY) içermektedir (Ergün ve ark. 2007). Ayrıca 100 gr. kabuklu ayçiçeği, 528 kalori; 21,4 gr. Lif, 1,4 mgr. B<sub>1</sub> vitamini ve 39,2 mgr. E vitamini içermektedir. N'suz öz maddeleri %4 düzeyinde çözülebilir şeker içerir. Mineral maddelerce çok zengin olup Ca/P oranı ¼'tür. Ayçiçeği proteini globulinler ve edestinden oluşmaktadır. Çok az miktarda amid maddeleri içerir. Amino asitlerden lizin yetersiz, metionin orta düzeydedir (Kutlu ve Çelik 2005).

Ayçiçeği tohumlarında %35 oranında kabuk ve %65 oranında iç bulunmaktadır. Kabuklu tohumların yağ oranı yüzde 45-55, içteki yağ oranı ise yüzde 65-70 dolayındadır (Dorrel ve Vick 1997).

Ayçiçeği kabuğu taneyi kaplayan ve dış etmenlerden koruyan bir yapıdır. Yağlık ayçiçeği tanesinin toplam ağırlığının yaklaşık % 21-30'unu kabuk oluşturmaktadır. Ayçiçeğinde tanedeki yağ oranı arttıkça kabuk oranı düşer (Dorrel ve Vick 1997).

Ayçiçeğinin kabuğu ham selülozca zengin ve sindirilebilirliği diğer bazı tohumlara göre düşüktür. Bu durum ayçiçeği tohumunun yem olarak kullanılmasını olumsuz yönde etkilemekte ve sınırlandırmaktadır. Ham selüloz (HS) düzeyi, danenin kabuk oranına göre değişiklik göstermektedir. Kabuğun zengin HS içeriği tüm danenin enerji değerini düşürmektedir (Ergün ve ark. 2007).

Ayçiçeği kabuğunda diğer tohumlardan daha fazla silisyum bulunmaktadır. Ayçiçeği kabuğunun kendine has, hoş bir kokusu vardır ve gerek ruminantlar gerekse diğer tek mideliler tarafından sevilerek tüketilir (Kutlu ve Çelik 2005).

Çizelge 2.3' de ayçiçeği kabuğunun besin madde içeriği verilmiştir.

**Çizelge 2.3.** Ayçiçeği Kabuğunun Besin Maddesi Kapsamı (Park ve ark. 1997)

BesinMaddeleri	% Miktar
Kuru Madde	85 - 92
Ham Protein	3,5 - 9
Sindirilebilir Protein	2 - 4
Sindirilebilir Besin Madde Toplamı	35 - 45
Ham Sellüloz	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 tohumunun kabuğu, mayaların hazırlanmasında, alkol ve furfurol elde edilmesinde hammadde olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yapılan araştırmalar, ülkemizde ayçiçeği işleyen bazı fabrikalarda yüksek proteinli küspe elde etmek için kabuğun tamamının ya da bir kısmının kullanıldığını ortaya koymaktadır (Kaya 2008).

Yapılan araştırmalar, dana ve sığır besiciliğinde, %15 ham protein içeren rasyonlarda %50 ye kadar ayçiçeği kabuğu kullanmanın beslenmede herhangi bir olumsuzluk oluşturmadığını ortaya çıkarmıştır. Ancak ayçiçeği kabuğu katkısı besicilikte %30, süt besi rasyonlarında ise %10'u geçmemelidir (Park ve ark. 1997).

Ayçiçeği tohumu çoğunlukla kümes kanatlılarının beslenmesinde kullanılmakta ve içerdiği orta düzeydeki metiyonin sayesinde yumurta tavuklarında verimi arttırmaktadır. Bu hayvanlara rasyondaki dane yemlerin %10-20' si kadar verilebilir (Ergül 2008).

Büyük baş hayvanlarda, inek başına günde maksimum 700g veya tam rasyonda (TMR) %3 düzeyinde kullanılabilir. Ayçiçeği tohumları hayvanlara işlenmeden verilebilir. Kırma veya ezmenin avantajı yoktur. Tam rasyon içerisinde lezzet unsurudur ancak tek başına verilmesi uygun değildir. Düşük selülozlu kaba yem benzeri yapı gösterdiğinden dolayı rasyonlarda kaba yem kuru maddesinin %5-10'u düzeyinde ikame edilebilir (Ergün ve ark. 2007).

Öğütülmüş ayçiçeği tablalarının da küçükbaş ve kümes hayvanları için yem olarak kullanıldığı bilinmektedir. Ayrıca ayçiçekleri bal arıları için de önemli bir kaynaktır.

### **2.2.2. Soya (*Glycine max*)**

Soya, büyük oranda Çin ve Japonya'da yetiştirilen, baklagiller (*Fabaceae*) familyasından, 1-1,5 m boyunda, kısmen sarılıcı, dallanmış, bir yıllık, besin değeri bakımından oldukça önemli bir bitkidir. Ana vatanı Uzakdoğu olan soyanın üretimi 20. yüzyılda dünyaya yayılmaya başlamıştır. Taneleri yeşil, siyah, sarı ya da kahverengiye varabilen alacalı renkte olabilir. Dünya üzerinde yetiştirilen en önemli yağlı tohumlardan biridir.

Ülkemizdeki besin açığını kapatmak ve tarım sektörüne katkıda bulunmak amacıyla, yağ ve protein bakımından oldukça zengin olan soyanın tarımına, 1982 yılında Bakanlar Kurulu kararıyla üreticiye güvence verilerek, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı ve şeker fabrikalarının desteğiyle başlanmıştır. Soya önemli bir endüstri bitkisidir. Son yıllarda ülkemizde Soya tüketimi hızlı bir şekilde artmakta ve yıllık 250.000 tona ulaşmaktadır (Öner 2006).

Ülkemizde soya ilk defa Doğu Karadeniz bölgemizde yetiştirilmeye başlanmış ancak üretimi daha sonra Ege ve Doğu Akdeniz (Çukurova) bölgemize kaydırılmıştır. Günümüzde en çok Adana yöremizde yetiştiriciliği yapılmaktadır

Soya fasulyesi, %32 ile %50 arasında değişen zengin ve kaliteli protein içeriği ile dünyadaki en önemli bitkisel protein kaynağıdır. Yapılan araştırmalar sonucunda, 453 gramlık soya ununda 31 yumurtanın, 6 büyük şişe sütün veya 900 gramlık kemiksiz etin içerdiği miktarda protein bulunduğu ortaya konmuştur.

Soya proteini, bitkisel proteinler içinde aminoasit bileşimi en iyi durumda olan besin maddesidir. %6-6,5 ile en yüksek düzeyde lizini soya proteini içermektedir. Ancak tripsin inhibitörü yok etmek için uygulanan ısı işlemi lizinden yararlanmayı %75 ten %44 e düşürmektedir. Soyanın ham selüloz değeri düşük olduğundan, içerdiği organik maddelerin yaklaşık %90'ı sindirilir. Ancak protein ve yağ içeriği fazla olduğundan azotsuz öz maddeleri diğer baklagillere göre düşüktür (Ergün ve ark. 2007).

Soyada ham yağ oranı yaklaşık %20 olduğundan öncelikle yağ bitkisi olarak yetiştirilmektedir.

Soya fasulyesi vitamin ve mineral içeriği bakımından da oldukça zengin ve önemli bir bitkisel besin kaynağıdır. Önemli oranda B1, B2, E ve K vitaminlerini içerir. Niacin maddesine zengindir. Tiamin ve riboflavin bakımından tahıl danelerinden, niacin bakımından da mısır ve yulaftan daha zengindir. Madeni tuzlar bakımından da oldukça zengindir. Soya fasulyesinde bulunan Ca miktarı sütte bulunan Ca' un iki katıdır. Soya ayrıca önemli ölçüde fosfor, demir, bakır, manganez, potasyum ve sodyum içermektedir (Kutlu ve Çelik 2005).

Soya, süt inekleri, besi sığırları, at ve koyunlar için çok iyi bir protein kaynağıdır. Süt verimini arttırmaktadır ve süt sığırlarına günde maksimum 1 kg verilebilir. Atlar için de iyi bir protein kaynağıdır ve günde maksimum 500 g verilebilir. Ayrıca tayların beslenmesinde soya sütünden yararlanılabilmektedir. Kümes kanatlıları için pişirilmiş soya (tam yağlı veya yarım yağlı), hayvansal proteinlerin yerine geçebilecek en uygun yemdir (Kutlu ve Çelik 2005). Kümes kanatlılarının beslenmesinde en olumlu sonuç, hayvansal proteinin yarısının soya (soya küspesi + tam veya yarım yağlı soya) proteininden karşılanması ile elde edilmektedir. Bu hayvanların rasyonlarında soya, rasyondaki yoğun yeme %20 ye kadar katılabilir (Ergül 2008).

### **2.2.3. Kanola (*Brassica napus oleifera*)**

Kolza lahanagiller (*Brassicaceae*) familyasının bir üyesidir. Bu familya aynı zamanda hardal ve şalgam gibi bitkileri de içermektedir. Kolza, soya ve keten tohumu gibi bitkilerin büyümesinin uygun olmadığı daha soğuk iklim şartlarında yetiştirmeye uygundur (Aybal 2007).

Kanola (*Brassica napus oleifera*), Polonya kolzası (*Brassica rapa*) ve Arjantin kolzası (*Brassica napus*) bitkilerinin doğal şartlarda melezlenmesi sonucunda meydana gelmiş bir türdür (Anonim, 2005). Kanola, kolzada bulunan %45-50 oranındaki erüsik asit içeriğinin, ıslah çalışmaları ile %0 düzeyine düşürülmesi sonucu elde edilmiş, erüsik asit ve glukosinolat içermeyen bir bitkidir. İlk olarak Kanada'da geliştirilmesinden dolayı, İngilizce "Canadian Oil Low Acid" (düşük asitli Kanada yağı) sözcüklerinden türeme, "kanola" adı verilmiştir. Genellikle yeşil yem ve yağ üretimi için yetiştirilmektedir .

Kanola, kışlık ve yazlık olmak üzere iki fizyolojik döneme sahip bir yağ bitkisidir. Bitkisel yağ kaynağı olarak yağlı tohumlu bitkiler olan ayçiçeği, soya, pamuk ve yer fıstığı arasında üretim açısından beşinci sırayı almaktadır. Dünya'da yıllık üretimi 22 milyon ton civarındadır. En çok üreten ülkelerden Çin 4.5, Hindistan 4.4, Kanada 2.8, Polonya 0.5, Fransa 0.47, Pakistan 0.4, Almanya 0.4, İngiltere 0.3 milyon ha ekim alanına sahiptir (Çabukel ve ark. 2009).

Ülkemize ilk olarak, Balkanlar' dan gelen göçmenler tarafından kolza adı ile 1960 yıllarında getirilmiş ve Trakya'da ekim alanı bulmuştur. Rapiska, rapitsa, kolza isimleriyle de bilinir. Ancak kolza ürününün yağında insan sağlığına zararlı erüsik asit, küspesinde de hayvan sağlığına zararlı glukosinolat bulunması nedeniyle 1979 yılında ekimi yasaklanmış ancak ıslah çalışmalarıyla erüsik asit içeriğinin %0' a düşürülmesi sonucu tekrar üretilmeye başlanmıştır. Günümüzde bitkisel yağ açığını kapatmak amacıyla kanola tarımının yaygınlaşması için çalışmalar sürmektedir (Anonim 2009)

Kanola, %38-50 yağ ve %16-24 protein içeriği ile önemli bir yağ bitkisidir. Ham yağ içeriği en yüksek olan tohumlardan biridir. Protein içeriği baklagil tohumlarına yakındır. Ham protein büyük ölçüde legumin ve globulinlerden oluşmaktadır. Yüksek oranda Ca içerdiği halde P oranı yetersizdir (Kutlu ve Çelik, 2005).

Kanola tohumunun sindirilme derecesi ve besleme değeri yüksektir. Besi sığırlarına kabaca ezilip, sıcak suda haşlanarak günde 1,5 kg'a kadar verilebilir. Süt ineklerine daha az miktarda verilmesi önerilmektedir. Özellikle gebe hayvanlara kaynatılmadan verilmemelidir. Genç hayvanların rasyonlarında en fazla %5, ergin hayvanlarındaki %10 düzeyinde bulunması uygun olmaktadır (Kutlu ve Çelik, 2005).

### 2.3. Küspeler

Küspeler, hayvan beslemede en önemli besin maddelerindedir ve genel olarak %90 KM, %30-45 HP, %9-20 HS, %6-7 HK içerirler. Yüksek oranda protein ve karbonhidrat içeriğine sahiptirler. Proteinin sindirilme derecesi ve biyolojik değerliliği yüksektir. K ve Mg bakımından zengindir. Metabolize olabilir enerji değeri kanatlılar için ortalama 2000-2300 kcal/kg, ruminantlar için 2200-2700 kcal/kg'dır. Hayvan beslemede kullanılan başlıca küspeler soya küspesi, ayçiçeği küspesi, pamuk tohumu küspesi, keten tohumu küspesi, yer fıstığı küspesi, susam küspesi ve fındık k spesidir (Ergün ve ark 2004).

Çizelge 2.4' te bazı yağlı tohum küspelerinin besin madde içerikleri görülmektedir. Çizelgede de g r ld ği gibi küspelerin HP ve SE içeriği oldukça yüksektir ve bu da küspelerin hayvan besleme açısından son derece önemli olduğunu göstermektedir.

**Çizelge 2.4.** Bazı Yağlı Tohum K spelerinin Besin Madde Ierikleri (Hertrampf ve Pascual, 2000)

<b>Bileşenler (%)</b>	<b>Kanola Tohumu Küspesi</b>	<b>Soya Fasülyesi Küspesi</b>	<b>Ayçiçeği Tohumu Küspesi</b>
<b>Ham Protein</b>	38,00	44,00	45,50
<b>Ham Yağ</b>	3,80	1,10	2,90
<b>Ham Kül</b>	6,80	6,30	7,50
<b>Ham Sell�l�oz</b>	11,10	7,30	11,70
<b>Sindirilebilir Enerji (kcal/kg)</b>	2685	3266	3394

K spelerin beslenme değeri, küspede kalan yağ ile kullanılan yağ çıkarma yöntemine ve elde edildiği yağlı tohumun içerdiği beslenmeyi engelleyici bileşiklerin uzaklaştırılması için uygulanan işlemlere göre farklılık göstermektedir. Özellikle uygulanan sıcaklık düzeyi ve süresi küspenin yem değerini etkileyen temel faktörlerdir (Mc Ellihney 1985).

### **2.3.1. Ayçiçeği Tohumu Küspesi (ATK)**

Ayçiçeği tohumu küspesi(ATK), özellikle sığır ve süt inekleri için oldukça değerli bir besin maddesidir. Ayçiçeği küspesinde önemli oranda (%20) protein ve bir miktar yağ (%1-7) bulunduğu için çok besleyici bir hayvan yemidir. Ayrıca hoş kokusu ve tadı nedeniyle hayvanlar tarafından sevilerek tüketilmektedir (Kutlu ve Çelik 2005).

Ayçiçeği tohumu küspesinin kalitesi içerdiği kabuk miktarına bağlıdır. Ayçiçeği tohumu küspesinin protein oranı %20-42 ve selüloz oranı %14-28, HK %6-7, HY %4-7 düzeyindedir. Lizin bakımından yetersizdir. Proteinin biyolojik değeri yüksektir. Sindirilme derecesi %82-95 arasındadır. ME değeri kanatlılar için 1900 kcal/kg, ruminantlar için 2300 kcal/kg dolayındadır (Ergün ve ark 2004).

### **2.3.2. Soya Fasulyesi Küspesi (SFK)**

Soya fasulyesi küspesi (SFK) lezzeti dolayısıyla her çeşit hayvan tarafından sevilerek tüketilen bir yem maddesidir. Özellikle kümes kanatlılarının beslenmesinde son derece önemli olan SFK'nın kabuklusu %48-50 HP içerir ve proteinin biyolojik değeri diğer bitkisel yemlere göre çok yüksektir. Bunun nedeni %2,9-3,0 düzeyinde lizin içermesidir. Selüloz oranı genellikle %7'nin altındadır. Ham proteinin sindirilme derecesi %80-90'ın üzerindedir. Sindirilebilir protein ve nişasta değeri yüksektir. Metionin tek mideliler için sınırlayıcı maddedir (Kutlu ve Çelik 2005).

Hayvanlar için son derece besleyici olan soya, tripsin inhibitör, üreaz enzimi ve hemoglutinin gibi bazı toksik bileşikler içermektedir. Soyada bulunan bu tür anti besleme faktörleri ısıtma işlemiyle ortamdaki ortamdan uzaklaştırılarak zararlı etkileri ortadan kaldırılmaktadır. (Kutlu ve Çelik 2005).

### **2.3.3. Kanola Tohumu Küspesi (KTK)**

Kanola tohumu küspesi (KTK), içerdiği %34-38 HP ile değerli bir yem maddesidir ve hayvan yemleri için dengeli bir aminoasit yapısına sahiptir. Yapısında soya küspesine oranla daha yüksek seviyede sülfür içeren aminoasitler bulunmaktadır. Birçok bitkisel protein kaynağında olduğu gibi lizin aminoasitince düşük fakat metionin ve sistince zengindir. Diğer bitkisel kökenli besin maddeleri ile karşılaştırıldığında iyi bir mineral kaynağıdır ve özellikle

selenyum ve fosforca zengindir. Ayrıca, kolin, biotin, folik asit, riboflavin ve tiamin gibi vitaminlerce de zengin bir besin kaynağıdır (Aybal 2007).

Kanola tohumu küspesi kabuğunun yapısı nedeni ile HS içeriği yüksektir ve soya küspesinden daha yüksek oranda ham selüloz (%12) içermektedir. Özellikle selülozun yüksek oranda bulunması, yemlerde kullanılmasını en çok sınırlandıran faktörlerden biridir (Aybal 2007).

Kanola tohumu küspesi aynı zamanda, yüksek oranda HP içermesi, balıkların ihtiyaç duyduğu dengeli bir aminoasit içeriğine sahip olması, balık ununa göre kolay bulunabilmesi ve fiyatının uygun olması nedeniyle balık ununa alternatif bir yem hammaddesi olarak kabul edilebilir (Mwachireya ve ark. 1999).

#### **2.4. Yem Maddelerine Isıl İşlem Uygulanmasının Sebepleri**

Bazı yem maddeleri yüksek besin değerlerinin yanı sıra hayvanlar üzerinde olumsuz etkilere yol açabilen bazı zararlı bileşikler içermektedirler. Bunlara anti besleme (antinutrisyonel) faktörleri denir. Bu bileşikler, hayvanların sağlığını, büyümeyi, verimi, ürünlerin kalitesini ve yemden yararlanmayı olumsuz yönde etkileyen maddelerdir (Ergün ve ark. 2007).

Yemlerde bulunan gelişme engelleyici faktörler başlıca 10 grupta toplanabilir:

- 1- Glikozitler
- 2- Alkaloidler
- 3- Fenolik bileşikler
- 4- Yağlarda bulunan antinutrisyonel faktörler
- 5- Nişasta tabiatında olmayan polisakkaritler
- 6- Antinutrisyonel proteinler
- 7- Toksik aminoasitler
- 8- Nitrat ve nitritler
- 9- Östrojenik etkili maddeler
- 10 -Mineral maddeleri bağlayan maddeler.

(Ergün ve ark. 2007).

Çoğu baklagil tane yemleri fitik asit, lektinler, proteinaz inhibitörleri, protein niteliğinde olmayan aminoasitler, polifenolik bileşikler, goitrojenler, saponinler, siyanogenetik



glikozidler ve glikosinolatlar gibi gelişme engelleyici faktörler içermektedir. Bu faktörler monogastrik hayvanları ruminantlara göre daha çok etkilemektedir. Bu nedenle işlem görmemiş baklagil taneleri, monogastrik hayvanların beslenmesinde çok düşük oranlarda kullanılabilir (Ergün ve ark. 2004).

Soyada, proteinden yaralanmayı ve yağ emilimini azaltarak gelişmeyi engelleyen bazı enzimler, enzim inhibitörleri, hemagglutinin ve saponin ile yağların oksidasyonuna sebep olan lipoxigenase enzimi gibi anti besleme faktörleri bulunmaktadır. Ayrıca ısı işlem görmemiş soya Thyroxin hormonunda iyot birikimini engellemekte ve günlük iyot ihtiyacını artırarak (goitrojen etki) tiroid bezinin büyümesine sebep olmaktadır (Ergün ve ark 2007).

Soyada ayrıca üreyi karbondioksit ve amonyağa ayıran Üreaz bulunmaktadır. Üreaz, diğer inhibitörler gibi ısıya karşı oldukça duyarlıdır ve uygun bir ısıtma işlemi ile elemine edilebilmektedir. Danede bulunan üreaz miktarı uygulanan ısı işleminin miktar ve niteliği hakkında bilgi vermektedir (Ergün ve ark 2007).

Soyada aynı zamanda, glukoz, yağ, yağ asitleri ve Vit D'nin emilimini azaltan ve alyuvarları kaugule eden hemagglutinin bulunmaktadır. Araştırmalar sonucu bu maddenin 5 dakikalık ısıtmada %75' inin, 15 dakika süren ısıtma sonucunda ise %100' ünün etkisini kaybettiği gözlenmiştir (Ergül 2008).

Yapılan araştırmalar, soya fasülyesinin ekstrude edilmesinin, canlı ağırlık ve yemden yararlanmayı arttırdığını ortaya koymuştur. Ayrıca yemlerde, 138 °C ve 146 °C gibi farklı ısılarda kavrulan soya kullanıldığında buzağuların besi performansının arttığı gözlenmiştir (Ergül 2008).

Kanola tohumunun yapısında da hayvanların gelişimini ve verimini olumsuz yönde etkileyen ham selüloz, fitik asit, sinapin ve tanen gibi anti besinsel maddeler bulunmaktadır. Ayrıca kanola yaklaşık 3 mg/g glukosinolat içermektedir. Tilapia (*O. mossambicus*) ve sazan (*Cyprinus carpio*) balıkları üzerinde yapılan bir araştırmada, balıkların yemlerinde değişen

oranlarda glukosinolat içeren kanola küspesi kullanılmış ve troid bezlerinde anormallikler görülmüştür (Aybal, 2007).

Yem maddelerinin ısıtılmasına tabi tutulmasının yararları, gelişme engelleyicilerin kontrolü ile sınırlı değildir. Aynı zamanda yağlı tohumların kısa zamanda yüksek sıcaklıkla pişirilmesi, korunmuş protein (By-Pass Protein) hedefine ulaşmayı sağlayabilmektedir. Bunun yanı sıra nem değerini düşürerek depolama ve işleme aşamasında oluşabilecek olumsuzlukların en az düzeye indirgenmesini sağlamaktadır. Ayrıca ısıtılmasına tabi tutulmuş yem maddeleri hoş kokusu ve tadıyla hayvanlar tarafından daha sevilerek ve istekle tüketilmektedir. Isıtılma aynı zamanda istenmeyen bazı mikroorganizmaların tahrip edilmesini de sağlamaktadır. Kaliteli bir ısıtılma işlemi, yem protein ve karbonhidrat gibi besin madde içeriğinin kalitesini ve yararlılık derecesini arttırdığı da bilinmektedir (Mc Ellihiney 1985).

Sindirilebilir yağın besleme değeri nişastadan 2-3 kat fazladır. Bu nedenle yağlı tohumlar, yem maddeleri içinde protein ve enerji kaynağı olarak önemli rol oynamaktadırlar. Yağlı tohumlara uygulanan pişirme işlemi mevcut yağ keseciklerinin yırtılmasını sağlayıp, yağ serbest bırakarak kalorik yararlılığını ve kullanımını geliştirmektedir (Mc Ellihiney 1985).

Hayvana protein kaynağı yemler yedirildiğinde, rumene giren protein rumende bulunan mikroorganizmalar tarafından uçucu yağ asitlerine (UYA) ve amonyağa parçalanmakta ya da parçalanmadan rumeni geçerek sindirim kanalında aminoasitler halinde absorbe edilmektedir. Parçalanmadan rumenden kaçan proteinler korunmuş proteinler (by-pass protein) olarak bilinmektedir. Korunmuş protein, ruminant beslemede enerji metabolizmasının geliştirilmesi açısından çok önemli bir yöntemdir. Ancak genelde rumende oluşan amonyağın büyük bir bölümü mikrobik proteine dönüşmeden absorbe edilmektedir. Yağlı tohumların kısa zamanda yüksek sıcaklıkla pişirilmesi, korunmuş protein elde etme yöntemlerinden biridir. Örneğin ham soyada toplam miktarın %28'ini oluşturan by-pass proteinler, tam yağlı soyada (TYS) %60'a kadar çıkabilmektedir (Ergül 2008).

Tam yağlı soya (TYS) ısıtılma işlemi uygulanarak elde edilmiş yüksek enerjili bir yemdir. YYS, süt sığırları başta olmak üzere tüm ruminantlarda süt ve et verimini arttırmakta ve daha istekle tüketilmektedir. YYS'nin yumurta tavukları ve etlik piliçler üzerinde de olumlu sonuçları

bulunmaktadır. Ham soya içeren rasyonları tüketen tavuklarda %54 olan yumurta verimi, küspede %75' e, TYS' da ise %74' e yükselmektedir (Ergül 2008).

Yemlere uygulanan ısı işlem, yem endüstrisinin en büyük problemlerinden biri olan salmonella gibi istenmeyen mikroorganizmaların tahrip edilmesini de sağlamaktadır. Ayrıca ısı işlem görmüş yem maddeleri hoş kokusu ve tadıyla hayvanlar tarafından daha sevilerek ve istekle tüketilmektedir (Mc Ellihiney 1985).

## **2.5. Yem Maddelerine Uygulanan Isıl İşlemler**

Isı uygulama işlemi, yağlı tohumlardan yağ elde edilmesi ve ardından hayvan beslemede son derece öneme sahip olan küspelerin işlenmesi aşamalarında da temel işlemlerden biridir.

Yem üretiminde uygulanan ısı işlemler, nemli ısıtma yöntemi ve kuru ısıtma yöntemi olarak ikiye ayrılmaktadır.

**Nemli Isıtma Yöntemi:** Danenin etrafını su veya su buharı ile kuşatarak bilinen bir kazanda pişirmek veya basınç altında tutmaktır.

**Kuru Isıtma Yöntemi:** Danenin kuru havayla kuşatılmasıdır. Kuru ısıtma işleminin yaygın yöntemleri, Mikronize Etme (Micronising), Patlatma (Popping) ve Kavurma (Roasting) yöntemleridir. Bunlardan;

**Patlatma Yöntemi:** Kuru ısının süratli bir şekilde uygulanması sonucu, danenin kabarıp şişerek patlamasıdır.

**Kavurma Yöntemi:** Yemin arzu edilen bir sıcaklıkta, bir çeşit fırında belirli bir sürede basit olarak ısıtılması işlemidir.

**Mikronize Etme:** İnfrared bir fırından çıkan mikrodalgalarla danenin kuru bir ısıtmaya maruz bırakılmasıdır.

Genellikle yem sanayinde uygulanan en yaygın ısı işlem ekstrüzyon yöntemidir. Bu yöntemde de tercih edilen Kısa Zaman-Yüksek Sıcaklık Pişiricileridir. Bunun sebebi

yararlanılabilir besin maddeleri kayıplarını ve zararlı reaksiyonları en az düzeye indirmesidir (Mc Ellihiney 1985).

## **2.6. Mikrodalga İle Isıl İşem**

### **2.6.1. Neden Mikrodalga ?**

Yemin kalitesini arttırmak amacıyla uygulanan ısıl işlemin süresi veya düzeyi uygun olmadığında yem maddesinin yapısını bozabilmekte ve hayvan sağlığı ya da verimi olumsuz etkilemektedir.

Örneğin yüksek derecelerde uygulanan sıcaklık, soyada bulunan tripsin engelleyici faktörleri inaktif hale getirirken birçok aminoasidin (lizin, arginin, triptofan, sistin) de tahrip olmasına neden olmaktadır. Cıvcivler üzerinde yapılan bir çalışmada soya proteinindeki lisinden yararlanma düzeyi %75 iken ısıl işlem görmüş soyada bu değerin %44' e düştüğü gözlenmiştir.

Yoshida ve Kajimoto (2006) yaptıkları araştırmada mikrodalga işleminin soyadaki trigliseridlerin moleküler özellikleri ve tripsin inhibitör üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Farklı nem düzeylerindeki (%8,6, %24,3, %49,7) tüm soya numuneleri 2,450 MHz. frekanstaki mikrodalga etkisiyle ısıtmışlardır. %24,3 nem değerine sahip soyadaki tripsin inhibitörün, 4 dakikalık mikrodalga muamelesinden sonra tamamen inaktif hale gelirken, %49,7 nem düzeyindeki soyada bulunan tripsin inhibitörün 12 dakikalık pişirmede dahi tamamen inaktif olmadığını ancak trigliseridlerin moleküler özelliklerini kayb ettiklerini ve %8,6 neme sahip soyadaki trigliserid moleküler yapı kaybının aynı şartlarda daha hızlı gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir.

Yoshida ve Kajimoto (2006) diğer bir çalışmada mikrodalga enerjisinin soya tohumlarındaki tokoferoller üzerinde etkilerini incelemişler ve lipidlerin yapısında kimyasal değişimler meydana geldiğini görmüşlerdir. 12 dakikalık ısıtma sonucunda  $\alpha$  ve  $\delta$  tokoferollerin yoğunluklarının dereceli olarak düştüğünü ve normalde %40 olan tokoferol soyadaki tokoferollerin tamamen kaybolduğunu, 6 dakikalık uygulamada ise herhangi bir kimyasal değişim olmadığını gözlemlemişlerdir.

Kanola küspesine uygulanan uzun süreli yüksek sıcaklık işlemi, bazı amino asitlerin özellikle de lisinin hayvanlar tarafından sindirilebilirliğini azaltarak küspenin protein kalitesini düşürmektedir (Ergün ve ark. 2007).

Uzun süre uygulanan yüksek sıcaklık ayçiçeği tohumunun da yem kalitesini bozmakta, kararma, acılaşıma, kötü koku gibi olumsuz etkilere sebep olmaktadır.

Bu nedenlerle yem maddelerine uygulanan ısıtma işleminin süresi, seviyesi ve yöntemi çok önemlidir. Bu durum arzulanan yem kalitesinin elde edilmesinde, ham maddenin optimum sıcaklık ve süreyle işleme tabi tutulmasının ne kadar önemli olduğunu açıkça göstermektedir.

Dünyada pek çok ürün için kullanılan mikrodalga tekniği, diğer ısıtma işlemlere önemli bir alternatiftir. Maksimum sıcaklık ve minimum süre koşullarını sağlayan mikrodalga yöntemi, daha kısa zamanda, daha çok ve yüksek kaliteli ürün elde edilmesini sağladığı için diğer yöntemlere göre avantajlı görülmektedir (Ökmen, 2008).

Yapılan araştırmalar ısıtma işlem uygulamalarında mikrodalga yönteminin, çok daha pratik ve avantajlı olduğunu göstermektedir.

Huang ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada mikrodalga ve kabin fırında ısıtma yoluyla tamamlanan enzim inaktivasyonunun, yeşil çayın kalitesinin korunması üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmada, sonbahar ve ilkbaharda hasat edilen yeşil çay yapraklarının enzim inaktivasyonu bir mikrodalga ısıtma cihazıyla 2 dk süreyle 6 KW bir güçle ve bir kabin fırında 350<sup>0</sup>C'de 3 KW'lık bir güçle tamamladıktan sonra ticari yeşil çaya işleyerek plastik paketlerle paketlenmiş ve 10-32<sup>0</sup>C'de depolamalarının ardından ufalayarak toz haline getirmişlerdir. Korunacak kalite vasıflarını (C vitamini, klorofil, çay polifenoller ve yeşil çay ekstraktlarının rengi) depolama süresince ilkbahar çayı için her 60 günde bir, sonbahar çayı içinse her 30 günde bir analiz etmişlerdir. Araştırma sonucunda mikrodalga ısıtmaya tabi tutulan çayda diğer fırında ısıtmaya nazaran; C vitamini içeriğinde artış, depolama sürecindeki kayıplarda azalma, çay ekstraktlarının derişiminde yükselme, klorofil bozunmasında azalma, duyu kalitede artış gözlemiştir. Sonuç olarak yeşil çayın kalitesinin korunmasının mikrodalga yoluyla çok daha artırıldığını ortaya koymuşlardır.

Erarslan ve Heperkan (2006) araştırmalarında fındıkta mikrodalga ile kurutmanın küfler (*Aspergillus flavus*) üzerine olan etkisini incelemişlerdir. 2450 Mhz. frekansta çalışan sanayi tipi mikrodalga fırında yapılan denemelerde, *Aspergillus flavus* küfü aşılanan ve özel kaplarda şartlandırılarak su aktiviteleri ile % nem değeri arttırılan işlenmemiş iç fındık numunelerinde, farklı mikrodalga gücü ve sürelerinin fındığın toplam küf sayısına etkisini incelemişlerdir. Fındıklar önce 600 g.'lık numuneler halinde özel kaplarda altlarına 750 ml. distile su konularak, oda sıcaklığında su aktivite değerleri 0,80 ve 0,90 olacak şekilde şartlandırılmışlardır. Tek magnetron çalıştırılarak elde edilen 1x1000 watt, 1x2000 watt ve 3 magnetronun çalıştırılmasıyla elde edilen 3x1000 watt güçlerini fındık numunelerine uygulamışlar, uygulamadan önce ve sonra küf sayımı yapmışlardır. 420 saniyelik işlemden sonra en iyi sonuca 3x1000 watt güçle yaptıkları denemeyle ulaşmışlar, diğer uygulamalarla karşılaştırdıklarında toplam küf sayısı ve % nem değerinde en fazla azalmayı bu uygulamayla elde etmişlerdir. Sonuç olarak, mikrodalgayla daha kontrollü bir kurutma sağlanacağını, bunun ürün kalitesini yükselteceğini ve aflatoksin problemini çözmede bu çalışmanın ışık tutacağını savunmuşlardır.

Doymaz ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada kabin ve mikrodalga kurutucularla yapılan kurutma işleminin maydanoz üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Kurutma işlemi kabin kurutucuda ve mikrodalga kurutucuda, her iki sistem için 40, 45, 50, 55, 60 ve 70<sup>0</sup>C sıcaklıklarda gerçekleştirmişlerdir. Kurutmadan önce ürünlerin nem içeriklerini belirlemiş ve Ürünleri %78,3-83,4 nem değerinden %6-8 nem içeriğine kadar kurutmuşlardır. Kurutmadan sonra oda sıcaklığında 15 dk. Soğutularak kavanzolara almış, her denemeyi 3 kez tekrarlamış ve ortalamalarını almışlardır. Her iki kurutucuda yapılan denemelerin sonucunda; sıcaklık artışının kurutma işlemini hızlandırdığını göstermiş ve mikrodalga kurutucuda kurutma işleminin çok daha kısa sürede gerçekleştiğini saptamışlardır. Kurutulmuş ürünlerde ürün kalitesini belirleyen önemli kriterlerden biri de renktir. Kurutulmuş ürünlerde renk ölçümlerini Hunter Lab Color D25 D2P renk ölçme cihazı ile 5 farklı noktada tekrarlayarak L, a, b değerlerinin ortalamasını alıp Hunter Lab skalasına göre ürünün renk değerlendirmesini yapmışlardır. Kabin ve mikrodalga kurutucularda düşük sıcaklıklarda çalışmanın, parlaklık ve renk kalitesinin korunması açısından avantajlı olduğunu tespit etmişlerdir.

### 2.6.2. Mikrodalga Fırınlar ve Özellikleri

Mikrodalgalar, 1 mm ile 1 m dalga boyuna sahip, 300 MHz ile 30 GHz frekans aralığındaki, elektromanyetik spektrumun bir kısmını kapsayan ve iyonize edici olmayan, elektromanyetik radyasyon şeklidir. Mikrodalga fırınlarda kullanılan mikrodalgaların sahip olduğu dalga boyu 12,2 santimetredir. Mikrodalga fırının frekansları 950 MegaHertz (MHz) ile 2450 MHz arasındadır. Radyo dalgaları 1m' den başlayarak binlerle ifade edilen dalga boylarına sahiptir. Gözle görünen ışığın dalga boyu ise 400 ile 750 nanometre ( $10^{-9}$ ) arasındadır (Konak ve ark. 2009).

Fırınlarda mikrodalga üreten vakum tüpüne magnetron denir. Magnetron 60 Hz'lik elektrik enerjisini mikrodalgaya dönüştürür. Üretilen mikrodalgalar foton olarak adlandırılan ışın tanecikleri halinde yayılır. Mikrodalga fotonlarının enerji düzeyleri düşüktür. Üretilen mikrodalgaların fırın içinde yayılmasını sağlayan bir dalgayayıcı bulunmaktadır. Fırın boşluğunda yayılan mikrodalganın fırın içinde düzgün dağılımını sağlamak için bir döner tabla ya da dalga yayıcıdan hemen sonra yerleştirilen bir pervane kullanılır. Ayrıca ısınan besinin yaydığı sıcaklık sonucu ısınan havanın fırın içinde birikmesini önlemek için bir havalandırma sistemi de bulunmaktadır (Ökmen 2008).

Polar moleküller, su gibi artı ve eksi yüklü uçları olan moleküllerdir. Magnetron tarafından üretilen mikrodalga fotonları, besinlere temas ettiğinde besin maddesinin içerdiği su molekülleri, mikrodalga fotonlarının enerjisini absorbe ederek artı ve eksi uçları arasında titreşmeye başlarlar. Bu titreşmeler sonucu su moleküllerinin, etraflarındaki moleküller ile sürtünmesinden dolayı ısı açığa çıkar ve bu ısı besin maddelerinin pişmesini sağlar. Bu nedenle içerdiği su miktarı fazla olan gıdaların pişme süresi daha kısa olmaktadır (Ökmen 2008).

Mikrodalgada ile ısı ürünün içinde oluşmakta ve kısa sürede yüksek sıcaklıklara ulaşılarak daha etkin pişirme sağlanmaktadır. Ayrıca mikrodalga ile vitamin ve mineral kayıplarının daha az olduğu bilinmektedir. Mikrodalga bu özellikleriyle işlem süresini azaltırken ürünün kalitesini de arttırmaktadır (Konak ve ark 2009).

Mikrodalga, geleneksel pişirme yöntemlerinden daha hızlı ve daha ekonomik bir yöntemdir. Bunun sebebi, pişirme işlemi sırasında fırın ortamının ısınması için enerji ve zaman harcanmadan sadece yiyeceğin pişmesidir. Geleneksel fırınlar, harcadıkları elektrik enerjisinin sadece %7-14' ünü gıdaların ısıtılması için kullanırken, mikrodalga fırınlarda bu oran % 40' ı bulmaktadır (Konak ve ark 2009).

Günümüzde mikrodalga fırınların insan sağlığına zararlı olduğu yönde genel bir inanış mevcuttur. Ancak gerek mikrodalga fırınların yapısı gerekse yapılan araştırmalar bu inanışın yersiz olduğunu kanıtlamaktadır.

1971 yılında ABD'de Food and Drug Administration (FDA) mikrodalga fırınların sızıntı radyasyonları için açıkladığı limit değer, mikrodalga fırının yüzeyinden 5 cm mesafede 5 miliwatt/cm<sup>2</sup> dir. Bu limit mikrodalgaların insan için zararlı olan limitin altındadır. Günümüzde mikrodalga fırın kapaklarına yerleştirilen ve üzerinde mikrodalga dalgaboyundan daha küçük çapta açıklıklar olan plakalar bu sızıntının da önlenmesi sağlamaktadır. Ayrıca FDA, fırınlarda, mikrodalga fırının kapağı açıldığında mikrodalga üretimini otomatik olarak kesen bir birinden bağımsız iki kilit sisteminin bulunması şartını da koymuştur (Ökmen).

Mikrodalgalar besin tarafından hızla emilip geri yayıldıkları için besin maddesinin içinde birikme ihtimalleri bulunmamaktadır. Ayrıca mikrodalgayla pişirilen besinlerde oluşan serbest radikaller, kızartma ya da mangalda pişirilen besinlerde bulunanlardan daha azdır. Bunların yanı sıra pişirme sonucu oluşan vitamin ve mineral kayıpları, mikrodalga etkisiyle olmayıp ısı derecesine bağlı kayıplardır. Dolayısıyla mikrodalga işlemi insan sağlığı ve güvenliği açısından herhangi bir olumsuzluk içermemektedir (Ökmen).



### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Yem Materyali

Denemede kabuklu ayçiçeği tohumu, kabuksuz soya fasülyesi tohumu, ve kanola tohumu kullanılmıştır.

#### 3.2. Metot

##### 3.2.1. Deneme Gruplarının Oluşturulması

Her bir yağlı tohum örneği, 540 W - 900 W ve 2,5 dakika - 5 dakika olmak üzere farklı seviye ve sürelerde muamelelere tabi tutulmuştur. Deneme Çizelge 3.1.' de görüldüğü gibi 2x2 faktöriyel deneme planına göre planlanmıştır.

Çizelge 3.1 Deneme Grupları

Protein Kaynağı	Mikrodalga Güç Seviyesi (W)	Piştirme Süresi (dakika)
AYÇIÇEĞİ	540	2,5
		5,0
	900	2,5
		5,0
SOYA	540	2,5
		5,0
	900	2,5
		5,0
KANOLA	540	2,5
		5,0
	900	2,5
		5,0

### **3.2.2. Öğütme**

Denemede kullanılacak materyalin analize hazırlanması için 1mm lik elekten geçmesini sağlayacak öğütme işlemi, sıkma ayar kolu ile kademeli, istenilen incelikte öğütme sağlayan, dakikada 70-80 g'a yakın numune öğütebilen, 150 W motor gücüne sahip Jüpiter marka değirmen ile gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.3. Mikrodalga İşlemi**

Yem materyaline farklı seviyelerde ısı işlem uygulanmasında 180 W, 360 W, 540 W, 720 W ve 900 W olmak üzere toplam 5 güç seviyesinde çalışabilen Arçelik MD 584 model mikrodalga fırın kullanılmıştır

Öğütülmüş her bir yem numunesi (ayçiçeği, soya, kanola) mikro dalga fırında 540 W seviyede 2,5 ile 5 dakika ve 900 W seviyede yine 2,5 ile 5 dakika olmak üzere farklı seviye ve sürelerde mikrodalga ile pişirme işlemine tabi tutulmuştur. Numunelerin pişirme işlemi sırasında cooking pişirme poşetleri kullanılmıştır. Öğütülmüş hammaddeler pişirme poşetleri içerisine konduktan sonra, buhar basıncından kaynaklanabilecek patlamaları önlemek amacıyla üzerleri iğne ile birkaç kez delinerek mikrodalga fırına yerleştirilmiş ve ısı işlem gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.4. Besin Madde İçeriğinin Tespiti**

İşlenmemiş yağlı tohum örnekleri ve her muamele sonucunda elde edilen örnekler, Weende Analiz Yöntemine göre analiz edilmişlerdir. Analizler 2 'şer tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Kuru madde miktarı, belli miktarda alınan silaj örneğinin 105 °C sıcaklıkta 10 saat süreyle etüvde kurutulması yoluyla gerçekleştirilmiştir. Ham kül miktarı da 550 °C sıcaklıkta bir gece yakılması ile bulunmuştur. Yemin organik madde miktarı ise, kurumadde ile ham kül arası farktan hesaplanmıştır. Organik maddeyi oluşturan ham protein belli miktardaki yem örneğinin önce kuvvetli asitle yakılarak azotun amonyum sülfata, daha sonra da baz ile muameleye tabii tutularak amonyak formuna dönüştürülmesi ve bu amonyağın belli normalitedeki bir asitle titrasyonu sonucu elde edilen sarfiyattan hesaplanmıştır. Organik maddeleri oluşturan diğer komponentlerden, ham selüloz ise yemin önce belli

konsantrasyonlardaki asit ve alkali ile kaynatılıp süzülmesi ve en son asetonla yıkanıp kurutularak yakılması sonucu elde edilmiştir (Akyıldız 1984).

### **3.2.5. İnvitro Ortamda Organik Madde Sindirilebilirlik Derecelerinin Belirlenmesi**

#### **3.2.5.1. Enzimatik Yöntem (Sellülaz Yöntemi)**

Sellülaz yöntemiyle yem değeri tespitinde, numunenin Pepsin-HCl ve Sellülaz çözeltileriyle inkübasyona tabi tutularak enzimde çözünen organik madde (ELOS) değerlerinin belirlenmesi esas alınmıştır (Tilley ve Terry, 1963).

1 mm elekten geçecek şekilde öğütülmüş, yaklaşık 300 mg yağlı tohum örneği altı kapalı cam süzgeçler (800 °C ısıya dayanıklı por.1, altı ve üstü kapaklı, 50 ml' lik goch krozeler) içinde tartılmıştır. 3' er paralel olarak tartılan yem örnekleri, önce 40 °C'de, 24 saat sonra 80 °C'de 45 dk süre ile pepsin-HCl çözeltilisinde inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonu tamamlanan süzgeçler düşük vakum altında asitlikten arınana dek sıcak saf suyla yıkanarak süzülmüştür. Daha sonra süzgeçler 40 °C' de 24 saat süre ile 39-40 °C' deki sellülaz enzimi çözeltilisinde bekletilmiştir. İnkübasyonun tamamlanmasının ardından süzgeçler sıcak saf suyla tekrar yıkanarak süzülmüştür.

Süzme işleminin ardından alt ve üst kapakları çıkartılan süzgeçler, 105 °C' de 1 gece kurutulduktan sonra tartılarak 550 °C' de en az 3 saat yakılmıştır. Yakma sonucu numuneler tartıldıktan sonra aşağıdaki eşitlikler kullanılarak yem maddesinin sellülaz enziminde çözünen organik madde (ELOS) ve enzimde çözünemeyen organik madde (EULOS) miktarları hesaplanmıştır (GfE 1998).

$$\% \text{ ELOS}^{**} = \% \text{ KM} - \% \text{ HK} - \% \text{ G}^*$$

$$\% \text{ EULOS}^{**} = 100 - \text{ELOS}$$

$$\% \text{ G}^* = [\text{Kuru ağırlık(g)} - \text{Yanmış ağırlık(g)}] / \text{Tartım ağırlığı(g)} \times 100$$

(\*\* : Yemin doğal haldeki değeridir. ME değeri ile ilgili regresyon eşitliklerinde g/kg kuru maddeye çevrilir).

### **Enzimatik (Sellülaz) Yöntemde Kullanılan Çözeltiler:**

**Pepsin-HCl Çözeltisi** : 2 g Pepsin + 0,1 N HCl

**Aseto Buffer Çözeltisi** : 5,9 ml Asetik asit + 1 lt destile su (çözelti A) ve 13,6 g Sodyum asetat + 1 lt destile su (çözelti B) hazırlandıktan sonra 400 ml çözelti A ile 600 ml çözelti B karıştırılır.

**Sellülaz Buffer Çözeltisi** : 3,3 g sellülaz enzimi (*Trichoderma viride*; Onozuka R-10, 1 U/mg aktivite) + 1 lt Asetat buffer çözeltisi.

### **3.2.6. Renk Değerinin Ölçülmesi**

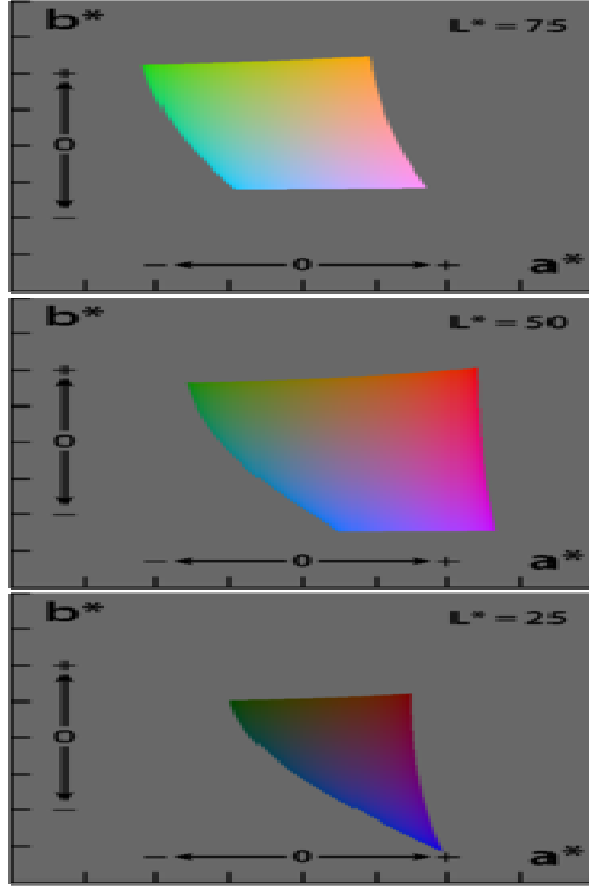
Renk ölçümleri özellikle homojen olmayan materyallerin renklerinin ölçümüne uygun, oldukça büyük bir ölçüm alanına sahip olan Hunter Lab D25LT Renk Ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Resim 3.1.).



**Resim 3.1.** Hunter Lab D25LT Renk Ölçüm Cihazı

Ölçümlerde cihazın Şekil 3.2' de görülen renk skalası menüsünde Hunter Lab olarak tanımlanmış olan renk skalası seçilerek bu skalaya ilişkin L, a ve b değerleri tespit edilmiştir. Hunter Lab renk koordinat sisteminde L değeri renk parlaklığını göstermekte olup değeri 0 ile 100 arasında değişmektedir. Renk koordinatları olan a ve b değerleri ise belirli bir ölçüm aralığına sahip olmayıp, a değeri pozitif olduğunda kırmızı, negatif olduğunda yeşil rengi

ifade ederken, b değeri pozitif olduğunda sarı, negatif olduğunda ise mavi rengi göstermektedir (Anonymous 1996).



Şekil.3.2 Hunter Lab Renk Skalası

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Araştırma sonuçlarının istatistiksel analizi Duncan Çoklu Karşılaştırma Yöntemine göre yapılmıştır (Soysal 1998).

### 4.1 Ayçiçeği Deneme Bulguları

#### 4.1.1. Deneme Muamelelerinin Ayçiçeğinin Besin Madde Kapsamına Etkileri

İşlenmemiş ayçiçeğine ait besin madde kapsamı Çizelge 4.1' de özetlenmiştir.

**Çizelge 4.1.** İşlenmemiş ayçiçeğinin besin madde kapsamı (%)

Kuru Madde	Ham Kül	Ham Sellüloz	Ham Protein	Ham Yağ
95,07	3,75	17,18	26,77	39,55

Deneme muamelelerinin ayçiçeğinin besin madde kapsamına etkileri Çizelge 4.2' de gösterilmiştir. KM değeri %95,94 ile % 98,91 arasında değişim göstermektedir. Mikrodalga güç seviyesi ve süresi arttıkça % KM değerinde de önemli bir artış gözlenmektedir ( $P<0,001$ ). En yüksek KM değerine 900 watt ve 5 dk' lık muamelede ulaşılmaktadır. Burada güç seviyesi ve süre arasındaki interaksyon istatistiksel açıdan önemlidir ( $P<0,001$ ). Muamele görmüş ayçiçeğinde HK değerleri %3,73 ile %4,13 arasında değişmektedir. Güç seviyesi ve sürenin HK üzerinde de etkili olduğu gözlenmektedir ( $P<0,05$ ), interaksyonun etkisi önemsiz bulunmuştur ( $P>0,05$ ). En fazla HK değeri 900 watt ve 5 dk' lık muamele sonucu ortaya çıkmaktadır. HP değerindeki değişim de %26,48 ve %28,27 aralığında izlenmektedir. Mikrodalga güç seviyesinin artmasıyla HP değeri de artış göstermektedir ( $P<0,001$ ). HP'de ortaya çıkan en yüksek değer 900 Watt' lık muameleler sonucunda ortaya çıkmıştır. HP oranındaki değişimde süre ve interaksyonun etkisi önemli görülmemiştir ( $P>0,05$ ). %39,70 ile %42,40 arasında gözlenen HY değerlerindeki değişim üzerinde de mikrodalga güç seviyesindeki artışın tek başına etkili olduğu görülmektedir ( $P<0,001$ ). HY değerlerinde, 540 watt ve 900 watt' lık muameleler arasındaki fark belirgindir. Ayçiçeğinin HS değerinde istatistiksel açıdan önemli bir değişiklik gözlenmemiştir ( $P>0,05$ ).

**Çizelge 4.2.** Ayçiçeğinin besin madde kapsamına muamelelerin etkileri (%)

Güç Seviyesi	Süre	Kuru Madde	Ham Kül	Ham Sellüloz	Ham Protein	Ham Yağ
540 W	2,5 dk	95,94 d	3,73 c	16,86	26,48 c	39,70 b
540 W	5,0 dk	97,87 c	3,95 b	17,99	26,70 bc	39,36 b
900 W	2,5 dk	98,12 b	3,98 b	16,15	27,39 b	41,94 a
900 W	5,0 dk	98,91 a	4,13 a	15,84	28,27 a	42,40 a
Ort.Stand.Hata		0,330	0,047	0,371	0,236	0,411
Varyasyon Kaynağı		Olasılık Düzeyi (p)				
Güç Seviyesi		<0,001	<0,001	0,057	<0,001	<0,001
Süre		<0,001	0,002	0,538	0,065	0,773
Güç Seviyesi x Süre		<0,001	0,403	0,295	0,235	0,082

#### 4.1.2. Deneme Muamelelerinin Ayçiçeği Organik Madde Sindirilme Derecesine Etkileri

Denemede uygulanan işlemler sonucunda ayçiçeğinin organik madde sindirilme derecesi (OMSD) üzerinde meydana getirdiği etkiler Çizelge 4.3' te verilmiştir. Muameleler sonucu %70,18 ile %69,59 arasında değişen OMSD değerinde, uygulanan ısı işlemin süresi arttıkça sayısal olarak azalma meydana geldiği gözlenmiştir.

**Çizelge 4.3.** Deneme muamelelerinin ayçiçeğinin Organik Madde Sindirilebilirliği Derecesi (OMSD) üzerine etkileri

Hammadde	Muamaele	OMSD (%)
Ayçiçeği	Kontrol (işlenmemiş)	70,53
	540-2,5 dk	70,18
	540-5,0 dk	69,97
	900-2,5 dk	70,22
	900-5,0 dk	69,59

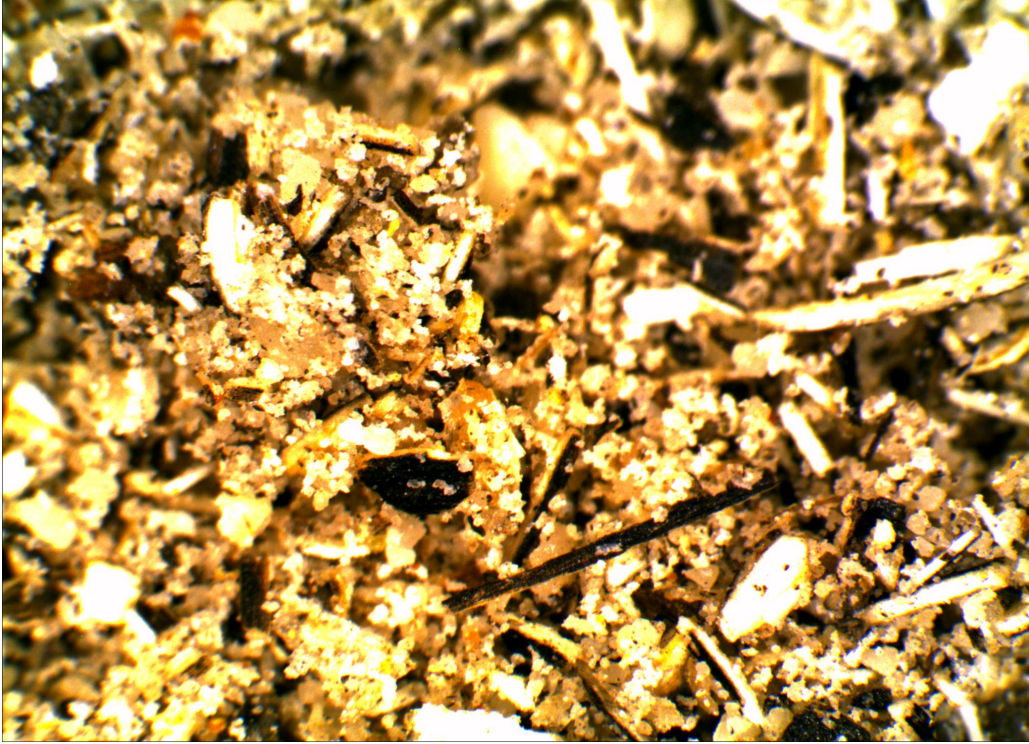
#### 4.1.3. Deneme Muamelelerinin Ayçiçeğinin Renk Ölçüm Değerlerine Etkileri

Çizelge 4.4' de işlenmemiş ayçiçeğine ait renk ölçüm değerleri görülmektedir.

**Çizelge 4.4.** İşlenmemiş ayçiçeğinin renk ölçüm değerleri

L	a	b
41,03	0,31	8,69

Çalışmada kullanılan işlenmemiş ayçiçeğinin stereo mikroskop ortamındaki görünümü Resim 4.1.'de görülmektedir.



**Resim 4.1.** İşlenmemiş ayçiçeğinin stereo mikroskopta görünümü

Muamelelerin, ayçiçeğinin rengi üzerindeki etkilerini gösteren tablo Çizelge 4.5' de verilmiştir. Parlaklığı simgeleyen “L” değeri 29,50 ile 39,35 arasında değişim göstermektedir. Güç seviyesi ve sürenin artmasıyla parlaklık azalmaktadır ( $P<0,05$ ). Numunenin parlaklığındaki değişim 540 W'lık işlemlerde düşük oranda gözlenirken, 900 watt ve 5 dk' lık muameleden sonra belirgin şekilde en düşük seviyeye inmiş (29,50) ve Resim 5.1.e' de görüldüğü gibi materyal en koyu halini almıştır. “L” değerinin azalmasında güç seviyesi ile süre interaksyonu önemlidir ( $P<0,05$ ). Aynı durum “a” değeri için de geçerlidir. 540 W'lık muamelelerdeki yeşil renk azalması çok belirgin olmazken, ayçiçeğinin 900 watt ve 5 dk işlem görmesi kırmızılık ve yeşilliği simgeleyen “a” değerini önemli ölçüde değiştirmiş ve 0,11' den 2,41' e çıkmasına sebep olmuştur. Materyalde yeşil renk giderek azalmış ve hafif kızarma meydana gelmiştir. Bu değişimde güç ve süre interaksyonu da etkili olmaktadır ( $P<0,05$ ). Ayçiçeğine uygulanan muamelelerde, maviliği ve sarılığı ifade eden “b” değerinde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir ( $P>0,05$ ).



**Çizelge 4.5.** Ayçiçeğinde muamelelere göre renk ölçüm değerleri

<b>Güç Seviyesi</b>	<b>Süre</b>	<b>L</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
<b>540 W</b>	<b>2,5 dk</b>	39,35 a	0,11 b	8,66
<b>540 W</b>	<b>5,0 dk</b>	39,33 a	0,47 b	9,69
<b>900 W</b>	<b>2,5 dk</b>	37,14 a	0,80 b	9,63
<b>900 W</b>	<b>5,0 dk</b>	29,50 b	2,41 a	8,96
<b>Ort.Stand.Hata</b>		1,546	0,342	0,208
<b>Varyasyon Kaynağı</b>		<b>Olasılık Düzeyi (p)</b>		
<b>Güç Seviyesi</b>		<0,001	0,003	0,738
<b>Süre</b>		0,003	0,009	0,618
<b>Güç Seviyesi x Süre</b>		0,003	0,041	0,064

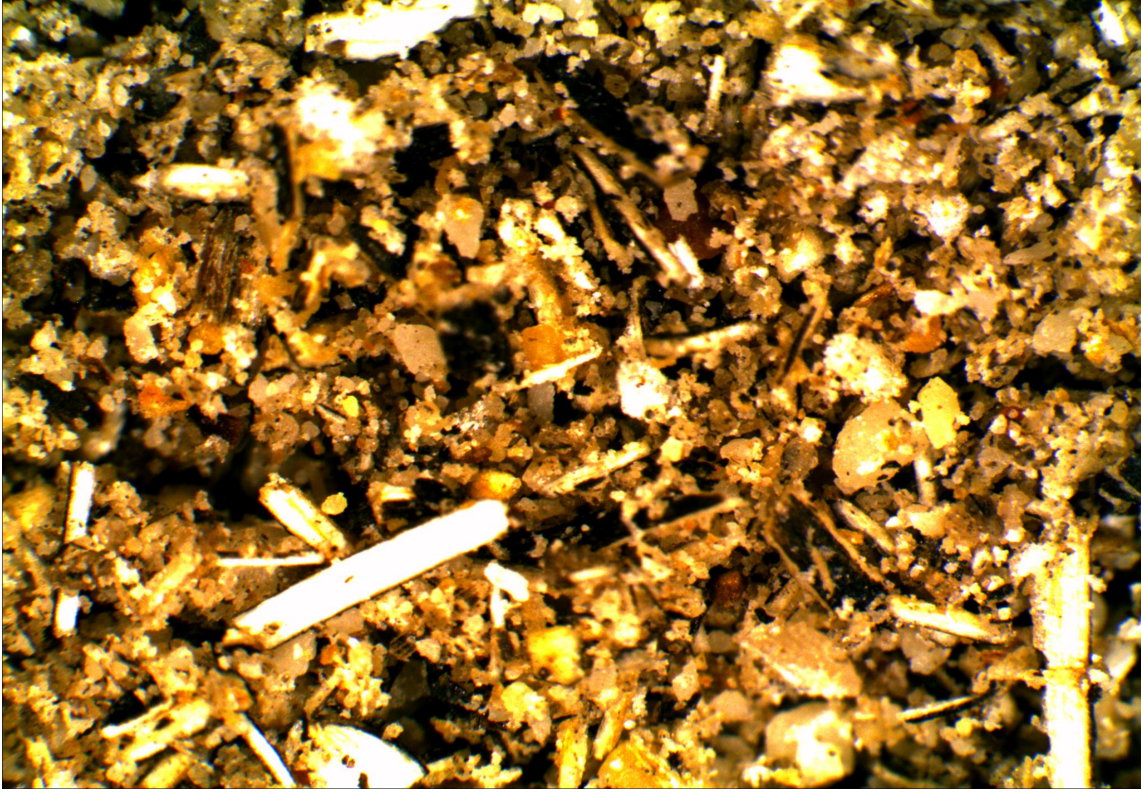
İşlem görmüş ayçiçeği numunelerinin, mikroskopla çekilen fotoğrafları resim 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5’ de verilmiştir. Fotoğraflarda, muamele edilen numunelerin renginin işlem seviyesi ve süresi arttıkça koyulaştığı görülmektedir.



**Resim 4.2.** 540 W, 2,5 dk muamele edilen ayçiçeğinin stereo mikroskofta görünümü.



**Resim 4.3.** 540 W ve 5 dk muamele edilen ayçiçeğinin stereo mikroskofta görünümü.



**Resim 4.4** 900 W ve 2,5 dk muamele edilen ayçiçeğinin stereo mikroskopta görünümü.



**Resim 4.5** 900 W ve 5 dk muamele edilen ayçiçeğinin stereo mikroskopta görünümü.

## 4.2. Soya Deneme Bulguları

### 4.2.1. Deneme Muamelelerinin Soyanın Besin Madde Kapsamına Etkileri

Çizelge 4.6' da denemede kullanılan işlenmemiş soyanın besin madde içeriği görülmektedir.

**Çizelge 4.6.** İşlenmemiş soyanın besin madde kapsamı (%)

Kuru Madde	Ham Kül	Ham Sellüloz	Ham Protein	Ham Yağ
92,99	5,39	5,19	53,52	21,44

Deneme muamelelerinin, soyanın besin madde kapsamına etkileri Çizelge 4.7'de gösterilmiştir. KM içeriği %95,36 ile %99,69 arasında değişmektedir. Güç seviyesi ve süre arttıkça KM' de önemli bir artış gözlenmiş, %5,40 ile %5,82 arasında değişen HK içeriği de güç seviyesi ve süreyle doğru orantılı olarak artmıştır ( $P < 0,001$ ). İnteraksiyon önemli görülmemiştir ( $P > 0,05$ ). HP değerleri %54,04 ile %57,27 arasında değişmektedir. Güç seviyesi ve süre arttıkça artış gösteren HP içeriğinin 900 watt 5 dk' lık muamelede en yüksek seviyeye ulaştığı gözlenmiştir. HP değişiminde sadece güç seviyesinin etkisi önemli görülmüştür ( $P < 0,05$ ). HY içeriği %21,24 ile %22,85 arasında değişmektedir. Güç seviyesi ve süreye bağlı olarak HY oranında da bir miktar artış gözlenmiş ( $P < 0,05$ ) ve en yüksek değere 900 watt, 5 dk' lık muamelede ulaşılırken interaksiyon önemli bulunmamıştır ( $P > 0,05$ ). Muamelelerde HS değerinin %5,96 ile %5,77 arasında değişiklik gösterdiği saptanmış ancak bu değişiklikler istatistiki açıdan önemli görülmemiştir ( $P > 0,05$ ).

**Çizelge 4.7.** Soyanın besin madde kapsamına muamelelerin etkileri (%)

Güç Seviyesi	Süre	Kuru Madde	Ham Kül	Ham Sellüloz	Ham Protein	Ham Yağ
540 W	2,5 dk	95,36 c	5,40 c	5,96	54,04 b	21,24 b
540 W	5,0 dk	96,99 b	5,54 bc	6,03	54,16 b	22,14 a
900 W	2,5 dk	97,29 b	5,62 b	5,52	55,51 ab	22,44 a
900 W	5,0 dk	99,69 a	5,82 a	5,77	57,27 a	22,85 a
Ort.Stand.Hata		0,330	0,047	0,371	0,237	0,411
Varyasyon Kaynağı		Olasılık Düzeyi (p)				
Güç Seviyesi		<0,001	<0,001	0,479	0,007	0,004
Süre		<0,001	0,006	0,748	0,174	0,024
Güç Seviyesi x Süre		0,068	0,560	0,856	0,232	0,336

#### 4.2.2. Deneme Muamelelerinin Soyanın Organik Madde Sindirilme Derecesine Etkileri

Çalışmada uygulanan mikrodalga işlemlerinin soyanın OMSD üzerine etkileri Çizelge 4.8' de görülmektedir. Soyanın %95,52 olan OMSD, mikrodalga güç seviyesi ve süre arttıkça %92,36' ya düşmüştür. Denemede en yüksek OMSD değeri %95,95 ile 540 W ve 2,5 dk.'lık muamele sonucunda elde edilmiştir.

**Çizelge 4.8.** Deneme Muamelelerinin soyanın Organik Madde Sindirilebilirliği Derecesi (OMSD) üzerine etkileri

Ham Madde	Muamele	OMSD (%)
Soya	Kontrol (işlenmemiş)	95,52
	540-2,5 dk	95,95
	540-5,0 dk	93,54
	900-2,5 dk	94,76
	900-5,0 dk	92,36

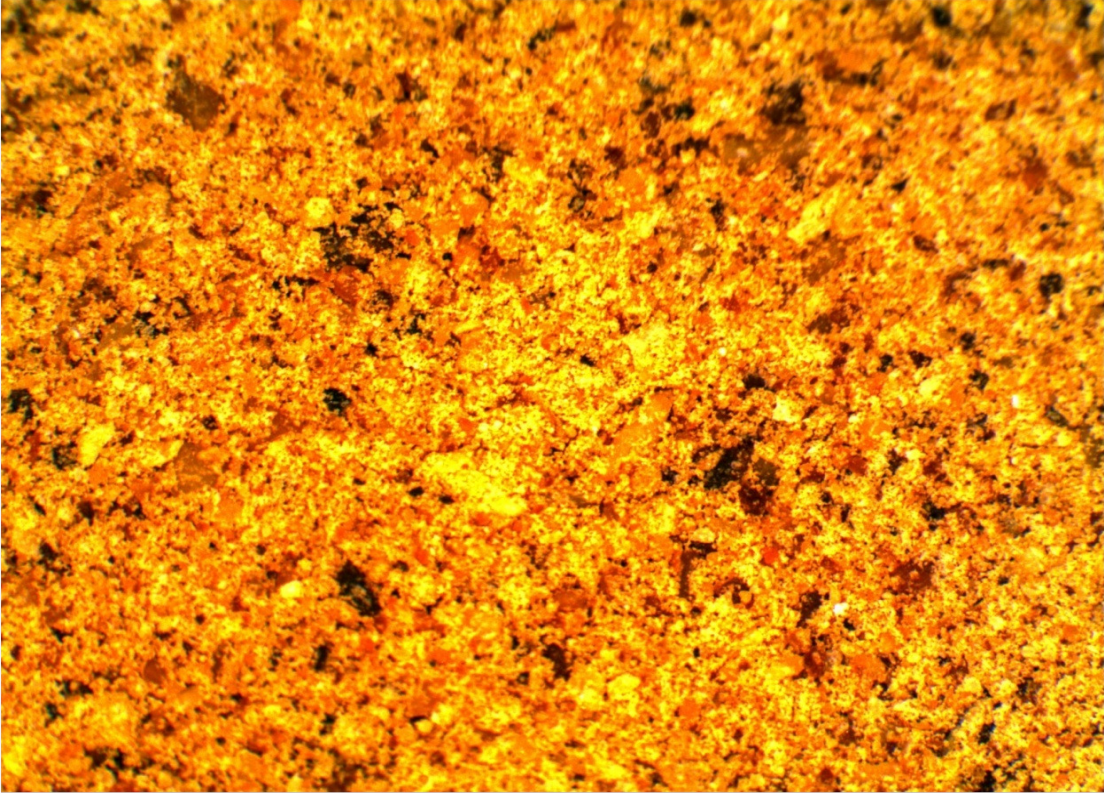
#### 4.2.3. Deneme Muamelelerinin Soyanın Renk Ölçüm Değerlerine Etkileri

Çizelge 4.9' de işlenmemiş soyaya ait renk ölçüm değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.9.** İşlenmemiş soyanın renk ölçüm değerleri

L	a	b
55,47	2,04	20,77

Çalışmada kullanılan işlenmemiş soyanın stereo mikroskop ortamındaki görünümü Resim 4.6' da görülmektedir.



**Resim 4.6.** İşlenmemiş soyanın stereo mikroskopta görünümü

Çizelge 4.10’ da deneme muamelelerinin soyanın renk ölçüm değerleri üzerine olan etkileri görülmektedir. Güç seviyesi ve sürenin artmasıyla birlikte “L” değeri 52,19’ dan 34,57’ ye düşmüş, numunede önemli ölçüde parlaklık kaybı ve koyulaşma meydana gelmiştir ( $P<0,001$ ). Yem maddesinde güç seviyesi ve sürenin artışına bağlı olarak giderek koyulaşan sarı renk, “b” değerindeki azalmanın göstergesidir. “b” değeri 21,29’ dan 14,19’a kadar düşüş göstermiş ve bu azalma önemli bulunmuştur ( $P<0,001$ ). “L” ve “b” deki bu değişimlerde interaksiyonun etkisi de önemlidir. ( $P<0,05$ ). 900 watt ve 5 dk’ lık muamelede numunenin rengi sarıdan maviye (b) doğru yaklaşırken parlaklığı (L) en alt seviyeye inmiştir. Güç seviyesi ve süre arttıkça “a” değerinde de önemli bir artış gözlenmiş ( $P<0,05$ ), renk yeşilden kızıla doğru değişim göstermiştir. “a” değerindeki değişimde interaksiyon önemli bulunmamıştır ( $P>0,05$ ).

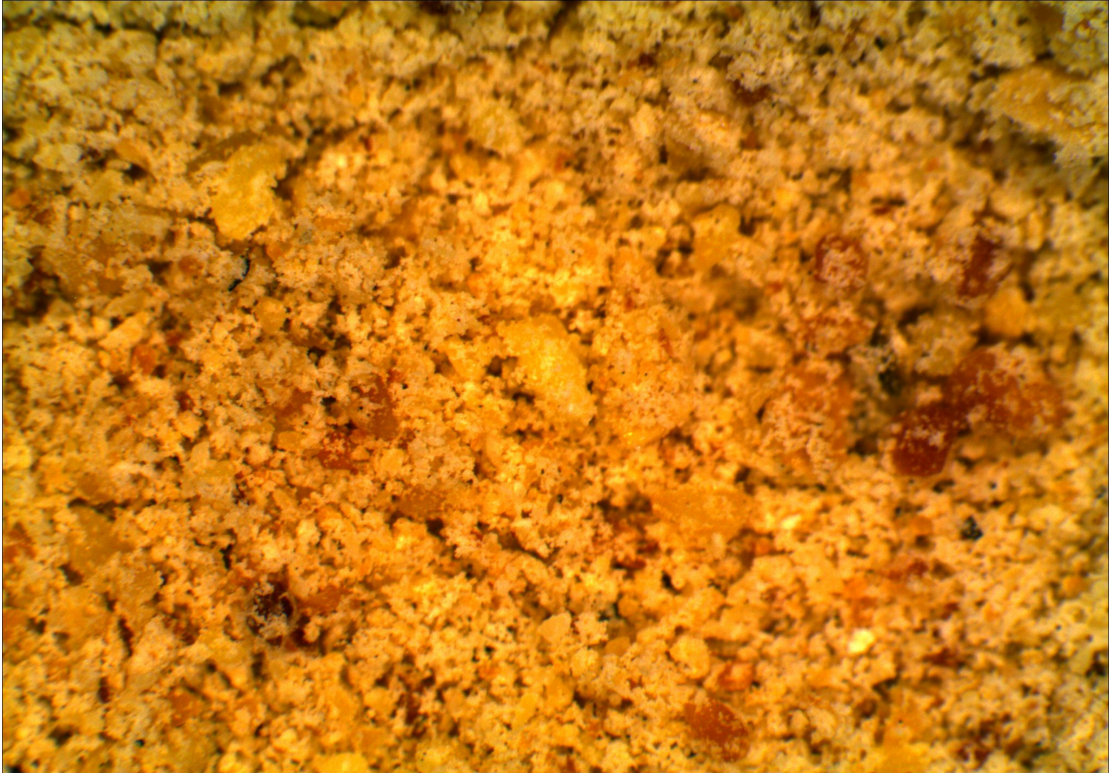
**Çizelge 4.10.** Soyanın muamelelere göre renk ölçüm değerleri

Güç Seviyesi	Süre	L	a	b
540 W	2,5 dk	52,19 a	2,32 c	21,29 a
540 W	5,0 dk	48,86 b	3,80 b	19,33 b
900 W	2,5 dk	46,09 c	3,73 b	17,87 c
900 W	5,0 dk	34,57 d	5,44 a	14,19 d
Ort.Stand.Hata		1,546	0,342	0,208
Varyasyon Kaynağı		Olasılık Düzeyi (p)		
Güç Seviyesi		<0,001	<0,001	<0,001
Süre		<0,001	0,002	<0,001
Güç Seviyesi x Süre		<0,001	0,622	0,007

Deneme muamelelerine bağlı olarak soyada meydana gelen renk değişiklikleri Resim 4.7, 4.8, 4.9 ve 4.10' da görülmektedir. Resimde görüldüğü gibi sıcaklık ve süre artışına bağlı olarak numunelerin renginde koyulaşma meydana gelmiştir.

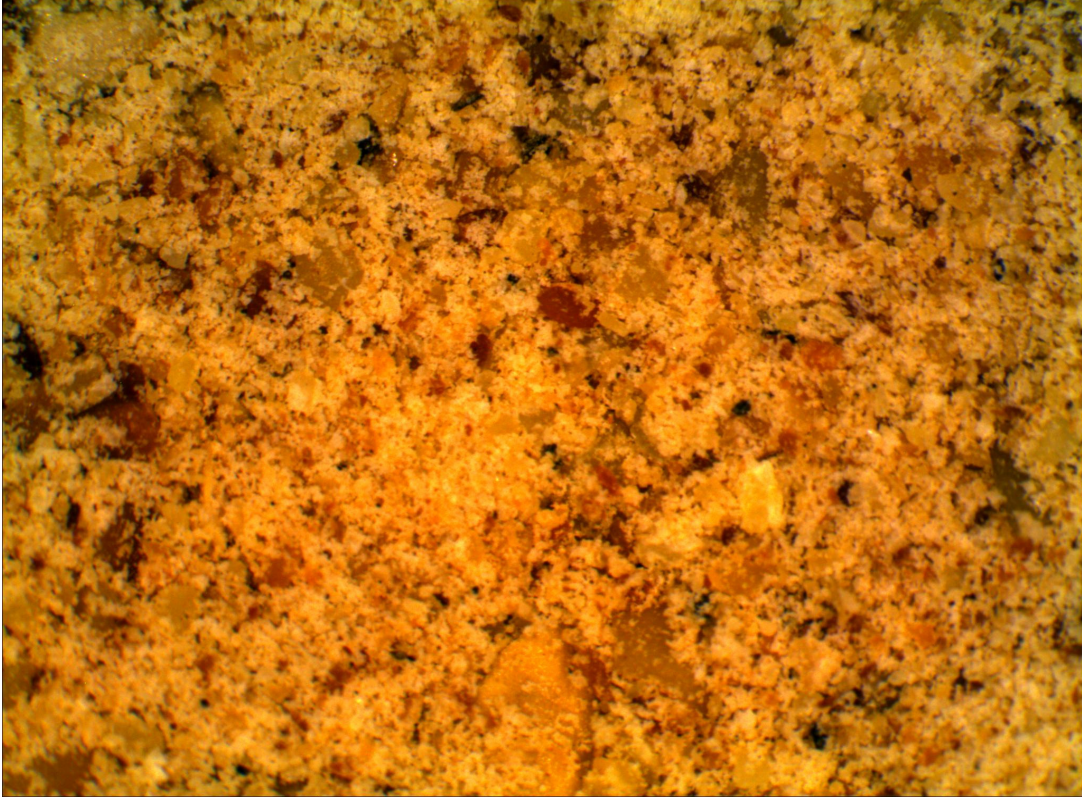


**Resim 4.7.** 540 W ve 2,5 dk muamele görmüş soyanın stereo mikroskofta görünümü



**Resim 4.8.** 540 W ve 5 dk muamele görmüş soyanın stereo mikroskofta görünümü





**Resim 4.9.** 900 W ve 2,5 dk muamele görmüş soyanın stereo mikroskofta görünümü



**Resim 4.10.** 900 W ve 5 dk muamele görmüş soyanın stereo mikroskofta görünümü

### 4.3 Kanola Deneme Bulguları

#### 4.3.1 Deneme Muamelelerinin Kanolanın Besin Madde Kapsamına Etkileri

Çizelge 4.11’ de işlenmemiş kanolaya ait besin madde içeriği görülmektedir.

**Çizelge 4.11.** İşlenmemiş kanolanın besin madde kapsamı (%)

Kuru Madde	Ham Kül	Ham Sellüloz	Ham Protein	Ham Yağ
94,60	4,12	18,36	28,00	39,32

Deneme muamelelerinin kanola besin madde kapsamı üzerine olan etkileri Çizelge 4.12’ de gösterilmektedir. KM değeri güç seviyesindeki artışın etkisiyle ( $P<0,05$ ) %97,40’ tan %98,93’ e yükselmiş ve 900 W seviyesinde en yüksek halini almıştır. KM artışında süre ve interaksiyonun etkisi önemsiz bulunmuştur ( $P>0,05$ ). %4 oranında bulunan HK düzeyinde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. 540 w güç seviyesinde %19,04 olan HK miktarı 900 W seviyesinde %20,85’e çıkmış ve bu artışta güç seviyesinin etkisi önemli kabul edilirken ( $P<0,05$ ), süre ve interaksiyonun etkisi önemsiz bulunmuştur ( $P>0,05$ ). HP düzeyi %28.74 ile %29,88 arasında değişirken bu artış istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ( $P>0,05$ ). HY miktarı, güç seviyesindeki artışın etkisiyle ( $P<0,05$ ) %41.45 oranından %42,33 oranına yükselmiştir.

**Çizelge 4.12.** Kanolanın besin madde kapsamına muamelelerin etkileri (%)

Güç Seviyesi	Süre	Kuru Madde	Ham Kül	Ham Sellüloz	Ham Protein	Ham Yağ
540 W	2,5 dak	97,40 b	4,09 b	19,04 a	28,74	41,45 b
540 W	5,0 dak	98,60 ab	4,35 a	14,21 b	29,22	41,92 ab
900 W	2,5 dak	99,58 a	4,35 b	20,64 a	30,04	42,83 a
900 W	5,0 dak	98,93 a	4,32 b	20,85 a	29,88	42,33 ab
Ort.Stand.Hata		0,295	0,040	1,041	0,270	0,209
Varyasyon Kaynağı		Olasılık Düzeyi (p)				
Güç Seviyesi		0,015	0,065	0,028	0,093	0,027
Süre		0,524	0,072	0,172	0,766	0,971
Güç Seviyesi x Süre		0,052	0,025	0,141	0,546	0,189

### 4.3.2. Deneme Muamelelerinin Kanolanın Organik Madde Sindirilme Derecesine Etkileri

Mikrodalga ile muamelelerin kanolanın OMSD' ne olan etkileri Çizelge 4.13'de sunulmuştur. 540 W güç seviyesindeki denemelerde sayısal olarak artış gözlenirken, en yüksek OMSD' ne %80,77 ile 540 W ve 5 dk.'lık muamele sonucunda ulaşılmıştır. 900W'lık işlemlerde OMSD sayısal olarak düşüş göstermiştir. En düşük OMSD değeri 900 W, 5 dk'lık muamele sonucunda ve %77,92 olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 4.13.** Deneme Muamelelerinin kanolanın Organik Madde Sindirilebilirliği Derecesi (OMSD) üzerine etkileri

Hammadde	Muameleler	OMSD (%)
Kanola	Kontrlol (işlenmemiş)	80,30
	540-2,5 dk	80,65
	540-5,0 dk	80,77
	900-2,5 dk	79,67
	900-5,0 dk	77,92

### 4.3.3. Deneme Muamelelerinin Kanolanın Renk Ölçüm Değerlerine Etkileri

Çizelge 4.14' de işlenmemiş kanolaya ait renk ölçüm değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.14.** İşlenmemiş kanolanın renk ölçüm değerleri

L	a	b
36,99	-0,91	16,87

Çalışmada kullanılan işlenmemiş soyanın stereo mikroskop ortamındaki görünümü Resim 4.11' de görülmektedir.



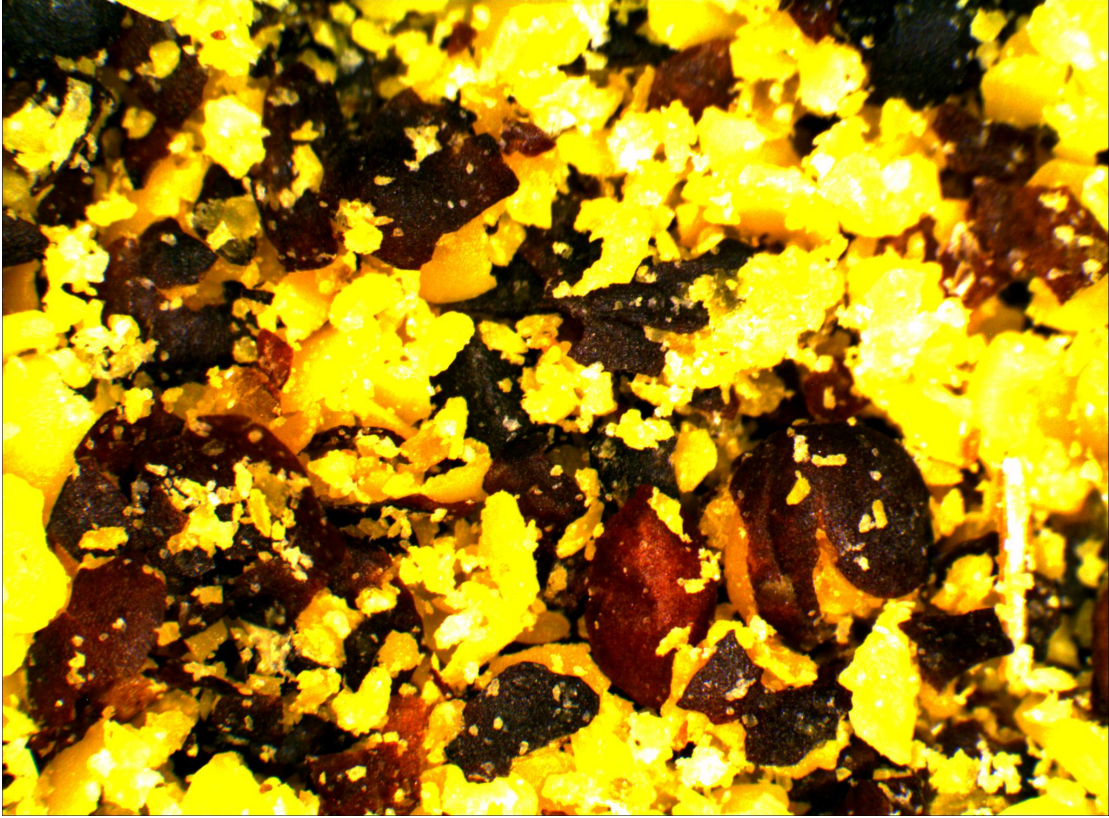
**Resim 4.11.** İşlenmemiş kanolanın stereo mikroskofta görünümü

Çizelge 4.15’ de deneme muamelelerinin kanolanın renk ölçüm değerleri üzerine olan etkileri görülmektedir. Kanolada 540 W, 2,5 dk’ lık muameleden sonra 37,61 olan “L” değeri, 900 W, 5 dk’ lık muameleden sonra 25,23’ e düşmüştür. Güç seviyesi ve süreye bağlı olarak ( $P < 0,05$ ) meydana gelen bu azalma parlaklığın önemli biçimde azaldığını ve numunede kararmalar meydana geldiğini göstermektedir. 540 W, 2,5 dk’lık muamalede -0,64 olan “a” değeri başlangıçta oldukça yeşil bir renge sahip olduğunu ancak 900W, 5 dk’lık işlemden sonra 4,04’ e yükselmesi giderek kızardığını göstermektedir. Güç seviyesi ve süre arttıkça “b” değerinde meydana gelen belirgin azalma (%17,25-%10,46), kanola numunesinin sarı rengini giderek ve önemli ölçüde kaybettiğinin göstergesidir. Kanolada “L”, “a” ve ”b” değerlerindeki değişimlerde güç seviyesi ve sürenin etkisi önem arz ederken interaksiyonun etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ( $P > 0,05$ ).

**Çizelge 4.15.** Kanolanın muamelelere göre renk ölçüm değerleri

Güç Seviyesi	Süre	L	a	b
540 W	2.5 dk	37,61 a	-0,64 c	17,25 a
540 W	5,0 dk	34,07 b	0,88 b	15,03 b
900 W	2.5 dk	30,78 c	1,31 b	13,14 c
900 W	5,0 dk	25,23 d	4,04 a	10,46 d
Ort.Stand.Hata		1,740	0,645	0,953
Varyasyon Kaynağı		Olasılık Düzeyi (p)		
Güç Seviyesi		<0,001	<0,001	<0,001
Süre		0,002	0,001	0,003
Güç Seviyesi x Süre		0,194	0,079	0,567

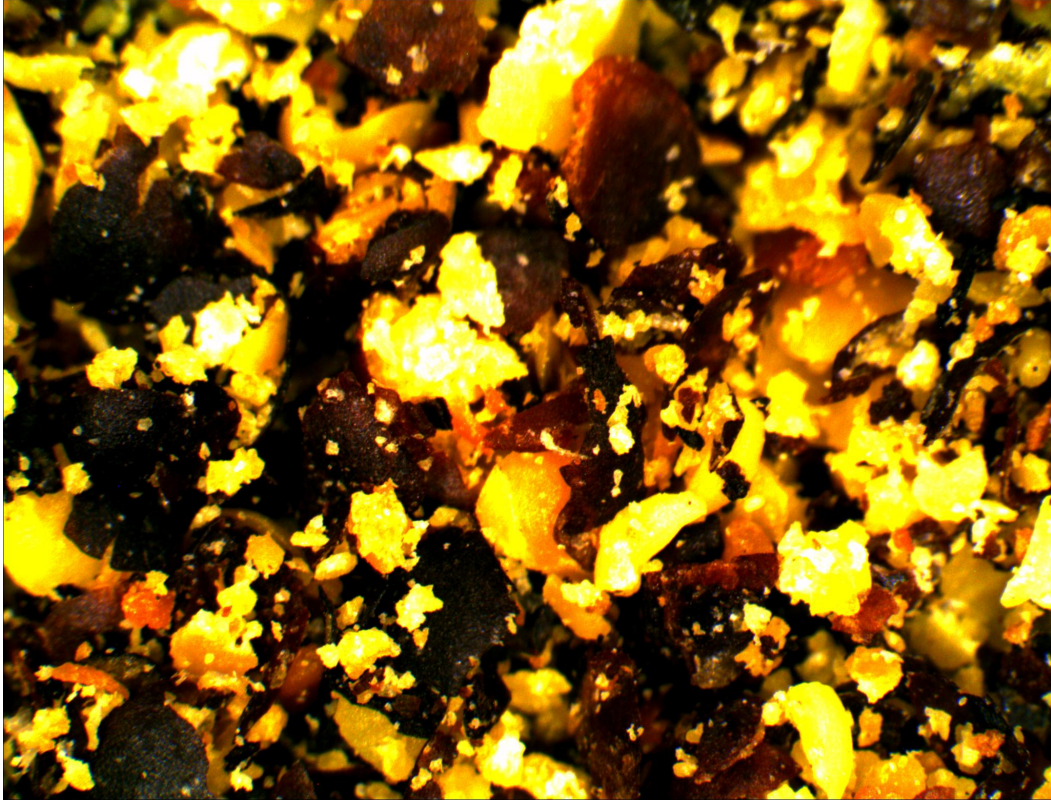
Deneme muamelelerinin kanolanın rengi ve üzerindeki etkileri ve görüntüsünde meydana getirdiği değişimler Resim 4.12, 4.13 ve 4.14, 4.15' de gösterilmiştir. Resimde görüldüğü gibi sıcaklık ve süre artışına bağlı olarak numunelerin renginde belirgin bir koyulaşma meydana gelmiştir.



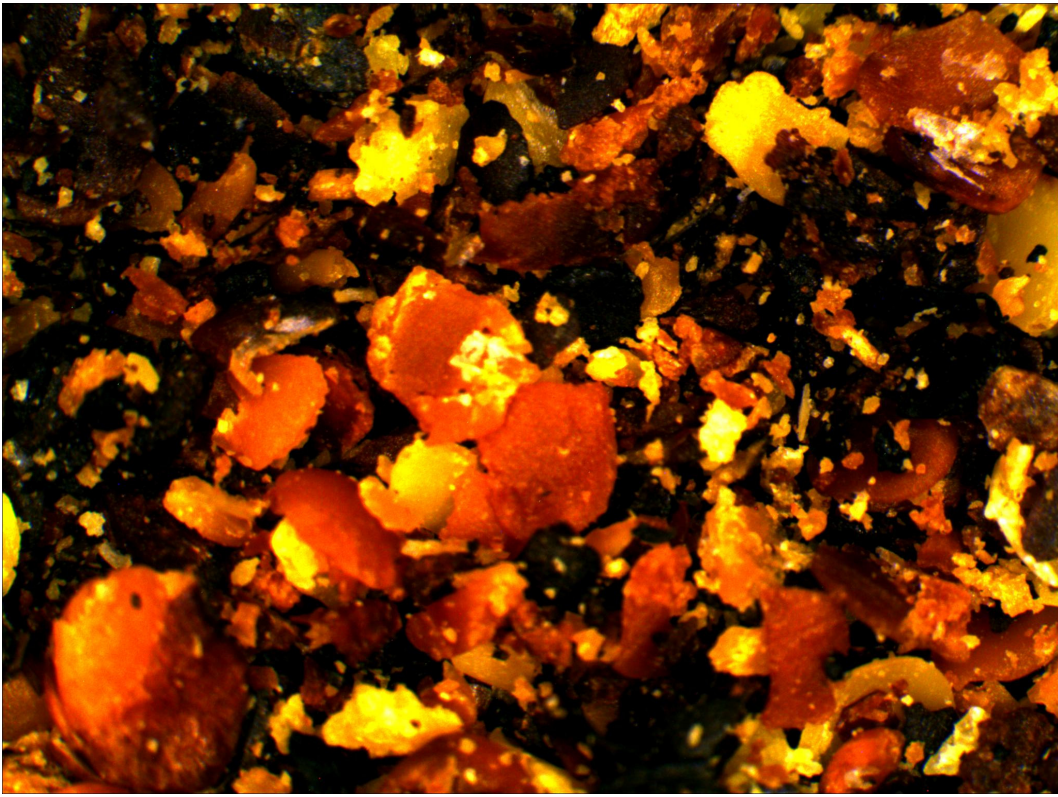
**Resim 4.12.** 540 W ve 2,5 dk işlem gören kanolanın stereo mikroskopta görünümü



**Resim 4.13.** 540 W ve 5 dk işlem gören kanolanın stereo mikroskopta görünümü



**Resim 4.14.** 900 W ve 2,5 dk işlem gören kanolanın stereo mikroskofta görünümü



**Resim 4.15.** 900W ve 5 dk işlem gören kanolanın stereo mikroskofta görünümü

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yaptığımız çalışma sonucunda ayçiçeği, soya ve kanola gibi yağlı tohumlara farklı güç seviyesi ve sürelerde mikrodalga işlemi ile muamele edilmesinin, tüm yağlı tohum örneklerinin besin madde içerikleri, organik madde sindirilebilirlikleri ve renk ölçüm değerleri üzerinde değişen oranlarda etkili olduğu gözlenmiştir.

Denemede kullanılan yağlı tohum örneklerinin tamamında, mikrodalga işlemindeki güç seviyesi ve süresi arttıkça KM miktarının belirgin şekilde arttığı gözlenmiştir. Kuru madde artışına bağlı olarak, güç seviyesi ile süredeki artışın etkisiyle diğer besin öğelerinin miktarlarında da önemli değişiklikler görülmüştür. Ham maddelerin hepsinde güç seviyesi ve süreye bağlı olarak HY değerinde belirgin artış gözlenmiştir. HK miktarı ham maddeye göre değişen oranlarda artış göstermiştir. Ayçiçeği ve özellikle soyada güç seviyesi ve sürenin artmasıyla HP değerinde önemli ölçüde artış gözlenmiştir. HS değeri ayçiçeği ve soyada değişkenlik göstermezken, kanolada belirgin şekilde arttığı saptanmıştır.

Araştırmada kullanılan tüm numunelerde OMSD' nin, 540 W ve 2,5 dk 'lık muamelede en yüksek seviyede olduğu, 540 W ve 5 dk' lık muameleden sonra sayısal olarak düşüş göstermeye başladığı belirlenmiştir. 900 W ve 5 dk' lık muamelede OMSD' nin, tüm materyaller için en düşük değerini aldığı görülmüştür. OMSD' nde en fazla düşüş soya numunesinde görülmüştür. İn vitro ortamda organik madde sindirilebilirliğinin belirlenmesi amacıyla yapılan analizler sonucunda, yem maddelerine uygulanan mikrodalga işleminin güç seviyesi ve uygulama süresinin arttıkça OMSD' ni olumsuz etkilediği ve düşürdüğü, buna karşın düşük seviyede ve kısa süreli olarak uygulanan mikrodalga işleminin OMSD üzerinde olumsuz bir etki göstermediği saptanmıştır.

Denemede kullanılan yem maddelerinin tamamında güç seviyesi ve süre artışına bağlı olarak parlaklığı simgeleyen "L" değeri ile sarı rengin göstergesi olan "b" değerinin azaldığı gözlenmiştir. "a" değerinde gözlenen artış yeşil renk kaybının ve kırmızılığın arttığını ifade etmektedir. Denemede kullanılan ham maddelerin stereo mikroskopta çekilen fotoğraflarında görüldüğü gibi, mikrodalga işleminde uygulanan güç seviyesi ve süresi arttıkça numunelerin renginin koyulaştığı ve parlaklığın giderek azaldığı gözlenmiştir. Renk analizleri sonucunda,



mikrodalga işleminin düşük seviyede ve kısa süreli uygulanmasının hammaddenin renk kalitesi ve parlaklığı üzerinde daha olumlu sonuç verebileceği belirlenmiştir.

Denemelerde kullanılan yem maddelerinin renk analizlerinden elde edilen sonuçları ile stereomikroskopla çekilen fotoğraflarındaki renk değişimleri arasında paralellik olduğu gözlenmiştir. Ayrıca renk analizi sonuçları ve stereomikroskop görüntülerinin, numuneye uygulanan ısı işlemin niteliği (güç seviyesi, süresi, vb.), kalitesi ve yem maddelerinin fiziksel özellikleri hakkında fikir oluşturmaları açısından önemli oldukları belirtilmiştir.

Yem işleme tekniklerinin etkilerinin mikroskop ve renk ölçüm cihazları kullanılarak belirlenmesi, laboratuvar analizlerine yardımcı olabilecek yeni yöntemler arasında sayılabilir. Yem maddelerinin kalitesinin ve özelliklerinin belirlenmesinde, spesifik analizlerden önce renk analizi ve stereo mikroskop gibi kısa süreli yöntemler kullanılmasının diğer sonuçlara ışık tutacağı düşünülmektedir. Ayrıca, mikrodalga tekniğinin, yemlerde bulaşık bulunan mikroorganizmaların eliminasyonuna yönelik etkilerinin belirlenmesine yardımcı olabilir.

Gerçekleştirilen bu çalışmanın, geliştirilerek yağlı tohumlar ya da ısı işlemleri ile ilgili yapılacak sonraki çalışmalar için kaynak oluşturabileceği düşünülmektedir. Daha ileriki çalışmalarda mikrodalga ile işlemin, anti besleme faktörlerinin elimine edilmesi üzerine etkilerinin araştırılması yerinde olacaktır.

## 6. KAYNAKLAR

- Akyıldız, A.R (1984). Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. Ders Kitabı. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, 895: 213- 236.
- Anonymus, CIE L\*a\*b\* Color Scale. Applications Note-Insight on Color, HunterLab. July 1-15, 8 (7), 1-4, (1996b). [www.incekara.com/tr/renek-olcum-ve-mukayese-sistemleri](http://www.incekara.com/tr/renek-olcum-ve-mukayese-sistemleri), (erişim tarihi, 01.09.2009)
- Anonymus, Hunter L, a, b Color Scale. Applications Note-Insight on Color, HunterLab. August 1-15, 8 (9), 1-4, (1996a). [www.incekara.com/tr/renek-olcum-ve-mukayese-sistemleri](http://www.incekara.com/tr/renek-olcum-ve-mukayese-sistemleri), (erişim tarihi, 01.09.2009)
- Anonim(2006). Ayçiçeği. GıdaSanayi [www.gidasanayii.com/modules.php?name=News&file](http://www.gidasanayii.com/modules.php?name=News&file), (erişim tarihi: 01.09.2009)
- Aybal, N.Ö. (2007). Tilapia (*Oreochromis niloticus L.*) Yavrularının Yemlerinde Protein Kaynağı Olarak Kanola (*Brassica spp.*) Küspesi Kullanma olanakları. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Ün. Fen Bilimleri Enst. Su Ür Temel Bil Anabilim Dalı, Isparta.
- Çabukel, B., Gönül, K., Yalçınkaya, T., Mısır, E (2009). Türkiye’de Bitkisel Yağ Sektörü ve Alternatif Bir Çözüm, Kanola Yağı. Yıldız Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği bölümü, İstanbul.
- Doymaz İ, Tuğrul N, Pala M (2007). Mirodalga Tekniği. Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, İstanbul
- Doymaz İ, Tuğrul N, Pala M (2000). Maydanozun Kurutma Karakteristiklerinin İncelenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Dorrel, D.G. and B. A. Vick. (1997). Properties and Processing of Oilseed Sunflower. In A. A. Schneiter (Ed). Sunflower Technology and Production. Agronomy Monogram 35.ASA,CSSA, and SSSA, Madison, WI. USA. P. 709-764.
- Erarşlan, D (2006). Fındıkta Mikrodalga İle Kurutmanın *Aspergillus Flavus* Küfüne Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ergül, M (2008). Yağlı Tohumlar. Yemler Bilgisi, Yağlar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 487, İzmir Bornova, 191-294
- Ergün, A., Çolpan, İ., Yıldız, G., Küçükersan, S., Tuncer, Ş.D., Yalçın, S., Küçükersan, M.K., Şehu, A. (2004). Yağ Endüstrisi Yan Ürünleri, Yağlı Tohumlar, Yemlerde Antinutrisyonel Faktörler. Yemler Yem Hijyeni ve Teknolojisi, Ankara, 162-341.

- Ergün, A., Çolpan, İ., Yıldız, G., Küçükersan, S., Tuncer, Ş.D., Yalçın, S., Küçükersan, M.K., Şehu, A. (2007). Yem Teknolojisi, Yem Analizleri. Yemler Yem Hijyeni ve Teknolojisi, Ankara, 209-342.
- FAO The State of World Fisheries and Agriculture (2008), Dünya Yağlı Tohum Bitkilerinin ekiliş, üretim ve verim değerleri, <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>, (erişim tarihi, 01.09.2009).
- Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE). 1998. Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. Proc. Soc. Nutr. Physiol., 7:141-149
- Hertrampf, J., W., Pascual, F. P., 2000. Bazı Yağlı Tohum Küspelerinin Besin Madde İçerikleri. Handbook on ingredients for aquaculture feeds. Kluwer Academic Publis, Dordrecht, Boston, London, 573p.
- Huang, Y., Sheng ,J., Yang, F., Hu, Q (2005). Yeşil Çayın Kalitesinin Korunması Üzerine Mikroalga ve Fırında Isıtma Yoluyla Enzim İnaktivasyonunun Etkisi. Gıda İşleme ve Kalite Kontrol Laboratuvarı, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Fakültesi, Nanjing Tarım Üniversitesi, Nanjing 210095, PR Çin
- İnce, R (2008). Bazı Yağlık Tohumların Isısal Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çokurova Üniv. Tarım Mak. Bölümü, Adana.
- Kaya, Y (2008). Ayçiçeği Kabuğunun Değerlendirilmesi ve İçeriği. Tarımsal Araştırma Enstitüsü- Edirne
- Konak, Ü.İ., Certel, M., Helhel, S. “Gıda Sanayisinde Mikroalga Uygulamaları”. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi 2009, 4(3) 20-31, [www.teknolojikarastirmalar.com](http://www.teknolojikarastirmalar.com), (erişim tarihi 31.12.2009)
- Koru, İ.C (1996). Hayvan Yemlerinde Yağların Ekonomik Olarak Kullanılması. NRA Bülteni, Sayı 6
- Kırkpınar, F., Taluğ, A.M., Erkek, R., Sevgican, F (1998). Etlik Piliç Karma Yemlerine İlave Edilen Değişik Yağların Performans ve Yağlanma İle İlgili Bazı Parametreler Üzerine Etkileri, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, İzmir.
- Kutlu, H.R., Çelik, L. (2005). Yağlı Tohumlar, Küspeler. Yemler Bilgisi ve Teknolojisi. Ç.Ü. Ziraat Fak. Yayınları No. 266, Adana, 121-137.
- Mwachireya, S.A., Beames, R.M., Higgs D.A., Dosanjh. B.S. (1999). Digestibility of canola protein products derived from the physical, enzymatic and chemical processing of commercial canola meal in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) held in fresh water. Aquaculture Nutrition. 5: 73-82.
- Mc Ellihiney, R.R (1985). Yemin İşlenmesinin Beslenme Üzerine Etkileri. Yem Sanayi Teknolojisi III. Yayın No: 11, Ankara, 617-623.

- Ökmen, Z.A (2008). Mikrodalga Fırın Kullanımı. Ortadoğu Teknik Üniv Gıda Müh Bölümü, <http://www.populermedikal.com/mikrodalga.htm> (erişim tarihi, 01.09.2009).
- Öner, T (2006). Soya Sektör Raporu. İstatistik Şubesi, [www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-84.pdf](http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-84.pdf) , (Erişim Tarihi, 30.12.2009)
- Park, C.S., Marx, G.D., Moon, Y.S., Wiesenborn, D., Chang, K.W., ve Hofman, V.L. (1997) Alternative Uses of Sunflower. In A.A. Schneiter (Ed). Sunflower Technology and Production. Agronomy Monogram 35. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI. P. 765-807.
- Soysal, M.İ (1998). Biometrinin Temel Prensipleri. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi yayınları, No. 95
- T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu, Türkiye Yağlı Tohum Bitkilerinin Ekim Alanı, Üretim ve Verim Durumu (2008), <http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/tarimdenge.zul>, (erişim tarihi, 01.09.2009)
- Tilley, J.M.A., Terry, R.A. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassland Soc. 18:104.
- Yoshida, H., Kajimoto, G (2006). Effects of Microwave Treatment on the Tyripsin inhibitor and Molecular Species of trigliserides in Soybeans. Journal of Food Science, 53: 1756-1760.
- Yoshida, H., Kajimoto, G (2006). Effects of Microwave Energy on the Tocopherols of Soybean Seeds. Journal of Food Science, 54: 1596-1600
- Yoshida, H., Kajimoto, G (2006). Microwave Energy Effects on Quality of Some Seed Oils. Journal of Food Science, 55: 1412-1416

## TEŞEKKÜR

Tez konusu seçimimde ve çalıőmamın yürütülmesinde değerli bilgi ve desteğini esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. H. Ersin ŞAMLI' ya, denememi srdrmemdeki katkı ve yardımlarından dolayı değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Levent ÖZDÜVEN, Yrd. Doç. Dr. Levent COŐKUNTUNA ve Arő. Gör. Aylin Ağma OKUR' a, çalışmanın değerlendirilmesinde değerli katkılarından dolayı Jüri yelerine teőekkürlerimi sunarım. Ayrıca laboratuvar çalıőmalarım sırasında bana destek olan kardeőim Süleyman GR ve kuzenim Hüseyin EREN'e, kaynak çevirileri konusunda yardımlarını sunan kardeőlerim Hüseyin GR ve Yeliz GR' e eğitimim konusunda beni yreklendiren ve desteğini asla eksik etmeyen eőim Dursun NALBANT'a ve varlığıyla bana her zaman g veren oğlum Yağız NALBANT' a teşekkür ediyorum.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1976 yılında Tekirdağ' da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Tekirdağ'da tamamladım. 1994 yılında Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümünü kazandım ve 2000 yılında mezun oldum. Aynı yıl Tekirdağ Ticaret Borsasında Laboratuar Sorumlusu olarak görev aldım. 2001 yılında özel sektörde çalışmaya başladım. 2003 yılında evlendim. 2006 yılında Tarım Bakanlığı Artvin İli Arhavi İlçesinde göreve başladım. Halen Tekirdağ Tarım İl Müdürlüğü Kontrol Şubesinde ithalat-ihracat sorumlusu olarak görev yapmaktayım.