



**T.C.**  
**NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇİMLENDİRİLMİŞ**  
**BAZI TAHİL VE BAKLAGİLLERİN**  
**BESİNSEL VE FONKSİYONEL**  
**ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

**Fatma Nur KILINÇER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Ağustos-2018**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Fatma Nur KILINÇER tarafından hazırlanan “Çimlendirilmiş Bazı Tahıl ve Baklagillerin Besinsel ve Fonksiyonel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma” adlı tez çalışması 01/08/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Prof. Dr. Mehmet AKBULUT

.....

#### Danışman

Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR

.....

#### Üye

Dr. Öğr. Üyesi Durmuş SERT

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ahmet AVCI  
FBE Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Fatma Nur KILINÇER

Tarih:

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

## ÇİMLENDİRİLMİŞ BAZI TAHİL VE BAKLAGİLLERİN BESİNSEL VE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Fatma Nur KILINÇER

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR

2018, 88 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Mehmet AKBULUT  
Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR  
Dr. Öğr. Üyesi Durmuş SERT

Bu çalışmada buğday, arpa, yulaf, kinoa, amarant, yeşil mercimek, nohut ve maş fasulyesi taneleri hedef alınmış olup, bu tanelerin farklı sürelerde (0, 1, 3 ve 5 gün) çimlendirilmesi ve çimlendirme sonucunda değişimleri incelenmiştir. Çimlendirilen tanelerde; bazı fiziksel (renk değerleri), kimyasal (nem, kül, ham protein ve ham yağ) ve besinsel (toplam fenolik madde ve fitik asit) özellikler araştırılmıştır. Çimlendirme süresi arttıkça, tanelerin  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $C^*$  değerlerinin azaldığı ve  $h$  değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Çimlendirme ile tanelerin; nem miktarı azalırken; kül, ham protein ve ham yağ miktarlarında artışlar meydana gelmiştir. Ham tanelere kıyasla çimlendirilmiş örneklerin, daha yüksek fenolik madde içerdiği ve çimlendirme süresinin artmasına bağlı olarak, anti besinsel bir faktör olan fitik asit miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde; baklagillerin ham protein oranının, tahıllara kıyasla daha yüksek olduğu, tahılların da ham yağ oranının, baklagillere kıyasla daha düşük olduğu, en yüksek toplam fenolik madde içeriğinin pseudo-tahıllarda olduğu ve bunu baklagillerin takip ettiği gözlenmiştir. Sonuç olarak tahıl, pseudo-tahıl ve baklagil tanelerinin çimlendirilmesi ile mevcut besinsel, kimyasal özelliklerinin geliştirilebileceği ve fonksiyonelliğinin artırılabilirliği, başta tahıl ve tahıl ürünlerinde olmak üzere birçok gıda üretiminde kullanılabilirliği kanaatine varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Baklagil, çimlendirme, fonksiyonel özellik, tahıl

## **ABSTRACT**

### **MS THESIS**

#### **A STUDY ON NUTRITIONAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF GERMINATED SOME CEREALS AND LEGUMES**

**Fatma Nur KILINÇER**

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
IN FOOD ENGINEERING**

**Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR**

**2018, 88 Pages**

**Jury**

**Prof. Dr. Mehmet AKBULUT**

**Assoc. Prof. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR**

**Asst. Prof. Dr. Durmuş SERT**

In this study, grains of wheat, barley, oat, quinoa, amaranth, green lentil, chickpea and mung bean are targeted and their changes in germination and germination results at different times (0, 1, 3 and 5 days) have been studied. In the grassed seeds; some physical (color values), chemical (moisture, ash, crude protein and crude fat) and nutritional (total phenolic content and phytic acid) features have been searched. As the germination period increased, the  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  and  $C^*$  values of the beads decreased and  $h$  values increased. With germination, the amount of ash, crude protein and crude fat increased as the moisture content of the grains decreased. It has been found that the germinated specimens contained higher phenolic material compared to the raw germ and decreased the amount of phytic acid, which is an anti-nutritional factor due to the increase of the germination period. The results obtained generally show that the proportion of crude protein in legumes is higher than that of grains, that the raw fat content of cereals is lower than legumes, the highest total phenolic content is in pseudo grains, followed by legumes. As a result, germination of grains, pseudo grains and legume grains has led to the conclusion that the present nutritional and chemical properties can be improved and their functionality can be increased, especially in the production of many foods, especially in grain and cereal products.

**Key Words:** Functionality, germination, grain, legume

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim boyunca ve çalışmamın her safhasında; anlayışı, desteği ve değerli bilgileri ile beni yönlendiren, uzakta olduğum halde bir telefon bir mail kadar yakınımda olan, çok kıymetli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR' e,

Analiz çalışmalarım sırasında, güler yüzlülükle destek ve yardımcı olan Arş. Gör. Tekmile CANKURTARAN' a,

Yüksek lisansımı tamamlamaktan gurur duyduğum, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Gıda Mühendisliği bölümüne ve değerli hocalarına,

Çalışmalarım boyunca beni motive eden; iş arkadaşlarıma, idarecilerime ve meraklı öğrencilerime,

Yaşadığım şehre adapte olmamı sağlayan, ailemden uzakta olduğumu bana hiç hissettirmeyen, gölgelerinde dinlendiğim, huzur bulduğum; Teyzem Fatma EKİCİ, Eniştem Asım EKİCİ ve kızlarına,

Her zaman ve her koşulda; yollarımı aydınlatan, ileriye taşıyan, koruyup kollayan, kendi ayaklarımın üzerinde durmamı sağlayan, bana inanan, güvenen ve maddi manevi her türlü destek olan; Babam Sabri KILINÇER, Annem Betül Şeküre KILINÇER ve kardeşlerime,

en içten dileklerle teşekkür ederim.

Fatma Nur KILINÇER  
KONYA-2018

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÇİZELGELER LİSTESİ</b> .....	<b>x</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....	<b>4</b>
2.1. Çimlendirme .....	4
2.2. Tohum Canlılığının Belirlenmesi ve Çimlendirmenin Önemi .....	5
2.3. Dünyada Tahıl ve Baklagillerin Çimlendirilmesi .....	6
2.4. Çimlendirme ile Tanede Meydana Gelen Değişimler .....	7
2.4.1. Proteinlerdeki değişiklikler .....	9
2.4.2. Karbonhidratlardaki değişiklikler .....	12
2.4.3. Yağ ve yağ asitlerindeki değişiklikler .....	13
2.4.4. Vitamin ve minerallerdeki değişiklikler .....	14
2.4.5. Besinsel lif içeriğindeki değişiklikler .....	18
2.4.6. Antibesinsel madde içeriğindeki değişiklikler.....	21
2.4.7. Enzim içeriğindeki değişiklikler .....	23
2.4.8. Antioksidan madde içeriğindeki değişiklikler .....	24
2.5. Çimlendirme Yöntemleri .....	26
2.6. Çimlenme ve Mikrobiyal Aktivite .....	31
2.7. Çimlendirme Amacıyla Kullanılan Bazı Tahıllar .....	32
2.8. Çimlendirme Amacıyla Kullanılan Bazı Baklagiller .....	37
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>41</b>
3.1. Materyal .....	41
3.2. Deneme Planı .....	41
3.3. Tahıl ve Baklagil Tanelerinin Çimlendirilmesi .....	41
3.4. Analizler.....	42
3.4.1. Renk analizi .....	42
3.4.2. Su (nem) analizi .....	42
3.4.3. Kül analizi.....	42
3.4.4. Ham protein analizi.....	42
3.4.5. Ham yağ analizi .....	43

3.4.6. Toplam fenolik madde miktarı analizi.....	43
3.4.7. Fitik asit analizi.....	43
3.4.8. İstatistiki Analizler.....	44
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....</b>	<b>45</b>
4.1. Renk değerleri.....	45
4.2. Tahıl ve Baklagil Tanelerinin Kimyasal analizleri .....	52
4.2.1. Nem analizi .....	55
4.2.2. Kül analizi.....	57
4.2.3. Ham protein analizi.....	59
4.2.4. Ham yağ analizi .....	62
4.3. Tahıl ve Baklagil Tanelerinin Besinsel Analizleri.....	65
4.3.1. Toplam fenolik madde analizi .....	66
4.3.1. Fitik asit analizi.....	69
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>73</b>
5.1. Sonuçlar .....	73
5.2. Öneriler .....	74
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>75</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>86</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>88</b>



## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

$\alpha$	: alfa
$\beta$	: beta
$\gamma$	: gama
B <sub>1</sub>	: B-1 vitamini
B <sub>2</sub>	: B-2 vitamini
B <sub>6</sub>	: B-6 vitamini
Ca	: Kalsiyum
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
K	: Potasyum
$a^*$	: (+) Kırmızı, (-) yeşil renk değeri
$b^*$	: (+) Sarı, (-) mavi renk değeri
$L^*$	: Parlaklık renk değeri
$C^*$	: Doygunluk indeksi
$h$	: Renk özü
$a_w$	: Su aktivitesi

### Kısaltmalar

GABA	: gamma-aminobütirik asit
PER	: protein etkinlik oranı
SDG	: sekoisolarikiresinol diglukosid
HCN	: hidrosiyanhidrik asit
ORAC	: Oksijen radikal absorban kapasitesi
FAE	: $\mu\text{g}$ ferulik asit eşdeğerleri/ g
GAE	: $\mu\text{g}$ gallik asit eşdeğerleri/ g
LDL	: düşük yoğunluklu lipoprotein
HDL	: yüksek yoğunluklu lipoprotein

## ÇİZELGELER LİSTESİ

<b>Çizelge 2.1.</b> Yemelik tane baklagil proteinlerinin sindirilebilirlik dereceleri (%).....	9
<b>Çizelge 2.2.</b> Malt kökçüklerinin ortalama bileşimi.....	15
<b>Çizelge 2.3.</b> Buğdayın çimlendirilmesi ile meydana gelen besinsel değişim.....	34
<b>Çizelge 2.4.</b> Buğdayın çimlendirilmesi ile vitaminlerinde meydana gelen değişim.....	34
<b>Çizelge 4.1.</b> Ham ve çimlendirilmiş örnekler için renk değerleri.....	46
<b>Çizelge 4.2.</b> Ham ve çimlendirilmiş örneklerin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	48
<b>Çizelge 4.3.</b> Ham ve çimlendirilmiş örneklerin renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	48
<b>Çizelge 4.4.</b> Ham ve çimlendirilmiş örneklerin kimyasal değerleri.....	53
<b>Çizelge 4.5.</b> Ham ve çimlendirilmiş örneklerin kimyasal değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	54
<b>Çizelge 4.6.</b> Ham ve çimlendirilmiş örneklerin kimyasal değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	54
<b>Çizelge 4.7.</b> Ham ve çimlendirilmiş örneklerin toplam fenolik madde ve fitik asit miktarı sonuçları.....	65
<b>Çizelge 4.8.</b> Ham ve çimlendirilmiş örneklerin toplam fenolik madde ve fitik asit miktarına ait varyans sonuçları.....	66
<b>Çizelge 4.9.</b> Ham ve çimlendirilmiş örneklerin toplam fenolik madde ve fitik asit miktarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	66

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Çimlenen bir tahılda aktif bileşenlerin hareketinin gösterimi.....	22
Şekil 2.2. Kavanoz metodu, tepsi metodu, silindirik çimlendirme konteynır metodu....	27
Şekil 2.3. Farklı şekil ve büyüklükte çimlendirme araçları.....	27
Şekil 2.4. Soya fasulyesinden filiz eldesinde işlem aşamaları.....	30
Şekil 2.5. 12 saat, 72 saat, 120 saat çimlendirilmiş buğday tanesi.....	33
Şekil 2.6. Ham maş fasulyesi ve 24 saat, 36 saat, 48 saat, 60 saat ve 75 saat için çimlendirilmiş tohumlar.....	38
Şekil 4.1. Çimlendirmenin $L^*$ değerleri üzerine etkisi.....	49
Şekil 4.2. Çimlendirmenin $a^*$ değerleri üzerine etkisi.....	49
Şekil 4.3. Çimlendirmenin $b^*$ değerleri üzerine etkisi.....	50
Şekil 4.4. Çimlendirmenin $C^*$ değerleri üzerine etkisi.....	50
Şekil 4.5. Çimlendirmenin $h$ değerleri üzerine etkisi.....	51
Şekil 4.6. Çimlendirmenin nem değerleri üzerine etkisi.....	56
Şekil 4.7. Çimlendirmenin kül değerleri üzerine etkisi.....	58
Şekil 4.8. Çimlendirmenin ham protein değerleri üzerine etkisi.....	60
Şekil 4.9. Çimlendirmenin ham yağ değerleri üzerine etkisi.....	63
Şekil 4.10. Çimlendirmenin toplam fenolik madde değerleri üzerine etkisi.....	68
Şekil 4.11. Çimlendirmenin fitik asit değerleri üzerine etkisi.....	71

## 1. GİRİŞ

Fizyolojik ihtiyaçlarımızın başında gelen beslenme; Maslow' un ihtiyaçlar piramidine göre de ilk ve en önemli basamağı oluşturmaktadır. İnsanların, bedensel ve zihinsel faaliyetlerini sürdürebilmek ve sağlıklı kalabilmek için, içerisinde azot bulunan besin maddelerini almaları gerekmektedir. Bu besin maddelerinin arasında tahıl ve tahıl ürünleri, hızla artan dünya nüfusunun beslenmesinde çokça tercih edilen, aynı zamanda ekonomik olan kaynaklarımızdandır (Tangüler ve ark., 2015).

Tahıl ve tahıl ürünlerinin yanı sıra baklagil tanelerinin, hayvansal proteinlere göre ucuz olmasının yanında, uzun süre bozulmadan taşınıp depolanabilmesi ile iyi bir alternatif kaynak olarak görülmektedir (Ertaş, 2007). Dünyanın birçok yerinde baklagil tohumları, diyetlerde protein kaynağı olarak ya da diğer protein kaynaklarını tamamlayıcı olarak kullanılmakta, hatta gelişmiş ülkelerde 'yoksul adamın eti' olarak nitelendirilmektedir (Duranti ve Gius, 1997).

Baklagil tohumları, özellikle 3. Dünya lkelerinde protein, nişasta, diyet lifi ve mineraller bakımından önemli bir kaynaktır ve günlük diyetinde tüketildiğinde kronik hastalıklara karşı koruyucu etki gösterir. Aynı zamanda beslenme ve teknolojik açıdan; fenolik bileşikler, flavonoidler, lignan ve tanen gibi antioksidan özellik gösteren bileşikler içerir. Ayrıca kanser ve kalp damar hastalıkları üzerinde etkili olduğu, yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (Amarowicz ve Pegg, 2008).

Baklagil tohumları, ayrıca protein olan ve olmayan bazı antibesinsel bileşikler (fitik asit, tanin, polifenoller, proteaz inhibitörleri (tripsin ve kimotripsin),  $\alpha$ -amilaz inhibitörleri ve lektinler) içerir (Ertaş, 2007). Aslında bitkiler bu bileşikleri zararlı böceklere karşı hayatta kalmak ve doğal koşullara adapte olabilmek için üretirler. Baklagillerin besin kalitesinin arttırılması için istenmeyen bileşiklerin kaldırılması gereklidir. Tohumların imlenmesi sırasında antibesinsel bileşik miktarlarında azalma meydana gelmiştir (Duranti ve Gius, 1997).

Tahıl ve baklagil tanelerinden maksimum besin değerini elde etmek için, çimlendirme, fermentasyon, kabuk soyma, ıslatma, ışınlama ve ışıl işlem gibi farklı uygulamalar yapılmaktadır (Karaşahin, 2015).

Çimlenme, bitkilerin neslini devam ettirmesi için önemli bir olaydır. Tohum, çiçekteki döllenmeden sonra gelişen ovulum (tohum taslağı) içerisinde meydana gelen embriyo ve etrafındaki besi dokudan (endosperm) oluşan bir yapıdır. Genellikle besi dokuda nişasta, yağ ve protein gibi organik maddeler depolanmıştır. Fakat birçok bitki tohumunda endosperm indirgenmiştir ve depo maddeleri embriyonun kotiledonlarında bulunur. Birçok fizyolojik ve biyokimyasal özelliklere sahip olan tohumda büyümeyle doğrudan ilgili olan kısım embriyodur. Embriyodaki meristem hücrelerinin bölünüp çoğalması ile yeni bir bitki oluşmaya başlar. Bu iş için gerekli yapı taşları ve enerji, besi dokudaki organik maddelerden sağlanır (Evenari, 1984).

Tohumdan itibaren bir bitkinin oluşumunda temel basamak çimlenmedir. Tohum su alınca, solunum, protein sentezi ve diğer biyokimyasal olaylar oluşmaya başlar. Böylece embriyo gelişip radikula (kökçük) testadan çıkar ve tohum çimlenmiş olur. Kökçüğün testadan çıkışı, çimlenmenin gözle görülen bir belirtisidir. Bundan önce hormonlar ve enzimlerin etkisiyle tohum içerisinde gözle görülmeyen birçok biyokimyasal olaylar meydana gelmektedir. Bunlar çimlenme öncesi veya çimlenme sırasındaki büyüme olaylarıdır. Kökçüğün çıkışından sonraki fide gelişimi ise, çimlenme sonrası büyüme olarak nitelendirilmektedir (Arslan, 2010).

Çimlenme terimi, tohum ile ilgili farklı çalışma alanlarında farklı şekillerde algılanmaktadır. Tohum fizyologlarına göre çimlenme, radikulanın (kökçük) testadan (tohum kabuğu) çıkışı olarak tanımlanırken, tohum analizi yapan kişilere göre, radikulanın çıkışı ve uygun koşullar altında embriyodan normal bir bitkiyi oluşturacak temel organların gelişimi olarak tanımlanmaktadır. Fizyolojik anlamda çimlenme; radikulanın testadan çıkarak birkaç mm ya da en fazla 1 cm kadar uzaması olarak kabul edilir (Sivritepe, 2011).

Çimlendirme ile normal taneye göre besin içeriğinin önemli değişiklikler gösterdiği belirlenmiştir. Bu değişikliklerin insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olduğu ve içerisinde bol miktarda bulunan vitamin, mineral, enzimler ve antioksidan maddelerden dolayı bazı hastalıklara karşı da koruyucu etkisi olduğu belirlenmiştir (Finney, 1982).

Dünyada çimlenmiş tane olarak en fazla; brokoli, yonca, soya, bezelye, nohut, fasulye, buğday, arpa, yulaf, karabuğday, çeltik ve lupin tüketilmektedir (Yetim ve ark., 2010).

Günümüzde henüz yeni keşfedilen; tahıl ve baklagil tanelerinin çimlendirilmesi yöntemi, köklerini eski tarihlerden almaktadır. Türklerin ise Orta Asya'da yaşadıkları zamanlarda çimlendirilmiş buğday ile uğut ve azık isimli tatlılar yaptıkları bilinmektedir (Dilber ve ark., 2003; Tangüler ve ark., 2015). Çin'de ise yaklaşık 5000 yıl öncesinde çimlenmiş tanelerin gıda maddesi olarak tüketildiği, 1700' lü yıllarda yolculukları sırasında skorbüt hastalığına yakalanan denizcilerin tedavisinde baklagil çimlerinin kullanıldığı tahmin edilmektedir (Yang ve ark., 2001).

Artık insanlar, yapay katkı içermeyen, doğal veya az işlem görmüş gıdalara doğru yönelmektedir. Bazı tahıl ve baklagiller çimlerinin biyoaktif bileşenlerce zengin olması, bunların fonksiyonel gıda veya gıda bileşeni olarak endüstride kullanımının yaygınlaşmasını mümkün kılmaktadır. Diğer bir deyişle çimlenmiş tane katkılı gıdaların, besin değeri yanında fonksiyonelliği ve dayanıklılığının artırılacağı düşünülmektedir (Siro ve ark., 2008).

Çimlendirilmiş tahıl ve baklagil tanelerinin gıda katkısı olarak kullanılabilme imkânlarının artırılmasından yola çıkılarak planlanan bu araştırma ile tahıl ve baklagil tanelerinin besin değeri ve fonksiyonelliğinin artırılması ve gıda sektörüne yeni alternatifler kazandırmak amaçlanmaktadır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Çimlendirme

Çimlendirme; tohumda bulunan proteinlerin parçalanıp, lipitlerin okside olması, karbonhidratların basit şekerlere dönüşmesi gibi kompleks metabolik faaliyetlerle yeni bitkinin büyüme ve gelişmesi için gerekli enerji ve bileşenlerin sağlanması işlemidir. Çimlendirilmiş tohumlar genellikle 'filiz' olarak isimlendirilmektedir (Yetim ve ark., 2010).

Tohumda bulunan embriyonun uygun şartlar bulunca tohumdan çıkarak serbest hale geçer ve gelişmeye başlar (Martinez-Villaluenga ve ark., 2008b). Çimlenme sırasında tohumda büyümenin başlaması ile birlikte karışık biyokimyasal ve fizyolojik değişiklikler (suyun emilmesi, enzim ve solunum faaliyeti, lipit, protein ve karbonhidrat gibi besin öğelerinin basit ve kullanılabilir forma dönüşmesi, nükleik asit ve protein sentezi, hücre farklılaşması ve büyüme) meydana gelmektedir (Kanmaz ve Ova, 2014).

Tohumda çimlenmenin başlayabilmesi için ortam şartlarının uygun olması gerekir. Nem ve sıcaklık önemli dış faktörler olup, oksijenin varlığı ise solunum için gereklidir (Martinez-Villaluenga ve ark., 2008b).

Günümüzde bazı tüketiciler baklagiller, buğdaygiller, lahanagiller ve turpgiller familyasına ait türlerin tohumları çimlendirilerek oluşan sürgünleri salata olarak tüketilmektedir. Ayrıca çimlendirilmiş tohumlar ve bu tohumların kullanıldığı fonksiyonel gıdalar da gıda endüstrisinde yerini almaya başlamıştır. Gıda endüstrisinde çeşitli çimlendirilmiş taneler; kahvaltılık ürünler, salatalar, çorbalar, makarnalar, unlu mamuller gibi çeşitli gıda ürünlerinde kullanılmaktadır (Mao ve ark., 2005; Márton ve ark., 2010).

Yenilebilir çimlendirilmiş taneler; tohumların belli bir süre suda bekletilmesi, yıkanıp süzülerek uygun nem ve sıcaklık koşullarında bekletilerek çimlendirilmesi işlemi ile elde edilmektedir. Çimlendirme işlemi yenilebilen tohumların besin öğelerinde önemli düzeylerde değişim oluşturmakta ve bu değişimi sıcaklık, süre ve aydınlatma şekli gibi ortam koşulları ile tohum cinsi ve kültürel çeşitlilik de etkilemektedir (Özkaynak, 2011).

Çimlendirilmiş tanelerin, fitokimyasal bileşikler açısından zengin olması yanı sıra düşük düzeyde anti besinsel madde içermesi nedeni ile tüketimi gün geçtikçe artan fonksiyonel gıdalar arasında yerini almaktadır (Kanmaz ve Ova, 2014).

## 2.2. Tohum Canlılığının Belirlenmesi ve Çimlendirmenin Önemi

Çimlenme dendiğinde genellikle uyku halindeki tohumun uyanması ve fide veya fidan adı verilen genç bitkiye dönüşmesi anlaşılır. Tohumların çimlenebilmesi için normalde morfolojik ve fizyolojik olgunluğa ulaşmış olması gerekir. Ayrıca tohumun embriyosu halen yaşamını sürdürmesi yani ölmemiş olması gerekir (Arslan, 2010).

Tohum canlılığı, bir tohumun çimlenerek “normal” bir fide oluşturması anlamına gelir. Dolayısıyla, çimlenme kapasitesi ile eş anlamlı olarak kullanılır. Bu bakış açısıyla, çimlenme ve normal bir fide oluşturma yeteneğine bağlı olarak, herhangi bir tohum canlı ya da cansız olarak değerlendirilir. Diğer bir bakış açısıyla canlılık kavramı, bir tohumun canlı, metabolik olarak aktif, çimlenme ve fide büyümesi için gerekli metabolik reaksiyonları katalize etme yeteneğinde olan enzimlere sahip olduğunu da göstermektedir (Sivritepe, 2011).

Bazı embriyolarda bulunan dinlenme (dormansi) olayı çimlenmeyi engellemektir. Eğer bir tohum morfolojik ve fizyolojik olgunluğa ulaşmışsa ve elverişli şartlara bırakıldığı halde çimlenemiyorsa bu tohumda dinlenme vardır. Dinlenme embriyonun kendisinden kaynaklanabileceği gibi, embriyoyu çevreleyen dokuların baskısı nedeni ile de ortaya çıkabilir (Evenari, 1984).

Çimlenmeyen taneler, 20 °C yerine daha düşük sıcaklıklarda ve nemli ortamlarda bir süre bırakıldığı takdirde yeniden çimlenme yeteneği kazanabilirler (katlama). Yani soğuk ve nemli ortam çimlenmeyi uyarıcı bir etki yapabilmektedir (Arslan, 2010).

Tohum canlılığının belirlenmesinde kullanılan çok sayıda test bulunmaktadır. Ancak, çimlendirme testi ve tetrazolium testi dünya çapında tohum laboratuvarlarında en çok kullanılan önemli canlılık testleridir. Çimlendirme testinin amacı; bir tohum popülasyonundan tesadüfi olarak alınan tohum numunesi kullanılarak, o popülasyonun canlılığı hakkında bilgi edinmektir. Standart bir çimlendirme testi ile uygun koşullar altında bir tohum numunesinin en yüksek çimlenme potansiyeli belirlenmektedir. Bu



sayede farklı tohum numunelerinin canlılıkları da test edilebilmektedir (Sivritepe, 2011).

### 2.3. Dünyada Tahıl ve Baklagillerin Çimlendirilmesi

Çin’de yaklaşık olarak 5000 yıldan beri bazı baklagillerin çimlendirilerek gıda maddesi olarak tüketildiği bildirilmektedir. MS 1700’ lü yıllarda denizcilerin, yolculukları sırasında C vitamini eksikliğinden kaynaklanan skorbüt hastalığına yakalandıkları ve bunu çeşitli çimlendirilmiş bitkisel ürünlerinin tüketilmesiyle tedavi edildiği bilinmektedir (Yang ve ark., 2001).

Türklerin Orta Asya’ da yaşadıkları zamandan beri tükettikleri, özellikle Nevruz Bayramlarının vazgeçilmezi olan ‘Uğut’; çimlenmiş buğdayın uzun süre kaynatılmasıyla elde edilen ve hiçbir tatlandırıcı kullanılmadan yapılan geleneksel bir tatlı türüdür (Tangüler ve ark., 2015).

Günümüzde kaybolmaya yüz tutmuş, fakat diğer Türk Cumhuriyetlerinde üretildiği bilinen, geleneksel bir tatlı olan; Azık, çimlendirilmiş buğdayın ıslatılıp, bir öğütücüden geçirilmesiyle alınan nişasta sütünün düşük sıcaklıkta jelatinizasyonu ile elde edilmektedir (Dilber ve ark., 2003).

Asya ülkelerinde kuru baklagil tanelerinin önemli bir tüketim şekli olan çimlendirme işlemi günümüzde Batı ülkelerinde de uygulaması hızla artan bir gıda işleme yöntemi olmaktadır. Çimlendirme ile tanelerin besleyici değerleri ucuz ve etkili bir yolla arttırılabilmektedir (Vidal-Valverde ve ark., 2002).

Çimlendirme işlemi tohumların besin içeriklerinin zenginleşmesini sağlamanın yanı sıra tohumların protein sindirilebilirliğini de arttırmaktadır. Pek çok tohumun çimlendirilmiş ürünleri Avrupa’da, Amerika’da ve Kanada’da oldukça önemli düzeylerde tüketilmektedir. Çeşitli çimlendirilmiş taneler; kahvaltılık ürünler, salatalar, çorbalar, makarnalar, fırın ürünleri gibi çok çeşitli gıda ürünlerinde kullanılmaktadır (Khattak ve ark., 2007b).

Ülkemizde tahıllar çoğunlukla ekmek yapımında kullanılmakla birlikte, bisküvi, kek, makarna, bulgur ve kahvaltılık tahıllar gibi çeşitli ürünlerin de hammaddesidir. Bazı ülkelerde çimlendirilme özelliği olan baklagiller ve brokoli gibi ürünlerin yanında, tahılların da çimlendirip yemek ve salata benzeri gıdalara katılması veya direk olarak

tüketilebildiği görülmektedir. Ancak ülkemizde çimlendirilmiş tanelerin beslenme kullanımı yaygın değildir (Öztürk, 2008).

Doğu Asya ülkelerinde çok eski yıllardan beri, genellikle baklagiller, buğdaygiller, lahanagiller familyasına ait türlerin tohumları çimlendirildiğinde oluşan sürgünleri besin maddesi olarak tüketilmektedir. Bu sürgünler aynı zamanda değişik şekillerde birçok yemeğin tamamlayıcısı olarak kullanılmaktadır (Özkaynak, 2011). Son yıllarda yağlı tohumların ve diğer değişik tohumların çimlerinin eldesi, yararları ve tüketilmesi üzerine çalışmalar yapılmakta ve bu çimlenmiş tanelerin fonksiyonel gıda olarak tüketimi yaygınlaşmaktadır.

Günümüzde hızlı yaşama paralel olarak, hazır gıda tüketimi de yaygınlaşmaktadır. Bu durumda sadece fast-food tarzı yiyecekler tüketilmesi Dünya Sağlık Örgütü' nün verilerine göre önemli hastalık risklerini de yanında getirmektedir. Bu nedenle hazır gıda tüketimine yönelik olarak sebze ve meyvelerin hazırlanması ve üretimi önem kazanan bir sektör haline gelmeye başlamaktadır. Taze sebze tüketiminde doğranmış marul ve salata grubu önemli bir yere sahiptir. Son yıllarda ise bu gruba ek olarak besleyici değeri yüksek olan soya, buğday, turp, roka, tere, soğan ve yonca gibi türlerin tohumlarının küçük plastik kaplar içinde sürdürülerek, çimlerinin taze veya pişirilerek tüketilme alışkanlığı dünyada ve ülkemizde rağbet görmeye başlamıştır (Aktaş ve Kılıç, 2013).

#### **2.4. Çimlendirme ile Tanede Meydana Gelen Değişimler**

Çimlenme tohumda bulunan embriyonun uygun şartlar bulunca gelişerek ana bitkiye benzer bitkiyi vermek üzere tohumdan çıkarak serbest hale geçmesidir. Tohumda büyümenin başlaması ve yedek besin maddelerinin embriyo büyümesinde kullanılmak üzere hareketli hale geçmesi olaylarını içine alan birçok karışık biyokimyasal ve fizyolojik değişiklikler serisini kapsamaktadır. Çimlenme işlemi boyunca;

- Suyun emilmesi,
- Enzim ve solunum faaliyeti,
- Yedek besin maddelerinin (yağ, protein ve karbonhidrat) basit ve çözünebilir hale geçmesi,

- Nükleik asit ve protein sentezi,
- Bunların nakli,
- Özümlemesi,
- Hücre farklılaşması
- Büyüme; meydana gelmektedir. Çimlenme süresi ilerledikçe tohumdan çıkan filizin yapısı kısa zamanda belli olmakta ve üzerinde bir adet çenek yaprağı (kotiledon) taşıyan bir hipokotil kök ekseninden ibaret olan embriyo artık yenilebilir tohum filizi olarak adlandırılmaktadır (Wanasundara ve ark., 1999).

Çimlenmenin oluşumu sırasında, bitki ve tohumların bünyelerinde bazı vitamin, mineral ve fenolik maddeler gibi bileşenlerin sentezlenmesi, protein, karbonhidrat ve yağ asidi kompozisyonlarının değişmesi gibi önemli biyokimyasal olaylar meydana gelmektedir (Yang, 2000).

Birçok çimlenmiş tanenin, olgunlaşmış sebzelerine göre daha yüksek miktarlarda C vitamini ile polifenoller içerdiği ve daha yüksek oranda serbest radikallerden koruyucu özelliğe sahip olduğu belirtilmektedir (Moriyama ve Oba, 2004).

Plaza ve ark. (2003) ham ve çimlendirilmiş yonca, buğday ve soya tanelerinin vitamin, mineral ve fitoöstrojen içerikleri inceledikleri bir çalışmada; çimlenmiş yonca tanelerinin A ve C vitaminlerinde (sırasıyla 1250 ve 10 kat) artış olduğu, çimlenmiş soya tanelerinin de genistein ve daidzein fitoöstrojen içeriklerinde önemli artışların olduğu (sırasıyla 3 ve 10 kat) belirlemişlerdir.

El-Adawy ve ark. (2003) 'nın maş fasulyesi, bezelye ve mercimek tohumlarını çimlendirilerek yapmış oldukları bir çalışmalarında; çimlenmiş tanelerin toplam protein, yağ ve karbonhidrat içeriklerinde önemli ( $P < 0,05$ ) bir azalma olurken çimlenme süresinin artmasıyla protein olmayan azot, kül ve lif içeriğinin ( $P < 0,05$ ) arttığı, anti besinsel faktörlerinin ( $P < 0,05$ ) azaldığı, proteinlerin in vitro sindirilebilirliğinin ise ( $P < 0,05$ ) iyileştiğini tespit etmişlerdir.

Öztürk (2008) çimlendirilmiş buğday taneleri ile hamburger köftelerini zenginleştirdiği bir çalışmada, çimlendirilmiş buğday tanelerinde; kuru madde, kül,

yağ, protein ve ham lif miktarları artarken;  $a_w$  ve pH değerleri azaldığı; çimlendirilmiş buğday katkılı köftelerin ise kuru madde ve kül miktarında önemli artışlar ( $P < 0,05$ ) gözlenirken, duyu analizlerinde de kabul edilebilir düzeylerde puanlar aldığı bildirilmiştir.

#### 2.4.1. Proteinlerdeki değişiklikler

Baklagil taneleri ucuz ve yüksek kaliteli bitkisel protein kaynağıdır. Tahıl tanelerinden yaklaşık iki kat fazla olmakla birlikte, tohumlarında ortalama olarak % 20-25 oranında protein içerirler (Pekşen ve Artık, 2004).

Yapılan çalışmalar diyetle alınan hayvansal proteinin yerine ikame edildiğinde tane baklagillerde yüksek oranda bulunan bitkisel proteinlerin kandaki kolesterol seviyesini düşürdüğünü göstermektedir (Anderson ve ark., 1999). Baklagil proteinleri, tahıllarda çok düşük düzeyde bulunan lizin aminoasidi bakımından da zengin olup, bu esansiyel aminoasit bakımından hemen hemen sığır eti proteinine eşdeğerdir (Yıldız, 1996).

Bakla hariç tutulduğunda, baklagil tanelerinin proteinlerinin sindirilebilirlik oranları türlere göre % 71-94 arasında değişmektedir (Çizelge 2.1). Bakla proteininin sindirilebilirlik oranının düşük olmasının sebebi ise tripsin inhibitörüdür. Baklagiller tahıllarla karşılaştırıldığında triptofan, lizin ve aspartik asit gibi aminoasitler bakımından oldukça zengindirler. Bunun yanı sıra, baklagiller daha az metiyonin, sistein ve glutamik asit içerirler.

**Çizelge 2.1.** Yemelik tane baklagil proteinlerinin sindirilebilirlik dereceleri (%) (Pekşen ve Artık, 2004).

Baklagil Türü	Sindirilebilirlik Oran (%)
Bezelye	71-94
Mercimek	80-93
Börülce	76-90
Nohut	76-90
Fasulye	69-84
Bakla	59

Çimlenme sırasında nükleik asitlerin ve nükleotidlerin sentezi ile aminoasitlerin bazılarında ve azotlu bileşiklerde artış olurken, proteinlerin in vitro sindirilebilirliklerinin ve kuru baklagil proteinlerinin emülsife edici kapasitelerinin de arttığı belirlenmiştir (Finney, 1982; Vidal-Valverde ve ark., 2002). Buğday, pirinç ve arpada çimlenme sırasında karbonhidrat oranı azalırken, azot yüzdesindeki artış; protein yüzdesi ve kalitesindeki artışı da beraberinde getirmektedir (Dilber ve ark., 2003).

Tabekhia ve Luh (1980) araştırmalarında; çimlendirilmiş tanelerdeki protein oranının artışını çimlendirme süresince enzim yapısındaki proteinlerin sentezinin hızlanmasına bağlanmaktadır. Artan proteaz miktarı ve aktivitesine bağlı olarak proteinlerin peptid ve aminoasitlere parçalandığını, böylece esasen protein azotu miktarının azalıyor olmasına karşın, protein olmayan azot (peptid ve serbest aminoasitler özellikle glutamik ve aspartik asitler) artışının toplam azot artışını getirdiğini ileri sürmüşlerdir.

Khalil ve Mansour (1995)' ın çığ, pişmiş, otoklavlanmış ve çimlendirilmiş baklanın besin değeri üzerine yaptıkları bir çalışmada; baklanın, in vitro protein sindirimi ve PER (protein etkinlik oranı)' ın ısıtma işlemi ve çimlendirme ile arttığını tespit etmişlerdir.

Çimlenme kompleks biyokimyasal süreçlerden oluşmakta ve birçok avantaj sağlamaktadır. Bunlardan en önemlisi; gamma-aminobütirik asit (GABA)' ın yüksek miktarda sentezlenerek tahılda birikmesidir. GABA; bakteriler, bitkiler ve hayvanlarda bulunan serbest aminoasitler içinde oldukça önemli, dört karbonlu ve protein yapısına girmeyen serbest bir aminoasittir. Bitkilerde; böcek ve hastalık direnci, çevresel stres, kimyasal iletişim (signaling) ve bileşenlerin depolanması süreçlerinde görev alan GABA insanlarda bulunan temel nörotransmitter inhibitörlerden biridir (Shelp ve ark., 2012). Elliot ve Hobbiger (1959), yaptıkları çalışmalarında önemli bir nörokimyasal olan GABA' nın kardiyovasküler fonksiyonların işlevinde, stres bozukluklarında, madde bağımlılığında, menapoz ve bipolar bozukluklarda ve tansiyon düşürücü özelliği ile tedavi edici etkisinin bulunduğunu bildirmiştir.

Çimlendirme sırasında bütün tahılların GABA miktarlarının arttığı, çimlendirilmiş arpa ve çavdardaki GABA miktarlarının diğer çimlendirilmiş tahıllardan (karabuğday, yulaf, buğday, esmer pirinç, sorgum) daha yüksek olduğu ifade edilmiştir (Turan, 2013). Esmer pirinçte çimlenme sırasında gerçekleşen GABA sentezinin

simülasyonunun oluşturulduğu bir çalışmada, kitosan ve glutamik asit içeren çimlenme ortamında çimlenen esmer pirinçlerin, GABA miktarında 13 kat artış olduğunu rapor etmiştir (Oh, 2003).

Turan (2013)' nın esmer pirinçleri farklı sürelerde suda bekletilerek yapmış olduğu bir çalışmada; çimlendirme süresinin artması ile GABA miktarında da artışın meydana geldiği; en yüksek GABA miktarının 3 gün çimlenmiş esmer pirinç örneklerinde 34,82 mg/100g (başlangıçtaki değer yaklaşık 3 katı ) olarak bulmuştur.

Ghavidel ve Prakash (2007), bazı baklagil tohumları (maş fasulyesi, börülce, mercimek ve nohut) üzerine yapmış oldukları bir çalışmada; çimlenme ile protein, tiyamin, in-vitro Fe ve Ca biyoyararlılığı ve in-vitro nişasta ve protein sindirilebilirliğinde önemli ( $P < 0,05$ ) artışlar gözlemişlerdir. Kabuk soyma işleminden sonra çimlendirilmiş baklagillerin belirtilen parametrelerinde daha fazla bir artış olduğu ifade edilmiştir.

Karabuğday tanelerinin çimlendirildiği bir çalışmada; tanelerin toplam serbest aminoasit içeriğinin çimlenme ile arttığı ve bu artış 3-7 gün arasında da devam ettiği ve 7 günlük çimlendirilmiş tanelerin ham tanelere kıyasla yaklaşık 5 kat daha yüksek toplam serbest aminoasit içerdiği bildirilmektedir (Kanmaz ve Ova, 2014).

Khattak ve ark. (2008), farklı çimlendirme süresi ve kullanılan ışık çeşitlerinin nohut üzerine etkisini araştırdığı bir çalışmada; protein çözünürlüğünün 120 saatte gama ve yeşil ışık altında en yüksek düzeyde olup, protein sindirilebilirliğinin ise 96 saatte gama ışığı altında en yüksek seviyeye ulaştığını belirlemişlerdir.

Khalil ve ark. (2007)' nın nohutları çimlendirdiği bir çalışmada; ham tanelere kıyasla çimlendirilmiş tanelerin, protein sindirilebilirliğinin oldukça iyi düzeyde olduğu belirtilmektedir. Randhir ve ark. (2004), 48 saat çimlendirilen barbunların protein sindirilebilirliğinin % 17 oranında arttığını ifade edilmiştir.

Çimlenmiş buğday tanelerinde; özellikle lizin başta olmak üzere aminoasitlerce zengin olması, ratların metabolizmasında olumlu etkilere neden olmuştur (Basso ve ark., 2005). Marsilli ve ark. (2004), yaşlı köpeklerin yiyeceklerine katılan çimlenmiş buğday unlarının bu hayvanların gözlerinde oluşan kataraktı azalttığı bildirmiştir.

#### 2.4.2. Karbonhidratlardaki değişiklikler

Karbonhidratlar şeker, nişasta ve diğer polisakkaritlerden oluşur. Nişasta; tahıl ve baklagil tanelerinin en önemli kısmıdır ve mercimekte % 35-53, nohutta ise % 37-50 oranında değişir. Karbonhidratlar, bitkilerin tohum gelişimi sırasında depo organlarında birikirler ve çimlenme sırasında karbon kaynağı olarak görev yaparlar (Pekşen ve Artık, 2004). Çimlendirme işlemi sırasında  $\alpha$ -galaktosidlerin tanenin embriyonik ekseninde ilk 2 günde, kotiledonda ise ilk 4-6 günde kaybolduğu bilinmektedir (Martinez-Villaluenga ve ark., 2008a).

Vanderstoep (1981), soya fasulyesini çimlendirdiği bir çalışmasında; 96 saatte rafinozun, 144 saat sonunda ise stakiozun tamamen hidrolize olarak sakkaroz ve glukozla dönüştüğünü, öte yandan artan enzim miktarı ve aktivitesine bağlı olarak depo karbonhidrat nişastasının da yeni dokular oluşturmak amacıyla basit şekerlere parçalandığını bildirmektedir.

Yıldız (1996), soya fasulyesini çimlendirdiği bir çalışmasında; ham tanelerin glukoz miktarı 9,06 g/l iken çimlendirmeye 3,37 g/l, fruktoz miktarı oranı 7,65 g/l iken çimlendirmeye 8,91 g/l ve sakkaroz miktarı ise 47,76 g/l iken, çimlendirmeye 4,69 g/l olarak değiştiğini belirlemiştir. Çimlendirme işlemi ile soya tanelerinin; sakkaroz içeriğinin azalırken, fruktoz içeriğinin arttığını tespit etmiştir

Kadlec ve ark. (2001), çimlendirilmiş bezelyeleri inceledikleri bir çalışmalarında; çiğ bezelyedeki oligosakkarit kompozisyon içeriklerinin sırasıyla, rafinoz % 0,96 stakioz % 3,28 ve verbaskoz % 2,38 olarak bulmuşken, üç günlük çimlendirme ile bu miktarların önemli düzeyde azaldığını belirlemişlerdir.

Vidal-Valverde ve ark. (2002), çimlendirmenin baklagillerin besin değeri üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında; ham tanelerde mevcut depolama bileşiklerinin ( $\alpha$  galaktozit ve inositol fosfatların daha yüksek formları) hidrolize olup; glikoz, fruktoz, IP<sub>4</sub> ve IP<sub>3</sub> bileşikleri elde edilerek yeni bitkiye enerji sağladığını gözlemlemişlerdir.

Martin-Cabrejas ve ark. (2008); fasulye, kedi fasulyesi, mısır börölcesi, börölce ve soya fasulyesi ile yaptıkları bir çalışmalarında, tanelerin çimlendirilmesi ile oligosakkarit içeriklerinde % 63-98 arasında bir düşüş ile birlikte çözünen toplam şeker içeriklerinde artış olduğunu tespit etmişlerdir.

Kanmaz ve Ova (2014), karabuğday tanelerinin çimlendirmesi ile monosakkarit içeriklerinin arttığını disakkarit, trisakkarit ve tetrasakkarit içeriklerinin azaldığını, başka çalışmalarda ise çimlendirilmiş karabuğday tanelerinin; maltoz içermediğini, ramnoz içeriğinin ise % 60 oranında azaldığını bildirmiştir.

### 2.4.3. Yağ ve yağ asitlerindeki değişiklikler

Tahıl ve baklagil tanelerinin yağ oranı genellikle yüksek değildir ve aynı zamanda kolesterol içermezler. Bu durum onları mükemmel bir kalp sağlığı dostu ve kalp-damar hastalıklarını önlemede faydalı olan bir seçenek haline getirir. Soya fasulyesi ve yer fıstığı hariç pek çok baklagil yağ içeriği bakımından fakirdir. Bezelye, mercimek, bakla ve fasulyenin yağ oranı % 1-2 arasında değişir. Nohudun yağ oranı % 4-5 arasındadır. Bu yağlar çoğunlukla polidoymamış ve yüksek seviyeli linoleik asit içerir (Pekşen ve Artık, 2004).

Yıldız (1996) soya fasulyesini çimlendirdiği bir çalışmada; esasen bir yağ bitkisi olan soya fasulyesinin ham yağ miktarının % 19,45 olduğu, çimlenme ile birlikte büyük oranda düşüş gösterdiğini (% 2,6) belirlemiştir. Tabekhia ve Luh (1980), da soya fasulyesini çimlendirdiği bir çalışmada; tanenin ham yağ miktarının % 20,1 iken çimlendirdikten sonra % 2,6 olarak bildirmiştir. Çimlenme ile birlikte yağ miktarındaki bu düşüşün sebebini lipitlerin ve serbest halde bulunan yağ asitlerinin, embriyonun yeni doku oluşturma sürecinde enerji kaynağı olarak tüketilmesine bağlamaktadırlar.

Khalil ve ark. (2007) nohut tanelerini çimlendirdikleri bir çalışmada; çimlenmiş tanelerin daha yüksek oran yağ içerdiği ve tanenin biyoaktif bileşen içeriği ve kalite karakteristiklerine nohut çeşidinin önemli düzeyde etkisinin olduğu belirlemişlerdir. Bibi ve ark. (2008) nohut üzerinde yapılan bir çalışmada da, çimlenme işlemi ile tanelerin yağ içeriklerinin arttığı, en yüksek yağ içeriğinin gama ışığı altında 48 saatte elde edilen çimlenmiş tanelerde saptandığı bildirmektedirler.

Öztürk (2008) buğday tanelerini çimlendirdiği bir çalışmada, ham tanede bulunan C<sub>4:0</sub>, C<sub>6:0</sub>, C<sub>8:0</sub> ve C<sub>10:0</sub> gibi kısa zincirli yağ asitlerinin, çimlendirilmiş tanelerde bulunmadığı tespit etmiştir. Ayrıca çimlenme ile C<sub>18:1 cis</sub> ve C<sub>18:2 cis</sub> yağ asitlerinin miktarı azalırken, C<sub>18:3 n3</sub> (omega 3) yağ asit miktarında önemli bir artış olduğu belirlemiştir.



Özkaynak (2011), keten tohumunu çimlendirdiği bir çalışmada; toplam yağ içeriklerinin 5 ve 13 gün çimlendirilmesi ile sırasıyla 3,5 ve 14 kat düştüğü, buna karşın keten tohumunda yüksek oranda bulunan  $\alpha$ -linolenik asit, linoleik asit ve oleik asidin çimlenmiş tanelerde de yüksek oranda bulunduğunu ve % 53 oranında  $\alpha$ -linolenik asit içerdiğini tespit etmiştir.

Karabuğday tanelerinin çimlendirildiği bir çalışmada, araştırmacılar; çimlenme işlemi ile ve çimlenme süresince tanelerin stearik ve oleik asit içerikleri azaldığını, linoleik ve  $\alpha$ -linolenik asit düzeylerinin ise arttığını bildirmişlerdir. Çimlenmiş karabuğday tanelerinde; linoleik asit % 51,10 oranla en yüksek düzeyde bulunan yağ asidi iken, bunu % 18,90 ile  $\alpha$ -linolenik asit ve % 15,40 oranla da oleik asit takip etmektedir (Kanmaz ve Ova, 2014).

#### **2.4.4. Vitamin ve minerallerdeki değişiklikler**

Çiğ baklagiller B grubu vitaminler bakımından oldukça zengin, A, C ve E grubu vitaminler bakımından genellikle yetersizdir. Baklagillerin kabuğunun soyulması vitamin kaybını artırır. Pişirme işlemi vitamin miktarını, özellikle de B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve C vitamini miktarını azaltır. Fazla pişirme B vitamini açısından çok olumsuz etki yapar. B grubu vitaminler suda çözündüklerinden, pişirme suyu ile beraber kaybedilirler. Basınç altında pişirme ve otoklav tipi pişirme vitaminleri kaybetmeden pişirebilmenin en iyi yollarıdır (Pekşen ve Artık, 2004). Yemeklik baklagiller, özellikle fasulye, alındığı her öğünde günlük ihtiyacın ortalama olarak yarısını karşılayabilen önemli bir B vitamini folat kaynağıdır.

Rafine edilmemiş diğer besinler gibi baklagiller de mineraller bakımından, özellikle potasyum, fosfor, kalsiyum ve demir olmak üzere oldukça zengindir. Tanenin kabuğunun alınması işlemi baklagillerin mineral madde miktarını azalttığı gibi, pişirme olayında minerallerin pişirme suyu içine karışmasına neden olur. Çimlenme sırasında ise vitaminler ve antioksidanlar olarak nitelendirilen ikincil bileşikler olumlu yönde değişirler (Vidal-Valverde ve ark., 2002).

Biracılıkta, çimlenen arpa taneleri istenilen özelliklere ulaşınca, kurutularak çimlenme durdurulur. Malt üretimi sırasında kurutulan ve kavrulan çimlenmiş tanelerden kökçükler ayrılır. 100 kg kavrulmuş malttan 3-5 kg malt çimi (kökçüğü) elde edilir (Türker, 1974).

**Çizelge 2.2.** Malt kökçüklerinin ortalama bileşimi (Türker, 1974).

Toplam Protein	% 25 (10-35)
Toplam Azot	% 15-20
Formol Azot	< % 1
Yağ	% 2
Azot olmayan maddeler	% 40
Selüloz	% 15
Kül	% 6-7

Çizelge 2.2' de görüldüğü üzere, malt çimi besin maddelerince gayet zengin, iyi bir hayvan yemidir. Aynı zamanda azotlu maddeler parçalanmış yani mayaların kullanabileceği durumda olduğundan ve enzimlerce zengin olduğundan endüstride maya üretiminde de kullanılmaktadır. Malt çimi vitamin bakımından, özellikle de B grubu vitaminlerince zengindir. A, D ve E vitaminlerini de içerir. Kavurma işlemi nedeniyle sadece C vitamini bulunmaz. Kül yani mineral madde miktarı da fazla olup, potasyum ve fosfat bakımından zengindir (Türker, 1974).

Yapılan araştırmalara bakıldığında, çimlendirmeye baklagil tanelerinin özellikle demir ve kalsiyum başta olmak üzere mineral içeriğinin arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca fitatların çimlenme sürecinde uğradıkları hidroliz sonucu mevcut minerallerin vücuda yararlıları da artmaktadır (Yıldız, 1996).

Çimlendirmenin baklagillerin vitamin içeriklerinde de artışlara neden olduğu birçok araştırmayla saptanmıştır. Bunun en belirginini askorbik asitte gözlenmekte olup; çimlenme ile fasulyede 6-7, mercimekte 12-70, baklada ise 50 kat arttığı, bununla birlikte karanlık koşullarda çimlenmenin yol açtığı artışın göreceli olarak ışık altında çimlendirmedeki artıştan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çimlendirmeye birlikte vitaminlerden; tiyamin, riboflavin, niasin, pantotenik asit, pridoksin, biotin, folik asit ve inozitol düzeylerinde de artışlar gerçekleşmektedir (Guggenheim ve Szmelcman, 1965).

Yine baklagillerde bulunduğu bilinen 2 ve 3 değerlikli minerallerle (Fe, Mg, Zn vb.) çözünmeyen ve absorblanamayan kompleks bileşikler oluşturarak bu minerallerden yararlanmamızı engelleyen fitatlar da, çimlenme sonucunda miktar ve aktivitesi çok

artan fitaz enziminin etkisiyle fosfat esterlerine hidrolize olmakta bu da çimlenmiş tanedeki minerallerin vücuda yararlılık oranlarını ham taneye kıyasla yükseltmektedir (Yıldız, 1996).

Tabekhia ve Luh (1980), çimlendirilmiş mercimeğin yaş ağırlık üzerinden C vitamini içeriğinin 21,2 mg/100g, maş fasulyesinin C vitamini içeriğinin ise 21,8 mg/100g düzeyinde olduğunu, 100 g çimlendirilmiş soya tanesinin askorbik asit miktarı günlük C vitamini gereksiniminin (50 mg) % 76' sını karşıladığını bildirmişlerdir.

Soya fasulyesinin çimlenmesi ile birlikte en çok artış gösteren bileşim ögesi askorbik asittir. Soya fasulyesinde askorbik asit bulunmamasına karşın çimlenme ile birlikte, askorbik asit miktarında büyük bir artış gerçekleşmektedir Antiskorbit özelliği olan bu vitamin çimlendirilmiş soya tanelerinde ortalama 37,98 mg/100g düzeyinde belirlemişlerdir. C vitamini miktarının tahıl ve baklagil tanelerinde düşük düzeyde olduğunu, fakat çimlendirdikten sonra ise bu gıda maddelerinin iyi bir C vitamini kaynağı olabileceğini tespit etmişlerdir. (Finney, 1982).

Soya fasulyesi demir açısından zengin olmakla birlikte, çimleri de iyi bir demir kaynağı olarak tavsiye edilmektedir. Tabekhia ve Luh (1980), çimlenmiş mercimekteki demir miktarını  $9,03 \pm 0,25$  mg/100g, çimlenmiş maş fasulyesi demir miktarını  $9,58 \pm 0,27$  mg/100g düzeyinde olduğunu ve günlük demir gereksiniminin % 90' ının, 100 g çimlenmiş mercimek, % 96' sının 100 g çimlenmiş maş fasulyesi ile karşılanabileceğini bildirmişlerdir.

Finney (1982), çimlenme sonrası kül miktarının ham taneye kıyasla mercimekte % 8, maş fasulyesinde % 25 arttığı ve çimlendirilmiş soya tanelerinin hasat edildikten sonra ayrılan çeneklerinde ise ortalama % 5,36 oranında daha fazla kül içerdiğini tespit etmiştir.

Khalil ve Mansour (1995), baklaya farklı ön işlemler uyguladıkları bir çalışmada; B grubu vitaminlerin stabilizasyonu çimlendirilmiş baklada, ısı işlem görmüş baklaya göre daha yüksek bulunduğunu ve çimlendirilmiş baklanın; Na, K, Cu, Mn, ve Mg içeriğinde belirgin bir azalma gösterirken Zn ve Fe içeriğinde artış meydana geldiği saptamıştır.

Yıldız (1996) tane soya fasulyesini çimlendirdiği bir çalışmada; tiyamin (B<sub>1</sub>) ve riboflavin (B<sub>2</sub>) ve askorbik asit gibi vitaminlerin, çimlendirilmiş tanelerde ham

taneye kıyasla artış gösterdiğini tespit etmiştir. Öngörülen günlük riboflavin gereksinimi olan 1,5 mg' nın yaklaşık % 40' ı 100 gr çimlendirilmiş soya ile karşılanabileceği ve çeneklerdeki tiyamin miktarının ortalama 1,68 mg/100g, riboflavin miktarının ise ortalama 0,59 mg/100g düzeyinde bulunduğunu bildirmiştir.

Vidal-Valverde ve ark. (2002), çimlendirme işleminin baklagil tanelerinin besin değeri üzerine etkisini inceledikleri çalışmada; çimlenmeden sonra B<sub>1</sub> vitamini önemli oranda değişmezken, B<sub>2</sub> vitamininde artış meydana geldiğini belirlemiştir.

Dilber ve ark. (2003); buğday tanelerini çimlendirerek yaptıkları bir çalışmada, tanenin kök boyunun 0,5 cm' den 1,5 cm' ye çıkarılması ile kuru maddedeki kül miktarının (% 10) arttığını tespit etmişlerdir.

Randhir ve ark. (2004), barbunyalari çimlendirerek yaptığı bir çalışmasında tanelerin; kalsiyum, demir ve çinko mineral içeriklerinin bu süresinin sonunda sırasıyla % 52,2, % 54,7 ve % 53 oranında arttığını bildirmiştir.

Hsu ve ark. (2008), bir çalışmalarında ise iz elementlerle zenginleştirilmiş su ile çimlendirilen karabuğday tanelerinin; bakır, çinko ve demir içeriklerin arttığı buna karşın selenyum ve mangan içeriklerinin değişmediğini tespit etmişlerdir.

Öztürk (2008) buğday tanelerinin çimlendirdiği bir çalışmasında, buğdayların Mg, Ca, Fe, Na, K ve P gibi mineral içeriklerinin çimlenme ile birlikte arttığı,  $\alpha$ -tokoferol miktarının, ham taneye göre daha yüksek olduğu; örneğin, ham buğday tanelerinin  $\alpha$ -tokoferol içeriği 23,77-26,99 mg/kg aralığında iken çimlendirildiğinde ise 47,19-54,62 mg/kg aralığında bulunduğunu bildirmiştir.

Doblado ve ark. (2007) bir çalışmasında; C vitamini içermeyen börülce tanelerinin, çimlendirme işlemi ile % 58-67 arasında artarken, börülcelerin fitik asit içeriği çimlendirme ile düştüğünü belirlemiştir.

Khattak ve ark. (2007b), yaptığı bir çalışmada nohutların yeşil ışık altında çimlendirildiğinde askorbik asit içeriği önemli düzeyde arttığı ve 96 saat sonunda ise en yüksek düzeye ulaştığını belirlemiştir. Khalil ve ark. (2007), nohut taneleri çimlendirdiği bir çalışmasında da; çimlendirilmiş tanelerin daha yüksek askorbik asit içerdiğini tespit etmişlerdir.

Khattak ve ark. (2008) nohut tanelerini çimlendirdiği bir çalışmada;  $\beta$ -karoten içeriğinin çimlendirme ile arttığı ve en yüksek  $\beta$ -karoten içeriğinin, sarı ışık altında 72 saat çimlendirilmesiyle elde edildiğini bildirmişlerdir.

Hahm ve ark. (2009) susam tanelerini çimlendirdiği bir çalışmada; çimlendirilen susam tanelerinin; fosfor, sodyum, kalsiyum,  $\alpha$ -tokoferol ve toplam tokoferol düzeyleri artarken palmitik asit, potasyum ve demir içeriklerinin azaldığını, magnezyum, çinko düzeylerinin ise çimlenme süresince değiştiği ve toplam tokoferol içeriğinin çimlenmenin 4. günde en yüksek düzeye ulaştığını tespit etmişlerdir.

Kanmaz ve Ova (2014) karabuğday tanelerini çimlendirdiği bir çalışmada; ham tanede C ve B<sub>1</sub>+B<sub>6</sub> vitaminleri bulunmazken, 7 günlük çimlenme süresi sonunda, düşük düzeyde C vitamini saptanmış olup, B<sub>1</sub>+B<sub>6</sub> vitaminlerinin ise oldukça yüksek oranda artış gösterdiği ve 175 mg/100g kuru ağırlık değerine ulaştığını bildirmiştir.

#### 2.4.5. Besinsel lif içeriğindeki değişiklikler

Baklagiller çok miktarda besinsel lif içerirler. Bu oran bezelye, mercimek ve nohut için % 18, fasulye için % 28' dir. Lifin çok büyük miktarı tohum kabuğu içinde konsantre olmuş durumdadır. Bu nedenle kabuğun soyulması lif miktarını azaltır. Baklagil taneleri mükemmel bir çözünebilir besinsel lif kaynağıdır. Yaklaşık olarak % 3-7 oranında çözünebilir lif içerirler (Pekşen ve Artık, 2004).

Yapılan araştırmalar, çözünebilir besinsel liflerin özellikle toplam serum ve LDL ( düşük yoğunluklu lipoprotein ) kolesterol seviyelerini düşürmek suretiyle insanlardaki kalp-damar hastalıkları üzerinde faydalı etkilerinin olduğunu göstermiştir. Buna ilave olarak, klinik çalışmalar yemek sonrası kan şekerini, insülin miktarını, kan serumundaki lipid seviyesini azalttığı için şeker hastalığının ikinci tipi bakımından faydalı olduğunu ortaya koymuştur (Anderson ve ark., 1999; Pekşen ve Artık, 2004).

Gaz yapıcı maddeler baklagil bitkilerinde yüksek oranlarda bulunan sindirilemeyen liflerdir. Oligosakkaritler, bağırsak sistemindeki prebiyotik etkilerinden önce yararlı mikrofloranın gelişmesini veya aktivasyonunu düzenleme yetenekleri açısından araştırılmaktadır. Baklagillerin prebiyotik etkisi vardır, dolayısıyla baklagiller bağırsak kanseri riskini azaltır. Buna ilave olarak, oligosakkaritler;

- HDL kolesterol seviyesini artıran,

- Kandaki trigliseritleri azaltan,
- Gaita (dışkı) ağırlığını ve sıklığını artıran,
- Bağışıklık sistemini güçlendiren ve kan şekeri seviyesini kontrol etmeye yardımcı olan etkiler göstermektedir (Pekşen ve Artık, 2004).

Besinsel lif içeriği yüksek olan baklagiller diğer lifçe zengin tahıl ve yumru bitkisel gıdalara kıyasla yapısal proteinlerin iyi kaynakları olarak bilinmektedir (Martin-Cabrejas ve ark., 2008).

Rafinoz sınıfı oligosakkaritler veya  $\alpha$ -galaktooligosakkaritler olarak da bilinen  $\alpha$ -galaktosidler, düşük molekül ağırlıklı, su ve su-alkol çözeltilerinde çözünebilen ve indirgen olmayan şekerlerdir (Martinez-Villaluenga ve ark., 2008a). Bitkilerin tohum gelişimi sırasında depo organlarında birikirler ve çimlenme sırasında karbon kaynakları olarak görev yaparlar. Alfa-galaktosidler sukroz türevleridir ve sukrozun 6. karbon atomuna  $\alpha$ -1,6 galaktosidik bağıyla bağlı bileşiklerdir. En iyi bilinen  $\alpha$ -galaktosidler; rafinoz, stakiyoz, verbaskoz ve ajugozdur (Guillon ve Champ, 2002; Martinez-Villaluenga ve ark., 2008a).

Baklagillerde ortak olarak bulunan bu bileşikler, monogastrik hayvanlarda  $\alpha$ -galaktosidaz enziminin eksikliği sebebiyle ince bağırsakta hidrolize edilmez ve emilmezler (Martin-Cabrejas ve ark., 2008).

Sindirilemeyen oligosakkaritlerin sindirime direnç özelliği bu bileşenlerin diyet lifi ile benzer etkilere sahip olduğu anlamına gelmektedir. Sindirilemeyen oligosakkaritlerin bağırsak bakterileri tarafından fermentasyonunun son ürünleri olan kısa zincirli yağ asitleri insan bağırsak epitel hücreleri tarafından emilir ve kullanılır. Böylece, bu hücrelerin gelişimi ile tuz ve su absorpsiyonu harekete geçirilir. Bu da osmotik basınç yoluyla fekal kütleinin su içeriğinin ve dolayısıyla daha gelişmiş bağırsak hareketliliğinin artmasını sağlamaktadır (Mussato ve Mancilha, 2007).

Toplumun büyük bir bölümü için gaz yapıcı özelliklerinden dolayı,  $\alpha$ -galaktosidlerin teknolojik veya genetik yollarla uzaklaştırılması istenen bir durumdur. Ancak, bu sindirilemeyen oligosakkaritler prebiyotik bileşikler olarak yararlı bakteriler tarafından kullanılarak sağlığı olumlu yönde etkileyebilirler (Guillon ve Champ, 2002; Martin-Cabrejas ve ark., 2008).

Alfa-galaktosidler, yüksek miktarlarda alındıklarında kolondaki anaerobik fermentasyon nedeniyle şişkinlik, bağırsakta osmotik etki oluşturma ve diğer gıda bileşenlerinin absorpsiyonu ile etkileşim gösterirler (Martinez-Villaluenga ve ark., 2008a).

Alfa-galaktosidler, tüketildikleri miktara bağlı olarak antibesinsel faktörler veya yararlı bileşikler olarak davranabilmektedirler. Alfa-galaktosidlerden sağlık faydası sağlayabilmek için etkili doz günlük 3 g olarak önerilmekte, daha yüksek miktarların ise aşırı gaz oluşumu, osmotik etki, diğer gıda bileşenleri ile etkileşim gibi problemlere neden olacağı belirtilmektedir (Martinez-Villaluenga ve ark., 2008a). Bu nedenle  $\alpha$ -galaktosidler hem olumlu hem de olumsuz özelliklerinden dolayı ilgi çeken bir gıda bileşenidir (Burbano ve ark., 1999).

Baklagil tanelerinde bulunan  $\alpha$ -galaktosidlerin tek başına gaz oluşumunda sorumlu olduğu iddia edilse de, gaz oluşumu oligosakkaritlerin sindirilememesi ve hücre duvarında yer alan besinsel lif yapısındaki bileşenlerden de kaynaklanabilmektedir (Guillon ve Champ, 2002). Çimlenen tanelerde,  $\alpha$ -galaktosidlerin yıkımı tanenin su absorpsiyonu sırasında gerçekleşmekte ve embriyonik eksen ve kotiledonda daha yoğun olarak gelişmektedir. Karanlık ortamlarda yürütülen çimlendirme işlemi gün ışığında yürütülenlere kıyasla  $\alpha$ -galaktosid miktarını daha hızlı azaltmaktadır (Martinez-Villaluenga ve ark., 2008a).

Her öğünde bir avuç miktarında kuru baklagil tüketmek vücudun ihtiyacı olan lifleri karşılamak açısından faydalıdır. Üstelik bu yiyecekler tok tuttıkları gibi fazla da kalori içermemektedirler. Kendi hacimlerinin 5 katı su çekebilen baklagil kökenli gıdalar, mideye tokluk hissi verdiği gibi, sindirim sırasında tüm toksinleri ve atık maddeleri temizlemektedir. Baklagiller vücudumuzun günlük potasyum ihtiyacını da karşılamaktadır. Pişirme işlemi baklagillerin bünyesindeki nişastalı maddelerin hazmını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca ısı ile muamele edildiğinde liflerin besin değerlerini artmaktadır (Pekşen ve Artık, 2004). Soya fasulyesinde bulunan  $\alpha$ -galaktosidlerin protein yararlılığı üzerinde olumsuz etkilere neden olduğu ve baklada ise bu oligosakkaritlerin ekstraksiyonu ile tüm aminoasitlerin sindirilirliğinin arttığını bildirmişlerdir (Martinez-Villaluenga ve ark., 2008a).

Wilhelmson ve ark. (2001), çalışmalarında çimlendirilmiş yulaf tanelerinin; besinsel lif miktarlarında önemli artışlar meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

Dilber ve ark. (2003) ham arpa tanesine oranla çimlendirilmiş tanenin, kuru maddedeki trigliserit ve enerji miktarının azalırken, ham lif miktarının ise arttığını, böylece de bağırsak hareketliliğini arttırdığını bildirmişlerdir.

Marston ve De Rouche (2004) bir çalışmada; buğday tanesinde ham lif miktarının % 3,22 iken, çimlendirilmesi ile birlikte % 3,57' ye yükseldiğini, aynı şekilde Calzuola ve ark. (2004), da çimlendirilmiş buğdayda % 3,5 ham lif olduğunu tespit etmişlerdir.

Öztürk (2008), çimlendirilmiş buğday ile çalıştığı bir araştırmasında; ham tanede ham lif miktarı % 4-5 arasında bulunduğu ve bu oranın % 11-13' e kadar yükseldiği ve çimlendirmenin ham lif miktarına önemli etkisi olduğunu belirlemişlerdir.

Megat ve ark. (2011)' nin çimlenmiş ve çimlenmemiş taneler üzerine yapmış oldukları bir çalışmada, çimlendirilmiş soya fasulyesi, yer fıstığı ve pirinç çeşitlerinde toplam besinsel lif içeriğinin ham taneye kıyasla yükseldiğini bildirmişlerdir.

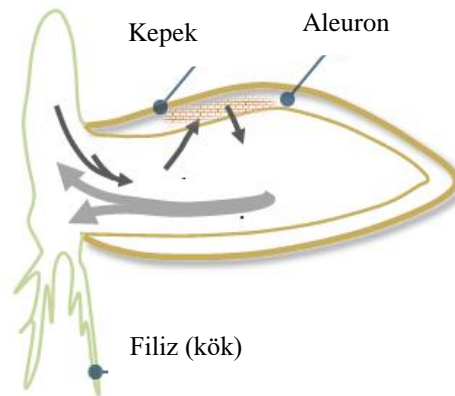
#### **2.4.6. Antibesinsel madde içeriğindeki değişiklikler**

Tahıl ve baklagil tanelerinde bulunan antibesinsel maddelerin başlıcaları ve bunların besleme değeri üzerindeki etkileri aşağıda verilmiştir;

- Enzim inhibitörleri: Proteaz (tripsin, kimotripsin) ve amilaz inhibitörleri
- Oligosakkaritler (Gaz yapıcılar): Stakioz, rafinoz, verbaskoz
- Fenolik bileşikler: Tanenler, izoflavonoidler, flavonoidler,
- Lektinler (Hemaglutininler)
- Siyanogenik glikozitler (HCN)
- Saponinler
- Fitik asit-Fitatlar
- Vicine ve Convicine (Favizm faktörleri) (Pekşen ve Artık, 2004).

Tahıllarda fitik asidin birikim bölgesi aleuron tabakasıdır. Endospermin etrafını saran aleuron hücreleri tanelerin çimlenmesi sırasında ise depo bileşiklerin mobilizasyonunda görev alırlar (Şekil 2.1) (Ogawa ve ark., 1979; Turan, 2013).





**Şekil 2.1.** Çimlenen bir tahılda aktif bileşenlerin hareketinin gösterimi (Srivastava, 2002).

Tanenin çimlenmesi ile birlikte fitatlar; fitaz enzimi tarafından hidrolize edilmekte ve inorganik fosfor kaynağı olarak kullanılmaktadır (Bilgiçli, 2002). Çimlenme süresinin artması ile tahıl tanelerinin fitik asit düzeylerinde önemli bir düşüş görülmektedir. Böylelikle sindirilemeden atılan fosfor miktarını azaltmakta, fitik asitin enerji ve besin maddesi sindirimi üzerindeki olumsuz etkileri ortadan kalkmakta (Pekşen ve Artık, 2004). Çimlendirme ile fitat miktarı düşürülmüş gıda üretimi mümkün olabilmektedir (Dilber ve ark., 2003).

Singh (1988), çalışmalarında çimlenmiş nohut tanelerinin daha az gaz ürettiğini bildirmiştir. Çimlenme sırasında bunların enerji kaynağı olarak kolayca kullanılmasına bağlı olarak rafinoz, stakioz ve verbaskoz konsantrasyonu azalttığını belirlemişlerdir.

Khalil ve Mansour (1995), farklı ön işlemlerin baklanın besin değeri üzerine yaptıkları bir çalışmada; çimlenme işlemi ile stakioz, tanen, fitik asit, tripsin inhibitörü ve hemaglutin aktivitesinde önemli bir azalma gözlenirken stakiozun azalmasında çimlendirmenin daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Yıldız (1996), ham soya ve çimlendirilmiş soya tanelerinin bileşim unsurlarını incelediği bir çalışmada; ham soya çeşitlerinde 486-503 mg/100g olan saponin miktarları, tane çimlendiğinde 77,1-78,1 mg/100g düzeylerine indiği ve soya fasulyesinde miktarı oldukça yüksek olan saponinin, çimlenme işlemi ile birlikte yaklaşık %85 oranında azaldığını tespit etmiştir.

Randhir ve ark. (2004), 48 saat çimlendirilen barbunyalardan tanen içeriği teşhis edilemeyecek düzeye inerken, tripsin inhibitör aktivitesinin % 70,7 oranında, fitat içeriğinin ise % 85,9 oranında azaldığını bildirmişlerdir.

Kumar ve ark. (2006), soya fasulyelerinin 144 saat çimlendirildiği bir çalışmada ise, çimlenmiş soya tanelerinin tripsin inhibitör aktivitesinin çimlenme süresince düştüğü ve düşüşün 35 °C de elde edilen tanelerden daha hızlı olduğunu tespit etmişlerdir.

Khalil ve ark. (2007), ham nohut taneleri ile çimlendirilmiş nohut tanelerini karşılaştırıldığı bir çalışmada; çimlendirilmiş nohutların fitik asit içeriğinin daha düşük olduğu belirlemişlerdir.

Buğday tohumunda çimlendirme süresince tripsin inhibitörü aktivitesi azalmakta ve 4. gün sonunda bu değişim minimum seviyeye inmektedir. Aynı zamanda tripsin inhibitörü proteinlerin sindirilmesini engellediği için, bu inhibitörün aktivitesinin azalmasıyla da proteinlerin hem kalitesi hem de sindirilebilirliği artmaktadır (Öztürk, 2008).

Azeke ve ark. (2011), çimlenme işlemi ile fitaz aktivitesi arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmada fitaz aktivitelerinde 7 gün çimlendirilmiş pirinç tanelerinde 16 kat, 6 gün çimlendirilmiş mısır tanelerinde 5 kat, 5 gün çimlendirilmiş darı tanelerinde 7 kat, 7 gün çimlendirilmiş sorgum tanelerinde 3 kat ve 8 gün çimlendirilmiş buğday tanelerinde 6 kat artış olduğu saptanmıştır.

#### **2.4.7. Enzim içeriğindeki değişiklikler**

Genel fizyolojik faaliyetin bir kısmı olarak embriyonun gelişmesi için gerekli olan enerji, çimlenme esnasında enzimler tarafından, endospermden sağlanır. Bu amaçla çimlenme ile birlikte tohumda çeşitli enzimler meydana gelir. Bunlar arasında; diastaz, sitaz, proteaz, fitaz, lipoksidaz ve oksidaz enzimleri büyük önem taşır (Türker, 1974).

Surrey (1964), baklagil tanelerindeki lipoksidaz aktivitenin analiz edildiği bir çalışmada, maş fasulyesi çimlenirken lipoksidaz enzim etkinliğinde; çimlenmenin 8 ile 24. saatler arasında yavaş bir azalma, 24 ile 40. saatler arasında hızlı bir azalma ve 40 ile 80. saatler arasında doğrusal değişen bir azalma olmak üzere 3 dönem meydana geldiğini bildirmiştir.

Bottari ve ark. (1996), 4 gün çimlenen buğday tanelerini çalıştıkları bir araştırmada; makarnalık ve zayıf buğday tanelerindeki proteaz enzimi ile gliadin küçük peptidlere hidrolize edildiği ve protein ana rezervi nişastalı endospermde, sisteini ilk harekete geçiren proteinaz enziminin önemli bir rol oynadığını tespit etmişlerdir.

Kumar ve ark. (2006), soya fasulyelerinin 144 saat çimlendirildiği bir çalışmada ise, çimlenmiş soya tanelerinin lipoksigenaz izoenzim içeriğinin, çimlenme süresince düştüğü ve düşüşün 35 °C de elde edilen tanelerden daha hızlı olduğunu bildirmektedir.

#### **2.4.8. Antioksidan madde içeriğindeki değişiklikler**

Antioksidanlar; kanser, kalp-damar hastalıkları, kronik rahatsızlıklar, katarak oluşumu, toksik maddelerin hiperoksijenasyonu ve stres gibi bazı faktörleri azaltmakta, metabolik bozuklukları önlemekte, ışığa karşı duyarlı ciltlerde ve göz retinasında oluşan zararlara karşı organları korumakta ve genel bağışıklık sistemini geliştirmektedir (Velioğlu, 2000).

İnsan yaşamı için gerekli olan oksijenin normal metabolizması sırasında ortaya çıkan reaktif oksijen türleri ve serbest radikaller vücuda çeşitli zararlar verebilmektedir. Bu zararlar, kalp-damar hastalıkları, çeşitli kanser türleri, katarakt, bağışıklık sisteminin zayıflaması, sinir sistemi rahatsızlıkları ve yaşlanma gibi olumsuz sağlık problemleridir (Perty ve ark., 1992). Antioksidan maddeler ise bu radikallerin oluşumunu engellemek veya olumsuz etkisini azaltmak suretiyle sayılan hastalıkları önleyebilmektedirler.

Son yıllarda gelişmiş bazı batı ve uzak doğu ülkelerinde, sebze ve meyvelerin tüketiminin yanında çimlendirilmiş tanelere de ilgi giderek artmaktadır. Tüketiciler bu ürünleri, doğal, sağlıklı, besleyici ve az işlem görmüş olduğundan dolayı daha fazla tercih etmektedirler (Khattak ve ark., 2008). Epidemiyolojik çalışmalar, sebze ve meyveler, tüm tahıl ürünlerinin, diyabet, hipertansiyon gibi kronik hastalıkları önleme de önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir (Öztürk, 2008).

Çimlendirilmiş tanelerde ham taneye kıyasla, antioksidan maddelerin daha fazla olduğu bilinmektedir (Fahey ve ark., 1997). Örneğin çimlendirilmiş brokolide bulunan sülforafan ve glikozinolat gibi maddeler ile glutatyon transfereaz gibi bazı enzimlerin çeşitli hastalıkların önlenmesinde etkili olduğu saptanmıştır (Zhang ve ark., 2006). Çimlendirilmiş taneler, antioksidan özellikte olan enzimlerden (serbest radikalleri azaltan) süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon peroksidaz ve metiyonin redüktaz gibi

enzimlere ilave olarak % 50 veya daha fazla esansiyel yağ asidi içermektedir (Velioğlu, 2000).

Ben-Arye ve ark. (2002), çimlendirilmiş buğday unlarının artan antioksidan etkisini inceledikleri bir çalışmada; köpeklerin göz merceğinde oluşan donukluğu % 25 ile % 40 oranında azalttığını tespit etmişlerdir. Yine ratlarda yapılan denemelerde çimlendirilmiş buğday ekstraktının yaşlanmayı geciktirici etkilerde bulunduğu, çimlendirilmiş buğday suyunun bazı hastalardaki kalın bağırsak iltihabına karşı etkili olduğu belirlenmiştir (Montville ve Schaffner, 2005).

Kim ve ark. (2004) sarı ve yeşil soya tanelerini çimlendirdiği bir çalışmada, çimlenmiş sarı soyalarda toplam fenolik madde miktarını 9,88 ile 47,71 µg/g arasında, çimlenmiş yeşil soyalarda ise 29,21-79,70 µg/g arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Fernandez-Orozco (2008) de bir çalışmada; 4 gün çimlendirilmiş soya tanelerinin antioksidan kapasitesinin tohumlara kıyasla % 70 arttığı bildirmiştir. Fitoöstrojenler açısından oldukça zengin olan soya fasulyesinin genistein ve daidzein içeriğinin çimlenme ile sırasıyla 3 ve 10 kat arttığı rapor edilirken (Frias ve ark., 2009), çimlendirilmiş yeşil ve sarı soya tanelerinin izoflavonoid içeriklerinin taneden sırayla yaklaşık 100 ve 50 kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Kim ve ark., 2004). Lee ve ark. (2007) bir çalışmada; çimlendirilmiş soya tanelerinin köklerinin en yüksek miktarda izoflavonoid içerdiği bunu sırayla kotiledon yaprakların ve hipokotillerin izlediğini tespit etmişlerdir.

Lopez-Amoros ve ark. (2006), bir çalışmada beyaz fasulyelerin antioksidan aktivitesi de 2 günlük çimlendirme işleminden sonra önemli bir artış gösterdiğini belirlenmiştir.

Kim ve ark. (2007), çalışmalarında 6-10 günlük çimlendirilmiş karabuğdayın klorojenik asit, orientin, isoorientin viteksin, isoviteksin ve rutin içerikleri tanelere kıyasla önemli düzeyde yüksek olup, 4-10 günlük çimlendirilmiş karabuğday tanelerinin toplam fenolik içeriğinin ve antioksidan kapasitesinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Doblado ve ark. (2007), bir çalışmada börülce tanelerinin, çimlendirme işlemi ile antioksidan aktivite değerinin artarak, 6 gün çimlenmiş tanelerde en yüksek düzeye ulaştığını tespit etmişlerdir.

Öztürk (2008), çimlendirilmiş buğday ile yapılan bir çalışmada; çimlendirilmiş tanelerden elde edilen ekstraktların antitümör aktiviteye sahip olduğunu bildirmiştir.

Pasko ve ark. (2009), amarant ve kinoa tanelerini çimlendirdikleri bir çalışmada; çimlenmiş tanelerin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesinin ham taneye göre daha yüksek olduğu, en yüksek toplam fenolik madde miktarının ise ışık altında 4. günde tespit etmişlerdir.

Lv ve ark. (2009) bir çalışmada, nohutta bulunan başlıca izoflavon bileşiklerin, nohudun çimlenmesi sırasında arttığını bildirmişlerdir.

Alvarez-Jubete ve ark. (2010) ise bir çalışmada, çimlendirilmiş kinoa tanelerinin toplam fenolik madde miktarının çimlendirilmiş amarant tanelerinden daha yüksek olduğu ve kinoa örneklerinin fenolik bileşikler açısından zengin bir kaynak olduğunu vurgulamaktadır.

Kapkum ve ark. (2011) bir çalışmada, 15 gün çimlendirilmiş pirinç taneleri kullanılarak fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi yüksek toz içecek elde edildiğini bildirmişlerdir.

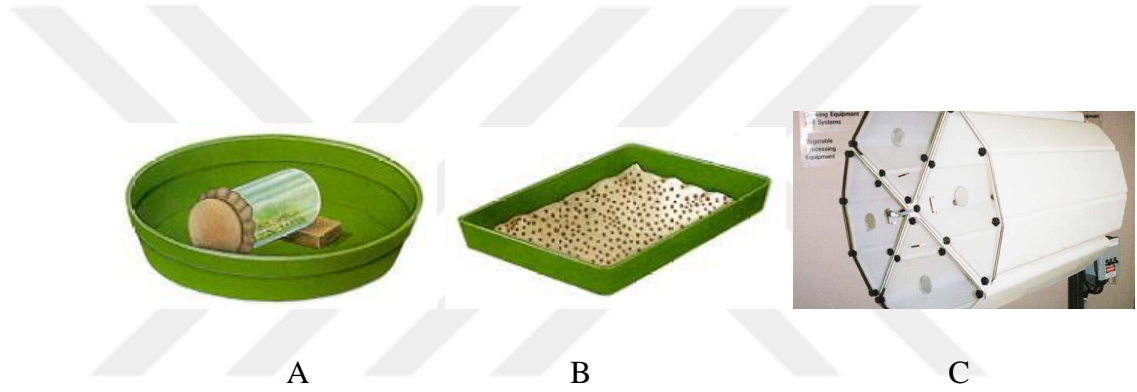
Özkaynak (2011) bir çalışmada, keten tohumunun toplam fenolik madde ve toplam flavonoid içeriğinin çimlendirme işlemi ile önemli oranlarda arttığını, 13 gün çimlendirilmiş tanelerin toplam fenolik madde ve toplam flavonoid içeriğinin ham taneye kıyasla sırasıyla 4-7,3 ve 26,8-33,5 kat daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Buna karşın, SDG (sekoisolarikiresinol diglukosid) lignan açısından oldukça zengin olan keten tohumunun çimlendirme işlemi ile SDG lignan içeriğinin mg düzeyinden µg düzeyine gerilediğini bildirmiştir.

Kim ve ark. (2012), maş fasulyesinin 5 günlük çimlenmesi ile toplam fenolik, toplam flavonoid ve antioksidan aktivite düzeylerinin önemli düzeyde arttığını tespit etmişlerdir.

## 2.5. Çimlendirme Yöntemleri

Çimlendirme farklı şekillerde yapılabilmektedir. Örneğin kavanoz metodunda yıkanmış tohumlar belli bir süre suda bekletilerek bünyesine su çekmesi beklenir. Daha sonra tohumlar zaman zaman ıslatılarak, nemli tutulması sağlanır. Böylece istenilen

sürede çimlendirme işlemi gerçekleştirilmiş olur. Örtü metodunda ise tohum yine suda bekletilerek, suyu bünyesine çekmesi sağlanır. Daha sonra iki bez arasına tohum serilerek arada bir su ilave edilerek bezin nemli kalması sağlanır ve yine belirlenen gün boyunca çimlendirilmiş olur. Bunlardan başka çimlendirme işlemi plastik tüplerde, çimlendirme torbalarında, tepside, topraklı kaplarda ve ticari çimlendiriciler ile de yapılabilmektedir (Billings, 1995). Ancak burada önemli olan, çimlenmiş tanelerin lezzetini olumsuz yönde etkilemeyen ve sağlık açısından sorun yaratmayan materyallerin kullanılmasıdır. Genel olarak çimlendirme işlemi; evde ya da küçük ticari işletmelerde, kavanoz ve tepsi metotları kullanılarak üretilmektedir. Büyük çapta yapılan ticari üretimlerde ise genellikle farklı boyutlarda silindirik yapıları sabit ya da döner sistemler ile konteynırlar kullanılmaktadır (Şekil 2.2).



**Şekil 2.2.** Kavanoz metodu (a), tepsi metodu (b), silindirik çimlendirme konteynır metodu (c) (Sivritepe, 2010).



**Şekil 2.3.** Farklı şekil ve büyüklükte çimlendirme araçları

Her bitki ve tohumun bir çimlendirme şartı olup, bu da familyaya, türe ve cinse göre değişmektedir. Bu yüzden çimlendirme işlemini standardize etmek oldukça zordur. Standardizasyonda besin, ışık, sıcaklık ve nem gibi şartlar önemlidir (Öztürk, 2008). Tüm hayati faaliyette olduğu gibi çimlenmede de belirli bir miktar suya ihtiyaç vardır. Bunun için öncesinde çimlendirilecek taneler ıslatılır (Türker, 1974). Yapılan çalışmalarda ıslatma ve çimlendirme işlemleri için saf suyun tercih edildiğini bildirmişlerdir (Dilber ve ark., 2003).

Çimlendirme işlemi için çeşitli araştırmacılar değişik yöntemler önermektedirler (Yıldız, 1996). Bunlar;

- Drenaj delikleri bulunan plastik tepsiler içinde
- 0,005-0,8 mm çaplı steril kum üzerinde
- Cam kavanozlar içindeki % 0,1' lik  $KNO_3$  ile ıslatılmış altlık üzerinde
- Gözenekli ve ince kâğıt tabakaları arasında
- Sıcaklık, bağıl nem, hava sirkülasyonu ve çalkalama opsiyonlu laboratuvar germinatörlerinde
- Humus içeren yapay kompost (saksı harcı) ortamlarında
- Islatılmış sünger üzerinde ve alüminyum folyo ve örtülerek çimlendirilmelidir.

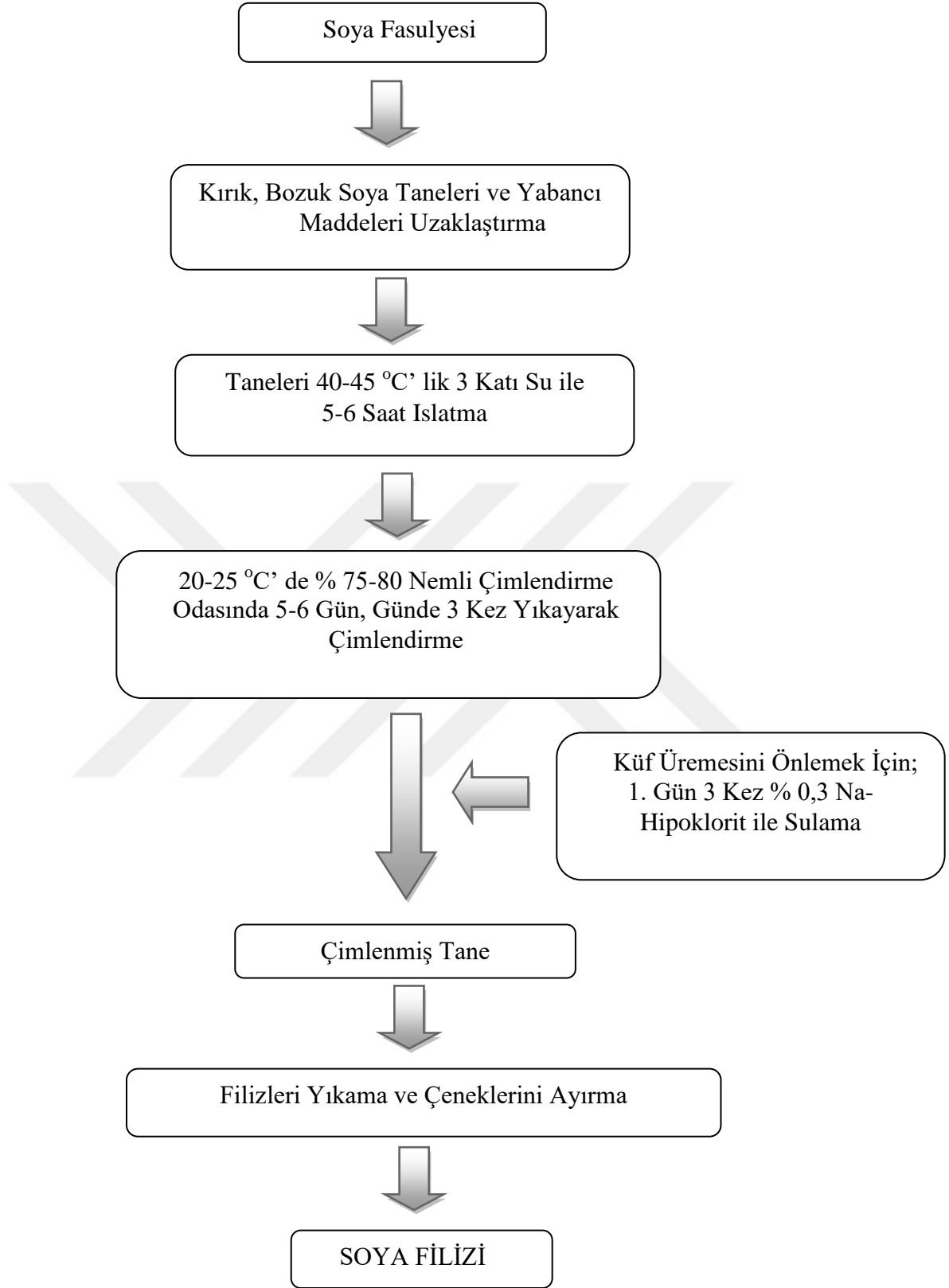
Tohumların çimlenebilmesi için güneş ışığına veya toprağa ihtiyaç yoktur. Çimlendirme işlemi karanlıkta ve ışıklı ortamların her ikisinde de yapılabilir. Işık ile çimlendirme işlemi sonucunda taneler klorofil açısından daha zengin olmaktadır (Yıldız, 1996). Sıcaklık yükseldikçe solunum artar ve bu durum sıcaklığı daha da yükseltir. Bunun için çimlendirme sırasında havanın sıcaklığının ve nem oranının kontrol altında tutulması gerekir (Türker, 1974). Çimlenmeyi etkileyen çeşitli faktörlerin yanı sıra bazı kimyasal maddeler de çimlenmeyi etkiler. Gibereellik asit ve sitokinin hormonları çimlenmeyi teşvik ederken, absisik asit hormonu, siyanür, dinitrofenol, kumarin gibi maddeler ise çimlenmeyi engeller (Arslan, 2010). Çimlenme sırasında solunum nedeniyle karbondioksit meydana gelir ve bu karbondioksit birikerek, normal solunuma engel olur. Bunun için çimlendirme sırasında havalandırma şarttır.

Havalandırma; serme yönteminde, taneyi karıştırarak; pnömatik yöntemde ise ortama temiz hava sevk ederek sağlanır (Türker, 1974).

Tabekhia ve Luh (1980), soya tanelerini çimlendirmek amacıyla dibinde drenaj delikleri olan ve tanelerin geçmesini önlemek için bir bez bulunan, 1 m yüksekliğinde, 45 cm çapında toprak bir kavanozdan oluşan bir sistem tercih ederek, çimlendirme işlemini karanlıkta uyguladıklarını bildirmişlerdir.







Şekil 2.4. Soya fasulyesinden filiz eldeinde işlem aşamaları (Yıldız,1996).

## 2.6. Çimlenme ve Mikrobiyal Aktivite

Bitkisel ürünler doğal olarak toprak kökenlidir ve hasatla beraber toprak kökenli mikroorganizmalarla kontamine olmuş olabilirler. Ayrıca çimlendirme esnasında ortamın nem miktarı ve sıcaklığın uygun olması ve üründe su oranının yükselmesiyle birlikte, başlangıçta az olan mikroorganizma sayısı gittikçe artmaktadır. İşte bu ürünlerin tüketilmesinde karşılaşılabilecek en önemli sorunlardan birisi, bazı patojen mikroorganizmaların çimlenmiş tanelerde de bulunabilmesidir (Sharma ve ark., 2002).

Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre çimlenmiş tanelerden kaynaklı *Escherichia coli* ve *Salmonella* gibi mikrobiyolojik hastalıklarda hızlı bir artış olduğu, hatta Almanya’da taze çimlenmiş tane tüketiminden kaynaklı 47 kişi hayatını kaybetmiş ayrıca Avrupa’ da 3000’ den fazla kişinin de mikrobiyolojik etkenlerden zarar görmüştür (Young ve ark., 2000).

Taze olarak tüketilecek çimlenmiş taneler için maksimum muhafaza süresi en iyi depolama koşullarında 0 °C’de 7-9 gün, 2,5 °C’de 5 gün, 10 °C’de 2 gün olarak belirlenmiştir (Özkaynak, 2011).

Çimlenmiş tanelerde meydana gelen fungal ve bakteriyel hastalıklara karşı ozon, klor ve hipoklorit gibi kimyasal uygulamalar yapılarak bu etmenler elemine edilmeye çalışılmaktadır (Sharma ve ark., 2002).

Islatma suyu en geç 24 saatte bir değiştirilmelidir. Normal olarak ise 12 saatte bir olmak üzere yani günde iki defa değiştirilmelidir. Islatma sırasında sağlam olamayan tanelerde ve kavuzun altında küf gelişebilir. Bunu engellemek amacıyla; ıslatma suyuna antiseptik maddeler (formaldehit, bisüfit, hidrojen peroksit) katılır. Bu amaçla günümüzde en çok kireç (CaO ve Ca (OH)<sub>2</sub>) kullanılır. Kireç aynı zamanda kavuzdaki acı ve hoş olmayan maddelerin eriyip, taneden ayrılmasına yardımcı olur ve ucuzdur (Türker, 1974).

Karavaşin (2015) arpa çimi üretimi üzerine yapmış olduğu bir çalışmada, sterilizasyon için arpa taneleri tüm uygulamalarda 10 dakika % 10’ luk sodyum hipoklorit çözeltisinde bekletmiş, her hasattan sonra tavalarda tazyikli su ile yıkanmış olduğunu bildirmiştir.

Aktaş ve Kılıç (2013) çimlendirilmiş soya üretiminde en önemli sorunlardan biri olan büyüme uçlarında meydana gelen çürümeler ve oluşabilecek sekonder enfeksiyonların kontrol edilmeye yönelik yapmış oldukları bir çalışmada; çimlenme aşamasından sonra çimlenmiş tanelere 25 ve 50 mM NaCl dozlarında tuz dozları uygulanmıştır. Böylelikle, abiotik streslerden biri olan tuzlu koşullar oluşturarak, anti-oksidadif savunma mekanizmalarını harekete geçirip, tolerant soya türlerinde; hem uç çürüklüğüne hem de oluşabilecek fungal ve bakteriyel hastalıklara karşı kullanılabileceğini tespit etmişlerdir.

## 2.7. Çimlendirme Amacıyla Kullanılan Bazı Tahıllar

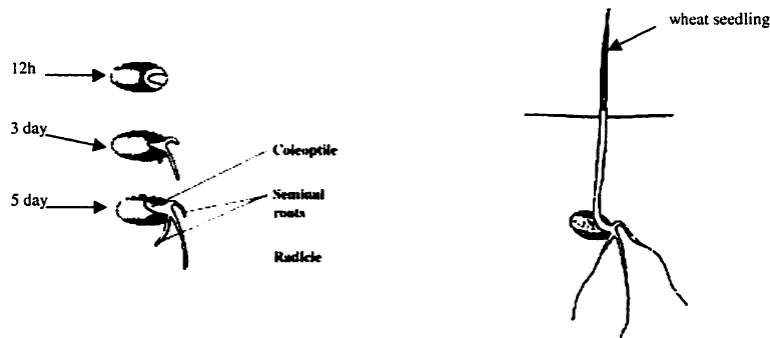
Başlıca tahıl çeşitleri; buğday, arpa, yulaf, çavdar, tritikale, mısır, çeltik, darılar ve kuşyemidir. Tahıllar, dünyada en çok tüketilen bitkisel ürünler arasında yer almaktadır. Tahıl ve tahıl ürünleri gelişmiş ülkelerde, çok farklı şekillerde de tüketilmektedir (Öztürk, 2008).

Çimlendirilmiş tahıl tanelerin, tohumu veya diğer ürünlerine göre daha fazla besin maddesi içerdiğinin belirlenmesiyle insan beslenmesindeki önemi daha da artmıştır (Yang ve ark., 2001). Ayrıca çölyak hastaları için çok önemli bir sorun olan tahıl proteini glüten, buğday, arpa ve çavdarın çimlendirilmesi sırasında proteaz enzimlerinin artmasıyla tamamen parçalandığı ve hastalar için bu proteinin artık sorun olmaktan çıktığını bildirmişlerdir (Öztürk, 2008).

Günümüzde fonksiyonel gıda konsepti içinde yer alan çimlendirilmiş tanelerin tüketiminin önemi büyüktür. Diğer tohumlarda olduğu gibi yapılan çalışmalarda, tahılların bileşiminde bulunan bazı vitamin, mineral, aminoasit ve şekerlerin de çimlendirme boyunca arttığı tespit etmişlerdir (Yang ve ark., 2001).

Buğday bazı gelişmiş ülkelerde çimlendirilerek de değerlendirilmektedir. Çimlendirilmiş buğday taneleri, ham taneler ile kıyaslandığında; daha yüksek vitamin içerikleri yanında daha yüksek fenolik madde, daha yüksek kalitede protein, daha fazla miktarda aromatik aminoasit ve daha fazla çoklu doymamış yağ asidine sahiptir (Öztürk, 2008). Yine esansiyel minerallerle bazı iz elementlerin artan biyoyararlılığı nedeniyle daha yüksek bir besin değeri ve fonksiyonel özelliğe sahip olduğunu tespit etmişlerdir (Finney, 1982). Bunların yanı sıra buğdayın çimlenmesi sırasında fitaz aktivitesinin artması ve fitik asit miktarının azalması da beslenme açısından olumlu

bulgularındandır (Yang, 2000). Buğdayda çimlendirme ile protein kalitesi arttığı gibi mineral maddelerin kullanılabilirliği de artmakta, buna karşılık nişasta ve toplam karbonhidrat miktarı azalmaktadır. Çimlendirilmiş buğday tanesinin toplam lipit içeriğinin ise çimlendirmenin 4. gününde en yüksek seviyede olduğu bildirmiştir (Finney, 1982). Çimlendirilmiş buğday, normal buğday tanesine göre daha fazla mineral madde içermektedir. Örneğin çimlendirilmiş buğdayda; Cu, Fe, K, Mg, Zn, Ca ve Na gibi mineral maddelerin önemli derecede arttığı değişik bilimsel çalışmalarda rapor etmişlerdir (Piernas ve Guiraud, 1997). Yine çimlenme sırasında nükleik asitlerin ve nükleotidlerin sentezi ile bazı vitamin (niasin) aminoasit ve diğer azotlu bileşiklerde de artış olmaktadır. Çimlendirme ile buğdayın B grubu vitaminlerden de özellikle riboflavin içeriğinde 3-6 kat, niasin miktarında ise 2 kat artış olduğu bildirmişlerdir (Finney, 1982). Çimlendirme ile malt ürünlerinin; hem mineral madde miktarı hem de biyoyararlılığı artmaktadır (Finney, 1982).



Şekil 2.5. 12 saat, 72 saat, 120 saat çimlendirilmiş buğday tanesi (Yang, 2000).

Düşük molekül ağırlıklı ve disülfid bağı içeren sistein aminoasidi, bitkilerde bulunan ve antimikrobiyal etkiye sahip maddeler arasında sayılmaktadır (Capparelli ve ark., 2005). Bu aminoasitlerin çimlendirilmiş buğday tanesinde tohuma göre çok daha fazla olduğu ve bazı Gram (+) ve (-) bakterilere karşı etkili olduğu rapor edilmiştir (Talas-Ogras, 2004). Bunların dışında buğday çiminden, hücrelerin büyümesini düzenleyen düşük molekül ağırlıklı bir peptit olan kromatin izole edilmiştir (Öztürk, 2008). Çimlendirilmiş buğday tanelerinin 5 farklı fenolik bileşik (gallik asit, epigallokateşin-3-gallat, epigallokateşin, epikateşin ve kateşin) içermektedir (Amici ve ark., 2008). 110 saat çimlendirilmiş buğday tanelerinin toplam fenolik içeriği ve

antioksidan aktivitesi artarken (Alvarez-Jubete ve ark., 2010) buğday çimlerinin antioksidan aktivite içeriği 7. günden sonra maksimum düzeye ulaşmaktadır (Yang ve ark., 2001; Kulkarni ve ark., 2005).

Çimlendirilmiş buğdayın ORAC (oksijen radikal absorban kapasitesi) değerlerinin soğan, sarımsak, çilek gibi bazı gıdalardan bile oldukça yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Tilak ve ark., 2004; Kulkarni ve ark., 2005).

Yapılan çalışmalarda çimlendirilmiş buğday tanesinde meydana gelen besinsel değişim Çizelge 2.3 ve Çizelge 2.4' de verilmiştir.

**Çizelge 2.3.** Buğdayın çimlendirilmesi ile meydana gelen besinsel değişim (Plaza ve ark., 2003).

	Tane	Çimlendirilmiş Buğday
Vitamin A	0	0,81
Vitamin E	3,77	1,95
Vitamin B <sub>1</sub>	0,32	0,84
Vitamin B <sub>2</sub>	0,31	0,73
Vitamin B <sub>6</sub>	5,00	6,69
Vitamin C	11,97	18,40
Ca	450	290
Mg	780	840
Fe	26,21	30,44
Na	1760	1130
K	810	1430
Cu	10,18	37,40
Mn	34,90	29,79
Zn	19,69	56,24

**Çizelge 2.4.** Buğdayın çimlendirilmesi ile vitaminlerinde meydana gelen değişim (Yang ve ark., 2001).

	Tane	Çimlendirilmiş Buğday
Vitamin E	4,37	10,9
Vitamin C	0	550
B-Karoten	0	3,11
Vanilik asit	6,4	12,9
Ferulik asit	585	932,4

Çimlenme anında arpa tanelerinde enzim aktivitesi, protein oranı, ham yağ, şeker, ham lif, vitamin ve mineral madde miktarlarında artış olurken kuru madde oranında azalma olmakta, bu artışlar kuru madde kaybından kaynaklanmaktadır (Sneath ve McIntosh, 2003). Arpa tanesinde bulunan % 3,7 lif oranı 5 günlük arpa çiminde % 6'ya çıkmıştır (Fazaeli ve ark., 2012). Arpa son yıllarda bazı gelişmiş ülkelerde çimlendirilerek çim halinde veya suyu çıkarılarak besin takviyesi olarak tüketilmektedir. Çimlendirme işleminin arpa tanelerinin besin değerinde önemli artışlara neden olduğu belirlenmiştir (Chung ve ark., 1989). Arpada çimlendirilme ile birlikte taneye göre, kuru maddedeki trigliserit ve enerji miktarında azalma; kül, ham lif, digliserit, bazı aminoasit ve mineral madde miktarlarında ise azalmalar meydana gelmektedir. Çimlendirilmiş arpanın biyolojik değeri ve fonksiyonel özelliği artmakta, ayrıca beslenme açısından arzu edilmeyen fitik asit miktarı % 25 oranında azalmaktadır (Dilber ve ark., 2003). Ön ıslatma ve çimlenme anında arpa tohumlarında depo edilen enerji kullanıldığından kuru madde kaybı olmaktadır. Arpa çimleri mineral madde alımı ve etkili fotosentez ile birlikte yeniden kuru madde kazanabilmekte fakat büyüme süresi kısalığı nedeniyle genellikle kuru madde kayıpları % 7 ile 47 arasında değişmektedir (Karaşahin, 2015).

Yulafın çimlendirme ile bileşenlerin değişikliklere uğradığı, özellikle de  $\beta$ -glukanaz enziminin artmasıyla fonksiyonel bir bileşen olan  $\beta$ -glukan oranında ciddi artışlar meydana gelmektedir. Yulaf çimi malt haline getirilerek bira sanayinde de kullanılabilir. Yulafın çimlendirilmesi sonucunda,  $\beta$ -glukonaz enzim aktivitesinin artmasıyla, insan sağlığı açısından faydalı olduğu bilinen  $\beta$ -glukan, hemen hemen tamamı yok olmaktadır. Bununla beraber yulaf çimlerinde; toplam protein, diyet lifi, vitamin, mineral madde, fenolik madde, lizin ve triptofan aminoasitlerinin miktarlarında da önemli artışlar meydana geldiğini tespit etmişlerdir (Wilhelmson ve ark., 2001).

Kanauchi ve ark. (2000), çimlendirilmiş arpanın yaklaşık % 30 civarında suda çözülmeyen besinsel lif içerdiği ve bu durumun Ca ve Mg minerallerinin emilimini engellemediği, aksine mineral madde emilimini teşvik ettiği bildirmiştir.

Yang ve ark. (2001) buğdayı çimlendirdikleri bir çalışmada; 7 gün çimlendirilen tanelerin, vitamin C,  $\alpha$ -tokoferol,  $\beta$ -karoten, fenolik maddelerden de ferulik ve vanillik asitlerin miktarlarının artış gösterdiği ve bu yeni içeriğinden dolayı iyi bir antioksidan madde özelliği gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Araki ve ark. (2001), bir araştırmada çimlendirilmiş arpanın ülserli hastalarda, midedeki safra tuzunu absorbe ettiğini, böylelikle çimlendirilmiş arpa tanelerinin ülserli hastalarda tedavi edici bir özelliğe de sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Marsilli ve ark. (2004), çalışmalarında çimlendirilmiş buğday tanesinin yüksek miktarda organik fosfat içerdiği, güçlü bir katalaz ve peroksidaz aktivitesine sahip olduğunu, antioksidan maddelerin glikozidleri, polifenolleri ve –SH gruplarını azalttığı gzlelemişlerdir. Ayrıca imlendirilmiş buğdayların yüksek miktarlarda antioksidan madde ve düşük molekül ağırlıklı bazı peptitler de (kromatin) belirlemişlerdir (Falciani ve ark., 2002; Calzuola ve ark., 2004).

Calzuola ve ark. (2004), çimlendirilmiş buğday tanesinin yaklaşık % 7,7 nem, % 3,2 kül, % 13 protein, % 2,4 lipit, % 5,4 suda eriyebilir şeker, % 64 nişasta, % 3,5 ham lif ve mineral madde olarak da % 2,7 oranında fosfor ve % 1,6 organik fosfat tespit etmişlerdir.

Marsilli ve ark. (2004) bir çalışmalarında; toplam antioksidan bileşik içeriğinin, normal buğday tanesinde 1,5 mg/g iken, çimlendirilmiş buğday da ise 3,2 mg/g değerine yükseldiğini tespit etmişlerdir.

Kulkarni ve ark. (2005), buğday tanesinin çimlendirme periyodu ile beraber, su ve etanol ekstraktındaki antioksidan aktivitesi yanında fenolik madde ve flavonoid içeriğinin de arttığını bildirmişlerdir.

Pasko ve ark. (2009), amarant ve kinoa tanelerini çimlendirdikleri bir çalışmada; çimlendirilmiş tanelerin; toplam fenolik madde miktarının ve antioksidan aktivitesinin ham tanelerden daha yüksek olduğunu, ışıkta çimlendirilen tanelerin toplam fenolik madde ve antosiyanin miktarları ile antioksidan aktivite düzeylerinin karanlıkta imlendirilenlerden daha yüksek olduğu tespit etmişlerdir.

Alvarez-Jubete ve ark. (2010), amarant, kinoa, karabuğday ve buğday tanelerini çimlendirdikleri bir çalışmada; tohumların toplam fenolik içeriğinin ve antioksidan aktivitesinin çimlenme işlemiyle arttığını ve toplam fenolik madde miktarının en yüksek karabuğday iminde (670 mg gallik asit/100 g), ikinci olarak ise kinoa iminde (147 mg gallik asit/100 g) bulunduğunu tespit etmişlerdir. Kinoa ve karabuğday tohumlarının ve çimlerinin fenolik bileşikler açısından zengin bir kaynak olduğunu bildirmişlerdir.

## 2.8. Çimlendirme Amacıyla Kullanılan Bazı Baklagiller

Fasulye, bezelye, mercimek, börülce, barbunya fasulyesi, nohut ve baklayı içine alan yemeklik tane baklagiller binlerce yıldır insanların diyetlerinin önemli bir kısmını oluşturur (Pekşen ve Artık, 2004). Baklagillerin çimlenmesi sırasında, yedek besin olarak depoladıkları bileşikler (fitatlar, oligosakkaritler, antibesinsel bileşikler gibi) uzaklaşmaktadır. Ancak farklı baklagillerin çimlendirilmesinin antibesinsel bileşikler üzerine etkisi birbirinden farklıdır (Duranti ve Gius, 1997). Çimlenme anında proteaz enzimi aktifleşerek, protein polimerlerini aminoasit ve peptidlere dönüştürmektedir. Proteinlerin albumin ve globuline dönüşmesi ile birlikte protein kalitesi artmaktadır (Karaşahin, 2015). Çimlendirme işlemi ile baklagillerin fenolik asit, flavonoller, antosiyaninler, tanenler, tokoferol, askorbik asit gibi aktif biyolojik bileşiklerin miktarını arttırmak mümkündür (Amarowicz ve Pegg, 2008). Tohumların çimlendirilmesiyle, antioksidan özellikli fenolik bileşiklerin miktarında artış meydana gelmektedir. Bu fenolik bileşikler, vücuttan serbest radikallerin uzaklaştırılmasında önemli rol oynamaktadır (Karaşahin, 2015).

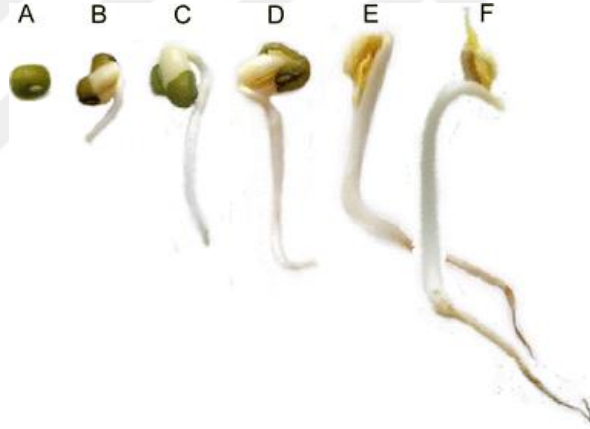
Çimlenme, baklagillerin besin değerini güçlendirerek, kalitesinin artırılması için ucuz ve etkili bir teknoloji olarak öne sürülmüştür. Çimlenmiş soya; Çin, Hindistan, Burma ve Endonezya gibi ülkelerde toplam tüketimin önemli bir oranını teşkil ederken, günümüzde, batı ülkelerinde de popüler hale gelmektedir (Vidal-Valverde ve ark., 2002). Baklagil familyasından yonca, soya ve yer fıstığında saptanan ve bir bitkisel hormon olan, kumestrolün gösterdiği östrojenik aktivitesi nedeniyle taze ot yiyen hayvanlarda kısırlığa neden olabileceği, ayrıca mutajen olmamakla birlikte tümörler oluşturabileceği ileri sürülmektedir. Bu bileşiğe çimlendirilmiş soya ve alfalfa tanelerinin epikotil ve hipokotillerinde rastlanılmadığını ve çimlenmiş tanelerde ham taneye kıyasla % 46'lık bir düşüş gözlemlendiğini tespit etmişlerdir (Yıldız, 1996).

Çimlendirilmiş nohut taneleri, beslenme açısından önem arz eden iyi bir folik asit kaynağıdır (Khattak ve ark., 2007b). Bünyesinde kolesterolün kontrolünü sağlayan bol miktarda hipokolesteremik ajan bulundurur. Ayrıca çimlendirme sonucunda fitik asit miktarı azalmakta, polifenoller ve protein sindirilebilirliği ise artmaktadır (Khattak ve ark., 2008). Nohutta bulunan başlıca izoflavon bileşiklerinin de nohudun çimlenmesi sırasında arttığı görülmektedir (Lv ve ark., 2009). Bazı araştırmacılar ise çimlendirilmiş



nohut unlarının fonksiyonel gıdalarda, yağ bazlı takviyelerde veya kapsül formundaki ilaçlarda doğal antioksidan olarak kullanılabileceğini bildirmiştir (Tarzi ve ark., 2012).

Maş fasulyesi; Çin, Hindistan, Endonezya, Filipinler, Japonya, Tayland gibi Asya ülkelerinde yetiştirilen ham ve çimlendirilerek tüketilen bir fasulye çeşididir. Bu fasulye çeşidi yıllar önce Çin’ de çimlendirilerek tüketimi yapılmakta olup, günümüzde ise endüstriyel olarak üretilen taze çimlendirilmiş taneler marketlerde satılmaktadır (Gabriel ve ark., 2007). Araştırmacılar, maş fasulyesinin çimlendirilmesi ile tanelerde fitik asidin kısmen parçalandığını bildirmişlerdir (Yetim ve ark., 2010). Çimlendirilmiş maş fasulyesinin; mineral madde, vitamin (folik asit), fenolik bileşikler ve antioksidan maddeler açısından zengin olmasının yanında, çimlendirme işlemi sonunda nişasta miktarı ve beslenme açısından olumsuz etkileri olan tripsin ve kemotripsin gibi bazı enzim inhibitörlerinin de azaldığını tespit etmişlerdir (Öztürk, 2008).



**Şekil 2.6.** Ham maş fasulyesi (a) ve 24 saat (b), 36 saat (c), 48 saat (d), 60 saat (e) ve 75 saat (f) için çimlendirilmiş tohumlar (Jom ve ark. 2011).

Yapılan bir araştırmada; 100 g kuru fasulyenin enerji değeri 340 kcal, 100 g çimlendirilmiş fasulyenin enerji değeri ise 126 kcal olduğunu bildirmişlerdir (Yıldız, 1996).

Vidal- Valverde ve ark. (2002) yapmış oldukları bir çalışmalarında; 6 günlük çimlendirme işlemi sonunda mercimeklerde, rafinozun tamamen uzaklaştığını, stakiyoz ve verbaskozun ise çimlendirme işleminin ikinci günün sonunda kaybolduğunu tespit etmişlerdir.

Randhir ve ark. (2004)' nın, maş fasulyesi ile yaptıkları çalışmada, 8 gün boyunca çimlendirilen taneler arasında; 1. gün elde edilen tanelerin, antioksidan ve antimikrobiyal özelliğe sahip fenolik bileşikler açısından daha zengin olduğunu bildirmişlerdir.

Türk (2009) bir çalışmasında; çimlendirme işleminin mercimeğin oligosakkarit içeriğinde önemli değişikliklere neden olduğunu, çimlendirme işlemi sonunda mercimeklerde rafinoz ve verbaskozun tamamen kaybolduğunu, stakiyozun ise ham mercimeğin stakiyoz içeriğine göre (% 73,59) daha düşük olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca çimlendirme işleminin rafinoz, stakiyoz ve verbaskozu uzaklaştırmada en etkili yöntem olduğunu bildirmiştir.

Yetim ve ark. (2010) çalışmalarında; lupinin çimlendirilmesi ile fenolik bileşiklerin miktarının arttığı böylece de antioksidan özelliğinin yükseldiğini, ham tanelerin fenolik içeriğinin ( $8,56 \pm 0,85$  mg/g) 9 günlük çimlendirme ile yaklaşık 3 katına ( $24,37 \pm 1,31$  mg/g) ulaştığını belirlemişlerdir.

Khalil ve ark. (2007) farklı nohut çeşitlerinin çimlendirildiği bir çalışmada; çimlendirme işlemi ile nohutların nem, ham protein, protein sindirilebilirliği, protein çözünürlüğü, askorbik asit ve toplam yağ içeriklerinde artış sağladığı, fitik asit içeriğinin ise azaldığını tespit etmişlerdir.

Khattak ve ark. (2007a), farklı aydınlatma koşullarında nohut tanelerini çimlendirdikleri bir çalışmalarında, çimlendirme işlemi ile polifenollerin miktarının arttığını ve 48 saatte floresan ışık altında en yüksek değere ulaştığını, fitik asit içeriğinin ise 48 saatte mavi ve kırmızı ışık altında en düşük seviyeye düştüğünü bildirmişlerdir.

Khattak ve ark. (2007b), farklı aydınlatma koşullarının nohudun çimlendirilmesi ve askorbik asit sentezi üzerindeki etkisini incelediği bir çalışmada; yeşil ışığın nohut çimlendirilmesinde askorbik asit biyosentezini önemli derecede arttırdığını belirlemişlerdir.

Bibi ve ark. (2008) çimlenmiş nohudun kimyasal bileşimindeki değişimi araştırdığı bir çalışmada, çimlendirme işlemi ile nohudun nem, protein, kül ve yağ içerikleri artarken lif içeriklerinin azaldığı, en yüksek yağ içeriğinin gama ışığı altında 48 saatte elde edilen tanelerde gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

Khatakk ve ark. (2008), nohudun çimlenmesi sırasında farklı aydınlatma koşullarının ve çimlenme sürelerinin taneye etkisinin araştırdıkları bir çalışmada; en yüksek  $\beta$ -karoten düzeyinin 72 saat süreyle sarı ışık altında, en yüksek protein çözünürlüğünün 120 saat sonunda gama ve yeşil ışıklarının altında ve en yüksek protein sindirilebilirliğinin ise 96 saat sonunda gama ışığı altında çimlendirilen nohut tanelerinde olduğunu tespit etmişlerdir.

Kim ve ark. (2012) bir çalışmalarında; maş fasulyesinin toplam fenolik, toplam flavonoid ve antioksidan aktivite düzeylerinin 5 günlük çimlenme süresince önemli düzeyde arttığını bildirmişlerdir.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Çalışmamızda çimlendirilmek üzere kullanılan; buğday, yulaf, arpa (Demirhan Gıda San. Tic. Ltd. Şti., Konya, Türkiye ), kinoa, amarant, maş fasulyesi (Yayla Agro Gıda Sanayi ve Nakliyat A.Ş., Mersin, Türkiye), yeşil mercimek ve nohut piyasadan temin edilmiştir.

#### 3.2. Deneme Planı

Yapılan ön deneme çalışmalarında, tahıl ve baklagil tanelerinin bir hafta boyunca çimlenme faaliyeti gözlemlenerek; buğday, yulaf, arpa, kinoa, amarant, yeşil mercimek, nohut ve maş fasulyesi tanelerinde, en iyi çimlendirme süresi olarak; 1., 3., 5. günleri seçilmiş, belirlenen günlerin sonunda çimlendirmenin durdurulmasına karar verilmiştir.

Çimlendirme süresinin uzaması ile birlikte tanelerde mikrobiyal gelişmenin artması nedeniyle, çimlendirme işlemine en çok 5. güne kadar devam edilmiştir.

Asıl denemelerde; 8 farklı tahıl ve baklagil tanesi (buğday, yulaf, arpa, kinoa, amarant, yeşil mercimek, nohut ve maş fasulyesi) ve 4 farklı çimlendirme süresi (0, 1, 3 ve 5 gün) esas alınmış, (4 x 8) x 2 deneme desenine göre iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Çimlenme süreleri sonunda, çimlendirilmiş taneler öğütülerek fiziksel, kimyasal ve besinsel özelliklerinin belirlenmesi için analizleri yapılmıştır.

#### 3.3. Tahıl ve Baklagil Tanelerinin Çimlendirilmesi

Buğday, yulaf, arpa, kinoa, amarant, yeşil mercimek, nohut, maş fasulyesi; ilk önce saf su ile yıkanıp, süzülmüştür. Tohumların sterilizasyonu gerçekleştirmek için, 100 g örnek 500 ml sodyum hipoklorit (% 20 'lik NaOCl) içerisinde 20 dakika süreyle bekletilmiş ve ardından saf suyla yıkanarak nötralizasyonu gerçekleştirilmiştir. Ardından da fazla su süzgeç yardımıyla süzülmüştür. Sterilize edilmiş taneler; oda sıcaklığında ( $24 \pm 1$  °C), üzerine yaklaşık 3 katı olacak şekilde saf suyun içerisinde 24 saat süreyle karanlık bir ortamda ıslatmaya bırakılmıştır. Islatma süresi sonunda taneler

süzülerek, tülbent ve pamuktan oluşan iki katman arasına yerleştirilmiştir. Taneler yerleştirilirken ince bir tabaka halinde serilmesi ve tanelerin birbirine temas etmemesine dikkat edilmiştir. 12 saatte bir pisetle, üzerlerinden saf sudan geçirilmesi sureti ile çimlenmeye bırakılmıştır. 1., 3. ve 5. günler sonunda çimlenme işlemi durdurulmuştur.

### 3.4. Analizler

Çimlendirilmiş taneler analize alınmadan önce, birbirine yapışmayacak şekilde, kurutma kâğıtlarının üzerinde tepsilere dizilerek; 50 °C etüvde (Nüve FN-400, Ankara, Türkiye) kurutulmuş, laboratuvar tipi bir öğütücüde (Fakir, Aromatic) öğütülmüş, hava geçirmeyecek şekilde kilitli polietilen poşetler içerisinde soğutucuda muhafaza edilmiştir.

#### 3.4.1. Renk analizi

Ham ve çimlendirilmiş örneklerin (buğday, yulaf, arpa, kinoa, amarant, yeşil mercimek, nohut ve maş fasulyesi) renk ölçümü Minolta CR 400 cihazı (Konica Minolta Osaka, Japonya) kullanılarak, 3 ayrı noktadan ölçülerek gerçekleştirilmiştir. Granüler toz materyallerde  $L^*$  (parlaklık),  $a^*$  (kırmızı, yeşil) ve  $b^*$  (sarı, mavi) değerleri ölçülmüştür.  $h$  (renk özü) değeri  $\arctan ( b^* / a^* )$  formülü ile  $C^*$  (doygunluk indeksi) değeri ise  $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$  formülü ile hesaplanmıştır (Francis, 1998).

#### 3.4.2. Su (nem) analizi

Ham ve çimlendirilmiş örneklerin su miktarı analizinde; 135°C'de 2.5 saat kurutma normu uygulanan AACC Metod 44-19.01 kullanılmıştır.

#### 3.4.3. Kül analizi

Ham ve çimlendirilmiş örneklerin kül analizinde; AACC 08-01.01 metoduna göre yapılmıştır. Bunun için, örneğin tümü hiçbir siyah leke içermeyinceye kadar kül fırınında 550 °C'de yakılmıştır.

#### 3.4.4. Ham protein analizi

Ham ve çimlendirilmiş örneklerin ham protein analizi için Kjeldahl metodu (AACC 46-12.01) kullanılmıştır. Metodun esası; örneğin sülfürik asitle tahrip edilerek içindeki azotun  $(NH_4)_2SO_4$  halinde tespit edilmesinin ardından, bunu NaOH ile

muamele ederek çıkan  $\text{NH}_4\text{OH}$  miktarından titrasyonla azotlu madde miktarının hesaplanmasına dayanmaktadır. Örneklerin protein miktarları hesaplanırken; buğday için  $N \times 5,7$ ; arpa ve yulaf için  $N \times 5,83$ ; kinoa, amarant, yeşil mercimek, nohut ve maş fasulyesi için  $N \times 6,25$  çarpım faktörü kullanılmıştır.

### 3.4.5. Ham yağ analizi

Ham ve çimlendirilmiş örneklerin ham yağ miktarları AACC 30-25'e göre tespit edilmiştir (AACC,1990). Otomatik yağ ekstraksiyon cihazında (Velp SER 148/6, Usmate, İtalya) hekzan ile ekstrakte edilen örneklerin, daha sonra solventin uzaklaştırılması ile elde edilen yağ miktarları % ham yağ olarak belirlenmiş ve kuru madde esasına göre sonuçların hesaplaması yapılmıştır.

### 3.4.6. Toplam fenolik madde miktarı analizi

Ham ve çimlendirilmiş örneklerin toplam fenolik madde içeriği, Folin-Ciocalteu Metodu kullanılarak kolorimetrik olarak tayin edilmiştir. Tüm örnekler (3g), asitlendirilmiş metanol (HCl/metanol/su, 1:80:10, v/v) içerisinde (15 ml), 2.5 saat süre ile çalkalamalı su banyosunda ( $24 \pm 1$  °C) çalkalanarak ekstrakte edilmiştir. Daha sonra bu karışım, 3000 rpm'de 10 dakika süre ile santrifüj edilmiş ve sonrasında elde edilen supernatant kullanılarak toplam fenolik madde içeriği tespit edilmiştir (Gao ve ark., 2002; Beta ve ark., 2005). Analizde 0.8 ml supernatant örnek, 4.8 ml saf su, 0.5 ml Folin-Ciocalteu reaktifi (% 10'luk, h/h, suda) ve 1 ml sodyum karbonat çözeltisi (% 20'lik, a/h, suda) deney tüpünde karıştırılarak, 2 saat oda sıcaklığında ( $24 \pm 1$  °C) ışık görmeyen bir yerde inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda da çözeltilerin absorbans değerleri 725 nm de spektrofotometrede (Libra S60, Biochrom Ltd., Cambridge, England) okunmuş ve toplam fenol miktarı gram ekstrede  $\mu\text{g}$  gallik asite ( $\mu\text{g}$  GAE/g) eşdeğer olacak şekilde hesaplanmıştır (Slinkard ve Singelton, 1977; Gamez-Meza ve ark., 1999).

### 3.4.7. Fitik asit analizi

Ham ve çimlendirilmiş örneklerin fitik asit miktarı tayini, Haug ve Lantsch (1983)'e göre, kolorimetrik metot kullanılarak yapılmıştır. Örnekteki fitik asit, 0.2 N hidroklorik asit çözeltisi ile ekstrakte edildikten sonra ve Demir III çözeltisi ile muamele edilip, çöktürülmüştür. Serum kısmında kalan demir miktarı spektrofotometrik

(519 nm) yolla belirlenmiş ve bundan fitik asit miktarı hesaplaması yapılmıştır. Sonuçlar mg/100g cinsinden ifade edilmiştir.

### **3.4.8. İstatistiki Analizler**

Denemeler; 2 tekerrürlü olarak yürütülmüş olup araştırma sonucunda elde edilen verilerin istatistiki analizinde JMP istatistik programı, 14.0.1 versiyonu (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) kullanılmıştır. Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş, ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Önemli ve anlamlı bulunan interaksyonlar şekiller üzerinde gösterilmiştir (Düzgüneş ve ark., 1987).



## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Renk değerleri

Ham ve çimlendirilmiş buğday, arpa, yulaf, kinoa, amarant, yeşil mercimek, nohut ve maş fasulyesi örneklerinin renk değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.1' de, bu sonuçlara ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2' de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.3' de verilmiştir.

Çizelge 4.1' e göre, ham ve çimlendirilmiş örneklerin  $L^*$  değerleri 68,61-87,67;  $a^*$  değerleri  $-3,88 - 2,00$ ;  $b^*$  değerleri 13,28-27,33;  $C^*$  indeksi değerleri 13,32-27,51;  $h$  değerleri ise 83,99-100,82 arasında değişim göstermiştir.

Öztürk (2008) çimlendirilmiş buğday üzerine yaptığı bir çalışmada, ham ve çimlendirilmiş buğdayların  $L^*$  değerinin 63-85-77,37;  $a^*$  değerinin 3,5-7,12 ve  $b^*$  değerinin ise 13,77-25,84 arasında değiştiğini bildirmiştir. Tian ve ark. (2010) çimlendirilmiş yulaf üzerine yaptıkları bir çalışmada; örneklerin  $L^*$  değerinin 54,77-80,36;  $a^*$  değerinin 2,37-8,80 ve  $b^*$  değerinin 9,76-21,75 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Yaqoob ve ark. (2018) çimlendirilmiş arpa ilaveli kek karışımı üzerine yaptıkları bir çalışmada  $L^*$  değeri 84,91-85,90;  $a^*$  değeri 1,69-1,96;  $b^*$  değerinin ise 10,00-13,80 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ma ve ark. (2011) baklagiller üzerine yaptığı bir çalışmada; ham yeşil mercimek tanesinin  $L^*$  değerinin, 53,25-72,49;  $a^*$  değerinin,  $-1,91 - -0,82$ ;  $b^*$  değerinin ise 8,28-14,34 arasında değiştiğini, ham nohut tanesinin de  $L^*$  değerinin, 62,77-70,82;  $a^*$  değeri,  $-0,72 - -0,18$ ;  $b^*$  değeri ise 11,87-16,69 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Tok (2017) de bir çalışmasında, çimlendirilmiş buğday ve yeşil mercimek örneklerinin  $L^*$  değerlerini 76,77-87,53;  $a^*$  değerlerini  $-1,68 - 2,71$ ;  $b^*$  değerlerini 9,32-25,34;  $C^*$  değerlerini 9,30-25,35 ve  $h$  değerlerini ise 79,78-94,84 arasında değerler gösterdiğini bildirmiştir.



Çizelge 4.1. Ham ve çimlendirilmiş örneklerle ait renk değerleri<sup>1</sup>

Çimlendirilmiş Taneler	Çimlendirme Süresi (Gün)	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	<i>C*</i>	<i>h</i>
Buğday	0	80,07 ±0,16	1,76±0,01	22,39±0,59	22,46±0,34	85,52±0,56
	1	84,02±0,30	0,75±0,07	19,80±0,25	19,82±0,18	87,83±0,19
	3	82,80±0,21	-0,20±0,07	17,68±0,37	17,68±0,29	90,65±0,14
	5	73,57±0,24	0,22±0,14	19,13±0,17	19,13±0,34	90,66±0,28
Arpa	0	85,33±0,31	0,69±0,01	15,78±0,02	15,80±0,25	87,50±0,26
	1	85,00±0,13	0,94±0,03	15,07±0,08	15,10±0,32	86,43±0,12
	3	84,79±0,01	0,53±0,02	14,68±0,12	14,69±0,15	87,93±0,29
	5	76,81±0,19	-0,31±0,05	20,29±0,15	20,30±0,28	90,89±0,14
Yulaf	0	85,29±0,43	1,08±0,17	13,28±0,25	13,32±0,19	85,36±0,35
	1	85,33±0,13	0,60±0,19	15,75±0,20	15,76±0,29	87,83±0,20
	3	84,79±0,23	0,42±0,11	15,74±0,17	15,74±0,17	88,48±0,14
	5	79,53±0,21	-1,42±0,17	20,97±0,09	21,01±0,36	93,86±0,16
Kinoa	0	87,08±0,16	-0,22±0,19	15,90±0,15	15,91±0,16	90,79±0,27
	1	87,67±0,34	-0,36±0,14	13,72±0,16	13,73±0,33	91,50±1,26
	3	82,77±0,43	0,93±0,27	13,95±0,25	13,98±0,40	86,20±0,18
	5	81,17±0,17	0,20±0,17	14,36±0,12	14,37±0,13	89,20±0,16
Amarant	0	80,71±0,26	2,00±0,18	19,02±0,06	19,13±0,08	83,99±0,24
	1	80,90±0,16	1,34±0,17	20,96±0,14	21,00±0,16	86,35±0,27
	3	82,33±0,49	0,38±0,05	21,40±0,20	21,40±0,27	88,99±0,17
	5	75,42±0,33	0,31±0,10	23,57±0,16	23,57±0,40	89,25±0,12
Yeşil Mercimek	0	79,83±0,25	-3,12±0,18	27,33±0,12	27,51±0,25	96,52±0,16
	1	77,14±0,21	-1,87±0,13	20,96±0,08	21,04±0,17	95,10±0,45
	3	74,65±0,27	-1,29±0,10	20,83±0,18	20,87±0,14	93,55±0,10
	5	75,25±0,21	-1,29±0,13	19,60±0,15	19,64±0,25	93,78±0,24
Nohut	0	85,07±0,13	0,30±0,07	26,27±0,23	26,27±0,17	89,35±0,32
	1	87,64±0,25	0,30±0,13	20,24±0,13	20,24±0,24	89,15±0,24
	3	87,41±0,31	-0,15±0,02	18,62±0,33	18,62±0,23	90,45±0,14
	5	86,77±0,27	0,01±0,12	18,09±0,24	18,09±0,20	89,97±0,05
Maş fasulyesi	0	79,93±0,11	-3,88±0,33	22,67±0,20	23,00±0,27	99,74±0,16
	1	79,66±0,23	-2,28±0,06	17,94±0,16	18,08±0,10	97,24±0,11
	3	73,07±0,07	-2,58±0,25	17,53±0,17	17,72±0,14	98,37±0,06
	5	68,61±0,13	-3,31±0,16	17,31±0,18	17,62±0,23	100,82±0,30
<b>Minimum-maksimum</b>		68,61-87,67	-3,88-2,00	13,28-27,33	13,32-27,51	83,99-100,82
<b>Ortalama ± std</b>		81,26±0,23	-0,31±0,13	18,78±0,18	18,83±0,23	90,73±0,24

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.2) göre; çimlendirilmiş taneler (A) ve çimlendirme süresi (B);  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $h$  ve  $C^*$  değerleri üzerinde istatistiki olarak ( $P < 0,01$ ) önemli etkide bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.3); çimlendirilmiş taneler arasında; en yüksek  $L^*$  değeri ortalaması nohut örneğinde iken, en düşük  $L^*$  değeri ortalaması maş fasulyesi örneklerinde tespit edilmiştir. Maş fasulyesi örnekleri aynı zamanda en düşük  $a^*$  değeri ortalamasına sahip olduğu gözlenmiştir. En yüksek  $a^*$  değeri ortalaması ise buğday örneklerinde tespit edilmiştir. En yüksek  $b^*$  ve SI değerleri ortalaması yeşil mercimek örneğinde, en düşük  $b^*$  ve SI değeri ortalaması kinoa örneklerinde tespit edilmiştir. En yüksek  $h$  ortalaması maş fasulyesi örneğinde iken en düşük  $h$  ortalaması ise amarant örneklerinde tespit edilmiştir. Çimlendirme süresi arttıkça genel olarak  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ve  $C^*$  değerlerinin azaldığı,  $h$  değerinin ise yükseldiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Ham ve çimlendirilmiş örneklerin renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

VK	SD	L*		a*		b*		C*		h	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
ÇT(A)	7	878,55	1978,30**	107,57	714,33**	415,89	1327,48**	420,94	971,66**	919,04	1253,22**
ÇS(B)	3	391,60	2057,54**	4,41	68,43**	73,27	545,75**	76,25	410,69**	57,42	182,71**
(AxB)	21	226,16	169,76**	23,70	52,47**	276,78	294,48**	277,79	213,74**	176,55	80,24**
Hata	32		2,03	0,68		1,43		1,98		3,35	

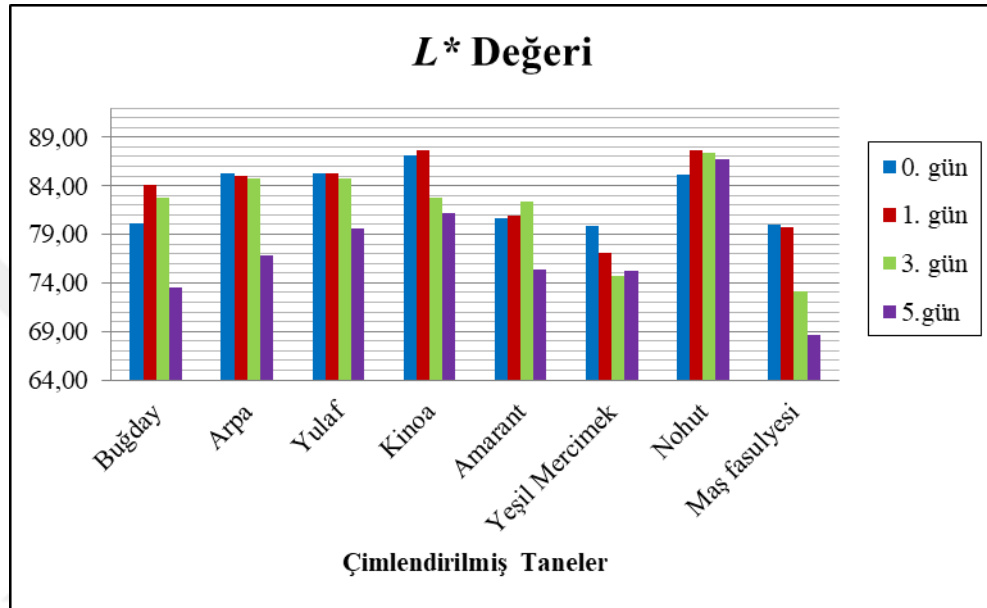
<sup>1</sup>P <0,05 düzeyinde önemli, \*\* P <0,01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, ÇT: Çimlendirilmiş taneler, ÇS: Çimlendirme süreleri

Çizelge 4.3. Ham ve çimlendirilmiş örneklerin renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

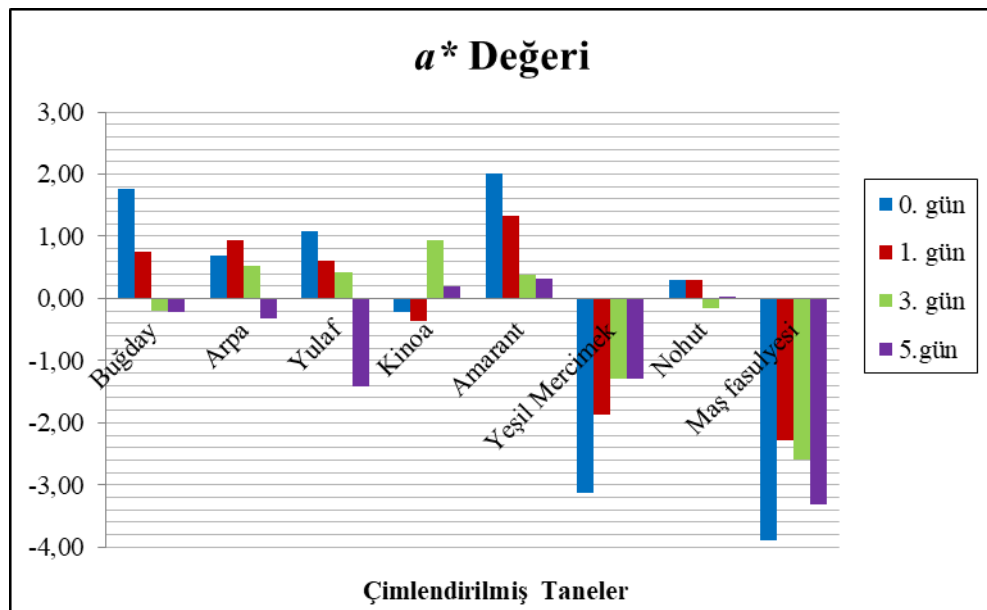
	N	L*	a*	b*	C*	h
<b>Çimlendirilmiş taneler</b>						
Buğday	8	80,11 <sup>e</sup>	0,52 <sup>b</sup>	19,75 <sup>d</sup>	19,77 <sup>d</sup>	88,66 <sup>d</sup>
Arpa	8	82,98 <sup>d</sup>	0,46 <sup>c</sup>	16,45 <sup>f</sup>	16,47 <sup>f</sup>	88,18 <sup>e</sup>
Yulaf	8	83,73 <sup>c</sup>	0,17 <sup>c</sup>	16,43 <sup>f</sup>	16,46 <sup>f</sup>	88,88 <sup>d</sup>
Kinoa	8	84,67 <sup>b</sup>	0,13 <sup>c</sup>	14,48 <sup>g</sup>	14,49 <sup>g</sup>	89,42 <sup>c</sup>
Amarant	8	79,83 <sup>f</sup>	1,00 <sup>a</sup>	21,23 <sup>b</sup>	21,27 <sup>b</sup>	87,14 <sup>f</sup>
Yeşil mercimek	8	76,71 <sup>g</sup>	-1,89 <sup>d</sup>	22,18 <sup>a</sup>	22,26 <sup>a</sup>	94,73 <sup>b</sup>
Nohut	8	86,72 <sup>a</sup>	0,11 <sup>c</sup>	20,80 <sup>c</sup>	20,80 <sup>c</sup>	89,72 <sup>c</sup>
Maş Fasulyesi	8	75,31 <sup>h</sup>	-3,01 <sup>e</sup>	18,86 <sup>e</sup>	19,10 <sup>e</sup>	99,04 <sup>a</sup>
<b>Çimlendirme Süreleri (gün)</b>						
0	16	82,91 <sup>b</sup>	-0,17 <sup>ab</sup>	20,33 <sup>a</sup>	20,42 <sup>a</sup>	89,84 <sup>d</sup>
1	16	83,41 <sup>a</sup>	-0,07 <sup>a</sup>	18,05 <sup>c</sup>	18,09 <sup>c</sup>	90,17 <sup>c</sup>
3	16	81,57 <sup>c</sup>	-0,24 <sup>b</sup>	17,55 <sup>d</sup>	17,58 <sup>d</sup>	90,57 <sup>b</sup>
5	16	77,14 <sup>d</sup>	-0,75 <sup>c</sup>	19,16 <sup>b</sup>	19,21 <sup>b</sup>	92,30 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (P <0,05).

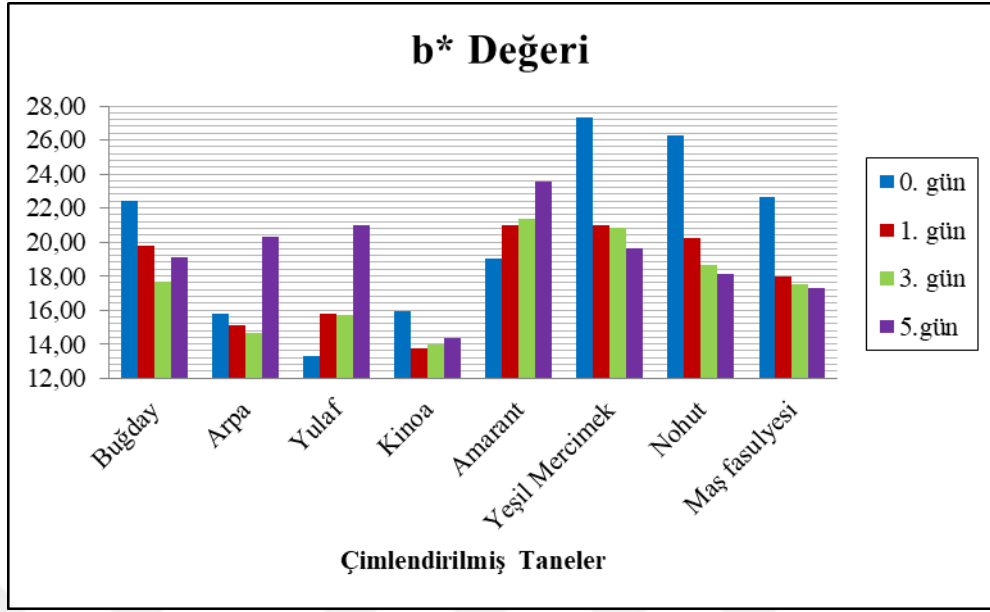
Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.2) göre; istatistiki olarak önemli bulunan ham ve çimlendirilmiş tanelerin, çimlendirilmiş tane (A) x çimlendirme süresi (B) üzerine etkili interaksiyon grafikleri;  $L^*$  değerleri için Şekil 4.1’ de,  $a^*$  değerleri için Şekil 4.2’ de,  $b^*$  değerleri için Şekil 4.3’ de,  $C^*$  (doymuluk indeksi) değerleri için Şekil 4.4’ de ve  $h$  değerleri için Şekil 4.5’ de gösterilmiştir.



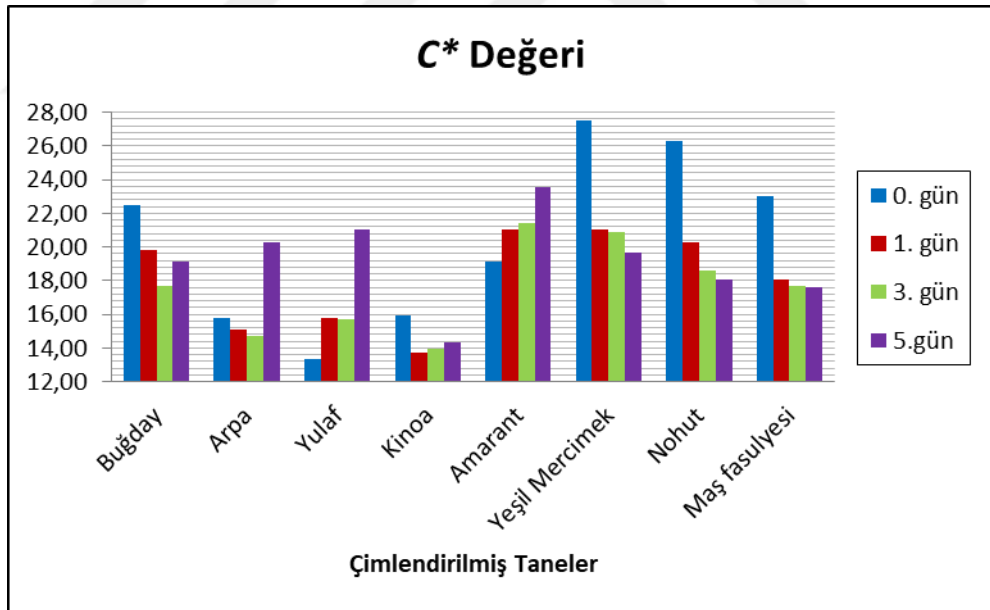
Şekil 4.1. Çimlendirmenin  $L^*$  değerleri üzerine etkisi



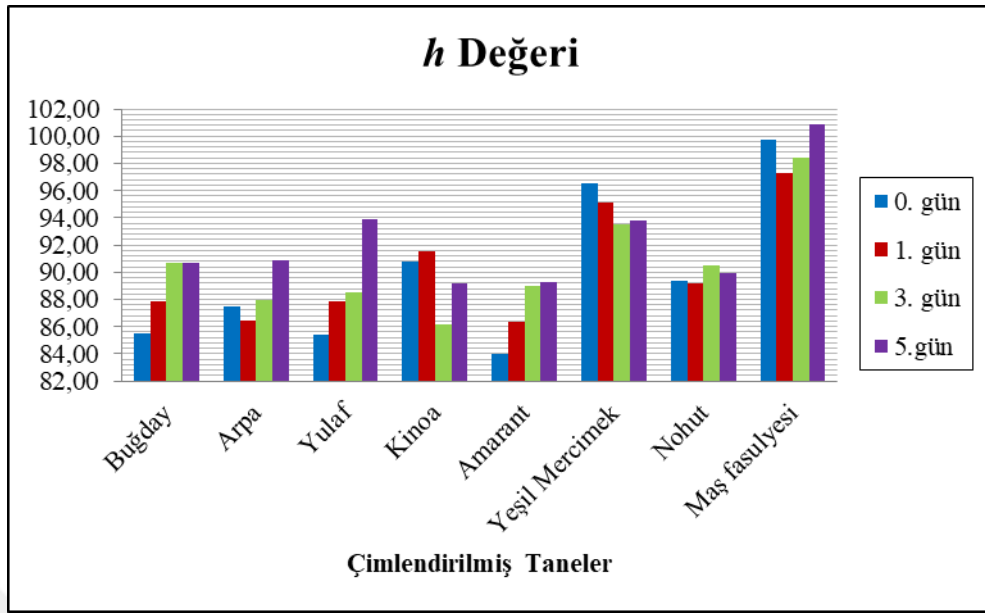
Şekil 4.2. Çimlendirmenin  $a^*$  değerleri üzerine etkisi



Şekil 4.3. Çimlendirmenin  $b^*$  değerleri üzerine etkisi



Şekil 4.4. Çimlendirmenin  $C^*$  değerleri üzerine etkisi



Şekil 4.5. Çimlendirmenin  $h$  değerleri üzerine etkisi

Tüm örneklerde, çimlendirme süresinin artmasına bağlı olarak;  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Çimlendirilen örneklerde, çimlendirme süresinin artmasına bağlı olarak koyulaştığı görülmüştür. Çimlenmeyle tanelerde renk değişimleri meydana gelirken; çimlendirmenin durdurulup, kurutulması ile birlikte renginin esmerleştiği gözlenmiştir. Ham tanelere göre çimlendirme ile yeşilliğin ve sarılığın arttığı görülmektedir. Tüm örneklerde, çimlendirme süresinin artmasına bağlı olarak;  $h$  değerlerinin de arttığı,  $C^*$  değerlerinin azaldığı görülmüştür.

Elde edilen sonuçlarımızı destekleyici olarak; Öztürk (2008) yaptığı bir çalışmada; ham buğday tanesinin  $L^*$  değeri 77,37 iken çimlendirme ile azalarak 63,85 olduğunu,  $a^*$  değeri 3,50 iken çimlendirme ile artarak 7,12 olduğunu,  $b^*$  değeri 13,77 iken çimlendirme ile azalarak 25,84 olduğunu bildirmiştir. Yaqoob ve ark. (2018)' da yaptıkları bir çalışmada; çimlendirilmiş arpa ilaveli kek karışımının  $L^*$  ve  $b^*$  değerinin azaldığı ifade edilmektedir. Tok (2017) buğday ve yeşil mercimeği çimlendirdiği bir çalışmada, çimlendirme süresi arttıkça örneklerin parlaklık değerlerinde azalma gerçekleştiğini bildirmiştir. Tian ve ark. (2010) farklı sürelerde çimlendirilen yulaf taneleri üzerine yaptıkları bir çalışmada; çimlendirme süresinin artışıyla  $L^*$  değerinin azaldığını (80,01-54,77) ve  $b^*$  değerinin arttığını (9,15-21,75) bildirmektedirler. Bu

durumun olası nedenleri arasında, çimlendirilen tanelerin çeşitleri, çimlendirme süreleri, kurutma sıcaklığı, ıslatma süresi sıralanabilir.

#### **4.2. Tahıl ve Baklagil Tanelerinin Kimyasal analizleri**

Ham ve çimlendirilmiş tahıl ve baklagil örneklerinin kimyasal değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.4' de, bu sonuçlara ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5' de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.6' da verilmiştir.



Çizelge 4.4. Ham ve çimlendirilmiş örneklerin kimyasal analiz sonuçları<sup>1</sup>

Çimlendirilmiş Taneler	Çimlendirme Süresi (Gün)	Nem (%)	Kül (%) <sup>2</sup>	Ham Protein (%) <sup>2,3</sup>	Ham Yağ (%) <sup>2</sup>
Buğday	0	9,08 ±0,16	1,25±0,01	14,52 ±0,18	1,55±0,11
	1	5,72 ±0,13	1,29±0,04	15,64 ±0,43	1,66±0,10
	3	7,04 ±0,11	1,36±0,07	14,92 ±0,08	1,77±0,12
	5	7,71 ±0,05	1,48±0,07	18,39 ±0,43	2,11±0,15
Arpa	0	10,04 ±0,16	2,01±0,03	8,99±0,21	1,78±0,03
	1	7,15 ±0,05	1,81±0,03	9,97±0,04	1,84±0,08
	3	7,29 ±0,00	1,80±0,13	8,52±0,19	1,99±0,06
	5	7,72 ±0,06	2,06±0,06	8,40±0,18	2,32±0,15
Yulaf	0	9,43 ±0,30	1,69±0,00	11,90±0,25	6,29±0,09
	1	6,69 ±0,03	1,58±0,01	15,47±0,18	6,93±0,08
	3	8,91 ±0,23	1,65±0,12	12,66±0,30	6,66±0,30
	5	6,46 ±0,02	1,78±0,05	12,36±0,18	6,66±0,03
Kinoa	0	10,84 ±0,17	2,06±0,02	13,70±0,24	4,77±0,06
	1	7,87 ±0,13	1,82±0,07	13,46±0,29	4,91±0,02
	3	6,28 ±0,13	2,36±0,03	15,61±0,26	4,64±0,11
	5	8,91 ±0,22	2,29±0,13	13,10±0,25	4,46±0,06
Amarant	0	8,42 ±0,01	2,27±0,16	7,12±0,08	5,14±0,06
	1	6,54 ±0,10	2,30±0,12	13,45±0,22	5,40±0,04
	3	4,47 ±0,24	2,36±0,07	10,65±0,47	5,05±0,12
	5	6,73 ±0,05	2,44±0,03	12,96±0,17	5,64±0,15
Yeşil Mercimek	0	10,29 ±0,04	2,34±0,04	21,61 ±0,12	0,79±0,04
	1	6,74 ±0,01	2,29±0,00	26,38 ±0,37	0,82±0,08
	3	5,44 ±0,01	2,30±0,07	23,01 ±0,28	0,95±0,02
	5	6,89 ±0,01	2,29±0,08	26,82 ±0,07	0,91±0,04
Nohut	0	11,13 ±0,18	2,43±0,01	19,99 ±0,19	3,78±0,11
	1	6,96 ±0,09	2,22±0,04	23,10 ±0,24	4,28±0,13
	3	7,84 ±0,08	2,27±0,15	21,29 ±0,04	4,90±0,15
	5	7,35 ±0,05	2,32±0,17	20,08 ±0,27	4,76±0,14
Maş fasulyesi	0	11,05 ±0,01	3,53±0,03	20,01 ±0,12	0,95±0,08
	1	6,83 ±0,23	3,24±0,07	24,94 ±0,16	0,99±0,05
	3	7,78 ±0,09	3,48±0,12	27,74 ±0,16	0,80±0,09
	5	7,37 ±0,50	3,42±0,08	23,13 ±0,16	0,89±0,04
<b>Minimum-maksimum</b>		4,47-11,13	1,25-3,53	7,12-27,74	0,79-6,93
<b>Ortalama ± std</b>		7,78±0,11	2,18±0,07	16,56±0,21	3,32±0,09

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır.<sup>2</sup>Kuru madde üzerinden hesaplanmıştır.<sup>3</sup>Proteinde, buğday için N x 5,7; arpa ve yulaf için N x 5,83; kinoa, amarant, yeşil mercimek, nohut ve maş fasulyesi için N x 6,25 faktörü kullanılmıştır.



**Çizelge 4.5.** Ham ve çimlendirilmiş örneklerin kimyasal özelliklerine ait varyans analizi sonuçları<sup>1</sup>

VK	SD	Nem (%)		Kül (%)		Ham Protein (%)		Ham Yağ (%)	
		KT	F	KT	F	KT	F	KT	F
ÇT(A)	7	23,72	138,81**	20,93	444,22**	1959,85	4957,86**	272,64	3451,08**
ÇS(B)	3	111,73	1525,43**	0,31	15,45**	81,00	478,15**	0,95	28,10**
(AxB)	21	31,67	61,78**	0,43	3,09**	128,06	107,99**	2,44	10,29**
<b>Hata</b>	<b>32</b>	<b>0,78</b>		<b>0,21</b>		<b>1,80</b>		<b>0,36</b>	

<sup>1\*</sup>  $P < 0,05$  düzeyinde önemli, <sup>\*\*</sup>  $P < 0,01$  düzeyinde önemli, ns: önemsiz, ÇT: Çimlendirilmiş Taneler, ÇS: Çimlendirme süreleri.

**Çizelge 4.6.** Ham ve çimlendirilmiş örneklerin kimyasal özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

	N	Nem (%)	Kül (%)	Ham Protein (%)	Ham Yağ (%)
<b>Çimlendirilmiş taneler</b>					
Buğday	8	7,38 <sup>e</sup>	1,34 <sup>f</sup>	15,87 <sup>d</sup>	1,77 <sup>f</sup>
Arpa	8	8,04 <sup>c</sup>	1,92 <sup>d</sup>	8,97 <sup>h</sup>	1,98 <sup>e</sup>
Yulaf	8	7,87 <sup>d</sup>	1,67 <sup>e</sup>	13,09 <sup>f</sup>	6,63 <sup>a</sup>
Kinoa	8	8,47 <sup>a</sup>	2,13 <sup>c</sup>	13,96 <sup>e</sup>	4,69 <sup>c</sup>
Amarant	8	6,53 <sup>f</sup>	2,34 <sup>b</sup>	11,04 <sup>g</sup>	5,30 <sup>b</sup>
Yeşil Mercimek	8	7,33 <sup>e</sup>	2,30 <sup>b</sup>	24,45 <sup>a</sup>	0,86 <sup>g</sup>
Nohut	8	8,31 <sup>ab</sup>	2,30 <sup>b</sup>	21,11 <sup>c</sup>	4,42 <sup>d</sup>
Maş fasulyesi	8	8,25 <sup>b</sup>	3,41 <sup>a</sup>	23,95 <sup>b</sup>	0,90 <sup>g</sup>
<b>Çimlendirme Süreleri (gün)</b>					
0	16	10,03 <sup>a</sup>	2,19 <sup>b</sup>	14,73 <sup>c</sup>	3,13 <sup>c</sup>
1	16	6,80 <sup>c</sup>	2,06 <sup>c</sup>	17,80 <sup>a</sup>	3,35 <sup>b</sup>
3	16	6,87 <sup>c</sup>	2,19 <sup>b</sup>	16,80 <sup>b</sup>	3,34 <sup>b</sup>
5	16	7,38 <sup>b</sup>	2,26 <sup>a</sup>	16,90 <sup>b</sup>	3,46 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $P < 0,05$ ).

#### 4.2.1. Nem analizi

Çimlenme; tohumun uygun koşullarda suyu içine alması ile başlamakta, bunu tohumun şişmesi, enzim aktivasyonu, embriyonun büyümeye başlaması ve tohum kabuğunun kırılması takip etmekte ve son olarak da filiz çıkışı gerçekleşmektedir. Tohumun suyu içine alarak şişmesi, çimlenmede önemli bir aşama olup, çimlenme için; tohumun % 90' ın üzerinde su içermesi gerekmektedir (Kanmaz, 2017).

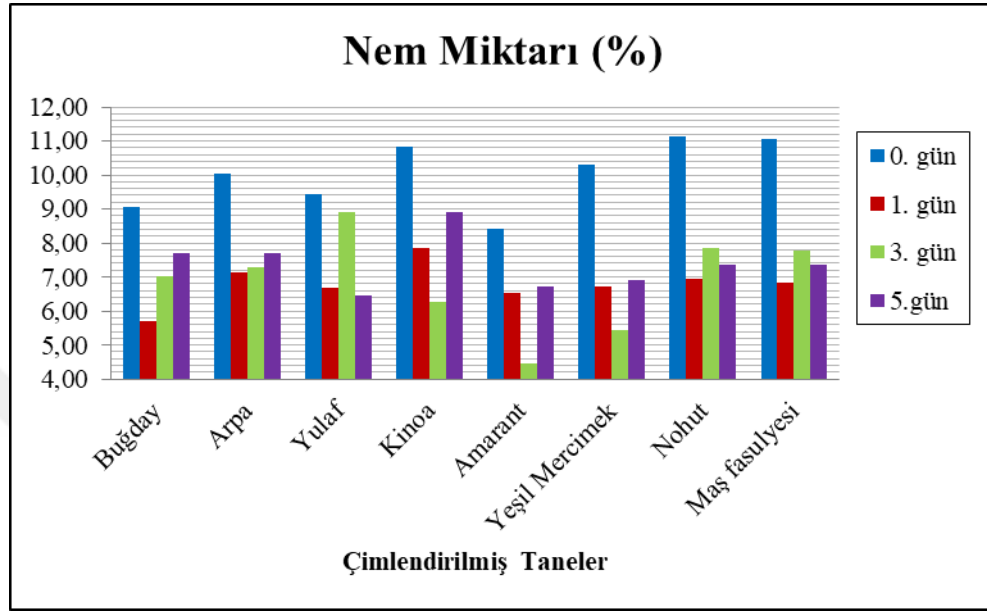
Ham ve çimlendirilmiş örneklerin nem değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.4' de, bu sonuçlara ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5' de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.6' da verilmiştir.

Çizelge 4.4' e göre, ham ve çimlendirilmiş örneklerin nem değerleri % 4,47-11,13 arasında değişim göstermiştir. Ghavidel ve Prakash (2007)' ın baklagilleri çimlendirdiği bir çalışmada; maş fasulyesi, mercimek ve nohut örneklerinin nem değerleri dağılımını sırasıyla, 10,90-8,00 g/100g, 8,00-10,00 g/100g ve 7,1-9,90 g/100g arasında olduğunu bildirmişlerdir. Blessing ve Gregory (2010) de maş fasulyesinin çimlendirilmesine yönelik yapmış olduğu bir çalışmada, maş fasulyesi örneklerinin nem değeri dağılımının % 10,25-12,58 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Öztürk (2008) çimlendirilmiş buğday üzerine yaptığı bir çalışmada, ham ve çimlendirilmiş buğdayların nem değerleri dağılımının % 7,52-9,11 arasında olduğunu tespit etmiştir. Yaqoob ve ark. (2018) çimlendirilmiş arpa ilaveli kek karışımı üzerine yaptıkları bir çalışmada; örneklerin nem değerleri dağılımının % 11,87-12,62 olduğunu bildirmişlerdir. Elde ettiğimiz sonuçlarla, bu literatür bilgileri örtüşmektedir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.5) göre; çimlendirilmiş taneler (A) ve çimlendirme süresi (B); nem değeri üzerinde istatistiki olarak ( $P < 0,01$ ) önemli etkide bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.6); çimlendirilmiş taneler arasında; en yüksek nem değeri ortalaması kinoa örneklerinde tespit edilmiş ve onu ikinci sırada nohut ve maş fasulyesi örneği izlemiştir. En düşük nem değeri ortalamasının ise buğday ve yeşil mercimek örneğinde olduğu tespit edilmiştir. Çimlendirme ile örneklerin genel olarak nem miktarının azaldığı görülmüştür.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.5) göre; istatistiki olarak önemli bulunan ham ve çimlendirilmiş tanelerin, nem değerleri üzerine etkili çimlendirilmiş tane (A) x çimlendirme süresi (B) etkisi Şekil 4.6’ da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Çimlendirmenin nem değerleri üzerine etkisi

Çimlenmeyle, tanede mineral madde alımı ve etkili fotosentez ile birlikte de yeniden kuru madde kazanmasına bağlı olarak nem içeriğini azalmaktadır (Sneath ve McIntosh, 2003). Bu sebeple çimlendirme süresinin artmasına bağlı olarak; örneklerin, nem değerinin azaldığı görülmektedir. Öztürk (2008), buğdayı çimlendirerek yaptığı bir çalışmada, çimlendirme süresinin artmasına bağlı olarak nem miktarının azaldığını (% 9,11’ den % 7,52’ ye) bildirmiştir. Ghavidel ve Prakash (2007)’ in yaptığı bir çalışmada, maş fasulyesi, mercimek ve nohut örneklerinin çimlenmesi ile nem miktarının (ham tanelerde sırası ile  $10,90 \pm 0,1$ ,  $11,70 \pm 0,1$  ve  $9,90 \pm 0,3$  g/100g iken, çimlendirilmiş tanelerde ise  $8,00 \pm 0,2$ ,  $10,00 \pm 0,2$  ve  $7,1 \pm 0,2$  g/100g) ham taneye kıyasla azaldığı belirtilmektedir. Bu literatür bilgileri çalışmayı destekler niteliktedir.

#### 4.2.2. Kül analizi

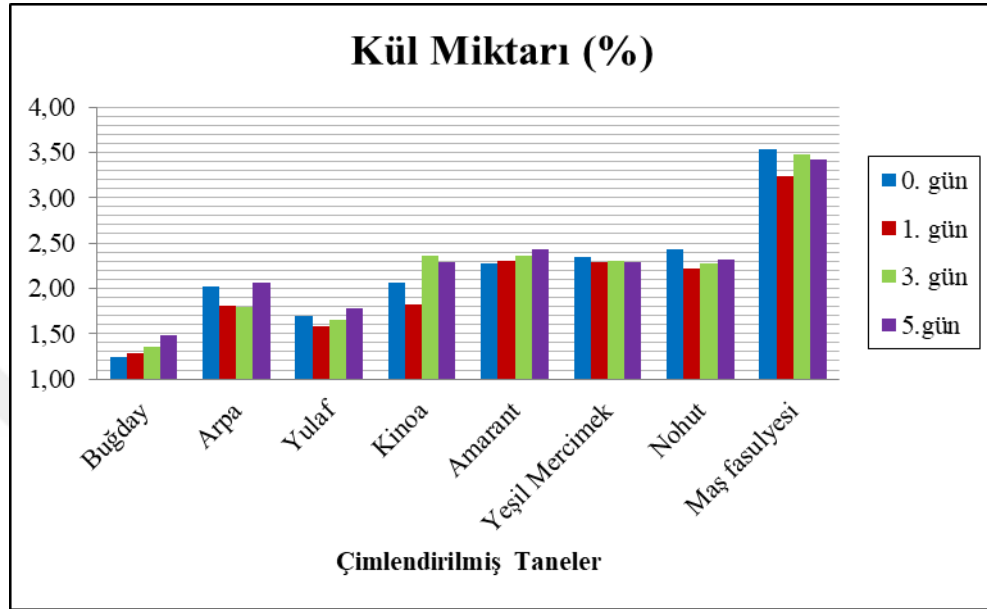
Tahıl ve baklagil örneklerinin kül değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.4' de, bu sonuçlara ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5' de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.6' da verilmiştir.

Çizelge 4.4.' de, ham ve çimlendirilmiş örneklerin kül değerleri % 1,29-3,53 arasında değişim göstermiştir. Farooqui ve ark. (2018), arpanın çimlendirilmesi üzerine yaptıkları bir çalışmada; arpanın kül değerleri dağılımının, % 1,56-1,80 arasında olduğu tespit etmiştir. Donkor ve ark. (2012)'nin tahılların çimlendirilmesine yönelik yaptıkları bir çalışmada; buğdayın kül değerleri dağılımını, % 1,85-2,18 arasında, yulaf ise % 1,56-1,77 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Ghavidel ve Prakash (2007) çimlendirilmiş baklagillerin özelliklerini araştırdıkları bir çalışmada; maş fasulyesinin kül değerleri dağılımını % 3,88-4,03; mercimeğin kül değerleri dağılımını % 2,28-2,44 ve nohut tanelerinin kül değerleri dağılımını % 2,94-3,14 arasında olduklarını tespit etmişlerdir. Ghumman ve ark. (2016) da mercimeği çimlendirerek yaptıkları bir çalışmalarında; kül içeriğinin % 2,26-2,54 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Harmuth ve ark. (1987) da bazı tahıl ve baklagilleri çimlendirerek yaptıkları bir çalışmada; buğday, maş fasulyesi ve nohut tanelerinin kül içeriklerinin sırasıyla, % 1,60-1,97; % 2,95-3,58 ve % 2,61-2,20 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Elde ettiğimiz sonuçlarla, bu literatür bilgileri örtüşmektedir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.5) göre; çimlendirilmiş taneler (A) ve çimlendirme süresi (B); kül değeri üzerinde  $P < 0,01$  düzeyinde istatistiki olarak önemli etkide bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.6); amarant, yeşil mercimek ve nohut örneklerinin ortalama kül değerleri açısından istatistiki olarak önemsiz ( $P < 0,05$ ) olduğu, en düşük kül miktarı ortalaması yulaf örneklerinde iken en yüksek kül değeri ortalaması ise maş fasulyesi örneklerinde tespit edilmiştir. Çimlenmemiş tanelerin ortalama kül içeriği % 2,19 olduğu, çimlendirmenin 5. gün sonunda ise % 2,26' ya çıktığı belirlenmiştir. Tanelerin çimlendirme süresinin arttıkça, örneklerin genel olarak kül miktarının da arttığı belirlenmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.5) göre; istatistiki olarak önemli bulunan ham ve çimlendirilmiş tanelerin, kül değerleri üzerine etkili çimlendirilmiş tane (A) x çimlendirme süresi (B) etkisi Şekil 4.7’ de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Çimlendirmenin kül değerleri üzerine etkisi

Çimlenme sırasında; fitaz enzim aktivitesindeki artışa bağlı olarak kül değerlerinde artışlar gerçekleşmektedir. Fitaz enzimi, protein ve minerallerin bağlı bulunduğu bağları hidrolize ederek minerallerin serbest kalmasını sağlamaktadır (Narsih ve ark., 2012). Ayrıca bazı araştırmacılar, tahıl ve baklagil tanelerin mineral alımına izin veren radiksin (kök) uzantısının gelişmesiyle birlikte kül içeriğinin 4. günden itibaren arttığını ifade etmektedirler (Sneath ve McIntosh, 2003). Çimlendirme süresinin artmasına bağlı olarak; tahıl ve baklagil tanelerinin, kül değerinin, ham taneye kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Öztürk (2008), buğdayı çimlendirdiği bir çalışmada ham buğdayının kül içeriği % 1,51 iken, çimlendiğinde ise % 1,80’ e çıktığı tespit etmiştir. Kanmaz (2017) da, 5 günlük buğday tanelerinin, kül içeriğinin % 18 oranında arttığını bildirmiştir. Kavas ve El (1991), çimlendirilmiş mercimeğin besleyici değerlerini araştırdıkları bir çalışmalarında; ham mercimeğin kül içeriğinin % 2,62 iken, 4 gün çimlendirmesi ile % 2,85’ e yükseldiğini tespit etmişlerdir. Fouad ve Rehab (2015), da mercimek üzerine yaptıkları bir çalışmada; ham yeşil mercimeğin kül miktarları % 2,77 iken, 6 gün süreyle çimlendirilen mercimeklerde ise yükselerek %

3,35 değerine ulaştığını bildirmişlerdir. Bibi ve ark. (2008), çimlendirilen nohudun kimyasal bileşimin araştırmak amacıyla yaptıkları bir çalışmada; ham nohut tanelerinin kül oranı % 3,76 iken 5 gün çimlendirilmesiyle birlikte % 4,69 seviyelerine yükseldiğini belirlemişlerdir. Dung ve Nolan (2010)' in arpanın çimlendirmesi üzerine yapmış oldukları bir çalışmada; ham arpanın kül içeriğinin % 2,0 iken 7 gün çimlendirilmesi ile artarak % 4,3' e ulaştığını bildirmişlerdir. Chauhan ve ark. (2015), çimlendirilmiş amarantı glütensiz kurabiye üretiminde kullandıkları bir çalışmada; ham amarantın kül içeriğinin % 2,91 iken, çimlendirildikten sonra kül içeriğini % 3,4 olarak bildirmişlerdir. Bu literatür bilgileri yapılan çalışmayı desteklemektedir.

#### 4.2.3. Ham protein analizi

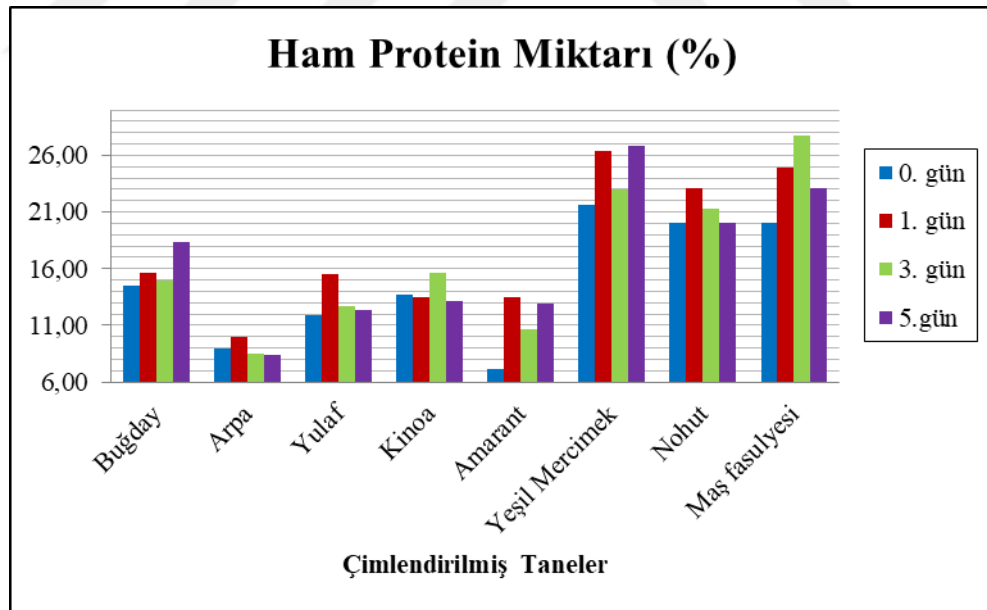
Ham ve çimlendirilmiş örneklerin ham protein değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.4' de, bu sonuçlara ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5' de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.6' da verilmiştir.

Çizelge 4.4' e göre, ham ve çimlendirilmiş örneklerin ham protein değerleri % 7,12-27,74 arasında değişim göstermiştir. Harmuth ve ark. (1987), buğday, maş fasulyesi ve nohut tanelerini çimlendirdikleri bir çalışmalarında, ham protein oranlarının sırasıyla, % 10,38 -10,62; % 23,04-23,80 ve % 20,15-20,33 aralıklarında olduğunu tespit etmişlerdir. Ghavidel ve Prakash (2007), baklagilleri çimlendirdikleri bir çalışmalarında; ham ve çimlendirilmiş maş fasulyesi, mercimek ve nohut örneklerinin ham protein değerlerinin dağılımını sırasıyla, % 27,70-29,10; % 26,50-28,50 ve % 22,10-24,2 aralıklarında olduğunu bildirmişlerdir. Tian ve ark. (2010), yapmış oldukları bir çalışmalarında; ham ve çimlendirilmiş yulaf tanelerinin ham protein dağılımını % 18,98-22,02 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Donkor ve ark. (2012)' nin yaptıkları bir çalışmasında; ham ve çimlendirilmiş buğday, arpa, yulaf tanelerinin ham protein dağılımını sırasıyla % 11,56-13,69; % 15,69-19,57 ve % 10,59-13,14 aralıklarında olduğunu bildirmişlerdir. Salem ve ark. (2014), nohut ve mercimek tanelerini çimlendirdikleri bir çalışmada; nohut tanelerinin % 23,88-24,51 aralığında, mercimek tanelerinin ise % 28,84-30,89 aralığında ham protein içerdiğini tespit etmişlerdir. Chauhan ve ark. (2015), yapmış oldukları bir çalışmada; ham ve çimlendirilmiş amarantın ham protein dağılımını % 15,05-16,5 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar, bizim analiz sonuçlarımızı doğrular niteliktedir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.5) göre; çimlendirilmiş taneler (A) ve çimlendirme süresi (B); ham protein değeri üzerinde istatistiki olarak ( $P < 0,01$ ) önemli etkide bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.6); çimlendirilmiş taneler arasında; ham protein değeri ortalamaları baklagil örneklerinde daha yüksek olduğu dikkat çekmiştir. En yüksek ham protein ortalaması; yeşil mercimekte tespit edilmişken onu sırasıyla maş fasulyesi ve nohut izlemiştir. En düşük ham protein değeri ortalamasının ise arpa örneğinde olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde; baklagillerin ham protein oranının, tahıllara kıyasla daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Çimlendirme ile örneklerin genel olarak ham protein miktarının da arttığı görülmüştür.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.5) göre; istatistiki olarak önemli bulunan ham ve çimlendirilmiş tanelerin, ham protein değerleri üzerine etkili çimlendirilmiş tane (A) x çimlendirme süresi (B) interaksiyonu Şekil 4.8' de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Çimlendirmenin ham protein değerleri üzerine etkisi

Çimlenme sırasında, tanenin yapısında bulunan proteaz enziminin aktive olması; proteinlerin oligopeptitlere, peptitlere ve serbest aminoasitlere parçalanmasını sağlamaktadır. Çimlenme ve filizlerin büyümesi ile birlikte tanede; yeni protein,

aminoasit ve nükleik asit (DNA ve RNA) sentezi de gerçekleşmektedir (Kanmaz, 2017). Aynı zamanda çimlenmeyle birlikte tanede gerçekleşen, nitratların emilimi, karbonhidrat rezervlerinden azotlu bileşiklerin metabolizmasını kolaylaştırır, böylece tanelerin ham protein seviyeleri artar (Sneath ve McIntosh, 2003). Fakat her tahıl ve her baklagildeki bu artışlar farklılık arzedebilir, bunun muhtemel sebebi de ham maddenin çimlenme fizyolojilerindeki değişikliklerden kaynaklanmaktadır.

Kavas ve El (1991), ham mercimeğin ham protein miktarının  $30,0 \pm 0,27$  olduğu, çimlendirilmesi ile bu oranın  $33,28 \pm 0,89$ ' e çıktığını tespit etmiştir. Yang ve ark. (2001)' nin yapmış oldukları bir çalışmada; çimlendirmeye buğdayın ham protein içeriğinde artış olduğunu (% 14,4) tespit etmişlerdir. Marston ve De Rouche (2004)' nin yapmış oldukları bir çalışmada; çimlenme ile buğdayın ham protein içeriğinin % 12,32' ten % 13,16' ya yükseldiğini bildirmişlerdir. Calzuola ve ark. (2004) da buğday üzerine yaptıkları çalışmada; buğdayın çimlendirilmesi ile protein içeriğinin arttığı ve yaklaşık % 13 ham protein içerdiğini belirlemişlerdir. Öztürk (2008) farklı buğday çeşitlerini çimlendirdiği çalışmasında; Demir 2000 çeşidinde protein oranının % 13,24' ten % 17,49' a, Konya 2002 çeşidinde ise proteinin % 10,68' den % 13,96' ya yükseldiği belirlemiştir.

Ghavidel ve Prakash (2007) maş fasulyesi, mercimek ve nohudu çimlendirerek yaptıkları bir çalışmada tanelerin ham protein içeriklerini sırası ile  $27,70 \pm 0,3$ ,  $26,50 \pm 0,5$  ve  $22,10 \pm 0,5$  iken çimlendirildiğinde ise  $29,10 \pm 0,1$ ,  $28,50 \pm 0,2$  ve  $24,2 \pm 0,2$  olarak tespit etmişlerdir. Bibi ve ark. (2008) yaptıkları bir çalışmada; nohut tanelerinin ham protein oranı % 19,84 iken çimlendirmeye artarak % 21,97 seviyelerine yükseldiğini belirlemişlerdir. Blessing ve Gregory (2010) de maş fasulyesinin çimlendirilmesine yönelik yapmış olduğu çalışmasında, ham protein oranını % 24,08 iken çimlendirmeye bu oranın artarak % 37,17 değerine ulaştığını bildirmiştir. Tian ve ark. (2010) yulafı çimlendirerek yapmış oldukları bir çalışmalarında; ham protein içeriğinin, ham tanelerde % 18,98 iken çimlendirmeye % 22,02 değerine yükseldiği tespit edilmiştir.

Chauhan ve ark. (2015) yapmış oldukları bir çalışmada; amarantın protein içeriği  $15,05 \pm 0,05$  iken çimlendirildikten sonra protein içeriği arttığı ve  $16,5 \pm 0,03$  olduğunu ifade etmişlerdir. Fouad ve Rehab (2015) mercimek üzerine yaptıkları bir çalışmada; çimlendirme sonunda ham taneye göre protein miktarında artış (% 25,63'



den % 28,86' e) olduğunu bildirmişlerdir. Dung ve Nolan (2010) arpanın çimlendirmesi üzerine yapmış oldukları bir çalışmada; ham arpanın protein oranının % 12,6 iken çimlendirilmesi ile % 15,4 değerine ulaştığını tespit etmişlerdir. Ghumman ve ark. (2016) yaptığı bir çalışmada; mercimek tanesinde ham protein miktarının %  $24,69 \pm 0,05$  iken; çimlendirmeye birlikte artışlar meydana geldiği ve %  $27,14 \pm 0,03$  değerine ulaştığını tespit etmiştir. Kanmaz (2017), buğday ve yulaf tanelerinin çimlendirilmesi ile ham protein içeriğinde sırasıyla % 19 ve % 24 oranında artış meydana geldiği bildirmiştir. Yaqoob ve ark. (2018) kek karışımını çimlendirilmiş arpa ile zenginleştirdikleri bir çalışmada; ham arpa katkılı kek karışımını ham protein içeriği %  $13,92 \pm 0,02$  iken; çimlendirilmiş arpa ilave edilmesiyle %  $14,77 \pm 0,02$  değerine yükseldiği ifade edilmiştir. Elde ettiğimiz analiz sonuçları, literatürlerde sunulan birçok çalışma ile örtüşmektedir.

#### 4.2.4. Ham yağ analizi

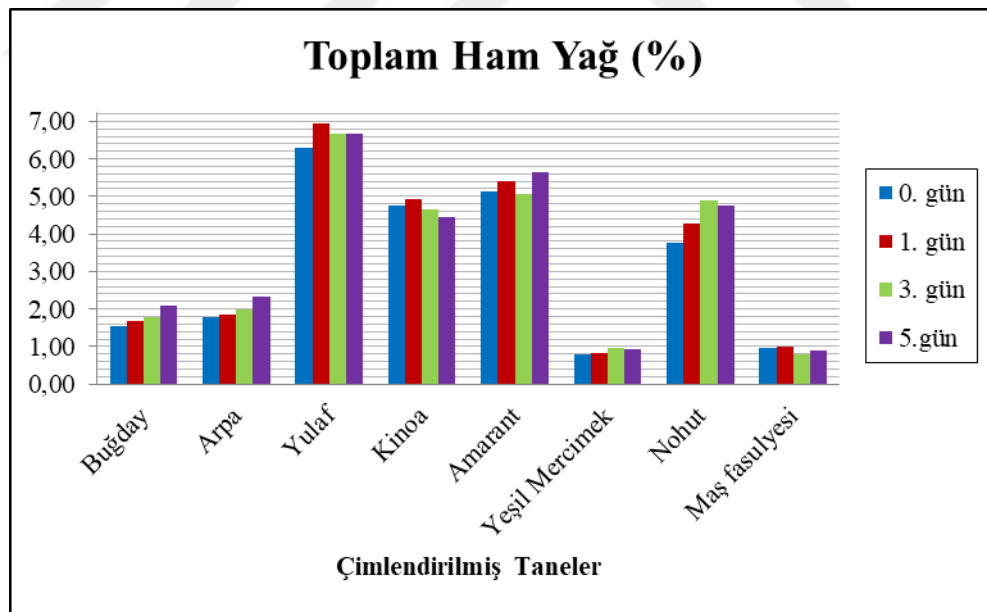
Tahıl ve baklagil örneklerinin ham yağ değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.4' de, bu sonuçlara ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5' de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.6' da verilmiştir.

Çizelge 4.4' de, ham ve çimlendirilmiş örneklerin ham yağ değerleri % 0,79-6,93 arasında değişim göstermiştir. Ghavidel ve Prakash (2007) baklagilleri çimlendirdikleri bir çalışmada; maş fasulyesi, mercimek ve nohut tanelerinin ham yağ oranını sırasıyla; % 1,21-1,29; % 0,78-0,89; % 5,18-5,45 arasında olduğu tespit edilmiştir. Fouad ve Rehab (2015) da mercimekleri çimlendirdikleri bir çalışmada; ham yağ oranını; % 0,90-2,20 arasında olduğu bildirmişlerdir. El-Adawy ve ark. (2003), maş fasulyesini çimlendirdikleri bir çalışmada; ham yağ oranı % 1,15-1,75 arasında olduğunu belirlemişlerdir. Yine Blessing ve Gregory (2010) de maş fasulyesinin çimlendirilmesine yönelik yapmış olduğu çalışmasında, ham yağ oranının % 0,80-2,32 arasında olduğunu tespit etmiştir. Donkor ve ark. (2012) tahılları çimlendirdikleri bir çalışmada; buğdayın ham yağ oranını, % 1,81-1,95 arpanın ham yağ oranını % 2,37-3,01 yulafın ham yağ oranını; % 2,37-3,01 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yang ve ark. (2001) buğdayı çimlendirdiği bir çalışmasında; ham yağ oranının % 1,6-1,9 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Chauhan ve ark. (2015), amarantı çimlendirerek yaptıkları bir çalışmalarında; amarantın ham yağ oranını, % 4,7-6,68 arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.5) göre; çimlendirilmiş taneler (A) ve çimlendirme süresi (B); kül değeri üzerinde istatistiki olarak ( $P < 0,01$ ) önemli etkiye bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.6); En yüksek ham yağ değeri ortalamasının yulafta tespit edilmiş ve onu sırasıyla amarant, kinoa örnekleri takip etmiştir. Yeşil mercimek ve maş fasulyesi örnekleri ham yağ değeri açısından istatistiki olarak önemsiz ( $P < 0,05$ ) olup, aynı zamanda ham yağ değeri ortalaması en düşük örneklerdir. Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde; baklagillerin ham yağ oranının, tahıllara kıyasla daha düşük olduğu gözlenmiştir. Tanelerin çimlendirme süresinin artması ile birlikte, örneklerdeki ham yağ miktarının da arttığı tespit edilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.5) göre; istatistiki olarak önemli bulunan ham ve çimlendirilmiş tanelerin, ham yağ değerleri üzerine etkili çimlendirilmiş tane (A) x çimlendirme süresi (B) interaksiyonu Şekil 4.9' da gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Çimlendirmenin ham yağ değerleri üzerine etkisi

Çimlenme sırasında, tohumun yapısında bulunan lipaz enziminin aktive olması; yağların yağ asitlerine ve gliserole parçalanmasını sağlamaktadır. Buna karşın çimlendirilmiş tanelerin toplam yağ içeriği; ham tanelerine kıyasla önemli artış

göstermektedir. Çimlerin büyüme aşamasında; tanenin çeşidine göre farklı düzeylerde olmak üzere, yeniden yağ ve yağ asitleri sentezi gerçekleşmektedir (Kanmaz, 2017). Finney (1982); yaptığı bir çalışmada, 3 gün çimlendirilmiş buğdayın ham yağ içeriğinin % 0,95' ten % 1,54' e yükseldiğini bildirmiştir. Marston ve De Rouche (2004)' nın yapmış oldukları bir çalışmada; çimlenme ile buğdayın ham yağ içeriğinin % 0,79' dan % 0,88' e yükseldiğini bildirmişlerdir. Öztürk (2008), de buğday üzerine yaptığı bir çalışmada, buğdayın çimlenme ile ham yağ miktarında yaklaşık % 20 civarında (1,14' den 1,41' e) bir artış meydana geldiğini tespit etmiştir. Kanmaz (2017), çimlendirme işlemi ile 5 günlük arpa ve yulaf çimlerinin toplam yağ içeriğinde sırasıyla % 27 ve % 20 oranında artış, 2 gün çimlendirilmiş nohutta ise % 17 oranında artış meydana geldiğini bildirmiştir. Khalil ve ark. (2007), nohut üzerine yaptıkları bir çalışmada, çimlendirme ile nohutların toplam yağ içeriklerinde artış sağladığı, ham nohutların toplam yağ içeriğinin % 5 iken çimlenmiş tanelerde % 7,7' ye ulaştığını tespit etmişlerdir. Bibi ve ark. (2008), da nohut tanelerini çimlendirerek yaptıkları bir çalışmada; çimlenme süresince tanelerin yağ oranlarında doğrusal bir artış gözlediklerini, ham nohut tanelerinin yağ oranı % 4,24 iken çimlendirilmeyle birlikte % 6,03 değerine yükseldiğini bildirmişlerdir. Harmuth ve ark. (1987); çimlenmenin etkisini araştırdıkları bir çalışmada, ham buğday tanesinin yağ oranı % 1,61 iken çimlenmeyle artarak % 2,46; ham nohut tanesinin ise yağ içeriği; % 6,3 iken çimlenmeyle artarak; % 6,4 değerlerine yükseldiğini ifade etmişlerdir.

### 4.3. Tahıl ve Baklagil Tanelerinin Besinsel Analizleri

Ham ve çimlendirilmiş tahıl ve baklagil örneklerinin besinsel analiz sonuçları izelge 4.7’ de, bu sonuçlara ait varyans analiz sonuçları izelge 4.8’ de ve Duncan oklu karşılaştırma testi sonuçları ise izelge 4.9’ da verilmiştir.

**Çizelge 4.7.** Ham ve çimlendirilmiş örneklerin toplam fenolik madde ve fitik asit miktarı sonuçları<sup>1</sup>

Çimlendirilmiş Taneler	imlendirme Süreleri (Gün)	TFMM ( $\mu\text{g GAE/g}$ )	Fitik Asit ( $\text{mg/100g}$ )
Buğday	0	1004 $\pm$ 27,24	1115 $\pm$ 29,95
	1	1220 $\pm$ 20,05	997 $\pm$ 1,42
	3	1434 $\pm$ 31,02	650 $\pm$ 5,49
	5	1855 $\pm$ 40,31	394 $\pm$ 10,10
Arpa	0	1060 $\pm$ 51,56	949 $\pm$ 4,11
	1	1244 $\pm$ 60,08	852 $\pm$ 6,95
	3	1519 $\pm$ 24,10	617 $\pm$ 8,92
	5	1959 $\pm$ 40,22	309 $\pm$ 1,99
Yulaf	0	1399 $\pm$ 17,20	859 $\pm$ 23,45
	1	2098 $\pm$ 34,65	744 $\pm$ 2,48
	3	1512 $\pm$ 37,06	544 $\pm$ 5,53
	5	1874 $\pm$ 23,84	377 $\pm$ 19,89
Kinoa	0	1545 $\pm$ 17,01	1022 $\pm$ 33,41
	1	1797 $\pm$ 58,03	828 $\pm$ 6,84
	3	2392 $\pm$ 44,72	550 $\pm$ 1,85
	5	3087 $\pm$ 25,69	287 $\pm$ 16,14
Amarant	0	1639 $\pm$ 20,08	599 $\pm$ 6,29
	1	1841 $\pm$ 35,10	476 $\pm$ 7,33
	3	2550 $\pm$ 70,21	354 $\pm$ 15,91
	5	3476 $\pm$ 60,18	139 $\pm$ 18,41
Yeşil mercimek	0	1465 $\pm$ 15,04	1331 $\pm$ 7,99
	1	1761 $\pm$ 59,33	1223 $\pm$ 9,70
	3	2245 $\pm$ 77,14	727 $\pm$ 16,39
	5	2735 $\pm$ 25,07	432 $\pm$ 4,74
Nohut	0	1524 $\pm$ 38,31	1054 $\pm$ 21,42
	1	1659 $\pm$ 33,30	848 $\pm$ 9,05
	3	1843 $\pm$ 15,04	649 $\pm$ 4,86
	5	2048 $\pm$ 25,07	360 $\pm$ 6,17
Maş Fasulyesi	0	1340 $\pm$ 19,47	557 $\pm$ 11,70
	1	1486 $\pm$ 37,65	423 $\pm$ 2,49
	3	1760 $\pm$ 54,27	351 $\pm$ 15,39
	5	2274 $\pm$ 40,24	122 $\pm$ 13,49
<b>Minimum-maksimum</b>		1004-3476	122-1331
<b>Ortalama <math>\pm</math> std</b>		1833 $\pm$ 36,82	648 $\pm$ 10,93

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır,

TFMM: Toplam fenolik madde miktarı

**Çizelge 4.8.** Ham ve çimlendirilmiş örneklerin toplam fenolik madde ve fitik asit miktarına ait varyans sonuçları<sup>1</sup>

VK	SD	TFMM <sup>2</sup>		Fitik asit	
		KT	F	KT	F
Çimlendirilmiş Taneler (A)	7	6954914	608,41**	2026171,1	1573,30**
Çimlendirme Süresi (B)	3	10699580	2184,01**	3733905,5	6765,12**
(AxB)	21	1792846	52,27**	319878,6	82,79**
Hata	32		52257		5887,3

<sup>1</sup>\*  $P < 0,05$  düzeyinde önemli, \*\*  $P < 0,01$  düzeyinde önemli, ns: önemsiz,

<sup>2</sup>TFMM: Toplam fenolik madde miktarı

**Çizelge 4.9.** Ham ve çimlendirilmiş örneklerin toplam fenolik madde ve fitik asit miktarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları<sup>1</sup>

	N	TFMM <sup>2</sup>	Fitik asit
		( $\mu\text{g GAE/g}$ )	( $\text{mg/100g}$ )
<b>Çimlendirilmiş Taneler</b>			
Buğday	8	1378 <sup>g</sup>	789 <sup>b</sup>
Arpa	8	1445 <sup>f</sup>	681 <sup>d</sup>
Yulaf	8	1720 <sup>c</sup>	631 <sup>e</sup>
Amarant	8	2376 <sup>a</sup>	392 <sup>f</sup>
Kinoa	8	2205 <sup>b</sup>	671 <sup>d</sup>
Yeşil mercimek	8	2051 <sup>c</sup>	928 <sup>a</sup>
Nohut	8	1768 <sup>d</sup>	727 <sup>c</sup>
Maş Fasulyesi	8	1714 <sup>e</sup>	363 <sup>g</sup>
<b>Çimlendirme Süresi (Gün)</b>			
0	16	1372 <sup>d</sup>	935 <sup>a</sup>
1	16	1564 <sup>c</sup>	798 <sup>b</sup>
3	16	1952 <sup>b</sup>	555 <sup>c</sup>
5	16	2441 <sup>a</sup>	302 <sup>d</sup>

<sup>1</sup>Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $P < 0,05$ ).

<sup>2</sup>TFMM: Toplam fenolik madde miktarı

#### 4.3.1. Toplam fenolik madde analizi

Fenolik bileşikler, özellikle tanenin çimlenme sürecinde fazla miktarda bulunarak böcek ve hayvan zararlılarına karşı korurlar. Bitkilerde bulunan fenolik asitler, flavonoidler, isoflavonoidler ve tokoferoller başlıca fenolik bileşiklerdendir (Pekşen ve Artık, 2004).

Ham ve çimlendirilmiş tanelerin toplam fenolik madde miktarına ait analiz sonuçları Çizelge 4.7' de, bu sonuçlara ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8' de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.9' da verilmiştir.

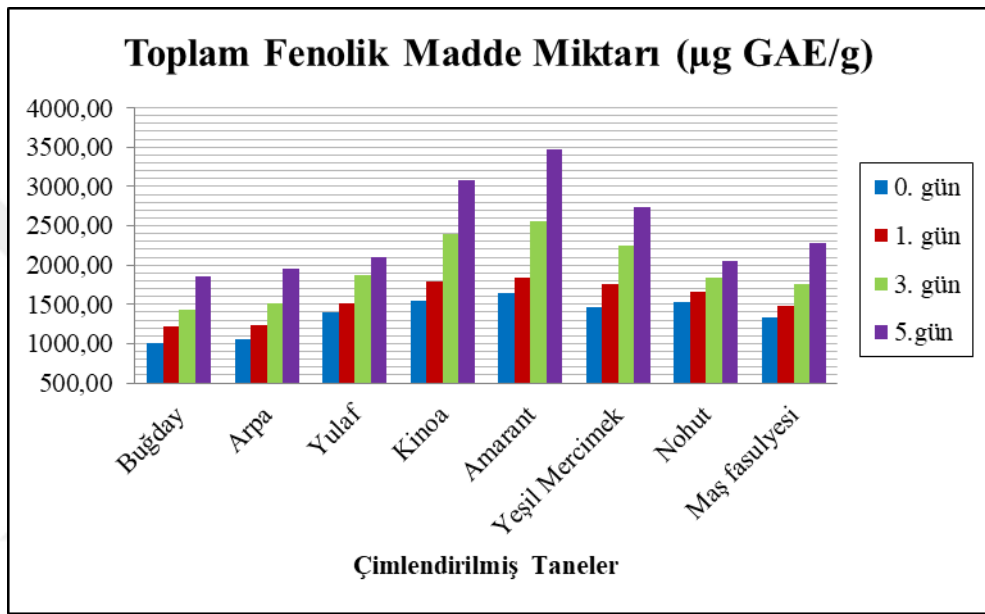
Çizelge 4.7' de, ham ve çimlendirilmiş tanelerin toplam fenolik madde miktarı 1004-3476 µg GAE/g arasında değişim göstermiştir. Pasko ve ark. (2009) çimlendirme üzerine yaptıkları bir çalışmalarında; amarant ve kinoanın, ham ve çimlendirilmiş tanelerinde toplam fenolik madde miktarını 2950-3750 µg GAE/g arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada ise, maş fasulyesinin toplam fenolik madde düzeyleri; ham ve çimlendirilmiş tanelerde 1665-1917 µg GAE/g arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. (Kim ve ark., 2012). Fratianni ve ark. (2014)' nın farklı mercimek çeşitleri kullandıkları bir çalışmalarında; ham mercimeklerin 1098-1594 µg GAE/g aralığında toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Tok (2017) de bir çalışmasında, çimlendirilmiş buğday ve yeşil mercimek örneklerinin toplam fenolik madde değerleri 1434-3961 µg GAE/g arasında değiştiği bildirmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlarla, bu literatür bilgileri örtüşmektedir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.8) göre; çimlendirilmiş taneler (A) ve çimlendirme süresi (B); toplam fenolik madde miktarı üzerinde istatistiki olarak ( $P < 0,01$ ) önemli etkide bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.9); çimlendirilmiş taneler arasında; toplam fenolik madde miktarı en yüksek amarant olurken, bunu sırasıyla kinoa, yeşil mercimek, nohut takip etmiştir. En düşük toplam fenolik madde miktarı ortalamasının ise buğday örneğinde olduğu tespit edilmiştir. Yulaf ve maş fasulyesi örneklerinin de toplam fenolik madde miktarı açısından istatistiki olarak önemsiz ( $P < 0,05$ ) olduğu tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde ise en yüksek toplam fenolik madde içeriğinin pseudo- tahıllarda olduğu ve bunu baklagillerin takip ettiği, yaygın tahıl olarak bilinen; buğday ve arpanın ise en düşük içeriğe sahip olduğu görülmektedir. Baklagil taneleri kendi arasında kıyaslandığında yeşil mercimeğin en yüksek toplam fenolik içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Bunun nedeni ise, Fratianni ve ark. (2014) tarafından; .mercimeğin kotiledonun flavonoid olmayan fenolik bileşikleri (hidroksibenzoik ve hidroksisinnamik asitler), kabuk tabakasının da flavonoidleri içermesi olarak açıklanmıştır. Çimlendirme

süresi artmasıyla birlikte, örneklerin de toplam fenolik madde miktarın arttığı görülmüştür.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.8) göre; istatistiki olarak önemli bulunan ham ve çimlendirilmiş tanelerin, toplam fenolik madde miktarı değerleri üzerine etkili çimlendirilmiş tane (A) x çimlendirme süresi (B) interaksyonu Şekil 4.10' da gösterilmiştir.



Şekil 4.10 Çimlendirmenin toplam fenolik madde değerleri üzerine etkisi

Fenolik bileşikler, serbest radikalleri vücuttan dışarı atmada rol oynamaktadır. Tohumların çimlendirilmesi ise antioksidan özellikli fenolik bileşiklerin miktarını arttırmada başarılı bir strateji olarak görülmektedir (Dziki ve ark., 2015). Çimlendirilmiş tahıl ve baklagil taneleri, ham tanelere kıyasla daha yüksek fenolik madde içeriğine sahiptir. Çimlendirme süresinin artmasına bağlı olarak toplam fenolik madde miktarının da arttığı görülmektedir.

Randhir ve ark. (2004)' nın, maş fasulyesi ile yaptıkları bir çalışmada, 1 günlük maş fasulyesinin çimlerinin % 20, 4 günlük çimlerinin % 46 oranında daha yüksek toplam fenolik bileşikler içerdiği ve böylelikle antioksidan ve antimikrobiyal özellik bakımından daha zengin olduğu ifade etmektedir. Khattak ve ark. (2007a), nohut tanelerinin çimlendirerek yaptıkları çalışmada; nohudun toplam fenolik madde

içeriğinin 5 gün çimlendirilmesi ile (% 0,14) artarak, maksimum değere ulaştığı ifade edilmiştir. Alvarez-Jubete ve ark. (2010); çimlenmenin etkisini araştırdıkları bir çalışmada; ham amarant tanesinin toplam fenolik madde içeriği 212 µg GAE/g iken çimlendiğinde 822 µg GAE/g, ham kinoa tanesinin toplam fenolik madde içeriği 717 µg GAE/g iken çimlendiğinde 1470 µg GAE/g ve ham buğday tanesinin toplam fenolik madde içeriği ise 531 µg GAE/g iken çimlendiğinde 1100 µg GAE/g değerlerine yükseldiğini belirlemişlerdir. Gharachorloo ve ark. (2012), mercimeğin çimlendirilmesi üzerine yaptıkları bir çalışmada; toplam fenolik madde içeriklerini, ham mercimekte 53,00 µg GAE/g iken 5 gün çimlendirilmiş mercimekte 78,00 µg GAE/g olarak tespit etmişlerdir. Kim ve ark. (2012), maş fasulyelerini çimlendirdikleri bir çalışmada; toplam fenolik madde içeriği; ham tanede  $166,5 \pm 4,5$  µg FAE/g iken, 5 günlük çimlenme süresince artarak  $191,7 \pm 2,2$  µg FAE/g düzeylerine ulaştığı bildirmektedirler.

Zilic ve ark. (2014), buğdayı çimlendirdiği bir çalışmada; ham buğdayın toplam fenolik madde içeriğinin 1431 µg GAE/g iken, beş gün çimlendirildiğinde, 1627 µg GAE/g'a kadar yükseldiği tespit etmiştir. Gawlik-dziki ve ark. (2016) farklı buğday çeşitlerini çimlendirdikleri bir çalışmada, ham buğday tanelerinin ortalama toplam fenolik miktarı 2250 µg GAE/g, 4 gün çimlenmiş buğdaylarda ise ortalama 4350 µg GAE/g olarak tespit edilmiştir. Kanmaz (2017), 6 günlük yulaf çimlerinin toplam fenolik madde içeriğinin 4,5 kat arttığı bildirmiştir. Saleh ve ark. (2017), baklagilleri çimlendirdikleri bir çalışmada, toplam fenolik madde içeriği; ham nohut tanelerinde 5680 µg GAE/g ve ham mercimek tanelerinde 5210 µg GAE/g iken 6 gün çimlendirilen tanenin kotiledonlarında (kökçük) sırasıyla; 1194 µg GAE/g ve 7970 µg GAE/g olarak ifade edilmiştir. Yeo ve Shadidi (2017) mercimek üzerine yaptıkları bir çalışmada, ham mercimek tanesinin toplam fenolik içeriğini 6750 µg GAE/g olarak tespit etmişlerdir. Bu literatür bilgileri çalışmayı destekler niteliktedir.

#### **4.3.1. Fitik asit analizi**

Fitik asit, insan beslenmesinde gerekli olan çinko, demir, kalsiyum, magnezyum, bakır gibi minerallerle kompleks oluşturarak bunların biyo yararlılığını düşüren besinsel bir ögedir (Harland ve Harland, 1980).



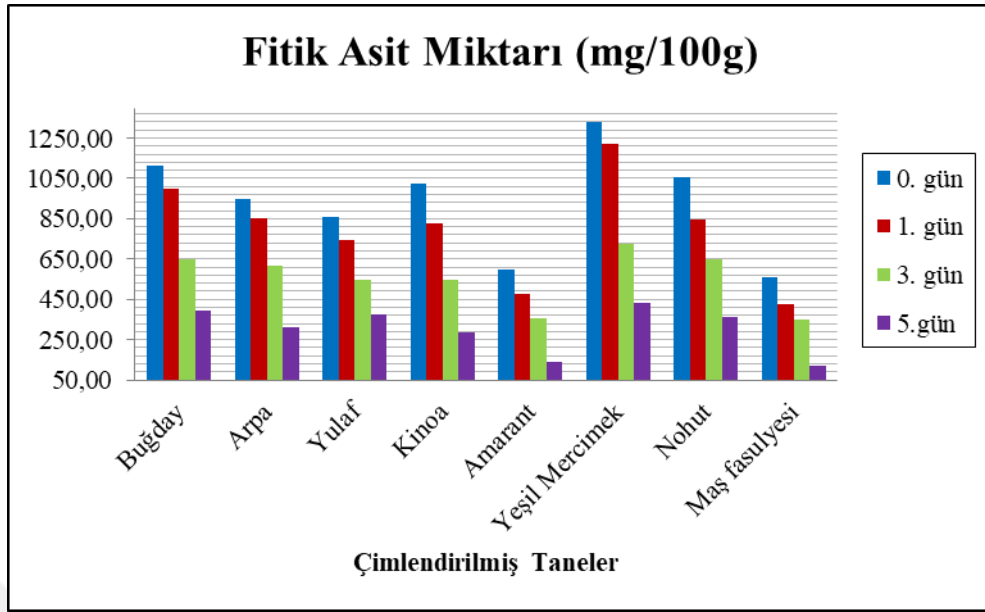
Ham ve çimlendirilmiş tanelerin fitik asit miktarına ait analiz sonuçları Çizelge 4.7' de, bu sonuçlara ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8' de ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.9' da verilmiştir.

Çizelge 4.7' de, ham ve çimlendirilmiş tanelerin fitik asit 122-1331 mg/100g arasında değişim göstermiştir. Ghavidel ve Prakash (2007)' in baklagillerde çimlenme ile meydana gelen değişimleri araştırdıkları bir çalışmalarında; ham ve çimlendirilmiş maş fasulyesi, mercimek ve nohut tanelerinin fitik asit miktarları sırası ile 500-610, 150-190 ve 380-480 mg/100g arasında değiştiği belirlenmiştir. Fouad ve Rehab (2015) çimlendirilmiş mercimeği araştırdıkları bir çalışmalarında; ham ve çimlendirilmiş tanelerin fitik asit miktarını 61,13-233,04 mg/100g arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Kanmaz (2017) bazı ham tahıl ve baklagil tanelerinin fitik asit miktarını; buğdayda 840-1140 mg/100g, arpada 380-1160 mg/100g, yulafta 420-1160 mg/100g ve nohutta 280-1160 mg/100g arasında değiştiğini bildirmiştir. Tok (2017) bazı tahıl ve baklagil tanelerini çimlendirerek yaptığı bir çalışmada, ham ve çimlendirilmiş buğdayın fitik asit içeriğini 332-1276 mg/100g yeşil mercimeğin ise 306-1474 mg/100 arasında değişim gösterdiğini tespit etmiştir. Bu literatür bilgileri bizim sonuçlarımızı destekler niteliktedir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.8) göre; çimlendirilmiş taneler (A) ve çimlendirme süresi (B); fitik asit miktarı üzerinde  $P < 0,01$  düzeyinde istatistiki olarak önemli etkide bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.9); çimlendirilmiş taneler arasında; yeşil mercimek örneğinin en yüksek, maş fasulyesi örneğinin ise en düşük fitik asit değeri ortalamalarına sahip olduğu belirlenmiştir. Çimlendirme süresi arttıkça, örneklerin fitik asit miktarının azaldığı tespit edilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.8) göre; istatistiki olarak önemli bulunan ham ve çimlendirilmiş tanelerin, fitik asit değerleri üzerine etkili çimlendirilmiş tane (A) x çimlendirme süresi (B) interaksyonu Şekil 4.11' de gösterilmiştir.



**Şekil 4.11.** Çimlendirmenin fitik asit değerleri üzerine etkisi

Tohum çimlenmesi sırasında, fitatlar fitaz enzimi tarafından hidrolize edilerek, inorganik fosfor kaynağı olarak kullanılmaktadır. Çimlenme ile birlikte fitaz aktivitesinin arttığından dolayı, tanedeki fitat miktarı azalır. Tanedeki fitatın tamamen parçalanması için çimlenmenin 7-8 gün süreyle devam ettirilmesi gerekmektedir (Ashton ve Williams 1958). Harmuth ve ark. (1987), çimlenmenin besin değerleri üzerindeki etkisini araştırdıkları bir çalışmada; ham buğday, maş fasulyesi ve nohutun fitik asit içerikleri sırasıyla 878,2 mg/100g, 628,8 mg/100g ve 338,3 mg/100g iken çimlendirmeyle birlikte azalarak, sırasıyla 571,2 mg/100g; 378,7 mg/100g ve 327,8 mg/100g değerlerine düştüğünü bildirmiştir. Egli ve ark. (2002), farklı tahıl ve baklagilleri çimlendirerek yaptıkları bir çalışmada; fitik asit miktarlarının, ham arpa tanesinde 1010 mg/100g iken çimlenmeyle 820 mg/100g; ham buğday tanesinde 1030 mg/100g iken çimlenmeyle 690 mg/100g; ham nohut tanesinde 480 mg/100g, iken çimlenmeyle 410 mg/100g; ham mercimek tanesinde 1150 mg/100g, iken çimlenmeyle 870 mg/100g; ham maş fasulyesi tanesinde 830 mg/100g, iken çimlenmeyle 401 mg/100g; ham amarant tanesinde 1390 mg/100g iken çimlenmeyle 1300 mg/100g ve ham kinoa tanesinde 970 mg/100g iken çimlenmeyle 850 mg/100g değerlerine azaldıklarını bildirmişlerdir. El-Adawy ve ark. (2003), baklagilleri çimlendirerek yaptıkları bir çalışmada; ham maş fasulyesinin fitik asit içeriği;  $635 \pm 21$  mg/100g iken çimlendirmeyle  $497 \pm 22$  mg/100g ve ham mercimeğin fitik asit içeriğinin ise;  $1185 \pm$

31 mg/100g iken çimlendirmeyeyle  $918 \pm 28$  mg/g seviyelerine düştüğünü bildirmiştir. Dilber ve ark. (2003) çimlendirme ile arpanın biyolojik değeri ve fonksiyonel özelliğinin arttığını ve fitik asit miktarı % 25 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. Yine Sung ve ark. (2005) da çimlendirilmiş arpanın fonksiyonel özelliğinin arttığını ve 20-25 °C’ de 4 gün çimlendirilen arpanın fitik asit miktarının % 25 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Khalil ve ark. (2007) Kabuli ve Desi çeşidi nohutları çimlendirdikleri bir çalışmada; fitik asit içeriğinin çimlenme işlemi ile önemli düzeyde azaldığı ve bu azalmanın Kabuli nohudunda % 73 iken Desi nohudunda % 32 seviyesinde olduğunu tespit etmişlerdir. Khattak ve ark. (2007a) da nohut tanelerinin çimlenmesine yönelik yaptıkları çalışmada; 48 saat süreyle çimlendirilmesiyle fitik asit düzeyinin % 1,01’ den % 0,6’ ya düştüğünü bildirmişlerdir. Fouad ve Rehab (2015), mercimeği çimlendirdikleri bir çalışmada, çimlenmenin 6. günü fitik asit miktarının ham taneye göre % 73,76 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. Kanmaz (2017), 6 gün çimlendirilen yulaf tanesinin fitik asit içeriğinin ham taneye göre % 200 oranında azaldığı, 2 ve 4 gün çimlendirilmiş nohut tanelerinde ise sırasıyla % 43 ve % 75 azalma meydana geldiğini bildirmiştir. Böylece elde ettiğimiz sonuçlarla bu literatür bilgileri örtüşmektedir.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 5.1. Sonuçlar

Bu araştırmada ülkemizde yaygınca yetiştirilen ve yetiştirilmeye başlanılan bazı tahıl, pseudo-tahıl ve baklagil çeşitleri ile bunların çimlendirilmesi sonucunda elde edilen son ürünlerin, çimlendirme süresine bağlı olarak değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan bu araştırma neticesinde elde edilen analiz verileri ışığında;

- ✓ Örneklerinin renk değerleri incelendiğinde; çimlendirme süresinin artmasına bağlı olarak;  $L^*$  ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerinin azaldığı ortaya konmuştur. Çimlenmeyle tanelerde renk değişimleri meydana gelmiş, fakat çimlendirmenin durdurulup, tanelerin kurutulması ile birlikte koyulaştığı gözlenmiştir. Çimlendirme süresinin artmasına bağlı olarak da rengindeki koyulaşmanın, yeşilliğin ve sarılığın arttığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda, tanelerin çimlendirilmesi ile birlikte tüm örneklerde  $h$  değerlerinin de arttığı,  $C^*$  değerlerinin ise azaldığı belirlenmiştir.
- ✓ Kimyasal özellikler bakımından inceleme yapıldığında; çimlendirme ile; kül, ham protein ve ham yağ değerlerinin arttığı, nem değerinin ise azaldığı tespit edilmiştir.
- ✓ Toplam fenolik madde ve fitik asit sonuçları göz önünde bulundurulduğunda; çimlendirilmiş örneklerin, ham tanelere kıyasla daha yüksek fenolik madde içerdiği ve fitik asit miktarının azaldığı tespit edilmiştir.

## 5.2. Öneriler

Tahıl ve baklagil ürünleri, hızla artan dünya nüfusunun beslenmesinde çokça tercih edilen, aynı zamanda ekonomik olan kaynaklarımızdandır. Çimlendirmeyle tanelerin besinsel ve fonksiyonel içeriklerinde meydana gelen olumlu değişimler, önemini daha da arttırmaktadır. Çimlendirme işlemi ile özellikle baklagillerin anti besinsel içeriklerini azaltmak için kullanılan diğer yöntemlere (fermantasyon, kabuk soyma, ıslatma, ışılama ve ısıtma işlemi) göre oldukça ekonomik ve zahmetsizdir. Çimlendirme ile tanelerinin bünyelerinde depo edilen maddeler, bir yandan parçalanırken, öteki yandan yeni bileşikler sentezlenmekte ve böylelikle; mineral, fenolik madde, yağ ve protein içerikleri de değişmektedir. Böylelikle tahıl ve baklagillerin kompozisyonunu istenilen oranda değiştirmek mümkündür.

Dolayısıyla da çimlendirilmiş tahıl ve baklagil tanelerinden elde edilen ürünlerin, yeni ürünlerde doğal içerikli katkı maddesi olarak eklenmesi ile besin içeriğini zenginleştirilmiş fonksiyonel gıdalar üretilmesi önerilebilir.

## KAYNAKLAR

- AACC, 1990, American Association of Cereal Chemists, Approved methods of the AACC: 8<sup>th</sup> ed., The association:St. Poul, MN.
- Aktaş, H. ve Kılıç, P., 2013, Sebze soya filizi yetiştiriciliğinde (*Glycine Max L.* ) tuz uygulamalarının tohum çimlenmesi ve filiz kalitesi üzerine etkileri, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 23 (3), 236-241.
- Alvarez-Jubete, L., Wijngaard, H., Arendt, E.K. and Gallagher, E., 2010, Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking, *Food Chemistry*, 119, 770–778.
- Amarowicz, R. and Pegg, R. B., 2008, Legumes as a source of natural antioxidants, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110(10), 865-878.
- Amici, M., Bonli, L., Spina, M., Cecarini, V., Calzuola, I., Marsili, V., Angeletti, M., Fioretti, E., Tacconi, R., Gianfranceschi, G. L. and Eleuteri, A. M., 2008, Wheat sprout extract induces changes on 20S proteasomes functionality, *Biochimie*, 90, 790-801.
- Anderson, J. W., Smith, B. M. and Washnock, C. S., 1999, Cardiovascular and renal benefits of dry bean and soybean intake, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70, 464-474.
- Araki, Y., Andoh, A., Fujiyama, Y., Kanauchi, O., Takenaka, K., Higuchi, A. and Bamba, T., 2001, Germinated barley foodstuff exhibits different adsorption properties for hydrophilic versus hydrophobic bile acids, *Digestion*, 64, 248-254.
- Arslan, M., 2010, Çeşitli şiddetteki gök gürültüsü seslerinin tohum çimlenmesi üzerine etkileri, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 10-40.
- Ashton, W. M. and Williams, P. C., 1958, The phosphorus compounds of oats the content of phytate phosphorus, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 9, 505-511.
- Azeke, M. A., Egielewa, S. J., Eigbogbo, M. U. and Ihimire, I. G., 2011, Effect of germination on the phytase activity, phytate and total phosphorus contents of rice (*Oryza sativa*), maize (*Zea mays*), millet (*Panicum miliaceum*), sorghum (*Sorghum bicolor*) and wheat (*Triticum aestivum*), *Journal Food Science and Technology*, 48 (6), 724-729.
- Basso, A., Rossolini, G., Piantanelli, A., Amici, D., Calzuola, I., Mancinelli, L., Marsilli, V. and Gianfranceschi, G. L., 2005, Aging reversibility: from thymus graft to vegetable extract treatment application to cure an age-associated pathology, *Biogerontology*, 6, 245-253.

- Ben-Arye, E., Goldin, E., Wengrower, A., Stamper, R., Kohn, R. and Berry, E., 2002, Wheat grass juice in the treatment of active distal ulcerative colitis, *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 37 (4), 444-449.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E. and Sapirstein, H. D., 2005, Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions, *Cereal Chemistry*, 82 (4), 390-393.
- Bibi, N., Aurang, Z., Amal, B. K. and Mohammad, S. K., 2008, Effect of germination time and type of illumination on proximate composition of chickpea seed (*Cicer arietinum L.*), *American Journal of Food Technology*, 3, 24-32.
- Bilgiçli, N., 2002, Fitik asitin beslenme açısından önemi ve fitik asit miktarı düşürülmüş gıda üretim metotları, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (30), 79-83.
- Billings, T. E., 1995, Sprouting: A Brief Overview, <http://chetday.com/sprouts.html>, [Ziyaret tarihi: 18 Nisan 2018] .
- Blessing, A. I. and Gregory, O. I., 2010, Effect of processing on the proximate composition of the dehulled and undehulled mungbean (*Vigna radiata L. Wilczek*) flours, *Pakistan Journal of Nutrition* 9 (10), 1006-1016.
- Bottari, A., Capocchi, A., Fontanini, D. and Galleschi, L., 1996, Major proteinase hydrolysing gliadin during wheat germination, *Phytochemistry*, 43 (1), 39-44.
- Burbano, C., Muzquiz, M., Ayet, G., Cuadrado, C. and Pedrosa, M. M., 1999, Evaluation of antinutritional factors of selected varieties of *Phaseolus vulgaris*, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 1468-1472.
- Calzuola, I., Marsili, V. and Gianfranceschi, L. G., 2004, Synthesis of antioxidants in wheat sprouts, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 52, 5201-5206.
- Capparelli, R., Amoroso, M. G., Palumbo, D., Iannaccone, M., Faleri, C. and Cresti, M., 2005, Two plant puroindolines colocalize in wheat seed and in vitro synergistically fight against pathogens, *Plant Molecular Biology* , 58, 857-867.
- Chauhan, A., Saxena, D.C. and Singh, S., 2015, Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus spp.*) flour, *LWT - Food Science and Technology*, 63, 939-945.
- Chung, T. Y., Nwokolo, E. N. and Sim, J. S., 1989, Compositional and digestibility changes in sprouted barley and canola seeds, *Plant Foods for Human Nutrition*, 39 (3), 267-278.
- Dilber, A., Türker, S. ve Elgün, A., 2003, Çimlendirilmiş bir buğday ürünü olan azık üzerine araştırmalar, *Gıda*, 28, 4, 409-414.
- Doblado, R., Frías, J. and Vidal-Valverde, C., 2007, Changes in vitamin C content and antioxidant capacity of raw and germinated cowpea (*Vigna sinensis var. carilla*) seeds induced by high pressure treatment, *Food Chemistry*, 101, 918-923.

- Donkor, O. N., Stojanovska, L., Ginn, P., Ashton, J. and Vasiljevic, T., 2012, Germinated grains – sources of bioactive compounds, *Food Chemistry* 135, 950–959.
- Dung, D. D., Godwin, I. R. and Nolan, J. V., 2010, Nutrient Concentration and in sacco digestibility of barley grain and sprouted barley, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9 (19), 2485-2492.
- Duranti, M. and Gius, C., 1997, Legume seeds: protein content and nutritional value, *Field Crops Research*, 53 (1), 31-45.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F., 1987, Araştırma ve deneme metodları, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, Yayın No: 1021, Ankara, 381 sf.
- Dziki, D., Gawlik-Dziki, U., Kordowska-Wiater, M. and Domań-Pytka, M., 2015, Influence of elicitation and germination conditions on biological activity of wheat sprouts, *Journal of Chemistry*, 2015, 1-8.
- Egli, I., Davidsson, L., Juillerat, M. A., Barclay, D. and Hurrell, R. F., 2002, The influence of soaking and germination on the phytase activity and phytic acid content of grains and seeds potentially useful for complementary feeding, *Journal Of Food Science*, 67, 9, 3484-3488.
- El-Adawy, T. A., Rahma, E. H., El-Bedawey, A. A. and El-Beltagy, A. E., 2003, Nutritional potential and functional properties of germinated mung bean, pea and lentil seeds, *Plant Foods for Human Nutrition*, 58 (3), 1-13.
- Elliott, K. and Hobbiger, F., 1959, Gamma aminobutyric acid: circulatory and respiratory effects in different species; Re-investigation of The Anti-Strychnine Action in Mice, *The Journal of Physiology*, 146, 70–84.
- Ertaş, N., 2007, Yemelik baklagiller ve antibesinsel faktörler, *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 21 (41), 85-95.
- Evenari, M., 1984, Seed physiology: from ovule to maturing seed, *The Botanical Review*, 50 (2), 143-169.
- Fahey, J. W., Zhang, Y. and Talalay, P., 1997, Broccoli sprouts: an exceptionally rich source of inducers of enzymes that protect against chemical carcinogens, *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 94, 10367-10372.
- Falciani, G., Fedeli, D., Tiano, L., Calzuola, I., Mancinelli, L., Marsili, V. and Gianfranceschi, G., 2002, Antioxidant activity of wheat sprout extract in vitro: inhibition of DNA oxidative damage, *Journal of Food Science*, 68 (8), 2918-2922.
- Farooqui, A. S., Syed, H. M., Talpade, N. N., Sontakke, M. D. and Ghatge, P. U., 2018, Influence of germination on chemical and nutritional properties of Barley flour, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7 (2), 3855-3858.



- Fazaeli, H., Golmohammadi, H. A., Tabatabayee, S. N. and Asgari-Tabrizi, M., 2012, Productivity and nutritive value of barley green fodder yield in hydroponic system, *World Applied Science Journal*, 16 (4), 531-539.
- Fernandez-Orozco, R., Frias, J., Zielinski, H., Piskula, M. K., Kozłowska, H. and Vidal-Valverde, C., 2008, Kinetic study of the antioxidant compounds and antioxidant capacity during germination of *Vigna radiata* cv. emerald, *Glycine max* cv. Jutro and *Glycine max* cv. merit, *Food Chemistry*, 111, 622-630.
- Finney, P. L., 1982, Effect of germination on cereal and legume nutrients changes and food or feed value: comprehensive review, *Recent Advances of Phytochemistry*, 17, 229-308.
- Fouad, A. A. and Ali Rehab, F. M., 2015, Effect of germination time on proximate analysis, bioactive compounds and antioxidant activity of lentil (*lens culinaris medik.*) sprouts, *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 14 (3), 233-246.
- Francis, F. J., 1998, Food analysis, colour analysis, ed: Nielsen S. S., *An Aspen Publishers*, Maryland, Gaithersnurg, USA, 599-612.
- Fратиanni, F., Cardinale, F., Cozzolino, A., Granese, T., Albanese, D., Matteo, M., Zaccardelli, M., Coppola, R. and Nazzaro, F., 2014, Polyphenol composition and antioxidant activity of different grass pea (*Lathyrus sativus*), lentils (*Lens culinaris*), and chickpea (*Cicer arietinum*) ecotypes of the Campania region (Southern Italy). *Journal of Functional Foods*, 7, 551-557.
- Frias, J., Gulewicz, P., Martinez-Villaluenga, C., Pilarski, R., Blazquez, E., Jiménez, B., Gulewicz, K. and Vidal-Valverde, C., 2009, Influence of germination with different selenium solutions on nutritional value and cytotoxicity of lupin seeds, *Agriculture and Food Chemistry*, 57 (4), 1319-1325.
- Gabriel, A. A., Berja, M. C., Estrada, A. M. P., Lopez, M. G. A. A., Nery, J. G. B. and Villaflor, E. J. B., 2007, Microbiology of Retail Mung-bean Sprouts Vended in Public Markets of National Capital Region, Philippines, *Food Control*, 18, 1307-1313.
- Gamez-Meza, N., Noriega-Rodriguez, J. A., Medina-Juarez, L. A., Ortega Garcia, J., Cazarez-Casanova, R. and Angulo-Guerrero, O., 1999, Antioxidant activity in soybean oil of extracts from thompson grape bagasse, *Journal of the American Oil Chemists Society (JAOCS)*, 76, 1445-1447.
- Gao, L., Wang, S., Oomah, B. D. and Mazza, G., 2002, Wheat quality: Antioxiandt activity of wheat millstreams, in: *Wheat quaality Elucidation*, eds. P. Ng and C. W. Wrigley, *AACC International*, St. Paul. MN., 219-233.
- Gawlik-Dziki, U., Dziki, D., Nowak, R., Swieca, M. and Olech, M., 2016, Influence of sprouting and elicitation on phenolic acids profile and antioxidant activity of wheat seedlings, *Journal of Cereal Science*, 70, 221-228.

- Gharachorloo, M., Tarzi, B. G., Baharinia, M. and Hemaci, A. H., 2012, Antioxidant activity and phenolic content of germinated lentil (*Lens culinaris*), *Journal of Medicinal Plants Research*, 6 (30), 4562-4566.
- Ghavidel, R. A. and Prakash, J., 2007, The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, in vitro iron and calcium bioavailability and in vitro starch and protein digestibility of some legume seeds, *Learning with Technologies*, 40 (7), 1292–1299.
- Ghumman, A., Kaur, A. and Singh, N., 2016, Impact of germination on flour, protein and starch characteristics of lentil (*Lens culinari*) and horsegram (*Macrotyloma uniflorum L.*) lines, *Food Science and Technology*, 65, 137-144.
- Guggenheim, K. and Szmelcman, S., 1965, Protein-rich mixture based on vegetable foods available in middle eastern countries, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 13, 148-151.
- Guillon, F. and Champ, M., M., J., 2002, Carbohydrate fractions of legumes: uses in human nutrition and potential for health, *British Journal of Nutrition*, 88 (3), 293–306.
- Hahm, T. S., Park, S. J. and Lo, Y. M., 2009, Effects of germination on chemical composition and functional properties of sesame (*Sesamum indicum L.*) seeds, *Bioresource Technology*, 100, 1643–1647.
- Harland, B. F. and Harland, D. J., 1980, Fermentative reduction of phytale in rye, white and whole wheat breads, *Cereal Chemistry*, 57 (3), 226-229.
- Harmuth, A. E. and Bognar, A. E., 1987, The influence of germination on the nutritional value of wheat, mung beans and chickpeas, *Z Lebensm Unters Forsch*, 185, 386-393.
- Haug, W. and Lantzsich, H. J., 1983, Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal product, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34, 1423-1426.
- Hsu, C. K., Chiang, B. H., Chen, Y. S., Yang, J. H. and Liu, C. L., 2008, Improving the antioxidant activity of buckwheat (*Fagopyrum tataricm Gaertn*) sprout with trace element water, *Food Chemistry*, 108, 633-641.
- Jom, N. K., Frank, T. and Engel, K. H., 2011, A metabolite profiling approach to follow the sprouting process of mung beans (*Vigna radiata*), *Metabolomics*, 7, 102–117.
- Kadlec, P., Rubecova, A., Hinkova, A., Kaasova, J., Bubnik, Z. and Pour, V., 2001, Processing of yellow pea by germination, microwave treatment and drying, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2 (2), 133-137.
- Kanauchi, O., Araki, Y., Andoh, A., Iwanaga, T., Maeda, N., Mrrysuyama, K., Bamba, T. and Hibi, T., 2000, Effect of germinated barley foodstuff administration on mineral utilization in rodents, *Journal of Gastroenterology*, 35, 188-194.

- Kanmaz, E. Ö. ve Ova, G., 2014, Filizlenme işleminin fitokimyasal bileşikler üzerine etkisi, *Gıda*, 39 (1), 49-56.
- Kanmaz, E. Ö., 2017, Yenilebilir tohum filizleri, *Sidas Medya*, İzmir-Çankaya, 3-148.
- Kapum, N., Phimphilai, S., Srichairatanakool, S. and Varith, J., 2011, Reduction in antioxidant properties lost during processing of a powdered beverage from young organic rice plants, *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 4 (06), 388-398.
- Karaşahin, M., 2015, Topraksız ortamda yetiştirilen bazı tahılların çim suyu verim ve besin değerleri, *Journal Institute of Science and Technology*, 5(4), 57-64.
- Kavas, A. and El, S. N., 1991, Nutritive value of germinated mung beans and lentils, *Journal of Consumer Studies and Home Economics*, 15, 357-366.
- Khalil, A. H. and Mansour, E. H., 1995, The effect of cooking, autoclaving and germination on the nutritional quality of faba beans, *Food Chemistry*, 54 (2), 177-182.
- Khalil, A. W., Zeb, A., Mahmood, F., Tariq, S., Khattak, A. B. and Shah, H., 2007, Comparison of sprout quality characteristics of desi and kabuli type chickpea cultivars (*Cicer arietinum L.*), *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie -Food Science and Technology*, 40, 937-945.
- Khattak, A. B., Zeb, A. and Bibi, N., 2008, Impact of germination time and type of illumination on carotenoid content, protein solubility and in vitro protein digestibility of chickpea (*Cicer arietinum L.*) sprouts, *Food Chemistry*, 109, 797-801.
- Khattak, A. B., Zeb, A., Bibi, N., Khalil, S.A. and Khattak, M. A., 2007a, Influence of germination techniques on phytic acid and polyphenols content of chickpea (*Cicer arietinum L.*) sprouts, *Food Chemistry*, 104 (3), 1074-1079.
- Khattak, A. B., Zeb, A., Khan, M., Bibi, N., Ihsanullah and Khattak, M. A., 2007b, Influence of germination techniques on sprout yield, biosynthesis of ascorbic acid and cooking ability, in Chickpea (*Cicer arietinum L.*), *Food Chemistry*, 103, 115-120.
- Kim, D. K., Jeong, S. C., Gorinstein, S. and Chon, S. U., 2012, Total Polyphenols, Antioxidant and Antiproliferative Activities of Different Extracts in Mungbean Seeds and Sprouts, *Plant Foods Human Nutrition*, 67, 71-75.
- Kim, E. H., Kim, S. H., Chung, J. I., Chi, J. H., Kim, Y. A. and Chung, I. M., 2004, Analysis of phenolic compounds and isoflavones in soybean seeds (*Glycine max (L.) Merrill*) and sprouts grown under different conditions, *European Food Research Technology*, 222, 201-208.
- Kim, S. J., Zaidul, I. S. M., Maeda, T., Suzuki, T., Hashimoto, N., Takigawa, S., Noda, T., Matsuura-Endo, C. and Yamauchi, H., 2007, A time-course study of flavonoids in the sprouts of tartary (*Fagopyrum tataricum Gaertn.*) buckwheats, *Scientia Horticulturae*, 115, 13-18.

- Kulkarni, S. D., Tilak, J. C., Acharya, R., Rajukar, N. S., Devasagayam, T. P. A. and Reddy, A. V. R., 2005, Evaluation of the antioxidant activity of wheatgrass (*Triticum aestivum*) as a function of growth under different conditions, *Phytotherapy Research*, 20, 218-227.
- Kumar, V., Rani, A., Pandey, V. and Chauhan, G. S., 2006, Changes in lipoxygenase isozymes and trypsin inhibitor activity in soybean during germination at different temperatures, *Food Chemistry*, 99 (3), 563-568.
- Lee, S. J., Ahn, J. K., Kahnh, T. D., Chun, S. C., Kim, S. L., Ro, H. M., Song, H. K. and Chung I. M., 2007, Comparison of isoflavone concentrations in soybean (*Glycine max (L.) Merrill*) sprouts grown under two different light conditions, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 55, 9415–9421.
- Lopez-Amoros, M. L., Hernandez, T. and Estrella, I., 2006, Effect of germination on legume phenolic compounds and their antioxidant activity, *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 277–283.
- Lv, Q., Yang, Y., Zhao, Y., Gu, D., He, D., Yili, A., Ma, Q., Cheng, Z., Gao, Y., Aisa, H., A. and Ito, Y., 2009, Comparative study on separation and purification of isoflavones from the seeds and sprouts of chickpea by HSCCC, *Journal of Liquid Chromatography and Related Technologies*, 32 (19), 2879-2892.
- Ma, Z., Boye, J. I., Simpson, B. K., Prasher, S. O., Monpetit, D. and Malcolmson, L., 2011, Thermal processing effects on the functional properties and microstructure of lentil, chickpea, and pea flours, *Food Research International*, 44, 2534–2544.
- Mao, J. J., Dong, J. F. and Zhu, M. Y., 2005, Effect of germination conditions on ascorbic acid level and yield of soybean sprout, *Journal Science Food Agriculture*, 85, 943-947.
- Marsili, V., Isabella, C. and Luigi, G. G., 2004, Nutritional relevance of wheat sprouts containing high levels of organic phosphates and antioxidant compounds. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 38 (2), 123-126.
- Marston, T. and De Rouche, J., 2004, Feeding low-test-weight and sprouted, Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, *Department of Animal Sciences and Industry*, 9, 1-4.
- Martin-Cabrejas, M. A., Diaz M. F., Aguilera, Y., Benitez, V., Molla, E. and Esteban, R. M., 2008, Influence of germination on the soluble carbohydrates and dietary fibre fractions in non-conventional legumes, *Food Chemistry*, 107, 1045–1052.
- Martinez-Villaluenga, C., Frias, J. and Vidal-Valverde, C., 2008a, Alpha- galactosides: antinutritional factors or functional ingredients?, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 301–316.
- Martinez-Villaluenga, C., Frias, J., Gulewicz, P., Gulewicz, K. and Vidal-Valverde, C., 2008b, Food safety evaluation of broccoli and radish sprouts, *Food Chemistry Toxicology*, 46 (5), 1635-644.

- Márton, M., Mándoki, Z., Csapl –Kiss, Zs. and Csapo, J., 2010, The role of sprouts in human nutrition, A review, *Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria*, 3, 81-117.
- Megat Rusydi, M. R., Noraliza, C. W., Azrina, A. and Zulkhairi, A., 2011, Nutritional changes in germinated legumes and rice varieties, *International Food Research Journal*, 18 (2), 705-713.
- Montville, R. and Schaffner, D., 2005, Monte carlo simulation of pathogen behavior during the sprout production process, *Applied and Enviromental Microbiology*, 71, 746-753.
- Moriyama, M. and Oba, K., 2004, Sprouts as antioxidant food resources and young people's taste for them, *BioFactors*, 21, 247-249.
- Mussatto, S. I. and Mancilha, I. M., 2007, Non-digestible oligosaccharides: A review, *Carbohydrate Polymers*, 68, 587–597.
- Narsih, Yunianta and Harijono, 2012, The study of germination and soaking time to improve nutritional quality of sorghum seed, *International Food Research Journal*, 19 (4), 1429–1432.
- Ogawa, M., Tanaka, K. and Kasai, Z., 1979, Phytic acid formation in dissected ripening rice grains, *Agricultural Biological Chemistry*, 43 (10), 2211-2213.
- Oh, S. H., 2003, Stimulation of  $\gamma$ -aminobutyric acid synthesis activity in brown rice by a chitosan/glutamic acid germination solution and calcium/calmodulin, *Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 36, 319–325.
- Özkaynak, E., 2011, Türkiye’de yetiştirilen bazı yağlık keten tohumlarının ve filizlerinin biyoaktif bileşikler açısından incelenmesi üzerine bir araştırma, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 5-94.
- Öztürk, İ., 2008, Çimlendirilmiş buğday tanesinin kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve doğal katkı maddesi olarak değerlendirilme imkanlarının araştırılması, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 6-62.
- Pasko, P., Barton, H., Zagrodzki, P., Gorinstein, S., Folta, M. and Zachwieja, Z., 2009, Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth, *Food Chemistry*, 115, 994–998.
- Pekşen, E. ve Artık, C., 2004, Antibesinsel maddeler ve yemeklik tane baklagillerin besleyici değerleri, *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (2), 110-120.
- Perty, B., Szymczyk T. and Lesca P., 1992, Mechanizma of antimutagenicity of wheat sprout extracts, *Mutation Research*, 269, 201-215.
- Piernas, V. and Guiraud J. P., 1997, Disinfection of rice seeds prior to sprouting, *Journal of Food Science*, 62 (3), 611-615.
- Plaza, L., Ancos B. and Cano M. P., 2003, Nutritional and health-related compounds in sprouts and seeds of soybean (*Glycine max*), wheat (*Triticum aestivum*) and

- alfalfa (*Medicago sativa*) treated by a new drying method, *European Food Research Technology*, 216, 138-144.
- Randhir, R., Lin, Y. T. and Shetty, K., 2004, Stimulation of phenolics, antioxidant and antimicrobial activities in dark germinated mung bean sprouts in response to peptide and phytochemical elicitors, *Process Biochemistry*, 39, 637–646.
- Saleh, H. M., Hassan, A. A., Mansour, H. E., Fahmy, H. A., El-Fath, A. and El-Bedaway, A., 2017, Melatonin, phenolics content and antioxidant activity of germinated selected legumes and their fractions, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, In Press.
- Salem, A. A., El-Bostany, A. N., Al-Askalany, S. A. and Thabet, H. A., 2014, Effect of domestic processing methods of some legumes on phytochemicals content and in vitro bioavailability of some minerals, *Journal of American Science*, 10, 276–288.
- Sharma, R. R., Demirci, A., Beuchat, L. R. and Fett, W. F., 2002, Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 on inoculated alfalfa seeds with ozonated water and heat treatment, *Journal of Food Protection*, 65, 447-451.
- Shelp, B. J., Mullen, R. T. and Waller, J. C., 2012, Compartmentation of GABA metabolism raises intriguing questions, *Trends in Plant Science*, 17, 57–59.
- Singh, U., 1988, Antinutritional factors of chickpea and pigeonpea and their removal by processing, *Plant Foods for Human Nutrition*, 38, 251-261.
- Siro', I., Ka'polna, E., Ka'polna, B. and Lugasi, A., 2008, Functional food: product development, marketing and consumer acceptance- A review, *Appetite*, 51, 456–467.
- Sivritepe, H. Ö., 2010, Tohum filizi teknolojisi, *Bursa Tarım Kongresi-2010*, Bursa, 73-82.
- Sivritepe, H. Ö., 2011, Tohum canlılığının değerlendirilmesi, *Alatarım*, 10 (2), 94-105.
- Slinkard, K. and Singelton, V. L., 1977, Total phenolic analysis, automation and comparison with manual methods, *American Journal of Enology and Viticulture*, 28 (1), 49-55.
- Sneath, R. and McIntosh, F., 2003, Review of hydroponic fodder production for beef cattle, Meat and Livestock Australia Limited, North Sydney NSW, 17-27.
- Srivastava, L., 2002, Plant growth and development: hormones and environment, *Academic Press*, CA.
- Sung, H. G., Shin, H. T, Ha, J. K., Lai, H. L., Cheng, K. J. and Lee, J.H., 2005, Effect of germination temperature on characteristics of phytase production from barley, *Bioresource Technology*, 96, 1297-1303.
- Surrey, K., 1964, Spectrophotometric method for determination of lipoxidase activity, *Plant Physiology*, 39 (1), 65-71.

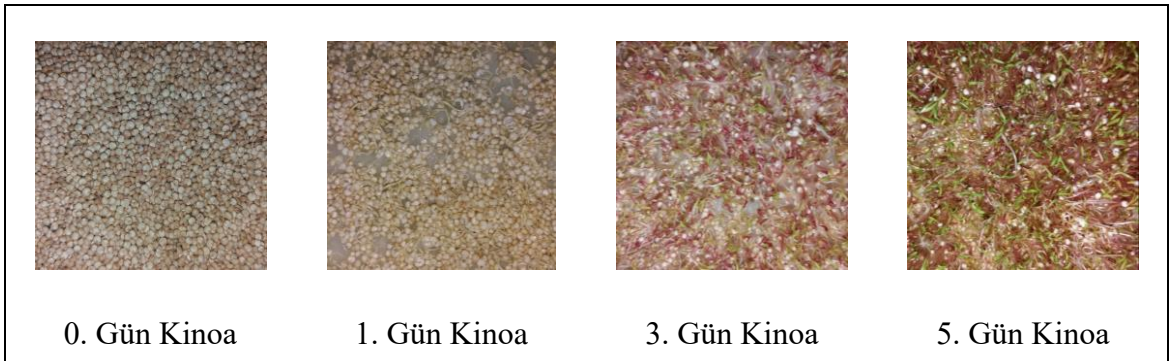
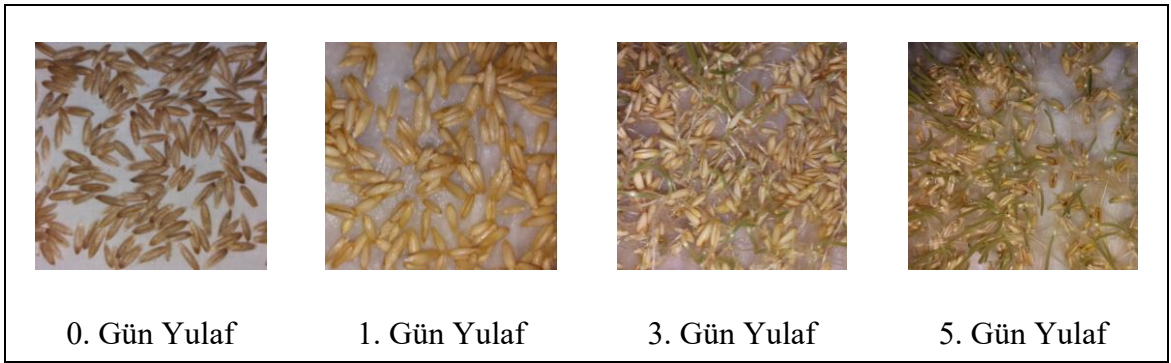
- Tabekhia, M. M., and Luh, B. S., 1980, Effect of germination, cooking, and canning on phosphorus and phytate retention in dry beans, *Journal of Food Science*, 45, 406-408.
- Talas-Ogras, T., 2004, Screening antimicrobial activities of basic protein fractions from dry and germinated wheat seeds, *Biologia Plantarum*, 48 (4), 583-588.
- Tangüler, H., Eleroğlu, H., Özer, E. A. ve Işıklı, N. D., 2015, Unutulmak üzere olan geleneksel tatlımız: Uğut, *Turkish Journal Of Agriculture-Food Science And Technology*, 3 (7), 604-609.
- Tarzi, B. G., Gharachorloo, M., Baharinia, M. and Mortazavi, S. A., 2012, The effect of germination on phenolic content and antioxidant activity of chickpea, *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 11 (4), 1137-1143.
- Tian, B., Xie, B., Shi, J., Wu, J., Cai, Y., Xu, T., Xue, S. and Deng, Q., 2010, Physicochemical changes of oat seeds during germination, *Food Chemistry*, 119, 1195-1200.
- Tilak, J. C., Banerjee, M., Mohan, H. and Devasagayam, T. P. A., 2004, Antioxidant availability of turmeric in relation to its medicinal and culinary uses, *Phytother Research*, 18, 798-804.
- Tok, H., 2017, Tahıl ve baklagil çimlerinin ekmek ve bisküvi üretiminde kullanım olanakları, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 57-96.
- Turan, A., 2013, Çimlendirilmiş esmer pirinç keki üretiminin biyoaktif bileşenlere etkisi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 3-60.
- Türk, Ö., 2009, Bazı kuru baklagillerin oligosakkarit içerikleri üzerine pişirme ve çimlendirmenin etkisi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 1-54.
- Türker, İ., 1974, Fermantasyon teknolojisi, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 185, 87-105.
- Vanderstoep, J., 1981, Effect of germination on the nutritive value of legumes, *Food Technology*, 3, 83-85.
- Velioğlu, S., 2000, Doğal antioksidanların insan sağlığına etkileri, *Gıda*, 25 (3), 167-176.
- Vidal-Valverde, C., Frias, J., Sierra, I., Blazquez, I., Lambein, F. and Kuo, Y. H., 2002, New functional legume foods by germination: effect on the nutritive value of beans, lentils and peas, *European Food Research and Technology*, 215 (6), 472-477.
- Wanasundara, P. K. J. P. D., Wanasundara, U. N. and Shahidi, F., 1999, Changes in flax (*Linum usitatissimum L.*) seed lipids during germination, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76, 41-48.

- Wilhelmson, A., Oksman-Caldentey, K. M., Laitila, A., Suortti, T., Kaukovirta-Norja, A. and Poutanen, K., 2001, Development of a germination process for producing high  $\beta$ -glucan, Whole Grain Food Ingredients From Oat, *Cereal Chemistry*, 78, 715-720.
- Yang, F., 2000, Nutritional evaluation of germinated wheat and its use in a nutritional bar, Thesis of Master of Science, Edmonton, Canada, 89-106.
- Yang, F., Basu, T. K. and Ooraikul, B., 2001, Studies on germination condition and antioxidant contents of wheat grain, *International Journal Food Science Nutrition*, 52 (4), 319-330.
- Yaqoob, S., Baba, W. N., Masoodi, F. A., Shafi, M. and Bazaz, R., 2018, Effect of sprouting on cake quality from wheat–barley flour blends, *Springer Science*, 12, 1253–1265.
- Yeo, J. and Shahidi, F., 2017, Effect of hydrothermal processing on changes of insoluble-bound phenolics, *Journal of Functional Foods*, 38, 716–722.
- Yetim, H., Öztürk, İ., Törnük, F., Sağdıç, O. ve Hayta, M., 2010, Yenilebilir bitki ve tohum filizlerinin fonksiyonel özellikleri, *Gıda*, 35 (3), 205-210.
- Yıldız, S., 1996, Soya filizi üretim koşullarının belirlenmesi üzerine araştırma, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 12-36.
- Young, G., Mebrahtu, T. and Johnson, J., 2000, Acceptability of green soybeans as a vegetable entity, *Plant Foods for Human Nutrition*, 55, 323–333.
- Zhang, Y., Munday, R., Jobson, H. E., Munday, C. M., Lister, C., Wilson, P., Fahey J. W. and Fauceglia, P. M., 2006, Induction of GST and NQO1 in cultured bladder cells and in the urinary bladders of rats by an extract of broccoli (*Brassica oleracea* spp *italica*), Sprouts, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 54, 9370-9376.
- Zilic, S., Basic, Z., Sukalovic, V. H. T., Maksimovic, V., Jankovic, M., and Filipovic, M., 2014, Can the sprouting process applied to wheat improve the contents of vitamins and phenolic compounds and antioxidant capacity of the flour, *International Journal of Food Science and Technology*, 49, 1040-1047.



**EKLER**

**EK-1** Farklı tahıl ve baklagil tanelerinin ve 4 farklı çimlendirme süresinde elde edilen görselleri





0. Gün Amaranant



1. Gün Amaranant



3. Gün Amaranant



5. Gün Amaranant

0. Gün Yeşil  
Mercimek1. Gün Yeşil  
Mercimek3. Gün Yeşil  
Mercimek5. Gün Yeşil  
Mercimek

0. Gün Nohut



1. Gün Nohut



3. Gün Nohut



5. Gün Nohut

0. Gün Maş  
Fasulyesi1. Gün Maş  
Fasulyesi3. Gün Maş  
Fasulyesi5. Gün Maş  
Fasulyesi

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Fatma Nur KILINÇER  
**Uyruğu** : T.C  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : KARABÜK / 09.06.1991  
**Telefon** : 0(505) 7229900  
**e-mail** : f.n.kilincer@gmail.com

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Muhittin Güzelkılıç Lisesi, Meram, KONYA	2009
Üniversite	: Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Taşlıçiftlik, TOKAT	2013
Yüksek Lisans	: Necmettin Erbakan Üniversitesi, Meram, KONYA	2018

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2014-Halen	Sultan Alparslan Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Sultanbeyli, İSTANBUL	Gıda Teknolojisi Öğretmeni/Atölye Şefi

### YABANCI DİLLER

İngilizce (B)

### YAYINLAR

Çiçek, Ü., Karabıyıklı, Ş., Kılınçer, F. N., Yıldırım, A. T., Cevahiroğlu, H., 2014, Vakum ambalajlı olarak soğukta muhafaza edilen dana, kuzu ve tavuk etlerinin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri, Gaziosmanpaşa Üniversitesi *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31 (1), 54-62.

Kılınçer, F. N., Demir, M. K., 2016, Çimlendirilmiş tahıl ve baklagillerin besin değeri ve fonksiyonel özellikleri, *Türkiye 12. Gıda Kongresi*, 05-07 Ekim, Edirne, S721.