



**T.C.**

**HİTİT ÜNİVERSİTESİ**

**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**PSEUDO-TAHILLARDA ÇİMLENDİRME İŞLEMİNİN BİYOAKTİF VE  
ANTİ-BESİNSEL BİLEŞENLERE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Ebrar ALTIKARDEŞ**

**Çorum - 2023**



**PSEUDO-TAHILLARDA ÇİMLENDİRME İŞLEMİNİN BİYOAKTİF VE  
ANTİ-BESİNSEL BİLEŞENLERE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**Ebrar ALTIKARDEŞ**

**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Yüksek Lisans Tezi**

**TEZ DANIŞMANI**

**Dr. Öğr. Üyesi Nihal GÜZEL**

**Çorum 2023**

## KABUL/ONAY SAYFASI

Ebrar ALTIKARDEŞ tarafından hazırlanan "Pseudo-Tahıllarda Çimlendirme İşleminin Biyoaktif ve Anti-Besinsel Bileşenlere Etkisinin İncelenmesi adlı tez çalışması 09/02/2023 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Eda DEMİROK SONCU

.....

Dr. Öğr. Üyesi Nihal GÜZEL (Danışman)

.....

Dr. Öğr. Üyesi Seçil TÜRKSOY

.....

Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunun .../.../..... tarih ve ..... sayılı kararı ile Ebrar ALTIKARDEŞ'in Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.

Prof. Dr. Muhammed Asif YOLDAŞ

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını beyan ederim.

Ebrar ALTIKARDEŞ



# PSEUDO-TAHILLARDA ÇİMLENDİRME İŞLEMİNİN BİYOAKTİF VE ANTI-BESİNSEL BİLEŞENLERE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Ebrar ALTIKARDEŞ

ORCID:0000-0002-7261-2140

HİTİT ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Yüksek Lisans Tezi

Şubat 2023

## ÖZET

Pseudo tahıllar yüksek biyoaktif bileşen içeriğine sahip mikro ve makro elementleri içermeleri nedeniyle besin içeriği yüksek tahıl benzerleri olarak kabul görmektedirler. Ancak yapılarında bulunan fitik asit ve tanenler gibi anti-besinsel bileşenler nedeniyle biyoyararlanımları kısıtlanmaktadır. Pseudo tahılların anti-besinsel içerikleri çimlendirme işlemiyle birlikte azaltılabilmekte böylece besin değeri iyileştirilmekte ve biyoyararlanımları artırılmaktadır. Bu çalışmada tüketiciler tarafından daha çok bilinen pseudo tahıl çeşitleri olan karabuğday (Aktaş, yaygın) ve kinoa (beyaz ve siyah) taneleri çimlendirilmiştir. Karabuğday ve kinoa örneklerinin çimlendirilmesinde proses süresince (0, 12, 24, 48, 72 h) fiziksel (renk), kimyasal (nem, kül, yağ, protein, nişasta), besinsel (toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite) ve anti-besinsel (fitik asit, tanen) bileşenlerde meydana gelen değişimler açısından üç farklı çimlendirme yöntemi (geleneksel, ultrases ve alkali) değerlendirilmiş ve karşılaştırılmıştır. Artan çimlendirme süresiyle birlikte pseudo tahıl örneklerinin renklerinde meydana gelen belirgin değişim alkali çimlendirme yönteminde olmuştur. Çimlendirme işlemiyle birlikte karabuğday ve kinoa örneklerinde makro besinlerin miktarı (protein, yağ, nişasta) azalırken kül miktarında değişim olmamıştır. En yüksek toplam fenolik madde miktarı ve buna paralel olarak antioksidan aktivite değeri ultrases destekli çimlendirilen pseudo tahıllarda belirlenmiştir. Anti-besinsel bir bileşen olan fitik asit konsantrasyonu özellikle ultrases destekli yöntemle çimlendirilen örneklerde azalmıştır. Alkali çimlendirme yöntemi ise bir diğer anti-besinsel bileşen olan tanen miktarını azaltmada en etkili yöntem olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak çimlendirme, anti-besinsel bileşen miktarını azaltarak biyoyararlanımı iyileştirmede ve pseudo tahılların besin değerini artırmada etkili olmuştur.

Çimlendirilmiş pseudo tahıllar ve bunların unları ya da bunlardan üretilen ürünler yüksek besin kalitesine sahip fonksiyonel ürünlerin üretiminde kullanılarak tahılların geleneksel tüketim modellerine önemli bir alternatif oluşturabilirler. Ayrıca, bu ürünler gluten içermeyen yapıları nedeniyle çölyak hastaları için de değerli bir kaynak oluşturmaktadır.

**Anahtar Kavramlar:** Kinoa, Karabuğday, Çimlendirme, Biyoaktif bileşenler, Anti-besinsel bileşenler

**Bilim Kodu:**90808



# **EFFECTS OF GERMINATION ON THE BIOACTIVE AND ANTI-NUTRITIONAL PROPERTIES OF PSEUDOCEREALS**

Ebrar ALTIKARDEŞ

ORCID: 0000-0002-7261-2140

HITIT UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL

Master of Science Thesis

February 2023

## **ABSTRACT**

Pseudocereals are regarded as nutritious grains that provide macro and micronutrients with high bioactive potential. However, the presence of some anti-nutrients such as phytic acid and tannins reduces the bioavailability of these nutrients. Anti-nutrient contents can be decreased by germination to improve the nutritional value of pseudo cereals and increasing the bioavailability of nutrients. In this study, the two common pseudocereal grains, buckwheat (Aktaş, common) and quinoa (white and black) were germinated. Three germination methods (conventional, ultrasound and alkaline) were evaluated and compared during germination (0, 12, 24, 48, 72 h) in terms of changes in physical (colour values), chemical (moisture, ash, lipid, protein, starch), nutritional (total phenolic content, antioxidant activity) and anti-nutritional (tannin, phytic acid) compounds. The colour of pseudo grains was mostly affected by alkaline assisted germination with increasing germination period. The amount of macronutrients (protein, lipid, starch) decreased except the ash content in germinated buckwheat and quinoa grains. Germinated pseudo grains by ultrasound assisted methods have contained highest amount of total phenolic content as well as antioxidant activity. The phytic acid, an anti-nutritional compound, has been decreased by using germination, particularly ultrasonic assisted method. Alkaline germination was significantly more successful in lowering the amount of tannin which is another anti-nutrient. All in all, germination increases the nutritional value of pseudo cereals by reducing the amount of antinutrients and improving the bioavailability of nutrients. As an alternative to conventional grain consumption model, germinated pseudo grains and their flour or processed products can be used for the



development of functional foods with high nutritional qualities. Also, these products may be valuable alternatives for people suffering from celiac disease due to their gluten free nature.

**Key Terms:** Quinoa, Buckwheat, Germination, Bioactive compounds, Anti-nutrient

**Science Code:90808**



## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmam boyunca başta Dr. Öğr. Üyesi Seçil TÜRKSÖY olmak üzere bölüm hocalarıma ve en değerlisi bilgilerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danışsam sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden geleni fazlasıyla sunan, güler yüzü ve samimiyetini benden esirgemeyen kıymetli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Nihal GÜZEL 'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamda kullanılmak üzere tohum temininde yardımcı olan Çorum İl Tarım ve Orman Müdür Yardımcısı Sayın İbrahim BAYKAL'a, analizlerimde yardımcı olan arkadaşlarım, Özge AYDOĞDU'ya ve Cansu EROL'a teşekkürlerimi iletirim.

Hayatımın her kademesinde olduğu gibi eğitim hayatım boyunca da maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Ebrar ALTIKARDEŞ

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xii
RESİMLER DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
GİRİŞ.....	1

### 1. BÖLÜM

#### LİTERATÜR ÖZETİ

1.1. Pseudo Tahılların Kimyasal Bileşimi .....	2
1.2. Karabuğday.....	4
1.3. Kinoa .....	7
1.4. Pseudo Tahıllarda Çimlenme.....	10

### 2. BÖLÜM

#### MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal .....	14
2.2. Kullanılan Kimyasallar.....	14
2.3. Pseudo Tahılların Çimlendirilmesi .....	15
2.4. Pseudo Tahıl Tohumlarının Çimlenme Gücü Tayini.....	16
2.5. Kimyasal Kompozisyon Tayini .....	16
2.6. Rutubet (nem) Miktarı Tayini.....	16
2.7. Renk Tayini .....	16
2.8. Toplam Fenolik Madde Tayini.....	17
2.9. Proantosiyenin (Kondanse Tanen) Tayini .....	18
2.10. Antioksidan Aktivite Tayini.....	19
2.11. Fitik Asit Tayini.....	19
2.12. İstatistiksel Değerlendirme .....	19

### 3. BÖLÜM

#### ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1. Pseudo Tahıl Tohumlarının Çimlenme Gücü (%).....	20
---	----

3.2. Karabuğday ve Kinoanın Kimyasal Kompozisyonu .....	21
3.2.1. Protein miktarı .....	21
3.2.2. Yağ miktarı .....	23
3.2.3. Nişasta miktarı .....	23
3.2.4. Kül miktarı .....	24
3.2.5. Rutubet (nem) Miktarı .....	25
3.3. Renk değerleri .....	26
3.4. Toplam Fenolik Madde Miktarı .....	29
3.5. Kondanse Tanen Miktarı .....	32
3.6. Antioksidan Aktivite .....	34
3. 7. Fitik Asit Miktarı .....	36
<b>SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>39</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>41</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>47</b>
<b>EK-1. Pseudo tahılların çimlenme gücü (%) .....</b>	<b>48</b>
<b>EK-2. Pseudo tahıl örneklerinin protein miktarı istatistiksel değerlendirme sonuçları .....</b>	<b>49</b>
<b>EK-3. Pseudo tahıl örneklerinin yağ miktarı istatistiksel değerlendirme sonuçları .....</b>	<b>51</b>
<b>EK-4. Pseudo tahıl örneklerinin nişasta miktarı istatistiksel değerlendirme sonuçları .....</b>	<b>53</b>
<b>EK-5. Pseudo tahıl örneklerinin kül miktarı istatistiksel değerlendirme sonuçları .....</b>	<b>55</b>
<b>EK-6. Pseudo tahıl örneklerinin nem miktarı istatistiksel değerlendirme sonuçları .....</b>	<b>57</b>
<b>EK-7. Yaygın karabuğday çeşidi (YB) örneğinin renk değerlerinin istatistiksel değerlendirme sonuçları .....</b>	<b>59</b>
<b>EK-8. Aktaş karabuğday çeşidi (AB) örneğinin renk değerleri istatistiksel değerlendirme sonuçları .....</b>	<b>62</b>
<b>EK-9. Beyaz kinoa (BK) örneğinin renk değerleri istatistiksel değerlendirme sonuçları .....</b>	<b>65</b>
<b>EK-10. Siyah kinoa (SK) örneğinin renk değerleri istatistiksel değerlendirme sonuçları .....</b>	<b>68</b>
<b>EK-11. Pseudo tahıl örneklerinin toplam fenolik madde miktarı istatistiksel değerlendirme sonuçları .....</b>	<b>71</b>
<b>EK-12. Pseudo tahıl örneklerinin kondanse tanen miktarı istatistiksel değerlendirme sonuçları .....</b>	<b>73</b>
<b>EK-13. Pseudo tahıl örneklerinin antioksidan aktivite miktarı istatistiksel değerlendirme .....</b>	<b>75</b>
<b>EK-14. Pseudo tahıl örneklerinin fitik asit miktarı istatistiksel değerlendirme sonuçları .....</b>	<b>77</b>

## TABLULAR DİZİNİ

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
<b>Tablo 1. 1.</b> Tahıl ve pseudo tahılların kimyasal bileşimi.....	3
<b>Tablo 1. 2.</b> Pseudo ve geleneksel tahılların amino asit dağılımı. ....	6
<b>Tablo 1. 3.</b> Pseudo ve geleneksel tahılların mineral, vitamin içerikleri.....	7
<b>Tablo 1. 4.</b> Kinoa ve mısır yağ asit dağılımı .....	10



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1. 1. Tohum taslağı görünümü.....	2
Şekil 1. 2. Karabuğday yetiştiriciliği .....	4
Şekil 1. 3. Dünya kinoa üretim miktarı.....	8
Şekil 2. 1. Karabuğday ve kinoa örneklerinin çimlendirilmesi .....	15
Şekil 2. 2. Gallik asit kalibrasyon eğrileri (a, karabuğday; b, kinoa) .....	18
Şekil 3. 1. Pseudo tahıllarda çimlenme gücü.....	20
Şekil 3. 2. Farklı yöntemlerle çimlendirilen pseudo tahıl örneklerinin protein miktarları.....	22
Şekil 3. 3. Farklı yöntemlerle çimlendirilen pseudo tahıl örneklerinin nem miktarları.....	26
Şekil 3. 4. Aktaş karabuğday çeşidi $L^*$ değeri .....	27
Şekil 3. 5. Aktaş karabuğday $a^*$ değeri.....	28
Şekil 3. 6. Beyaz Kinoa $b^*$ değeri .....	28
Şekil 3. 7. Yaygın karabuğday toplam fenolik madde miktarları.....	31
Şekil 3. 8. Beyaz kinoa toplam fenolik madde miktarları .....	31
Şekil 3. 9. Yaygın karabuğday kondanse tanen miktarları.....	33
Şekil 3. 10. Siyah kinoa kondanse tanen miktarları .....	33
Şekil 3. 11. Yaygın karabuğday antioksidan aktivite miktarları .....	35
Şekil 3. 12. Kinoa örneklerinin antioksidan aktivite miktarları .....	36
Şekil 3. 13. Beyaz kinoa çeşidi fitik asit miktarları.....	37
Şekil 3. 14. Siyah kinoa çeşidi fitik asit miktarları .....	37

## RESİMLER DİZİNİ

Resim	Sayfa
Resim 1. 1. Karabuğday tohumları.....	5
Resim 1. 2. Kinoa bitkisi ve tohumunun görüntüsü.....	9
Resim 1. 3. Tohum çimlenme süreci.....	11
Resim 1. 4. Geleneksel çimlendirme metotları (a) Kavanoz metodu, (b) Örtü metodu, (c)Tepsi metodu.....	12
Resim 2. 1. Aktaş çeşidi karabuğday.....	14

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

°C	Santigrat derece
µg	Mikrogram
µm	Mikron
ACOH	Asetik asit
cm	Santimetre
dk	Dakika
g	Gram
h	Saat
HCl	Hidroklorik asit
kHz	Kilohertz
L	Litre
MeOH	Metil alkol
mg	Miligram
MHz	Megahertz
min	Minimum
mL	Mililitre
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Sodyum karbonat
NaC	Sodyum klorür
NaOH	Sodyum hidroksit
nm	Dalga boyu
p	Varyans
W	Watt



## Kısaltmalar

AB	Aktaş karabuğday
BK	Beyaz kinoa
Ca	Kalsiyum
CE	Kateşin eşdeğeri
Cu	Bakır
DPPH	(2,2-difenil-1-pikrilhidrazil)
DW	Kuru madde
Fe	Demir
GAE	Gallik asit eşdeğeri
Mg	Magnezyum
Mn	Manganez
SK	Siyah kinoa
TEAC	Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi
TPC	Toplam fenolik konsantrasyonu
YB	Yaygın karabuğday
Zn	Çinko

## GİRİŞ

Tahıllar yüzyıllardır insan beslenmesinin en önemli öğelerinden biri olmuştur. Tahıl benzeri olarak adlandırılan pseudo tahıllar, çift çenekli bitkiler sınıfında yer almakta ve besinsel içerikleri açısından tahıllara eş değer kabul edilmektedir. Bu nedenle geleneksel tahıllara kıyasla dünya genelinde daha az tüketilen pseudo tahıllar günümüzde önemli bir diyet bileşeni olarak dikkat çekmektedir. Pseudo tahıllar gluten içermedikleri için özellikle çölyak hastalarına iyi bir besinsel alternatif olarak da sunulmaktadır. Pseudo tahılların başlıcaları karabuğday, kinoa ve amaranttır. Bu tahıllar içerisinde kinoanın yağ içeriği ve yağ asit dağılımı açısından geleneksel tahıllara kıyasla daha zengin olduğu bilinmektedir. Kinoanın özellikle lizin amino asiti açısından zengin oluşu fonksiyonel gıda olarak adlandırılmasına sebep olmaktadır. Amarant ise besinsel lif miktarı açısından oldukça zengin bir pseudo tahıldır. Karabuğday yağ miktarı açısından buğday ve pirinçten, protein içeriği açısından ise pirinç ve mısırdan daha zengin bir kaynak olarak geleneksel tahıllara alternatif oluşturmaktadır. Karabuğday ayrıca dengeli amino asit dağılımı ile de insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Pseudo tahıllar aynı zamanda biyoaktif bileşenler açısından da önemli bir kaynak olarak değerlendirilmektedir. Ancak pseudo tahılların bileşiminde yer alan anti-besinsel içeriklerin (fitik asit, tanen) bu tahıllarda sindirilebilirliği dolayısıyla biyoyararlanımı kısıtladığı bilinmektedir. Sindirilebilirlik ve biyoyararlanımı artırmak fermantasyon, ekstrüzyon, patlatma, suda bekletme ve çimlendirme gibi bazı ön işlemlerle mümkün olabilmektedir.

Çimlendirme işleminin, tahılların fenolik madde miktarını ve antioksidan aktivitesini arttırdığı bilinmektedir. Ayrıca, çimlendirme ile birlikte fitaz aktivitesi artarak fitik asit miktarı azalmaktadır. Böylece Zn, Fe, Mn, Mg, Ca, Cu, Co gibi pek çok minerale yararlanım da artmaktadır. Günümüzde biyoyararlanımı en etkin şekilde artırabilmek için geleneksel çimlendirmenin yanında farklı çimlendirme yöntemleri de geliştirilmektedir. Bu yöntemlerin başlıcaları ultrases destekli suda bekletme ve alkali suda bekletmedir.

Çalışmamızda materyal olarak kullanılan farklı karabuğday ve kinoa örneklerinde, geleneksel çimlendirme işleminin yanı sıra alkali ve ultrases destekli çimlendirme yöntemleri kullanılarak farklı çimlendirme işlemlerinin biyoaktif ve anti-besinsel bileşenlere etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, farklı yöntemlerle (geleneksel, alkali, ultrases) ve farklı sürelerde (0, 12, 24, 48, 72 h) çimlendirilen pseudo tahıl örneklerinde çimlenme gücü, kimyasal kompozisyon (protein, yağ, kül, nişasta) ve renk özelliklerinin yanı sıra toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite, kondanse tanen ve fitik asit miktarlarındaki değişimler incelenmiştir. Çalışma sonucunda pseudo tahılların biyoyararlanımının artırılması için etkin bir çimlendirme yönteminin belirlenerek, glutensiz beslenme ihtiyacı ve özellikle düşük gelirli ülkelerdeki yeterli beslenememe sorununa fonksiyonel bir çözüm üretilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca çalışmamızın bu konuda ileride yapılacak çalışmalara kaynak oluşturması da umulmaktadır.

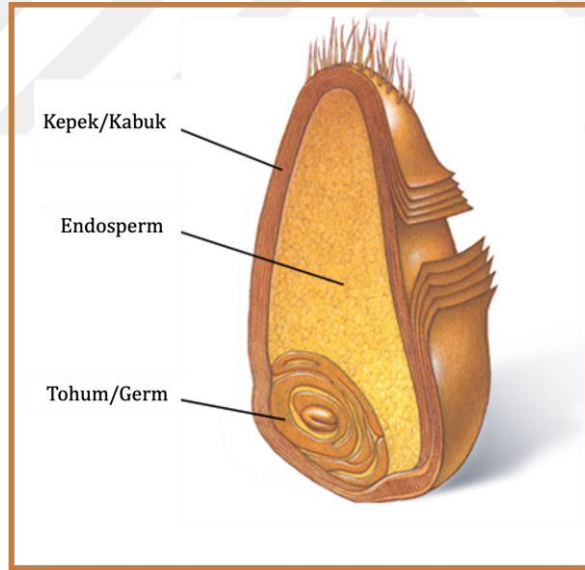
## 1. BÖLÜM

### LİTERATÜR ÖZETİ

#### 1.1. Pseudo Tahılların Kimyasal Bileşimi

Dünyada en çok tüketilen gıda olan tahıllar *Gramineae (Poaceae)* familyasında, çift çenekli bitkiler sınıfında yer almaktadır (Bhargava ve Srivastava, 2019). Tahılların tüketim tercihlerinin başında, ekonomik ve uzun süre depolanabilir olmaları gelmektedir. Bunun yanı sıra tahıllar besinsel içerikleri nedeniyle de özellikle gelişmekte olan ülkelerde ana besin kaynağı sınıfında yer almaktadır.

Tahıllar tohumları yenebilen taneli bitkiler olarak sınıflandırılmaktadır. Tahılların tohum taslağı, perikarp, endosperm ve embriyo olmak üzere üç ana katmandan oluşmaktadır (Şekil 1.1.). Perikarp en dış katman olup, kavuz, alöron tabakası gibi alt katmanları çevrelemektedir. Embriyo ise germ olarak adlandırılan en iç katmandır. Orta kısım ise endospermdir ve tohumun en geniş alanı olarak protein bakımından zengindir (Lasztity, 1999; Steadman ve ark., 2000).



**Şekil 1. 1.** Tohum taslağı görünümü (Eti, 2019 kaynağından revize edilmiştir)

Yüksek besinsel içerikleri ile en çok tüketilen tahılların başında, buğday (*Triticum spp.*), pirinç (*Oryza sativa*) ve mısır (*Zea mays*) yer almaktadır (De Bock ve ark., 2021). Tahıl tanesinde temel bileşen ve enerji kaynağı olan karbonhidratlar yaklaşık %75 oranında bulunmaktadır (McKevith, 2004). Karbonhidrat içeriği genellikle polisakkaritlerden, polisakkaritlerin çoğunluğunu oluşturan nişasta içeriği ise dirençli nişasta ve selülozdan oluşmaktadır (Coşkun ve Bahar, 2020). Tahıllarda karbonhidratların yanı sıra protein değeri de oldukça yüksektir (Kılınçer, 2018). Buğday, arpa, çavdar gibi yaygın tüketilen tahıllarda temel depo proteini

gliadin ve glutenin protein fraksiyonlarından oluşan glutendir. Ancak gluten proteini bazı kişilerde sindirim bozukluklarına yol açan çölyak hastalığına neden olmaktadır. Mısır, pirinç gibi tahıllar ise gluten içermemektedir. Bu nedenle çölyak hastaları tahıl tüketiminde sadece mısır ve pirinç ağırlıklı beslenme alışkanlığı kazanmıştır (Köten ve ark., 2022). Son yıllarda gluten içermeyen tahıl arayışı giderek artmaktadır. Gluten içermeyen tahıl benzeri pseudo tahıllar bu arayışa alternatif oluşturmaktadır. Bu sebeple glutene karşı hassasiyeti olan bireyler tarafından pseudo tahılların besin kaynağı olarak tercih edilirlikleri giderek artmaktadır. Çift çenekli bitki sınıfında yer alan pseudo tahılların, besinsel içeriklerinin pek çok yönden tahıllara eş değer olduğu bilinmektedir (Tablo 1.1.). İlâveten yapılan çalışmalarda tahıl benzeri olarak adlandırılan pseudo tahılların özellikle protein ve anti-besinsel bileşenler açısından daha iyi bir kaynak olduğu da belirlenmiştir (Olçay ve Demir, 2022). Nitekim, pseudo tahıllar yüksek besinsel içerikleri nedeniyle özellikle düşük gelirli ülkelerde ana besin kaynağı olarak tüketilmektedir. Dünya genelinde üretimi ve tüketimi en fazla olan pseudo tahıl çeşitleri ise karabuğday (*Fagopyrum esculentum*), kinoa (*Chenopodium quinoa*) ve amarant (*Amaranthus* spp.) gibi taneli bitkilerdir (Thakur ve Kumar, 2019).

**Tablo 1. 1.** Tahıl ve pseudo tahılların kimyasal bileşimi (Filho ve ark., 2017; Harnandez-Ledesma, 2019).

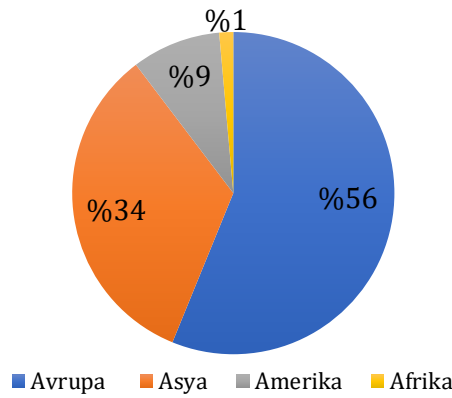
<b>Kimyasal Bileşim (g/100 g DW)</b>	<b>Buğday</b>	<b>Pirinç</b>	<b>Mısır</b>	<b>Kinoa</b>	<b>Karabuğday</b>	<b>Amarant</b>
<b>Protein</b>	15	6,5	9,5	14,5	13	16,5
<b>Karbonhidrat</b>	70	80	75	64	70	-
<b>Yağ</b>	2,5	0,5	4,5	6	3,1	5,2
<b>Besinsel lif</b>	-	-	7,3	7	10	20,6
<b>Kül</b>	1,8	0,6	1,2	2,5	1,8	1,6

Tablo 1.1.'de sunulan kuru madde üzerinden ortalama protein değerleri incelendiğinde karabuğday (%13) ve kinoanın (%14,5) protein miktarı açısından buğdaya (%15) eş değer sayılabileceği görülmektedir. Benzer şekilde karbonhidrat miktarı bakımından da pseudo tahılların buğdaya eş değer olduğu belirlenmiştir. Fakat oransal olarak benzerlik gösterse de pseudo tahılların karbonhidrat dağılımları geleneksel tahıllardan farklıdır. Tahıllarda karbonhidrat yapısı polisakkaritlerden oluşurken, pseudo tahıllarda çoğunluk mono ve disakkaritlerden oluşmaktadır (Coşkun ve Bahar, 2020). Pseudo tahılların yağ ve besinsel lif içeriği açısından geleneksel tahıllardan daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Pseudo tahıllar içerisinde kinoanın yağ içeriği bakımından, amarantın ise besinsel lif miktarı açısından daha zengin olduğu Tablo 1.1.'deki verilerden görülmektedir. Karabuğdayın ise

geleneksel tahıllarla kıyaslandığında yağ miktarı açısından buğday ve pirinçten, protein içeriği açısından ise pirinç ve mısırdan daha iyi bir kaynak olduğu görülmektedir.

## 1.2. Karabuğday

Karabuğday *Polygonaceae* (kuzukulağıgiller) familyasında *Fagopyrum* cinsi bir pseudo tahıldır. Yetiştiriciliği ilk olarak Çin'de başlayan karabuğday ardından 15. yüzyılda Avrupa'da, 17. yüzyılda ise Kuzey Amerika'da üretilmeye başlanmıştır. Dünyada ve ülkemizde karabuğday yetiştiriciliğinde tercih edilen çeşitler; *Fagopyrum esculentum* Moench (yaygın karabuğday) ve Tatar karabuğdayı (*Fagopyrum tartaricum* L. Gaertn) çeşitleridir (Tömösközi ve Lango, 2017). Tek yıllık bir bitki olan karabuğday ekonomik değeri yüksek olmakla birlikte günümüzde tüketimi de giderek artan gıdalar arasındadır. Dünya genelinde karabuğday yetiştiriciliği sırasıyla Avrupa (1.019,405 bin ton), Asya (605 bin ton), Amerika (160 bin ton) ve Afrika (26 bin ton) kıtalarında yapılmaktadır (Şekil 1.2.). Yetiştiriciliğin çok olduğu ülkeler arasında ise Rusya 892 bin ton ile birinci sırada gelirken, ardından 504 bin tonluk üretim miktarı ile Çin 2. sırada gelmektedir (FAO, 2022). Ülkemizde ise karabuğday yeni kültüre alınmaya başlanmıştır. Son yıllarda yapılan ıslah çalışmaları sonucu tescilli karabuğday çeşitleri elde edilmiştir (Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, 2022).



Şekil 1. 2. Karabuğday yetiştiriciliği

Tahıllarda olduğu gibi karabuğday tohumu da genel olarak üç kısımdan oluşmaktadır. Endosperm kısmı protein miktarı açısından zengin alöron tabakası ile kaplanmaktadır (Belton ve Taylor, 2002). Karabuğday tohumu belirgin hatları olan üçgen meyve şekline sahiptir (Resim 1.1.). Genellikle tatar karabuğday tohumu, yaygın karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) tohumundan daha küçük yapıdadır (Cai ve ark., 2016). Karabuğday çeşitlerinde dış kabuğun şekli, rengi, uzunluğu çeşidin özelliklerine ve yetiştirme koşullarına göre farklılık gösterebilmektedir (Dizlek ve ark., 2009).



**Resim 1. 1.** Karabuğday tohumları

Karabuğdayın besinsel içeriği protein, karbonhidrat, yağ asitleri, vitamin, mineral, antioksidanlar ve fenolik maddelerden oluşmaktadır (Alkay ve Kökten, 2020). Tömösközi ve Lango (2017) tarafından yapılan çalışmada karabuğdayın besinsel bileşiminde sindirilebilir karbonhidrat miktarının %58 ile 73 arasında olduğu bildirilmiştir. Nişasta içeriği ise yetiştirme koşullarına göre değişmekle birlikte yaklaşık %60 ile 70 arasındadır. Nişasta içeriğinin büyük bir kısmını ise amiloz oluşturmaktadır. Karabuğdayın amiloz içeriği ile ilgili yapılan çalışmalarda amiloz içeriğinin (%25-50) diğer tahıllara kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Berghofer ve Schoenlechner, 2007; Christa ve Soral-Šmietana, 2008).

Choton ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada karabuğdayın protein miktarı %13 olarak belirlenmiştir. Tahıllarda depo proteini prolaminken karabuğdayda depo proteini globulindir. Globulin, protein içeriğinin büyük bir kısmını (%65) oluşturmaktadır. Prolamin ve glutelin protein içeriğinde düşük miktarlara sahiptir. Bu nedenle çölyak hastalarının tüketilebilir (Karahana ve Kılınççeker, 2020). Karabuğdayın içerdiği lizin, triptofan, arjinin gibi esansiyel amino asitlerin miktarı oldukça yüksektir. Karabuğday amino asit dağılımı Tablo 1.2.'de sunulmuştur. Ayrıca geleneksel tahıllarda bulunmayan serin, prolin, glisin, alanin, aspartik asit, glutamik asit amino asitlerini de içermektedir. Bu sebeple protein değeri yüksek gıdalar grubunda yer almaktadır. Bünyesindeki esansiyel amino asitlerin yanı sıra, sülfür içeren amino asitleri de içermesi ile dengeli amino asit kompozisyonu oluşturmaktadır (Dizlek ve ark., 2009). Sülfür içeren amino asitlerden metiyonin miktarı geleneksel tahıllara eş değerdir. Sistin amino asit miktarı buğdaya eşdeğer iken pirinç ve mısırdan yüksektir. Karabuğday metiyonin ve sistin miktarı sırasıyla 0,99–2,3 ve 2,06–3,27 g/100g olarak bildirilmiştir (Tablo 1.2.). Böylece karabuğday amino asit dağılımı açısından insan beslenmesinde önemli bir besin kaynağı olmaktadır.

Karabuğdayın %2-4 arasında değişen lipit miktarı embriyoda yoğunlaşmıştır. Toplam doymamış yağ asitleri ise diğer tahıllara göre yüksek miktarlara sahiptir. Oleik (C18:1), linoleik (C18:2), palmitik (C16:0) yağ asitleri toplam yağ asitlerinin çoğunluğunu (%75-80) oluşturmaktadır (Tömösközi ve Lango, 2017; Kökten ve ark., 2022).

**Tablo 1. 2.** Pseudo ve geleneksel tahılların amino asit dağılımı (Lasztity, 1999; Tömösközi ve Lango, 2017; Rodriguez ve ark., 2020).

<b>Amino asit dağılımı (g/100g)</b>	<b>Buğday</b>	<b>Pirinç</b>	<b>Mısır</b>	<b>Karabuğday</b>	<b>Kinoa</b>
Lisin	2,5	3,69	2,67	4,9-6,7	5,55
Lösin	6,67	8,22	12,43	2,8-6,12	6,08
Izolösin	3,39	3,71	3,68	2,6-3,4	3,75
Metiyonin	1,97	2,32	1,92	0,99-2,3	2,24
Triptofan	1,21	1,15	0,7	2	1,25
Valin	4,41	5,51	4,85	3,4-4,97	4,55
Arjinin	4,65	8,26	4,19	5,4-11,6	7,85
Triyosin	3,19	3,49	3,83	1,9-4,04	1,98
Serin	-	-	-	2,4-4,9	4,56
Prolin	-	-	-	2,6-7,93	5,67
Glisin	-	-	-	4,2-6,23	4,8
Triyonin	2,96	3,91	3,6	3,9	3,01
Histidin	2,14	2,49	2,72	1,4-2,52	2,98
Alanin	-	-	-	3,0-4,82	4,35
Aspartik Asit	-	-	-	5,2-9,5	8,4
Glutamik Asit	-	-	-	9,7-19,38	13,75
Sistin	2,36	1,07	1,55	2,06-3,27	1,85
Pentaalanin	4,41	5,15	4,88	2,0-4,42	4,35

Tahıl ve pseudo tahılların mineral ve vitamin kompozisyonu ortalama değerleri Tablo 1.3.'de belirtilmiştir. Karabuğday, buğday, mısır, pirinç gibi geleneksel tahıllara kıyasla daha fazla mineral içeriğe sahiptir. Magnezyum, çinko, potasyum, fosfor gibi major mineral madde miktarı yüksektir. Magnezyum içeriği (231 mg/100g) bakımından karabuğday hem diğer pseudo tahıllara hem de geleneksel tahıllara kıyasla yüksek değere sahiptir. Potasyum ve fosfor içeriği pirinç ve mısırdan yüksektir. Demir ve çinko miktarı ise buğdaydan düşük değer alırken diğer mineral maddeler bakımından karabuğday tahıllara benzer değerlere sahiptir. Riboflavin ve niasin gibi vitamin miktarı geleneksel tahıllara ve kinoa gibi diğer pseudo tahıllara kıyasla daha fazladır. Karabuğday vitamin miktarları sırasıyla 0,425-7,02 mg/100g olarak belirlenmiştir (Tablo 1.3.).

Karabuğday ayrıca antioksidan bileşikler açısından da önemlidir. Başlıca antioksidan bileşikler olan rutin, kuersetin ve kateşin içermesi nedeni ile kronik damar hastalıklarının tedavisinde diyetlere dahil edilmesi alternatif olarak önerilmektedir. Karabuğday anti-besinsel bileşiklerden fitik asit içeriği bakımından da önemlidir. Fitik asit, tanede bulunan fosforun çoğunluğunu içermektedir (Çetiner, 2020). Ancak fitaz aktivitesi fosfor başta olmak üzere

tohumdaki mineral maddelerin emilimini sınırlandırmaktadır. Fitaz aktivitesi tohumda en fazla embriyoda gerçekleşmektedir (Steadman ve ark., 2001). Fitaz aktivitesinin ve fitik asit miktarının azaltılması gıdaların biyoyararlanımını arttırmaktadır.

**Tablo 1. 3.** Pseudo ve geleneksel tahılların mineral, vitamin içerikleri (USDA, 2022).

<b>Mineral ve Vitamin Miktarları (mg/100 g)</b>	<b>Buğday</b>	<b>Pirinç</b>	<b>Mısır</b>	<b>Karabuğday</b>	<b>Kinoa</b>
Kalsiyum	34	23	7	18	47
Potasyum	431	223	287	460	563
Demir	3,52	1,47	2,71	2,2	4,57
Fosfor	508	333	210	347	457
Magnezyum	144	143	127	231	197
Çinko	4,16	2,02	2,21	2,4	3,1
Riboflavin	0,121	0,093	0,201	0,425	0,318
Niasin	6,738	5,091	3,627	7,02	1,52
Tiamin	0,419	0,401	0,385	0,101	0,316
Vitamin B6	0,419	0,509	0,622	0,21	0,487

Karabuğdayın sindirilebilirliğini etkileyen bir diğer anti-besinsel bileşen ise tanendir. Zhang ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada karabuğdayın içerdiği tanen miktarının pirince kıyasla %1,6 daha fazla olduğu bildirilmiştir. Tanede bulunan bu bileşenlerin etkisini azaltmak için çimlendirme gibi bazı ısı olmayan ön işlemler uygulanmaktadır. Karabuğday aynı zamanda yüksek antioksidan aktiviteye sahip bir pseudo tahıl olup antioksidan aktivitesinin çimlendirme ile %50'ye kadar artırılabilirdiği belirlenmiştir. Ayrıca fenolik madde içeriğinde de çimlendirme işlemiyle birlikte artış olduğu bildirilmiştir (Donkor ve ark., 2012; Tanwar ve ark., 2019).

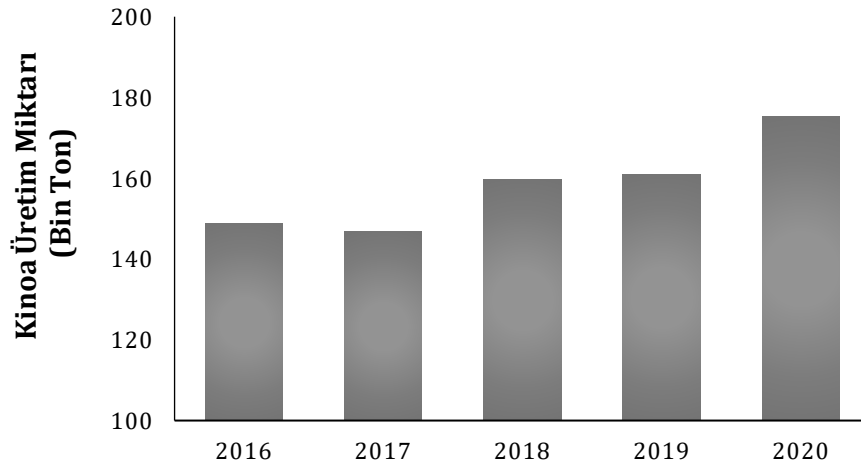
Karabuğday sahip olduğu fenolik bileşenler nedeniyle başta anti-kanser aktivitesi olmak üzere sağlık üzerine önemli etkileri nedeniyle tüketimi giderek artan pseudo tahıl grupları arasında yer almaktadır. Sağlıklı beslenme, glutensiz ürün tüketim gerekliliği ya da tercihi durumunda karabuğday özellikle çimlenmiş haliyle günlük tüketimde yerini almaktadır. Un haliyle ise, diğer gıda unları ile karıştırılarak, ekmek, makarna, kek gibi unlu mamuller şeklinde tüketimi giderek yaygınlaşmaktadır.

### 1.3. Kinoa

Güney Amerika kökenli kinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) pseudo tahıllar sınıfında önemli bir yere sahiptir. Beyaz, kırmızı, sarı ve siyah gibi farklı renkleri ile çeşitlilik göstermektedir (Taylor ve Parker, 2002). 20. yüzyılın başlarında popüler olan kinoa günümüzde en çok tercih edilen pseudo tahıldır (Schoenlechner, 2017). Dünya'da 2019 yılı kinoa üretimi 161 bin ton iken 2020 verilerinde bu sayı 175 bin tona yükselmiştir (Şekil 1.3.). Bu üretimin çoğunluğu



Amerika kıtasından karşılanmaktadır (FAO, 2022). Türkiye kinoa ile son 10 yılda tanışmış olup glutene duyarlılığı olan beslenme şeklinde yerini almaktadır (Akçay ve Tan, 2018). Yüksek besinsel içeriği ve çeşitliliği ile güvenilir gıdalar sınıfında görülmektedir (FAO, 2013). Kinoanın dünyadaki yoksulluk seviyesini düşüreceği düşünülmektedir. Bu sebeple Birleşmiş Devletler konseyi 2013 yılını dünya 'kinoa yılı' ilan etmiştir (Demir ve Kılınç, 2016). Kinoanın çeşitliliğinin fazla olması yetiştiricilikte ortam koşulları ve stres faktörlerine olan uyumunu artırmaktadır. Bu durum hemen hemen her çevre koşuluna uyum sağlayabileceğini göstermektedir.



**Şekil 1. 3.** Dünya kinoa üretim miktarı (FAO, 2022).

Çift çenekli ve geniş yapraklı bitki sınıfına giren kinoanın yaprak ve tohumları yenilebilmektedir. Ekonomik açıdan kinoa tohumlarının tüketimi daha yaygındır. Tohumlar 2-3 mm yuvarlağa yakın bir şekle sahiptir. Tohum taslağı tahılların tohum yapısına benzemektedir. Üç kısımdan oluşan kinoa tohumu perikarp ile kaplıdır. Nişasta perikarpıta depolanmaktadır. Perikarp tabakası saponinler bakımından zengindir. Tohum taslağının en geniş ve orta kısmı olan endosperm ise protein ve lipit bakımından zengindir (Belton ve Taylor, 2002).



**Resim 1. 2.** Kinoa bitkisi ve tohumunun görüntüsü

Kinoa besinsel içerik bakımından protein, yağ, vitamin ve mineral madde açısından zengin bir pseudo tahıldır. Diğer pseudo tahıllarla ve geleneksel tahıllarla kıyaslandığında karbonhidrat içeriği daha düşük olmakla birlikte, kuru maddede nişasta miktarı %55-65 arasındadır (Harnandez-Ledesma, 2019). Kinoa tohumlarında ham protein oranı ise ortalama %11-22 arasında değişmektedir (Tan ve Yöndem, 2013; Kır ve Temel, 2016). Depo proteini albumin (%35) ve globülin (%37) (Harnandez- Ledesma, 2019). Protein değerinin yüksek olması aynı zamanda enerji kaynağı olarak da tüketimini arttırmaktadır. Kinoa'nın yapısındaki amino asit dağılımı incelendiğinde serin, prolin, glisin, alanin, glutamik asit, aspartik asit gibi geleneksel tahıllarda bulunmayan amino asitleri içerdiği görülmektedir (Tablo 1.2.). Dengeli oranda elzem amino asit dağılımı olan kinoa, protein kalitesi açısından süt proteini olan kazeine eş değer kabul edilmektedir. Ayrıca genellikle tahıllarda pek rastlanılmayan lizin amino asiti açısından kinoa zengin bir kaynak olarak değerlendirilmektedir (Demir ve Kılıç, 2016). Kinoa 5,5 g/100g lizin miktarı ile geleneksel tahıllara kıyasla en yüksek değere sahiptir. Kinoa'nın metiyonin miktarının karabuğdaya kıyasla daha yüksek olduğu belirlenirken, bu değer açısından pirinç ile benzerlik gösterdiği saptanmıştır (Tablo 1.2.). Kinoa özellikle dengeli elzem amino asit dağılımına sahip olması nedeniyle insan sağlığı açısından önemlidir (Geren ve Güre, 2017; Angeli ve ark., 2020).

Kinoa yağ miktarı ortalama %4-10 arasında değişmekle birlikte genellikle diğer tahıllardan yüksektir (Ayseli, 2020). Önemli bir yağ asidi içeriğine sahip olan kinoa'da yer alan başlıca yağ asitleri linoleik asit (%52), oleik asit (%24) ve palmitik asittir (Argan, 2019). Kinoa ve mısırın yağ asit dağılımı benzerlik göstermektedir (Tablo 1.4.). Örneğin, doymamış yağ asiti olan linoleik asit miktarı mısırdaki %55 iken kinoa'da %50,2-52,3 aralığındadır. Linolenik asit miktarı açısından ise kinoa mısıra kıyasla daha yüksek değerlere sahiptir (%3,9-5,4). Bu nedenle kinoa'nın insan beslenmesinde yağ asit dağılımı açısından önemli bir yere sahip olduğu düşünülmektedir.

**Tablo 1. 4.** Kinoa ve mısır yağ asit dağılımı (Belton ve Taylor, 2002).

Yağ asitleri	Kinoa (%)	Mısır (%)
Miristik asit (C14:0)	0,1–0,2	0,2
Palmitik asit (C16:0)	9,7–9,9	11,2
Palmitoleik asit (C16:1)	0,2- 0,1	0,1
Stearik asit (C18: 1)	0,6–0,8	2,1
Oleik asit (C18:1)	24,5–24,8	29,8
Linoleik asit (C18:2)	50,2–52,3	55,0
Linolenik asit (C18:3)	3,9–5,4	0,9
Araşidik asit (C20:0)	0,4–0,7	0,4

B, C ve E vitamini ve özellikle de folik asit açısından oldukça değerli bir besin kaynağı olan kinoa mineral içeriği bakımından da diğer tahıllar ile kıyaslandığında kalsiyum (47 mg/100g), potasyum (563 mg/100g) ve demir (4,57 mg/100g) miktarı açısından geleneksel tahıllardan daha yüksek değerlere sahiptir (Sevindik ve ark., 2021). Kinoa aynı zamanda fosfor açısından da karabuğday, pirinç ve mısıra kıyasla daha iyi bir kaynaktır (Tablo 1.3.). Önemli besin içeriğinin yanı sıra kinoa, saponin ve fitik asit gibi anti-besinsel bileşenleri de önemli oranda içermekte ve bu özelliği nedeniyle biyoyararlanımı kısıtlanmaktadır (Demir ve Kılınç, 2016).

Kinoanın endüstriyel kullanımını ve biyoyararlanımını artırmak için ıslatma, çimlendirme gibi ısı olmayan ön işlemler uygulanmaktadır (Huma ve ark., 2008). Çimlendirme ile besinsel içeriklerin değeri artarken anti-besinsel içeriklerin değeri azalmaktadır. Günümüzde besinsel değerinin yüksek olması nedeniyle çimlendirilmiş kinoanın kullanımı yaygınlaşmaktadır. İlave olarak gluten içermemesi nedeni ile de glutensiz beslenme modelinde çimlendirilmiş kinoa ve kinoa ununun kullanımı giderek artmaktadır.

#### **1.4. Pseudo Tahıllarda Çimlenme**

Son dönemde gıdaların biyoyararlılığının artırılması amacıyla, kabuk soyma, fermantasyon, yıkama, ıslatma ve çimlendirme gibi ısı olmayan ön işlemler uygulanmaya başlanmıştır (Okur ve Madenci, 2019). Pseudo tahıllar için en çok tercih edilen ön işlemlerden biri çimlendirmedir. Çimlenme bitkilerin nesillerini sürdürebilmeleri için önemli olaylardan bir tanesidir (Resim 1.3.). Çimlendirme tohumun su alması ile başlayarak, protein sentezi, besin öğelerinin parçalanması gibi kimyasal ve fiziksel olayların gerçekleşmesidir (Thakur ve ark., 2021). Bir başka deyişle, çimlendirme tohumun nemli ortamda bekletilmesi ile ilk filizlenmenin görülmesi ve büyüme ile devam eden biyolojik bir olaydır (Pal ve ark., 2016). Çimlenme tohum

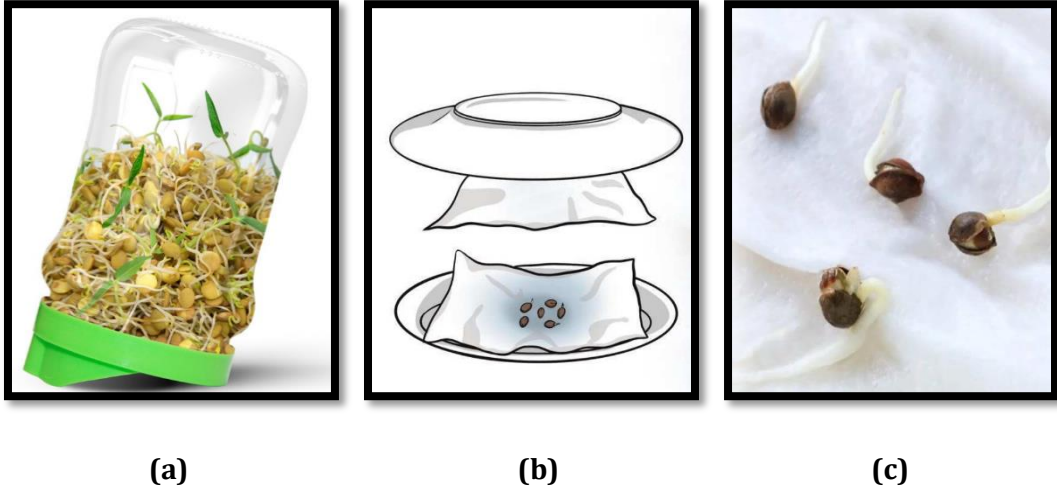
türü ve kültürel çeşitliliğin yanı sıra, ortam koşulları (sıcaklık, süre ve ışık) gibi dış etkenler ve çimlendirme yöntemlerinden de etkilenmektedir (Özkaynak, 2011).



**Resim 1. 3.** Tohum çimlenme süreci

Çimlenmeyi etkileyen en önemli etkenlerden biri çimlendirme yöntemidir. Tahıl tohumlarının çimlendirilmesinde uygulanan kavanoz, tepsi ve örtü metodu gibi farklı çimlendirme yöntemleri en çok kullanılan geleneksel yöntemlerdir (Resim 1.4.) (Kılınçer, 2018). Bu geleneksel çimlendirme yöntemlerinden kavanoz ve tepsi yöntemleri tanenin belirli aralıklar ile sulanmasının ardından iyice süzülmesi ile gerçekleşmektedir. Örtü metodunda ise iki örtü arasına alınan tohumun üzeri belli aralıklarla hafifçe ıslatılarak çimlendirilmektedir. Pseudo tahıl tanelerinin çimlendirilmesinde kullanılan en yaygın yöntem kavanoz metodudur.

Geleneksel çimlendirme yöntemleri bazı dezavantajlara sahiptir. Bu dezavantajların başında, tohum canlanması ve dış kabuğun çatlamasının zor ve zaman alan bir süreç oluşu gelmektedir. Uzun süre suda bekletme sonucunda tohum fazla su alarak şişmekte ve çürümektedir. Bu durumda çimlenme oranı düşmekte ve hatta çimlenme görülememektedir. Bu dezavantajları önlemek için geleneksel çimlendirme yöntemlerinin yanı sıra yeni yöntemler geliştirilmektedir. Bu yöntemlerin başında ultrases destekli ve alkali çimlendirme yer almaktadır. Ultrases destekli çimlendirme uygulaması tahıl tanelerinin daha kısa sürede ultrases altında ıslatılması işlemidir. Alkali çimlendirme ise seçilen alkali çözeltisi (NaOH, NaClO; %0,1-%1) içerisinde tohumların bekletilmesi ile gerçekleşmektedir. Bu yenilikçi çimlendirme işlemleri ile tohum canlanması ve dış kabuk çatlaması daha kolay olurken çimlenme işlemi de sağlıklı ve hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir.



**Resim 1. 4.** Geleneksel çimlendirme metotları (a) Kavanoz metodu, (b) Örtü metodu, (c)Tepsi Metodu

Çimlendirme ile tahıl tanesinin besin içeriğinde, toplam fenolik madde miktarında, antioksidan aktivitesinde artış ve anti-besinsel bileşenlerde ise azalış kaydedilmiştir (Henrıon ve ark., 2020; Bhinder ve ark., 2021; Olcay ve Demir, 2022). Çimlendirme, ıslatma gibi ön işlemler, fitaz enzim aktivitesinde artışa neden olmakta ve anti-besinsel bileşen olan fitik asit miktarını azaltmaktadır. Bu durum pek çok mineral maddenin sindirilebilirliğini arttırmaktadır. Böylece tahıl tanesinin biyoyararlılığı artmaktadır (Xu ve ark., 2017). Bektaş (2018), farklı proses koşullarının bazı tahıl ve baklagillerdeki fitik asit düzeyi ve biyoyararlanım üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışma yürütmüştür. Çalışmada buğday, arpa, çavdar, yulaf, çeltik, fasulye, nohut, yeşil mercimeğin çimlendirme öncesi ve sonrası biyoyararlılığı karşılaştırılmıştır. Çimlendirme öncesi fitik asit değerlerinin çimlendirme sonrasında düştüğü, protein sindirilebilirliğinin ise arttığı ve buna bağlı olarak biyoyararlılığının arttığı bildirilmiştir.

Günümüzde pseudo tahıllarda çimlendirme ve suda bekletme yöntemleri ile yapılan çalışmalar giderek artmaktadır (Paucar- Menacho ve ark., 2017). Örneğin, Thakur ve ark. (2021) amarant, kinoa ve karabuğday tohumlarında çimlendirilen tanede besinsel ve anti-besinsel içeriklerindeki değişimlerini tespit etmek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Çimlenen tanenin besinsel içeriklerinde artış ve anti-besinsel içeriklerinde ise azalma tespit edilmiştir. Böylece çimlendirilmiş taneden biyoyararlanım düzeyinin de arttığı belirlenmiştir. Bu nedenle çimlendirilmiş pseudo tahıl tüketiminin çölyak başta olmak üzere diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve kanser gibi pek çok hastalığı önlemedeki potansiyel katkısı nedeniyle sağlık üzerine faydalı olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle pseudo tahılların çimlendirilerek tüketilmesi veya bunlardan elde edilen unlarla hazırlanan çeşitli gıdaların diyet bileşimlerine dahil edilmesi önerilmektedir. Tanelerden kısa sürede daha sağlıklı ve kaliteli çimlendirilmiş

ürün üretimi için ise farklı ve yenilikçi suda bekletme ve çimlendirme yöntemlerine ilişkin çalışmaların sayısı giderek artmaktadır.



## 2. BÖLÜM

### MATERYAL VE YÖNTEM

#### 2.1. Materyal

Çalışmamızda materyal olarak biri ticari biri tescilli olmak üzere iki farklı karabuğday çeşidi ile siyah ve beyaz olmak üzere iki farklı ticari kinoa çeşidi kullanılmıştır. Tescilli karabuğday çeşidi olarak Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsünde ıslah edilmiş olan Aktaş çeşidi seçilmiştir (Resim 2.1.). 2014 yılında tescil edilmiş Aktaş çeşidinin çiçek rengi beyaz, dış kabuk rengi ise koyu kahverengidir. Bitki boyu 80-95 cm uzunluğundadır. Dane verim potansiyeli 80-160 kg/da olup, bin dane ağırlığı 20-30 gramdır. Çeşidin protein oranı %11-14'dür. Ülkemizin her yerinde yetiştirme koşullarına uyum sağlayabilmektedir. Ekim zamanı 15 Nisan-15 Mayıs ve 15-30 Temmuz olup ikinci ürün için uygun bir çeşittir (Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, 2022). Çalışmamızda kullanılan diğer pseudo tahıllar ise yapılan ön çimlendirme denemeleri ile kotilodon, yaprak uzunluğu, kökçük uzunluğu ve çimlenme gücü kontrol edilerek farklı ticari tohum firmalarından temin edilmiştir.



**Resim 2. 1.** Aktaş çeşidi karabuğday

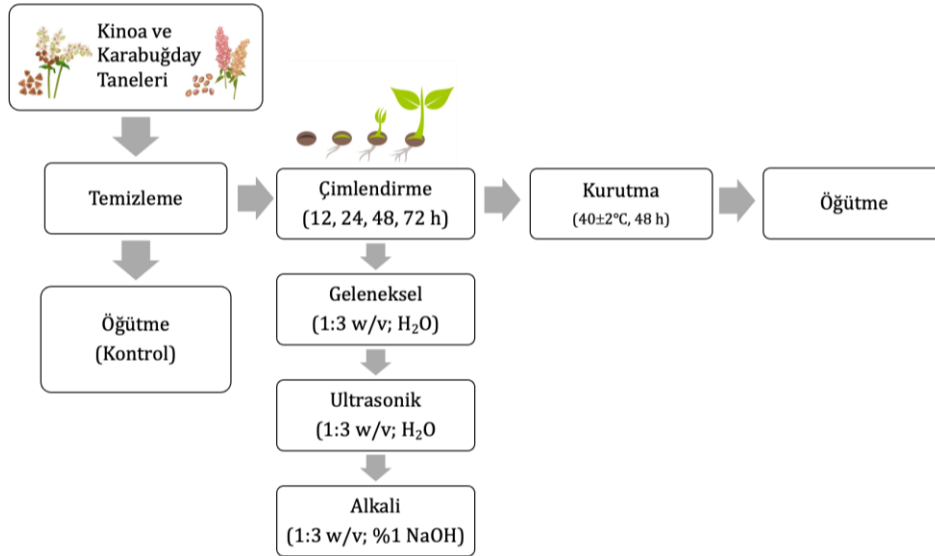
#### 2.2. Kullanılan Kimyasallar

Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid), (+)-Kateşin, ABTS (2,2'-Azino-bis 3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) Sigma Aldrich (St. Louis, Missouri, Amerika) firmasından, çalışmada kullanılan diğer tüm kimyasallar ise analitik saflıkta olup Merck (Darmstadt, Almanya) firmasından temin edilmiştir.



### 2.3. Pseudo Tahılların Çimlendirilmesi

Pseudo tahılların çimlendirilmesinde geleneksel suda bekletme yöntemine ilaveten ultrases ve alkali uygulama gibi farklı ön işlemler de uygulanmıştır. Deneme deseni, yapılan ön işlemlerin çimlenmeye ve çimlenmeyle birlikte pseudo tahıllarda meydana gelebilecek biyokimyasal değişiklikler üzerine etkisinin incelenmesi amacıyla uygun olarak oluşturulmuştur (Şekil 2.1.). Çimlenme gücüne göre seçilen örneklerde çimlendirme işlemi kavanoz metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla temizlenerek ayıklanmış tohumlardan 100'er g tartılarak (Precisa Gravimetrics, XB220 A, İsviçre) kavanozlara alınmıştır. Tohumlar ilk olarak distile su ile yıkanarak süzgeç yardımıyla iyice süzölmüştür. Tohumlara yapılan ön yıkama işleminin ardından yapılacak olan çimlendirme işleminin geleneksel yöntemle gerçekleştirilmesi amacıyla tohumlar 1:3 (w:v) oranında distile suda 12 saat süresince bekletilmiştir. Ultrases destekli suda bekletme işlemi tohumların aynı tohum su oranı ile  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 30 dakika süresince 37 kHz ve %100 genlikte ultrasonik banyoda (Sonorex DigiPlus DL 255 H, BANDELIN electronic GmbH & Co.) tutulması şeklinde yapılmıştır. Alkali suda bekletme işlemi ise tohumların 1:3 (w:v) oranı ile hazırlanan %1'lik NaOH çözeltisinde  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 30 dakika bekletilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan ön işlemlerin ardından tüm pseudo tahıl tohumları  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta ve karanlık koşullarda farklı sürelerde (12, 24, 48, 72 h) tutularak çimlendirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Çimlendirme işlemi her bir örnek için iki tekerrürlü olarak yürütölmüş olup çimlendirme işlemi sonrasında örnekler  $40\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta 48 saat süresince etövde (Memmert, UN 55, Almanya) kurutulmuştur. Kurutulmuş örnekler öğütücüde öğütölmek üzere partiköl boyutu 500  $\mu\text{m}$  olan elekten geçirilmiş ve böylece homojen örnek kitlesi oluşturulmuştur. Çalışmamızda kontrol grubu örneği olarak belirlenen ham haldeki pseudo tahıl örnekleri de aynı şekilde öğütölmek üzere hazırlanmıştır.



Şekil 2. 1. Karabuğday ve kinoa örneklerinin çimlendirilmesi



#### 2.4. Pseudo Tahıl Tohumlarının Çimlenme Gücü Tayini

Pseudo tahıl tanelerinin çimlenme gücünün belirlenmesi amacıyla karabuğday ve kinoa örnekleri temizlenip ayıklanarak safsızlık unsurlarından arındırılmıştır. Her bir tohum çeşidinden iki tekerrürlü olacak şekilde 100'er adet sayılarak ayrı ayrı kaplara alınmıştır. Daha sonra ön yıkama işlemi için örnekler distile su ile yıkanarak fazla suyu süzgeç yardımıyla süzümüştür. Ardından her 12 saatte bir hafif ıslatma yapılarak tohumların nemli kalması sağlanmıştır. Çimlenme süresince her gün uç kısımda beyazlık olarak beliren kökçük sayımı yapılmıştır. Tohumların sayımına 24, 48 ve 72 saatlik çimlendirme süreleri boyunca devam edilmiştir. Tanelerin çimlenme gücünün hesaplanması için yapılan sayımlar sonucu belirlenen çimlenmiş tohum sayısı başlangıçtaki tohum sayısına yüzdece oranlanmıştır. Tohumların % çimlenme gücünün hesaplanmasında kullanılan eşitlik aşağıda sunulmuştur (Eşitlik 1.1).

$$\text{Çimlenme gücü (\%)} = \frac{\text{Çimlenen tohum sayısı}}{\text{Başlangıç tohum sayısı}} \times 100 \quad (\text{Eşitlik 1.1})$$

#### 2.5. Kimyasal Kompozisyon Tayini

Çimlendirilmemiş karabuğday ve kinoa örnekleri (kontrol) ile farklı ön işlemler uygulanarak farklı sürelerde çimlendirilen örneklerin protein, yağ, nişasta ve kül miktarları yakın kızılötesi spektrofotometre ile (NIR, Near Infrared Reflectance Spectroscopy) belirlenmiştir. Analizler Perten DA 7250 (PerkinElmer, Inc., Waltham, MA, ABD) NIR analiz cihazı kullanılarak Çorum Ticaret Borsası Gıda Analiz Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Analiz için öğütülerek homojen hale getirilen örnekler 5-40°C'de ve 950-1650 nm aralığında ölçüm yapabilen cihaza yerleştirilmiştir. Analizler 2 paralelli olarak yürütülmüştür. Analiz sonuçları cihaza ait yazılım (Results Plus) kullanılarak hesaplanmıştır.

#### 2.6. Rutubet (nem) Miktarı Tayini

Örneklerin nem miktarının belirlenmesinde Pfeuffer He 50 (Pfeuffer GMBH, Kitzingen, Almanya) nem tayin cihazı kullanılmıştır. Çorum Yüksel Un fabrikasından temin edilen cihazın ölçüm hücresine homojen haldeki örnek koyularak kapatılmış, sonrasında hücre cihaza yerleştirilmiştir. Sıcaklığın otomatik olarak ayarlandığı cihazda analizler her bir tekerrür için 2 tekrarlı olarak yürütülmüştür.

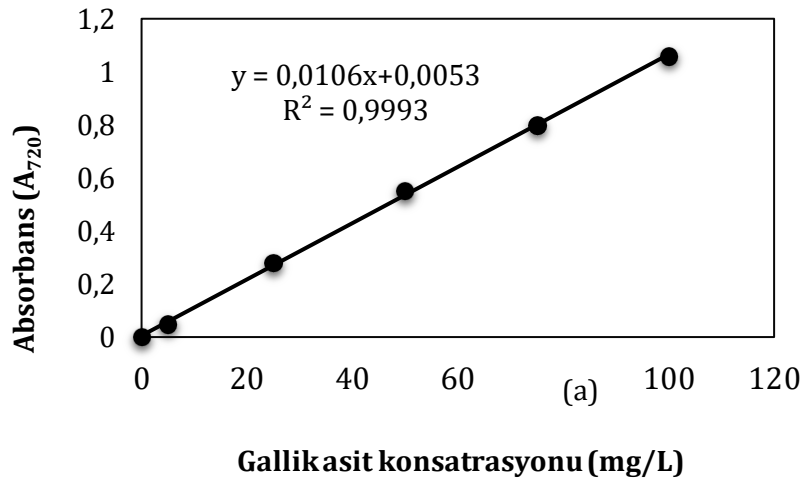
#### 2.7. Renk Tayini

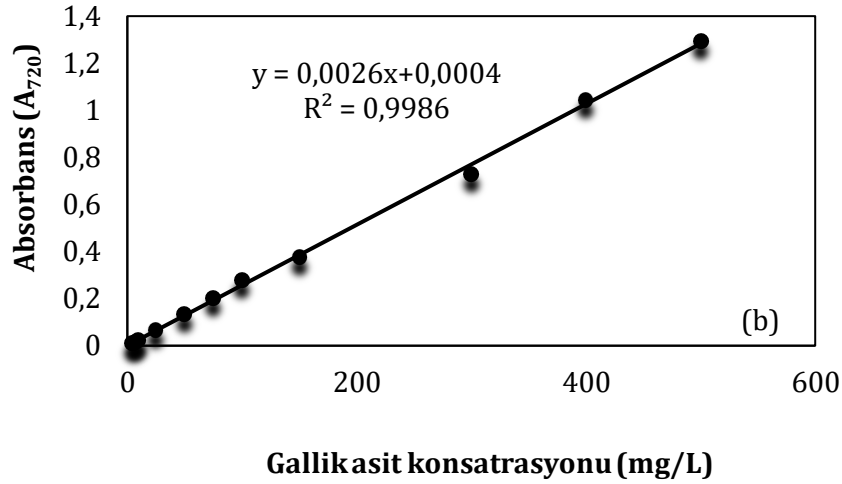
Örneklerin reflektans renk değerleri Minolta CM-3600d (Minolta, Osaka, Japonya) model renk ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Cihaz her kullanımdan önce beyaz plakaya karşı kalibre edilmiştir. Örneklerin renk ölçümünde CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  sistemi kullanılmış olup her bir tekerrür için 5 farklı noktadan  $L^*$  (parlaklık),  $a^*$  (kırmızı-yeşil) ve  $b^*$  (sarı-mavi),  $h^\circ$  (ton) ve C (doymunluk) değerleri ölçülmüştür.

## 2.8. Toplam Fenolik Madde Tayini

Karabuğday ve kinoa örneklerinde toplam fenolik bileşen miktarının belirlenmesi için öncelikle biyoaktif bileşenlerin ultrasonik ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla Paucar-Menacho ve ark. (2017) tarafından önerilen yöntem minör düzeyde modifiye edilerek kullanılmıştır. Ekstraksiyon için 1 g örnek tartılıp (Precisa Gravimetrics, XB220 A, İsviçre), tartımlar not edilmiştir. Daha sonra örnekler 10 mL AcOH:MeOH:Su ile (0,5:80:19,5; v/v/v) karıştırılarak  $25\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 30 dakika ultrasonik su banyosunda (Sonorex DigiPlus DL 255 H Bandelin, BANDELIN electronic GmbH & Co) 37 kHz ve %100 genlikte ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon işleminin ardından örnekler 5000 rpm'de 10 dakika santrifüj (Sigma, 3-30K, Almanya) edilmiştir. Elde edilen süpernatant Folin- Ciocalteu yöntemiyle toplam fenolik madde tayininde kullanılmıştır.

Karabuğday örnekleri için hazırlanan ekstraktlar uygun oranda seyreltikten sonra 500 µL deney tüpüne alınmış ve üzerine 500 µL Folin Ciocalteu (0,2 N) ayracı eklenerek karıştırılmıştır. Karışım 6 dakika bekledikten sonra 1 mL sodyum karbonat (%7,5) çözeltisi ilave edilerek karışım hacmi saf su ile 4 mL'ye tamamlanmıştır. Kinoa örneklerinde toplam fenolik bileşen miktarının belirlenmesi için ise 100 µL seyreltilmiş ekstrakt ile aynı işlem basamakları gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan karışımların absorbansları bir saat karanlık ortamda bekletildikten sonra spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Japonya) 720 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Örneklerin toplam fenolik madde miktarı karabuğday ( $R^2=0,9993$ ) ve kinoa ( $R^2=0,9986$ ) için ayrı ayrı hazırlanmış gallik asit standart eğrilerinden hesaplanmış olup sonuçlar "mg GAE (Gallik Asit Eşdeğeri) /100 g" olarak sunulmuştur. Karabuğday ve kinoa örneklerine ait gallik asit standart eğrisi Şekil 2.1.'de sunulmuştur.





**Şekil. 2. 2.** Gallik asit kalibrasyon eğrileri (a, karabuğday; b, kinoa)

## 2.9. Proantosiyenin (Kondanse Tanen) Tayini

Örneklerin proantosiyenin miktarları vanilin yöntemine göre yapılmıştır (Güzel, 2021). Bu yöntemin ilkesi kateşinler ve löykoantosiyeninlerin 6. ve 8. pozisyonlarıyla vanilinin reaksiyona girerek kırmızı bir renk oluşturması ve oluşan bu rengin spektrofotometrede 500 nm’de ölçülmesine dayanmaktadır. Analize başlamadan önce bu analizde kullanılacak olan sülfirik asit (%70) ve %1’lik (w/v) vanilin çözeltileri hazırlanmıştır. Analiz edilecek örnekler toplam fenolik madde analizinde açıklandığı şekilde ekstrakte edilerek uygun oranda seyreltilmiştir. Daha sonra her bir seyreltilmiş örnek için A, B, C şeklinde kodlanmış 3 adet deney tüpü alınmıştır. A tüpü; 1,5 mL vanilin çözeltisi 750 µL örnek, B tüpü; 1,5 mL sülfirik asit çözeltisi 750 µL örnek ve C tüpü; 1,5 mL vanilin çözeltisi 750 µL distile su içerecek şekilde hazırlanmıştır. Hazırlanan tüpler oda koşullarında 15 dakika bekletildikten sonra 500 nm’de absorbansları ölçülmüştür. Sonuçlar kateşin standart eğrisine göre hesaplanmıştır. Bu amaçla 0,5-30 mg/L konsantrasyon aralığında standart çözelti hazırlanmış olup bu çözeltilere de örneklerle aynı analiz basamakları uygulanmıştır. Elde edilen verilerden hesaplanan net absorbans değerleri konsantrasyona karşılık grafiğe aktarılarak uygulanan lineer regresyon analizi ile kateşin standart eğrisi ve bu eğriyi tanımlayan eşitliğe ulaşılmıştır ( $R^2=0,9911$ ). Örneklerin net absorbans değeri hesaplamaları A değeri için okunan absorbans değerinden aynı örnek için okunan B ve C değerlerinin çıkarılması ile hesaplanmıştır. Oluşturan denklem yardımıyla hesaplanan karabuğday ve kinoa örneklerinin proantosiyeninin miktarları “mg CE (Kateşin Eşdeğeri) /g” olarak sunulmuştur.

## 2.10. Antioksidan Aktivite Tayini

Karabuğday ve kinoa örneklerinin antioksidan aktivitelerinin belirlenmesinde Güzel ve ark. (2020) tarafından önerilen DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) yöntemi minör düzeyde modifiye edilerek kullanılmıştır. Karabuğday ve kinoa örneklerinin antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde toplam fenolik madde analizleri için hazırlanan ekstraktlar kullanılmıştır. Örnek ekstraktlarından 50 µL alınarak 1950 µL günlük olarak hazırlanan 0,1 mM konsantrasyondaki DPPH çözeltisi ile karıştırılmıştır. Karışımın absorbands değeri 30 dakika sonrasında 515 nm’de spektrofotometrik (Shimadzu, UV-1800, Japonya) olarak belirlenmiştir. DPPH radikal çözeltisinin başlangıç değerine göre, okunan değerlerin yüzdece azalma (inhibisyon) oranları hesaplanmıştır (Eşitlik 1.2).

$$\text{İnhibisyon oranı (\%)} = \frac{\text{Başlangıç absorbands değeri} - \text{Son absorbands değeri}}{\text{Başlangıç absorbands değeri}} \times 100 \quad (\text{Eşitlik 1.2})$$

Örneklerin antioksidan aktivite değerleri yapay bir antioksidan olan Troloks (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) ile hazırlanan standart eğri ( $R^2=0,9918$ ) kullanılarak hesaplanmıştır. Sonuçlar “µmol TEAC (Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasitesi)/g” olarak ifade edilmiştir.

## 2.11. Fitik Asit Tayini

Karabuğday ve kinoa örneklerinin fitik asit miktarlarının belirlenmesi Haug ve Lantzsch (1983)’e göre, kolorimetrik metot kullanılarak yapılmıştır. Bu amaçla öncelikle homojen hale getirilmiş örnek kitlesinden 0,3 g tartılarak 0,2 N HCl ile 2 saat süresince ekstrakte edilmiştir. Daha sonra ekstraktlar demir III çözeltisi ile muamele edilerek santrifüjlenmiştir. Santrifüj sonrası üstte kalan sıvı kısım 519 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Japonya) okunmuştur. Örneklerdeki fitik asit miktarı fitik asit sodyum tuzu referans solüsyonu ile çizilen standart eğri grafiğinden ( $R^2=0,9909$ ) hesaplanmış olup sonuçlar “mg/100g” cinsinden sunulmuştur.

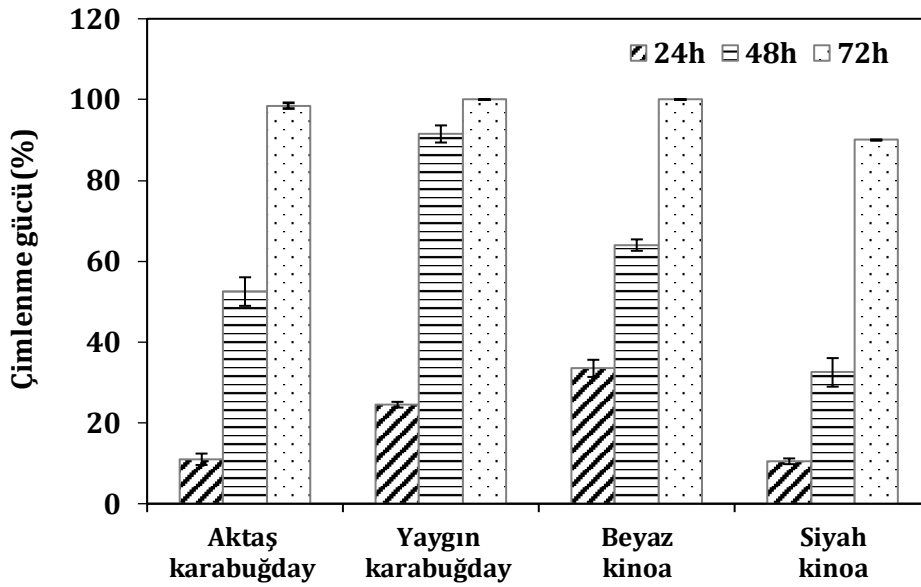
## 2.12. İstatistiksel Değerlendirme

Elde edilen veriler iki tekerrürlü faktöriyel düzende varyans analiz tekniği kullanılarak değerlendirilmiştir. İstatistik analizler için Minitab for Windows (ver. 17) paket programları kullanılmıştır. Çalışmamızda incelenen özellikler üzerine çimlendirme süresi faktörünün 0, 12, 24, 48 ve 72 h olmak üzere 5, çimlendirme yönteminin ise geleneksel, ultrases ve alkali olmak üzere 3 seviyesinin birlikte etkisi araştırılmıştır. Faktörlerin seviyeleri arasındaki farklılık Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılarak belirlenmiştir.

### 3. BÖLÜM ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

#### 3.1. Pseudo Tahıl Tohumlarının Çimlenme Gücü (%)

Çalışmamızda kullanılan tohumların seçimi çimlenme gücü (%) esas alınarak gerçekleştirilmiş olup her bir karabuğday ve kinoa çeşidine ait çimlenme gücü Şekil 3.1. ve Ek-1'de sunulmuştur. Aktaş çeşidi karabuğday örneklerinin çimlenme gücü ilk 24 saat sonunda ortalama %11 olarak belirlenirken 48 h sonunda %52,5'e, 72 h sonunda ise %98,5'e ulaşmıştır. Ticari olarak temin edilen yaygın karabuğday çeşidinde ise ilk 24 saatlik süre sonunda tohumların %24,5'i çimlenmiştir. Aktaş çeşidi ile kıyaslandığında yaygın karabuğday çeşidinin 48 h sonunda %91,5 çimlenme gücüne ulaşarak daha kısa sürede çimlendiği saptanmıştır. 72h sonunda ise tüm tanelerin çimlendiği ve daha uzun kökçük oluşturduğu gözlenmiştir. Çimlendirme süresi karabuğday (%98-100) ve kinoa (%90-100) tohumlarında çimlenme gücünün %100'e ulaştığı 72 saat olarak belirlenmiştir. Çeşitler arası çimlenme güçlerindeki farklılığa tohum dış kabuk kalınlığının etkili olduğu bilinmektedir. Nitekim, Aktaş çeşidinin diğer çeşide kıyasla belirgin bir dış kabuğunun olması sebebiyle kabuğun çatlaması daha uzun sürmüş bu nedenle de çimlenme süresi uzamıştır.



Şekil.3. 1. Pseudo tahıllarda çimlenme gücü

Karabuğday örneklerine benzer şekilde beyaz ve siyah kinoa çeşitleri arasında da çimlenme gücü farklılıkları belirgin bir şekilde gözlenmiştir. Örneğin, beyaz kinoa örneklerinde çimlenmenin ikinci gününde tohumların yarıdan fazlası (%64) çimlenerek 72 saat sonunda %100'e ulaşmıştır. Siyah kinoa örneklerinde çimlenme prosesi daha yavaş bir şekilde gerçekleşerek 72 h sonunda %90 çimlenme gücüne ulaşmıştır (Şekil 3.1.). Çalışmamızda kullanılan tüm örneklerin çimlenme sürecinde çimlenme güçlerinde farklılık olmakla birlikte,

çimlenme hızı ve kökçük uzunluklarının artan çimlenme süresine paralel olarak arttığı belirlenmiştir.

## **3.2. Karabuğday ve Kinoa'nın Kimyasal Kompozisyonu**

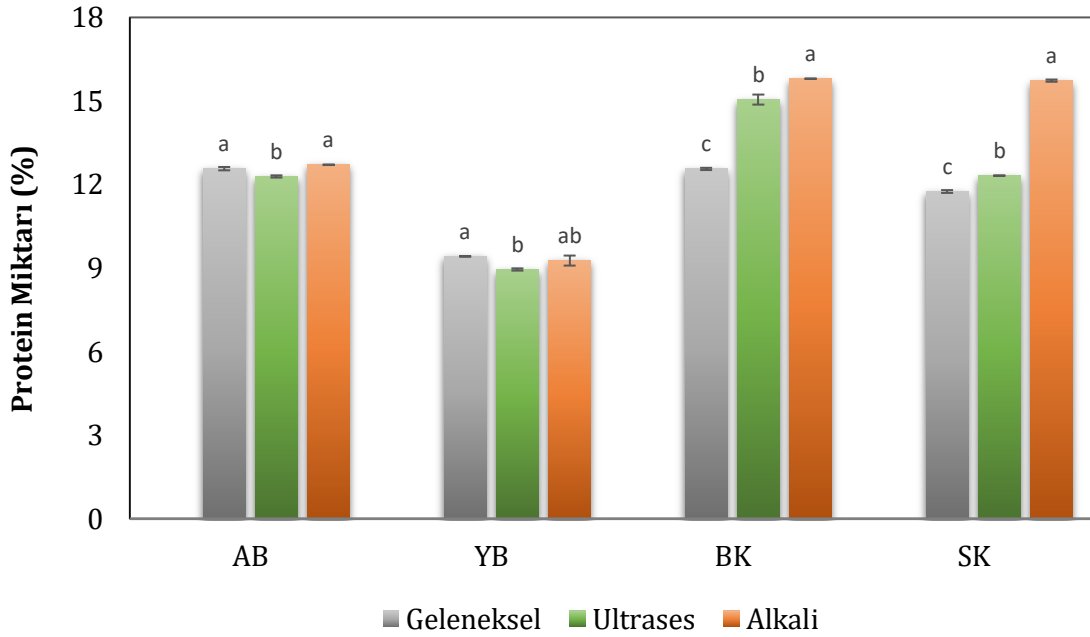
### **3.2.1. Protein miktarı**

Karabuğday ve kinoa örneklerinde çimlendirme işlemi öncesi ve çimlendirme sürecinde (12, 24, 48 ve 72h) protein miktarları belirlenmiştir (Ek-2). Çalışmamızda ticari olarak temin edilen karabuğday (YB) örneğinde protein oranı ortalama %11 olarak belirlenirken Aktaş çeşidinde (AB) bu değer ortalama %12 olarak belirlenmiştir. Literatür verileri incelendiğinde karabuğdayın protein içeriğinin ortalama %11 ile 14 arasında değiştiği görülmektedir (Thakur ve ark., 2021; Bhinder ve ark., 2022). Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsüne göre (2022), tescillenen Aktaş karabuğday çeşidinin protein oranı da %11-14 arasında değişmektedir. Çimlendirilmemiş beyaz ve siyah kinoa'nın protein miktarı ise sırasıyla %14 ve %16 olarak tespit edilmiştir. Literatürde kinoa'nın protein içeriği geniş bir skalada (%11-22) değişmekle (Tan ve Yöndem, 2013; Kır ve Temel, 2016) birlikte elde edilen veriler literatür verileri ile uyumlu bulunmuştur.

Çalışmamızda çimlenme süresi ve çimlendirme yöntemi interaksiyonunun kinoa örneklerinde protein miktarları üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Örneğin ham protein içeriği %16 olan siyah kinoa örneği çimlendirildiğinde, protein miktarının çimlendirme yöntemine göre değişmekle birlikte %12'ye kadar düştüğü belirlenmiştir. Şekil 3.2. incelendiğinde de kinoa örneklerinde çimlendirme yönteminin protein miktarı üzerine etkili olduğu görülmektedir ( $p<0.05$ ). Örneğin, çimlendirilmiş siyah kinoa örneklerinin % protein miktarları çimlendirme yöntemine göre Alkali>Ultras>Geleneksel şeklinde değişirken ( $p<0.05$ ) beyaz kinoa örneklerinde de alkali ve ultras destekli çimlendirme yöntemlerinin protein miktarı üzeri etkisi belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Beyaz kinoa örneği protein miktarı geleneksel çimlendirme ile (72h) %12,56, ultras destekli çimlendirme sonunda %15,05 ve alkali çimlendirme sonunda %15,80 olarak belirlenmiştir (Tablo Ek-2.3). Çalışmamıza benzer şekilde beyaz ve siyah kinoa çeşitlerinin geleneksel çimlendirme sürelerindeki protein miktarlarındaki değişimin incelediği bir çalışmada, çimlenmemiş beyaz kinoa'nın protein değeri %13,82 olarak bildirilirken, 72. saat çimlendirilen örneklerde protein miktarı %14,58 olarak belirlenmiştir. Çalışmada ham siyah kinoa örneklerinin protein miktarı %11,57 'den geleneksel çimlendirme sonunda (96h) %10,68'e azaldığı belirlenmiştir. Bu durum kinoa çeşitlerinde çimlendirme ile serbest kalan amino asitler ile ilişkilendirilmiştir. Aynı zamanda yüksek metabolizma hızının da bu duruma neden olabileceği düşünülmektedir. Çalışmamızda belirlenen kinoa örneklerindeki protein miktarındaki değişime bu nedenlerin yanı sıra çeşitsel farklılığın da neden olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda karabuğday örneklerinin çimlendirme süresince protein değişimi incelendiğinde ise özellikle ticari olarak temin edilmiş karabuğday örneğinde çimlendirme

süresindeki artışa paralel olarak protein oranının önemli oranda azaldığı görülmektedir ( $p<0,05$ ). Çimlendirme süresi ile birlikte çimlendirme yöntemi de protein miktarı üzerine önemli derecede etkili bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Örneğin, ham protein değeri %11 olan YB örneğinin geleneksel, alkali ve ultrases destekli çimlendirme prosesleri sonrasında (72h) protein miktarlarının sırasıyla %9,42, %9,27 ve %8,95'e düştüğü belirlenmiştir. YB örnekleri için protein miktarındaki en belirgin düşüş ultrases destekli çimlendirme yöntemiyle elde edilen örneklerde saptanmış olup geleneksel ve alkali çimlendirme yöntemleri arasında protein miktarı açısından önemli bir fark belirlenmemiştir (Şekil 3.2) (Tablo Ek-2.1). Bhinder ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada Tatar karabuğdayı çimlendirilmiş ve çimlenme süresi (96 h) sonunda protein içeriğinin %13,5'den %12,70'ye düştüğü tespit edilmiştir. Çimlenme ile protein miktarında gözlenen bu azalış tanenin büyümesi için gerekli proteaz aktivitesindeki artıştan kaynaklanmaktadır. Özellikle hızlı ve güçlü büyüme gösteren tohumlarda proteaz enzim aktivitesi artmakta ve tanedeki proteinin parçalanmasına sebep olmaktadır (Swieca, 2016; Bhinder ve ark., 2022). Bu nedenle AB örneğine kıyasla daha yüksek çimlenme gücüne sahip olan YB örneğinde çimlendirmenin protein miktarında daha belirgin bir değişimin gözlemlendiği düşünülmektedir. Başka bir deyişle, çimlenmeyle meydana gelen protein miktarındaki azalış, çimlenmenin daha güçlü gerçekleşmesini sağlayan etkenlerden biri olarak değerlendirilebilir.



**Şekil 3. 2.** Farklı yöntemlerle çimlendirilen pseudo tahıl örneklerinin protein miktarları

(AB: Aktaş Karabuğday, YB: Yaygın Karabuğday, BK: Beyaz Kinoa, SK: Siyah Kinoa, a-c: farklı harfler çimlendirme sonrası (72h) çeşitlerin uygulamalar arası protein miktarındaki farklılıkları göstermektedir ( $p<0,05$ ))

### 3.2.2. Yağ miktarı

Çalışmamızda kullanılan pseudo tahıl örneklerinin yağ miktarları ve çimlendirme süresince yağ miktarlarının değişimine ilişkin veriler Ek-3' de sunulmuştur. Çimlendirme öncesi yağ miktarının karabuğday örneklerinde %2,67 ile %3,31 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Çimlendirilmemiş kinoa örneklerinin yağ miktarları ise beyaz ve siyah kinoa için sırasıyla ortalama %6,66 ve %8,85 olarak belirlenmiştir. Karabuğday ve kinoa örneklerinin yağ içerikleri kıyaslandığında kinoanın yağ miktarı açısından oldukça zengin oluşu dikkat çekmektedir. Literatür verileri incelendiğinde kinoa yağ miktarının ortalama %5 olduğu görülmektedir (Alvarez-Jubete ve ark., 2009; Henrion ve ark., 2020). Karabuğdayda ise çeşide bağlı olmakla birlikte yağ miktarı %3 düzeyinde tespit edilmiştir (Bhinder ve ark., 2022).

Çalışmamızda kullanılan pseudo tahıl örneklerinin yağ miktarları üzerine çimlendirme süresi ve yönteminin etkili olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ) (Ek-3). Örneğin, çimlendirme süresi sonunda (72 h) beyaz kinoa örneklerinde yağ miktarı alkali (%5,89), geleneksel (%4,89) ve ultrases (%4,19) destekli çimlendirme ile önemli oranda azalmıştır ( $p<0,05$ ). Siyah kinoa örneğinde de çimlendirme yöntemlerinin yağ miktarı üzerine azaltıcı etkisi olduğu belirlenmiştir. Alkali yöntemle çimlendirilen siyah kinoaalarda çimlendirme sonunda (72h) yağ miktarı %6,76' ya azalırken bunu sırasıyla geleneksel çimlendirme (72h) ve ultrases destekli çimlendirme (72h) takip etmektedir (sırasıyla, %7,78-%8,27) (Tablo Ek-3. 5).

Yaygın karabuğday (*Fagopyrum esculentum Moench*) çeşidinde ise geleneksel çimlendirme işlemiyle birlikte yağ miktarında önemli değişiklik gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Fakat alkali ve ultrases destekli çimlendirme ile yağ miktarında meydana gelen azalış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ) (Tablo Ek-3.1). Literatürde, çalışmamıza benzer şekilde çimlendirme işleminin yağ miktarı üzerine etkisini gösteren benzer çalışmalar mevcuttur (Omary ve ark., 2012; Bewley ve ark., 2013; Shreeja ve ark., 2021; Bhinder ve ark., 2022). Örneğin, Tatar karabuğdayının geleneksel yöntem ile çimlendirildiği çalışmada ham tane yağ miktarının (%3,37) çimlendirme ile birlikte azaldığı (%2,52) tespit edilmiştir (Bhinder ve ark., 2022). Çimlenme esnasında lipaz enzim aktivitesinin artmakta buna bağlı olarak da çimlenen tanede lipit parçalanması gerçekleşmektedir (Zhang ve ark., 2015; Thakur ve ark., 2021; Bhinder ve ark., 2022). Bu sebeple çimlenme uygulamaları sonrası yağ miktarında belirlenen azalış çimlenmenin sağlıklı bir şekilde gerçekleştiğinin kanıtı olarak değerlendirilmektedir.

### 3.2.3. Nişasta miktarı

Çalışmamızda pseudo tahıl örneklerinde her bir çimlendirme yöntemi için farklı çimlenme sürelerindeki (0, 12, 24, 48 ve 72 saat) nişasta miktarları belirlenmiştir (Ek-4). Yaygın karabuğday çeşidi (YB) ham tane nişasta değeri %59,94 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde Aktaş karabuğday çeşidinde nişasta değeri %58,58 olarak saptanmıştır. Kinoa örnekleri nişasta değerleri ise beyaz kinoa için %57,73, siyah kinoa çeşidi için ise %30,66 olarak tespit edilmiştir. Nişasta içeriği bakımından, pseudo tahıllar %55,1 ile %70,4 arasında değişen geniş



bir skalaya sahiptir (Haros ve Schönlechner, 2017). Çeşitsel farklılık göz önünde bulundurularak, yapılan araştırmalarda nişasta miktarı genel olarak karabuğday için ortalama %59, kinoa için ise ortalama %64 olarak bildirilmektedir (Çoşkun ve Bahar, 2020).

Pseudo tahıl örnekleri için temel besinsel bileşenlerden biri olan nişasta miktarındaki değişime çimlenme yöntemi ve çimlenme süresinin önemli derecede etkili olduğu bulunmuştur ( $p < 0,05$ ) (Ek-4). Yaygın karabuğday (YB) çeşidi nişasta miktarına çimlendirme süresinin etkisi incelendiğinde her yöntemde artan çimlenme süresinde nişasta miktarının doğrusal olarak azaldığı tespit edilmiştir. YB örneğinin nişasta miktarında meydana gelen bu azalış geleneksel çimlendirme (72h) yönteminde %54,99, ultrases destekli çimlendirmede (72h) %56,60, alkali çimlendirme sonunda ise %55,33 olarak tespit edilmiştir. Aktaş karabuğday çeşidinde (AB) ise nişasta miktarındaki en belirgin azalış ultrases destekli çimlendirme (72h) ve ardından alkali çimlendirme (72h) yönteminde görülmektedir. Beyaz kinoa (BK) çeşidinde çimlendirme yöntemleri kıyaslandığında en belirgin azalış ultrases destekli çimlendirmede (%51,41) belirlenirken ardından geleneksel çimlendirme (%52,79) ve alkali çimlendirme yönteminde (%53,54) saptanmıştır (Tablo Ek-4.5).

Nişasta miktarı karbonhidrat ana bileşeni olarak kabul edilmektedir. Karabuğdayda nişastanın amiloz içeriği oldukça yüksektir (Çoşkun ve Bahar, 2020). Örneğin, Skrobot ve ark. (2019) yürüttüğü çalışmada nişasta miktarlarını toplam karbonhidrat değerleri üzerinden değerlendirdiklerinde, karabuğdayın %73, kinoanın ise %60 karbonhidrat içerdiği bildirilmiştir. Yapılan diğer literatür çalışmalarında da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Abdellatif, 2018; Sangeeta ve Grewal, 2018). Pseudo tahıllarda çimlenen tanede amilaz enzimi depo nişastasının hidrolizinde görev almaktadır (Shreeja ve ark., 2021). Böylece tohumun büyümesine ve sindirilebilirliğinin artmasına yardımcı olmaktadır. Çalışmamızda kullanılan her bir çeşit nişasta değeri açısından farklılık gösterse de çimlendirme uygulamalarının nişasta miktarını azalttığı görülmektedir. Sonuç olarak pseudo tahıl örneklerinde çimlenme sürecinde meydana gelen nişasta miktarındaki değişime nişastanın yapısal farklılığının yanında çimlenme koşullarının da etkili olduğu düşünülmektedir.

#### **3.2.4. Kül miktarı**

Çalışmamızda kullanılan karabuğday ve kinoa örneklerinin çimlendirme uygulamaları öncesi ve çimlendirme sonrası kül miktarları Ek-5'de verilmiştir. Karabuğday çeşitlerinde kül miktarları incelendiğinde çimlendirme öncesi YB örneğinde kül miktarı %1,57 iken AB örneğinde kül miktarı %1,12 olarak belirlenmiştir. Beyaz kinoa kül miktarı %2,56, siyah kinoa kül miktarı ise %4,18 olarak tespit edilmiştir. Literatürde kül miktarı karabuğdayda %2,21, kinoada %2,38 olarak belirlenmiştir (USDA, 2022). Thakur ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada ise karabuğday kül miktarı %1,60, kinoa kül miktarı %2,15 olarak tespit edilmiştir. Kül miktarı açısından çalışmamızdan elde edilen sonuçların literatür verileri ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

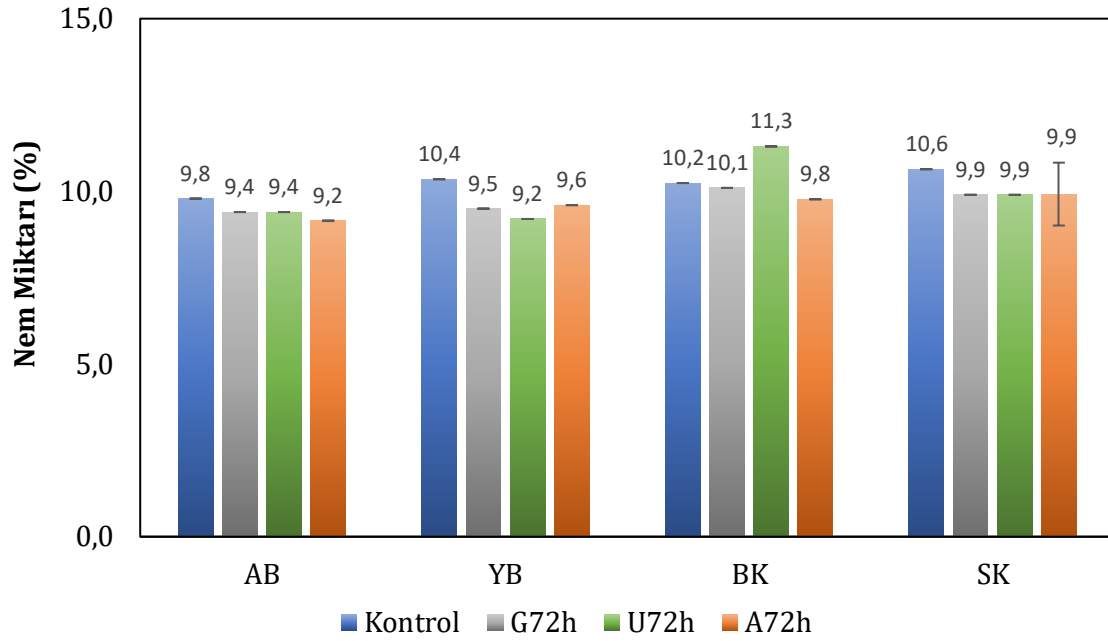
Çalışmamızda çimlendirme süresiyle birlikte siyah kinoa örneklerinin kül miktarının önemli oranda azaldığı tespit edilirken ( $p < 0.05$ ) alkali, geleneksel ve ultrases destekli çimlendirme yöntemiyle yapılan çimlendirme sonunda kül miktarı sırasıyla %2,54, %2,88 ve %3,03 olarak belirlenmiştir. Ultrases destekli çimlendirilen karabuğday (AB ve YB) ve beyaz kinoa örneklerinin kül miktarında ise istatistiksel olarak önemli bir değişim gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ) (Tablo Ek-5.5).

Thakur ve ark. (2021), kinoaada ham tane kül miktarının %2,15 değerinden çimlendirme sonrası %1,90' a düştüğünü belirlemiştir. Bir başka çalışmada ise karabuğdayda %2,41 olan ham tane kül miktarı geleneksel çimlendirme işlemi sonrası %2,35 olarak belirlenmiştir (Bhinder ve ark., 2022). Sonuç olarak, yapmış olduğumuz çalışmada belirlenen karabuğday ve kinoa örneklerinin kül miktarındaki değişim literatür ile uyumlu bulunmuştur.

### 3.2.5. Rutubet (nem) Miktarı

Çalışmamızda kullanılan pseudo tahıl örneklerinin % nem miktarları Tablo Ek-6' da sunulmuştur. Yaygın karabuğday (*Fagopyrum esculentum Moench*) çeşidi çimlenmemiş tanede nem değeri %10,35 olarak tespit edilmiştir. Tescilli Aktaş karabuğday çeşidi nem değeri ise %9,79 olarak belirlenmiştir. Beyaz ve siyah kinoa örnekleri için belirlenen nem değerleri ise sırasıyla %10,24 ve %10,64' dür. Elde edilen veriler incelendiğinde kinoa ve karabuğday örnekleri için literatürde verilen nem değerlerinin (sırasıyla, %10,84, %10,59) çalışmamız ile uyumlu olduğu görülmektedir (Thakur ve ark., 2021; Bhinder ve ark., 2022). Çalışmamızda geleneksel yöntemle (72h) çimlendirilmiş yaygın karabuğday (YB) çeşidinin nem değeri %9,50, alkali ve ultrases destekli çimlendirmiş (72h) örneklerin nem değerleri ise sırasıyla %9,20 ve %9,60 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, Aktaş çeşidi nem miktarları da geleneksel çimlendirme ve ultrases destekli çimlendirme sonunda %9,40, alkali çimlendirme sonunda ise %9,15 olarak tespit edilmiştir (Tablo Ek-6.5). Tatar karabuğdayı ile yapılan bir çalışmada nem değeri çimlendirme sonunda (96 h) %7,18 olarak bildirilmiştir (Bhinder ve ark., 2022).

Çalışmamızda çimlendirilmiş kinoa örneklerinin nem miktarının çimlendirme yöntemine göre değişmekle birlikte %9,77 ile %11,30 arasında değerler aldığı tespit edilmiştir. Örneğin, beyaz kinoa çeşidi nem değerleri geleneksel çimlendirme sonunda %10,24, ultrases destekli çimlendirme sonunda %11,30 ve alkali çimlendirme sonunda %9,77 olarak belirlenmiştir. Thakur ve ark. (2021) yapmış oldukları bir çalışmada kinoa tanesinin nem değerini %10,84, geleneksel çimlendirme sonundaki (72h) nem değeri ise %8,34 olarak belirtmişlerdir. Çalışmamızda ölçülen nem değerleri literatür ile uyumlu sonuçlar vermiştir. Karabuğday ve kinoa örneklerinin nem değerlerindeki değişim Şekil 3.3.' de sunulmuştur.



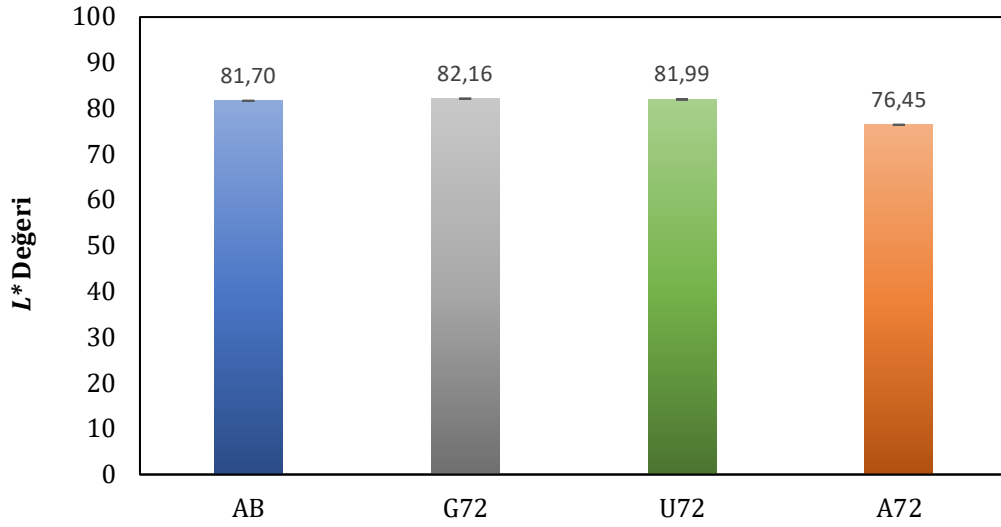
**Şekil 3. 3.** Farklı yöntemlerle çimlendirilen pseudo tahıl örneklerin nem miktarları (AB: Aktaş Karabuğday, YB: Yaygın Karabuğday, BK: Beyaz Kinoa, SK: Siyah Kinoa)

Başlangıçta ham tanedeki nem miktarının yüksek olması çimlendirme olayının başlayabilmesi için gereklidir. Çimlendirme boyunca nem miktarında başlangıçtaki değerine kıyasla azalış görülmekte ve bu durum başarılı bir çimlenmenin gerçekleştiği şeklinde yorumlanmaktadır.

### 3.3. Renk değerleri

Çalışmamızda çimlendirilmemiş ve farklı yöntemlerle çimlendirilmiş pseudo tahıl örneklerinin renk ölçümleri gerçekleştirilerek  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C$  ve  $h^\circ$  parametrelerine ilişkin sonuçlar Ek-7 ve Ek-10 aralığında sunulmuştur.

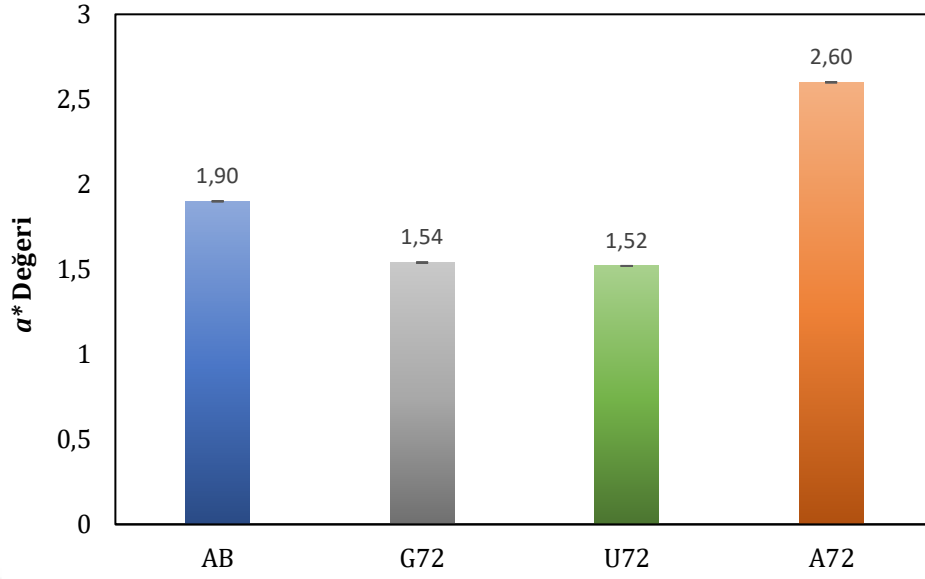
Parlaklığı ifade ettiği bilinen  $L^*$  değeri 0-100 aralığında siyahtan beyaza değerlendirilmektedir. Çimlenmemiş karabuğday örneklerinin  $L^*$  değeri Aktaş çeşidi (AB) için 81,70, YB çeşidi için ise 86,90 olarak belirlenmiştir. Çimlenmemiş kinoa örnekleri  $L^*$  değeri beyaz kinoa için 85,36, siyah kinoa için 69,47 olarak tespit edilmiştir. Yapılan literatür çalışmalarında çimlenmemiş karabuğday ve kinoa tanelerinin  $L^*$  değerlerinin 63,00-89,00 aralığında olduğu bildirilmektedir (Çevik ve Ertaş, 2019; Bhinder ve ark., 2022). Örneğin, karabuğday ile yapılan bir çalışmada karabuğday tane  $L^*$  değeri 82,71 olarak belirtilmiştir (Durmuş, 2022). Çalışmamızda uygulanan farklı çimlendirme yöntemleri kıyaslandığında geleneksel yöntem ve ultrases destekli çimlendirme sonunda  $L^*$  değerlerinde önemli bir değişim gözlenmezken, alkali çimlendirme sonunda  $L^*$  değerinin azaldığı belirlenmiştir. Örneğin, Şekil 3.4.' de belirtildiği üzere Aktaş çeşidi karabuğday örnekleri  $L^*$  değeri geleneksel çimlendirme sonunda 82,16, ultrases destekli çimlendirme sonunda 81,99 olarak tespit edilmiştir. Alkali çimlendirme sonunda ise  $L^*$  değerlerinin (76,45) düştüğü belirlenmiştir.



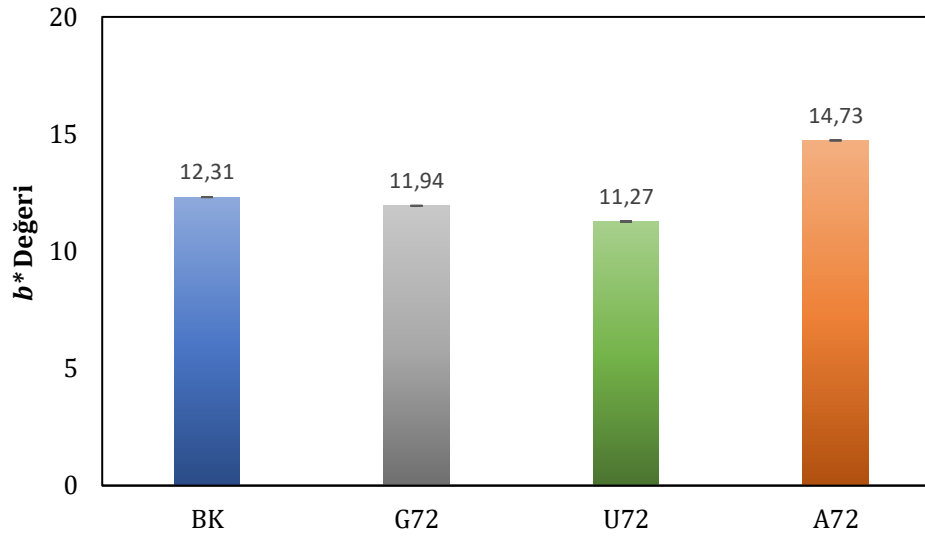
**Şekil.3. 4.** Aktaş karabuğday çeşidi  $L^*$  değeri  
(AB: Aktaş Karabuğday, G:Geleneksel, U: Ultrases, A: Alkali)

Çimlenmemiş taneler için  $a^*$  değeri yaygın karabuğday (YB) çeşidinde 0,74 ve Aktaş çeşidinde (AB) 1,9 olarak belirlenmiştir. Çimlenmemiş kinoa örneklerinin  $a^*$  değeri ise beyaz kinoa için 0,77, siyah kinoa için ise 1,89 olarak saptanmıştır. Çimlendirme ile birlikte karabuğday ve kinoa örneklerinin  $a^*$  değerindeki değişim istatistiksel olarak incelendiğinde çimlenme yöntemi ve çimlenme süresi arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Özellikle alkali çimlendirme yöntemiyle  $a^*$  değerinde artış gözlenmiştir. Örneğin, AB çeşidinin 1,9 olan  $a^*$  değeri çimlendirme sonunda (72h) 2,6 olarak belirlenmiştir (Şekil 3.5.). Kırmızılık değerindeki bu artış gözle de fark edilebilir boyutta olup tane rengini kıvılcak-kahve'den daha kırmızıya dönüştürdüğü görülmektedir. Bu durumda çimlendirme uygulamaları arasında alkali çimlendirme yönteminin tane rengini önemli oranda etkilediği sonucuna ulaşılmaktadır (Tablo Ek-8.2).

Karabuğday ve kinoa örnekleri  $b^*$  değeri bakımından incelendiğinde, çimlenmemiş karabuğday örneklerinde  $b^*$  değeri 8,03-8,74, kinoa örneklerinde ise 7,97-12,31 aralığında değiştiği belirlenirken çimlendirme ile birlikte  $b^*$  değerlerinde azalış saptanmıştır. Örneğin, Aktaş çeşidi karabuğday örneklerinin  $b^*$  değeri alkali çimlendirme sonunda 7,97'e azalmıştır. Beyaz kinoa çeşidi için  $b^*$  değerleri Şekil 3.6.'da sunulmuştur. Beyaz kinoa örneklerinde geleneksel ve ultrases destekli çimlendirme sonunda azalış tespit edilmiş olup bu örneklerin  $b^*$  değeri sırasıyla, 11,94 ve 11,24 olarak ölçülmüştür. Elde edilen veriler istatistiksel olarak incelendiğinde de  $b^*$  değeri için çimlendirme yöntemleri ve çimlenme süresi arasındaki ilişkinin önemli olduğu görülmüştür ( $p < 0,05$ ) (Tablo Ek-9.2).



**Şekil 3. 5.** Aktaş karabuğday  $a^*$  değeri  
(AB: Aktaş Karabuğday, G: Geleneksel, U: Ultrases, A: Alkali)



**Şekil 3. 6.** Beyaz Kinoa  $b^*$  değeri  
(BK: Beyaz kinoa, G: Geleneksel, U: Ultrases, A: Alkali)

Bir diğer renk parametresi olan C değeri, karabuğday örnekleri için çimlenmemiş tanede 8,25-8,77 aralığında değişmektedir. Çimlenmemiş kinoa örnekleri için ise C değeri 8,2-12,33 aralığındadır. Karabuğday örneklerinde geleneksel çimlendirme sonunda 8,40-11,05 olarak belirlenen C değeri, ultrases destekli çimlendirmede (72h) 8,32-9,89 ve alkali çimlendirme sonunda ise 8,38-12,04 aralığında belirlenmiştir (Tablo Ek-7.6 ve Tablo Ek-8.6). Kinoa

örnekleri C değeri geleneksel yöntemle çimlendirme süresi sonunda 7,67-11,99, ultrases çimlendirme sonunda 7,53-11,32 ve alkali çimlendirmede (72h) 8,46-14,83 aralığında değerler almıştır (Tablo Ek-9.6 ve Tablo Ek-10.6).

Çalışmamızdaki örnekler  $h^\circ$  değeri açısından incelendiğinde, ham karabuğday  $h^\circ$  değerleri 76,70-85,15, ham kinoa örnekleri 86,42-76,68 aralığında ölçülmüştür. Karabuğday örnekleri geleneksel çimlendirme sonunda 79,46-84,25 aralığında  $h^\circ$  değerlerini alırken, ultrases destekli ve alkali çimlendirme sonunda  $h^\circ$  değeri sırasıyla 79,49-85,95 ve 71,93-79,11 olarak belirlenmiştir (Tablo Ek-7.6 ve Tablo Ek-8.6). Kinoa örnekleri için ise  $h^\circ$  değeri geleneksel çimlendirme sonunda 76,68-85,06, ultrases destekli çimlendirme sonunda 84,61-74,03, alkali çimlendirme sonunda 83,16-77,96 değerini almıştır (Tablo Ek-9.6 ve Tablo Ek-10.6).

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, çalışmamızda uygulanan farklı çimlendirme yöntemlerinin renk değerlerindeki değişimler üzerine etkili olduğu görülmektedir. Bu yöntemler içerisinde alkali çimlendirmenin  $L^*$  değerini azalttığı ( $p<0.05$ ), böylece örneklerin alkali çimlendirilmesi sonunda daha koyu ve mat bir renk aldığı tespit edilmiştir. Alkali çimlendirme yönteminin aynı zamanda  $a^*$  ve  $b^*$  değerini de en fazla artıran uygulama olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). İlaveten çimlendirme süresi ve çeşitsel özelliklerdeki farklılıklar da renk değişimleri üzerine etkili olabilecek parametreler arasında yer almaktadır.

### **3.4. Toplam Fenolik Madde Miktarı**

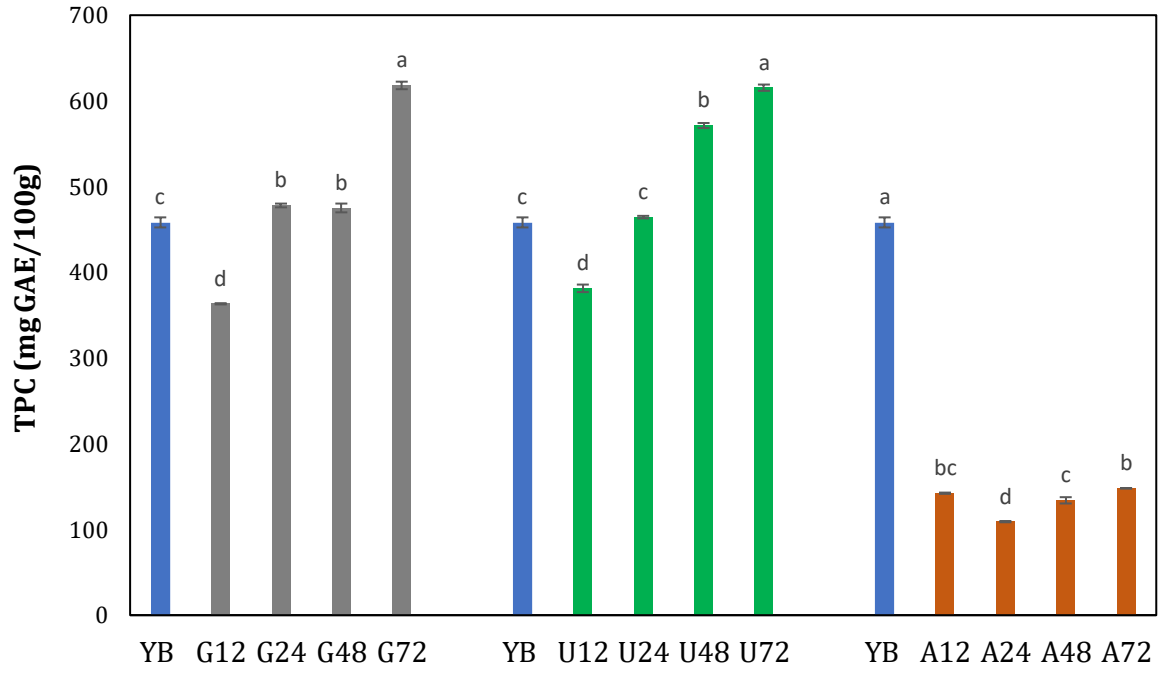
Çalışmamızda geleneksel, ultrases ve alkali destekli yöntemlerle çimlendirilen karabuğday ve kinoa örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarındaki değişim çimlendirme süresince (12, 24, 48, 72) incelenmiş ve sonuçlar Ek-11 'de sunulmuştur. Çimlendirilmemiş karabuğday ve kinoa örneklerinin toplam fenolik madde miktarı sırasıyla 443,44-458,24 mg GAE/100 g ve 182,99-202,22 mg GAE/100 g aralığında belirlenmiştir. Zhang ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada çimlendirilmemiş tatar karabuğdayının toplam fenolik madde miktarı 303 mg GAE/100 g olarak belirlenmiştir. Kılınçer (2018) tarafından yapılan çalışmada ise ham kinoa'nın toplam fenolik madde miktarı 154,5 mg/100 g olarak saptanmıştır. Yapılan literatür çalışmaları incelendiğinde belirlenen değerlerin çalışmamız ile genel olarak uyumlu olduğu görülmektedir.

Çimlendirme ile birlikte pseudo tahıl örneklerinin toplam fenolik madde miktarında meydana gelen değişim Şekil 3.7. ve 3.8.'de örnek olarak sunulmuştur. Şekil 3.7.'de sunulduğu üzere YB örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarının geleneksel ve ultrases çimlendirme (72h) yöntemleriyle önemli oranda (sırasıyla 618,07 ve 615,42 mg GAE/ 100 g) arttığı belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Buna karşın alkali çimlendirme (72h) ile toplam fenolik madde miktarında (148,03 mg GAE/100 g) azalma tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Benzer bir değişim diğer karabuğday çeşidimiz olan Aktaş çeşidinde de belirlenmiş olup toplam fenolik madde miktarı geleneksel ve ultrases çimlendirme sonunda 450,65 ve 498,57 mg GAE/100 g olarak belirlenmiştir. Alkali çimlendirme uygulaması sonunda ise toplam fenolik madde miktarının (165,07 mg GAE/ 100

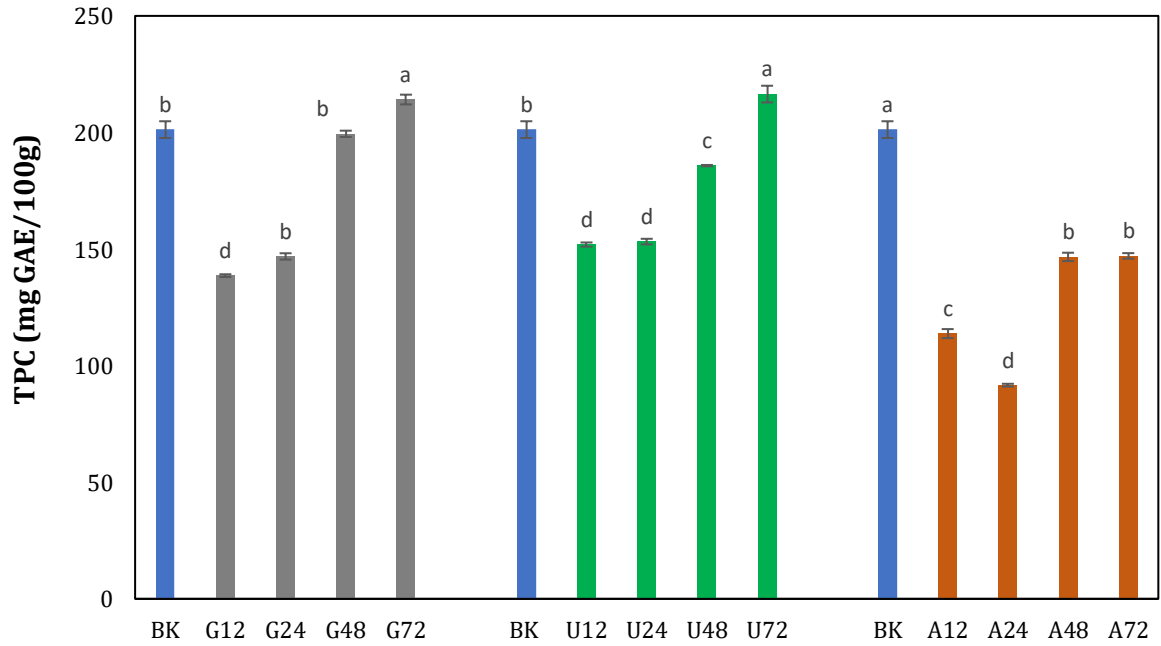
g) ham örneğe kıyasla düştüğü saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Karabuğday çeşitleri için çimlendirme yöntemleri kıyaslandığında, genel olarak ultrases destekli çimlendirilen örneklerde daha yüksek toplam fenolik madde miktarı tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ) (Tablo Ek-11.1, Tablo Ek-11.2).

Benzer şekilde, geleneksel ve ultrases destekli yöntemle çimlendirilmiş (72h) beyaz kinoa örneklerinin toplam fenolik miktarları (sırasıyla 214,12 ve 216,45 mg GAE/100 g) başlangıç konsantrasyonuna (201,22 mg GAE/ 100 g) kıyasla artarken alkali çimlendirilmiş örneklerde (147,06 mg GAE/ 100 g) bu değer azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 3.8.). Benzer değişim siyah kinoa örneklerinde de gözlenmiş olup geleneksel, ultrases ve alkali yöntemle (72h) çimlendirilen örneklerde toplam fenolik madde miktarları sırasıyla, 197,56, 203,62 ve 98,39 mg GAE/100 g olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda belirlenen toplam fenolik madde miktarları çimlendirme yöntemleri açısından incelendiğinde ultrases destekli çimlendirilen örneklerin toplam fenolik madde miktarlarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ).

Çalışmamız yapılan literatür çalışmaları ile uyumlu sonuçlar vermiştir. Örneğin yapılan bir çalışmada çimlendirmenin buğday, karabuğday, kinoa ve amarant tohumlarının toplam fenolik madde miktarlarında artışa neden olduğu belirlenmiştir. Çalışmada çimlendirilmiş karabuğday ve kinoaın zengin bir besin kaynağı olduğu sonucuna varılmıştır (Alvarez-Jubete ve ark., 2010). Kinoa tohumlarının çimlendirilmesi ile toplam fenolik madde miktarındaki değişimin incelendiği başka bir çalışmada, çimlenmemiş kinoa tohumuna kıyasla çimlendirilen tohumların fenolik madde miktarında artış olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada ham kinoa da toplam fenolik madde miktarı  $43,2\pm 0,28$  mg GAE/100 g iken, geleneksel çimlendirilen örneklerin fenolik madde miktarında belirgin bir artış ( $101,2\pm 0,29$  mg GAE/100 g) olduğu tespit edilmiştir (Kaur ve ark., 2016). Benzer şekilde Thakur ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada da kinoa örneklerinin toplam fenolik madde miktarları (48,07 mg GEA/100 g) geleneksel çimlendirme ile birlikte artmıştır (82,47 mg GAE/100 g). Ayrıca yapılan bu çalışmada karabuğday örneklerinde de çimlendirme sonucu toplam fenolik madde miktarının arttığı ( $473,87$  mg GAE/100g) belirlenmiştir. Zhang ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada çalışmamıza benzer şekilde, başlangıç konsantrasyonu 303 mg GAE /100 g olan tatar karabuğdayı toplam fenolik madde miktarı geleneksel çimlendirme ile birlikte önemli oranda artış ( $842$  mg GAE /100 g) göstermiştir. Yapılan diğer çalışmalarda ultrases destekli çimlendirmenin 10-30 dakikada suda bekletilmesi ile karabuğday tanelerindeki toplam fenolik madde miktarını geleneksele kıyasla daha fazla artırdığı bildirilmiştir (Ma ve ark., 2020).



**Şekil 3. 7.** Yaygın karabuğday toplam fenolik madde miktarları (YB: Yaygın karabuğday, G: Geleneksel, U: Ultrases, A: Alkali, çimlendirme sürecindeki değişimlerin istatistiksel değerlendirmesi her bir çimlendirme yöntemi için ayrı ayrı yapılmıştır)



**Şekil 3. 8.** Beyaz kinoa toplam fenolik madde miktarları (BK: Beyaz kinoa, G: Geleneksel, U: Ultrases, A: Alkali, çimlendirme sürecindeki değişimlerin istatistiksel değerlendirmesi her bir çimlendirme yöntemi için ayrı ayrı yapılmıştır)

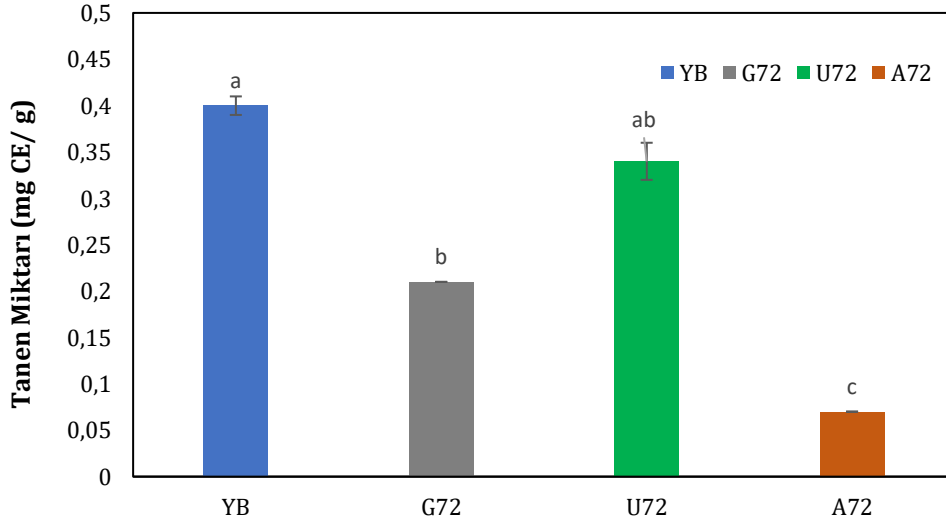


Çalışmamızda karabuğday ve kinoa örneklerinin çimlendirme uygulamaları sonunda toplam fenolik madde miktarlarındaki artışın fitokimyasalların biyosentezi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Çimlenmede enzim aktivitelerinin etkisi ile bağlı fenolikler serbest hale gelmektedir (Carciochi ve ark., 2016). Böylece çimlenme süresindeki artışla birlikte çimlenen tanede antioksidan özellik gösteren fenolik madde miktarı da artmaktadır. Çalışmamızda araştırılan farklı çimlendirme yöntemlerinin toplam fenolik madde miktarı artışına etkisi değerlendirildiğinde, karabuğday ve kinoanın biyoyararlanımının artırılması açısından yenilikçi çimlendirme yöntemlerinden ultrases destekli çimlendirme yönteminin tercih edilmesi önerilmektedir. Toplam fenolik madde miktarına en etkili yöntem olduğu düşünülen ultrases destekli çimlendirmede, ultrases dalgalarının tohumun hücre zarının yapısına ve madde alımına etkisi olduğu ve böylece hücre bölünmesini artırarak tohum çimlenmesini hızlandırdığı düşünülmektedir (Wang ve ark., 2020).

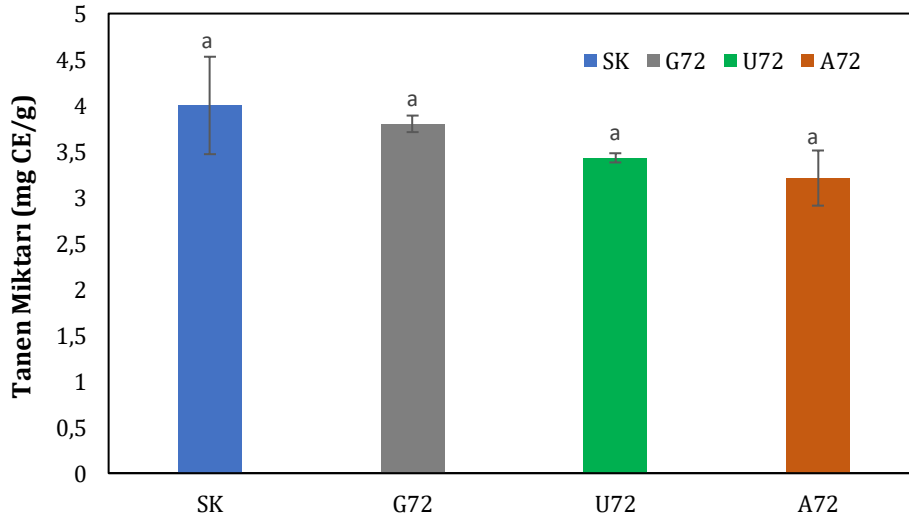
### **3.5. Kondanse Tanen Miktarı**

Çalışmamızda pseudo tahıl örneklerinin çimlendirme öncesi ve çimlendirme sürecinde kondanse tanen miktarlarındaki değişim belirlenmiş olup sonuçlar Ek-12'de sunulmuştur. Çimlenmemiş karabuğday ve kinoa örneklerinin kondanse tanen miktarı sırasıyla 0,28-0,40 ve 2,11-4,00 mg CE/g aralığında belirlenmiştir. Steadman ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışmada karabuğday unlarının kondanse tanen miktarları 0,57-0,83 mg/g düzeyinde belirlenmiştir. Gorinstein ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada da tanen miktarı karabuğday için  $0,322 \pm 0,08$  % dw, kinoa örnekleri için ise  $0,051 \pm 0,01$  % dw olarak bildirilmiştir.

Çimlendirme süresiyle birlikte farklı çimlendirme yöntemlerinin kondanse tanen miktarlarına etkisi Şekil 3.9. ve 3.10.'da karabuğday örnekleri için örnek olarak sunulmuştur. Şekil 3.9. incelendiğinde yaygın karabuğday çeşidi kondanse tanen miktarının çimlendirilmemiş örneğe kıyasla geleneksel, ultrases destekli ve alkali çimlendirilmiş örneklerde (72 h) sırasıyla, %48, %15, %83 oranında azaldığı belirlenmiştir. Benzer şekilde Aktaş karabuğday örneğinde de çimlendirme süresi sonunda tanen miktarının geleneksel (72h) (%54), ultrases (72h) (%43) ve alkali (72h) (%39) çimlendirilmiş örneklerde önemli oranda azaldığı belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ) (Tablo Ek-12.2). Çalışmamıza benzer şekilde, Kumari ve ark. (2023), tarafından yapılan çalışmada da 0,63 mg/g olarak belirlenen karabuğday tanen miktarı çimlendirme süresiyle birlikte azalmıştır (0,28 mg/g). Thakur ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada karabuğday tanen konsantrasyonunun ( $0,222 \pm 0,005$ ) geleneksel çimlendirme (72 h) ile birlikte %60 oranında azaldığı belirlenmiştir.



**Şekil 3. 9.** Yaygın karabuğday kondanse tanen miktarları (YB: Yaygın karabuğday, G: Geleneksel, U: Ultrases, A: Alkali)



**Şekil 3. 10.** Siyah kinoa kondanse tanen miktarları (SK: Siyah kinoa, G: Geleneksel, U: Ultrases, A: Alkali)

Kinoa örneklerinde tanen miktarı karşılaştırıldığında siyah kinoa'nın kondanse tanen miktarının ( $4,00 \pm 0,53$  mg CE/g) beyaz kinoa'ya ( $2,11 \pm 0,23$  mg CE/g) kıyasla daha fazla olduğu belirlenmiştir. Kinoa örneklerinin çimlendirilme süreçlerindeki değişim karabuğday örneklerinde olduğu gibi belirgin olmamakla birlikte genel bir azalış söz konusudur. Örneğin beyaz kinoa örneklerinde geleneksel çimlendirme sonunda %5, ultrases destekli ve alkali çimlendirilen (72h) örneklerde ise sırasıyla %14 ve %20 oranında azalış belirlenmiştir. Siyah kinoa örneklerinin tanen miktarlarında meydana gelen en belirgin azalış beyaz kinoa örneklerinde olduğu gibi alkali çimlendirilen (72h) örneklerde (%11) görülmüştür ( $p < 0,05$ )

(Tablo Ek-12.4). Çalışmamızdan elde edilen sonuçlarla uyumlu olarak Thakur ve ark. (2021) tarafından yapıla çalışmada da kinoa örneklerinin tanen miktarlarının çimlendirme sonrası %27 oranında azaldığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak hem çalışmamızdan elde edilen veriler hem de literatür verileri incelendiğinde genel olarak çimlendirme işleminin karabuğday ve kinoa örneklerinin tanen miktarını azalttığı görülmektedir. Tanenler proteinlerle kompleks oluşturarak proteinlerin sindirilebilirliğini azaltmaktadırlar. Bu özellikleri nedeniyle “anti-besinsel” bileşenler olarak adlandırılmaktadır. Bu nedenle özellikle yüksek konsantrasyonlarda anti-besinsel bileşen içeren tahıl ve tahıl benzerlerinde bu bileşenlerin miktarının azaltılması için çimlendirme önerilmektedir.

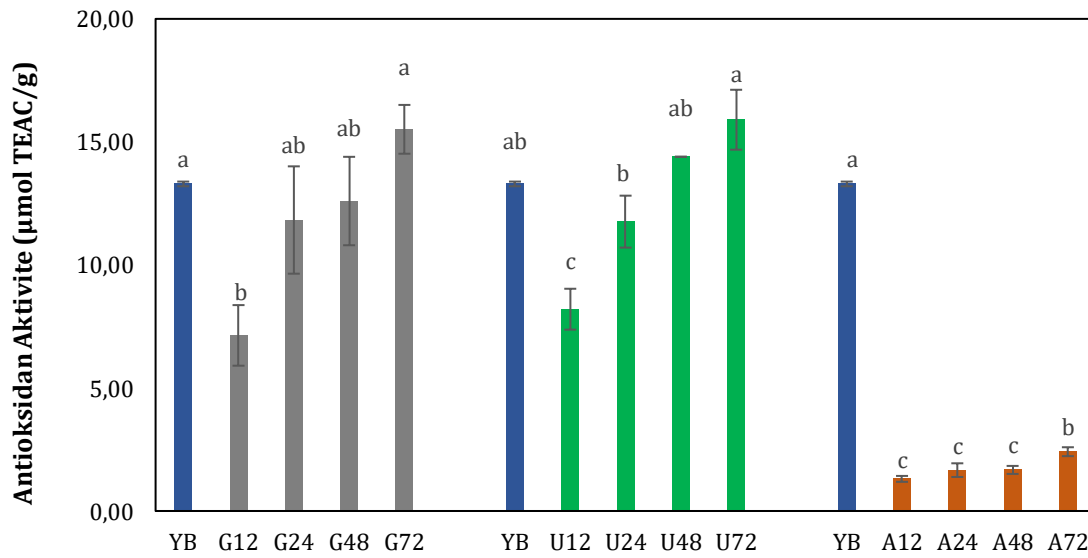
### 3.6. Antioksidan Aktivite

Geleneksel, alkali ve ultrases destekli yöntemle çimlendirilen karabuğday ve kinoa örneklerinin antioksidan aktivitelerinin çimlenme süresince değişimi Ek-13’de sunulmuştur. Karabuğday çeşitleri antioksidan aktivite değerlerinin 6,52 ve 13,29  $\mu\text{mol TEAC/g}$  aralığında değiştiği belirlenirken, kinoa çeşitlerinin antioksidan aktivitelerinin 2,42 ve 4,74  $\mu\text{mol TEAC/g}$  değerlerini aldığı saptanmıştır. Çalışmamızda elde edilen veriler literatürle de uyumlu olup çimlenmemiş karabuğday tanesinde antioksidan aktivite değeri 12,56  $\mu\text{mol TEAC/g}$ , beyaz kinoa için 7,9  $\mu\text{mol TEAC/g}$  ve siyah kinoa için 10,17  $\mu\text{mol TEAC/g}$  olarak bildirilmiştir (Bhinder ve ark., 2021, 2022).

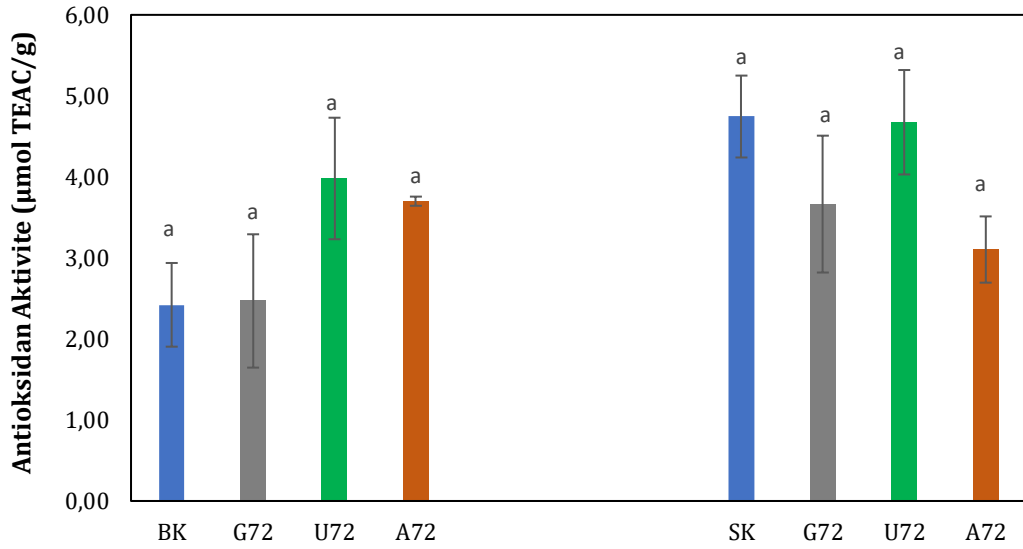
Ayrıca yapılan literatür çalışmalarında çimlendirmenin antioksidan aktivite üzerine önemli etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Kaptum ve ark., 2011; Alvarez-Jubete ve ark., 2010; Kim ve ark., 2012). Şekil 3.11.’de yaygın karabuğday çeşidinin antioksidan aktivitesinin çimlenme süresi ve çimlenme yöntemlerine göre değişimleri sunulmuştur. Genel olarak YB örneğinin antioksidan aktivite değerinin çimlenme süresiyle birlikte arttığı belirlenmiştir. Çimlenme süresi sonunda geleneksel (72h) (15,51  $\mu\text{mol TEAC/g}$ ) ve ultrases destekli (72h) (15,90  $\mu\text{mol TEAC/g}$ ) çimlendirilen örneklerin antioksidan aktivite değerlerinin benzer olduğu belirlenirken alkali (72h) (2,41  $\mu\text{mol TEAC/g}$ ) yöntemle çimlendirilen örneklerin antioksidan aktivite değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir (Tablo Ek-13.1). Benzer şekilde Aktaş karabuğday örneklerinde de en düşük antioksidan aktivite değerleri (2,32  $\mu\text{mol TEAC/g}$ ) alkali çimlendirilen örneklerde saptanmıştır. YB örneğinden farklı olarak AB örneğinde ultrases destekli (10,91  $\mu\text{mol TEAC/g}$ ) çimlendirilen (72h) örneklerin antioksidan aktivite değerlerinin geleneksel (7,10  $\mu\text{mol TEAC/g}$ ) yöntemle çimlendirilen (72h) örneklere kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada çimlendirilmemiş karabuğday örneklerinin antioksidan aktivite miktarı 3,85  $\mu\text{mol TEAC/g}$  iken, çimlendirme sonunda 12,20  $\mu\text{mol TEAC/g}$  antioksidan aktivite miktarına ulaşıldığı bildirilmiştir (Aloo ve ark., 2021). İki farklı Tatar karabuğday çeşidi üzerine yenilikçi çimlendirme yöntemlerinin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada ultrases destekli çimlendirme ve mikrodalga destekli çimlendirme kıyaslanmıştır. Çalışma sonunda karabuğday tanelerinin antioksidan aktivite değerlerinde en

yüksek sonucun ultrases destekli çimlendirme (%85,15) uygulamasında olduğu belirtilmiştir (Wang ve ark., 2020).

Çalışmamızda siyah kinoa örneklerinin beyaz kinoa örneklerine kıyasla daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.12) (Tablo Ek-13.4). Ultrases destekli çimlendirilen beyaz kinoa örneklerinin antioksidan aktivite değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenirken geleneksel yöntemle çimlendirilen örneklerin antioksidan aktivitelerinde önemli bir değişim gözlenmemiştir. Benzer şekilde siyah kinoa örneklerinde de çimlendirme işlemi sonunda en iyi sonuçlara ultrases destekli çimlendirme ile ulaşılmıştır. Yapılan çalışmalarda çimlendirme ile birlikte kinoanın antioksidan aktivitesinin arttığı belirlenmiştir. Örneğin, Bhinder ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada çimlendirme ile birlikte beyaz ve siyah kinoanın antioksidan aktivite değerlerinin artarak sırasıyla 9,6 ve 12,06  $\mu\text{mol/g}$  değerine ulaştığı bildirilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada ise kinoa örneklerinin antioksidan aktivite inhibisyon oranlarının çimlendirme sonunda artarak %62,60 değerine ulaştığı belirlenmiştir (Thakur ve ark., 2021). Literatür çalışmalarında ve çalışmamızda elde edilen verilere göre çimlendirmenin antioksidan aktiviteyi olumlu etkilediği gözlemlenmiş olup bu durum fenolik bileşiklerde meydana gelen artış ile ilişkilendirilebilir.



**Şekil 3. 11.** Yaygın karabuğday antioksidan aktivite miktarları  
(YB: Yaygın karabuğday, G: Geleneksel, U: Ultrases, A: Alkali, çimlendirme sürecindeki değişimlerin istatistiksel değerlendirilmesi her bir çimlendirme yöntemi için ayrı ayrı yapılmıştır)



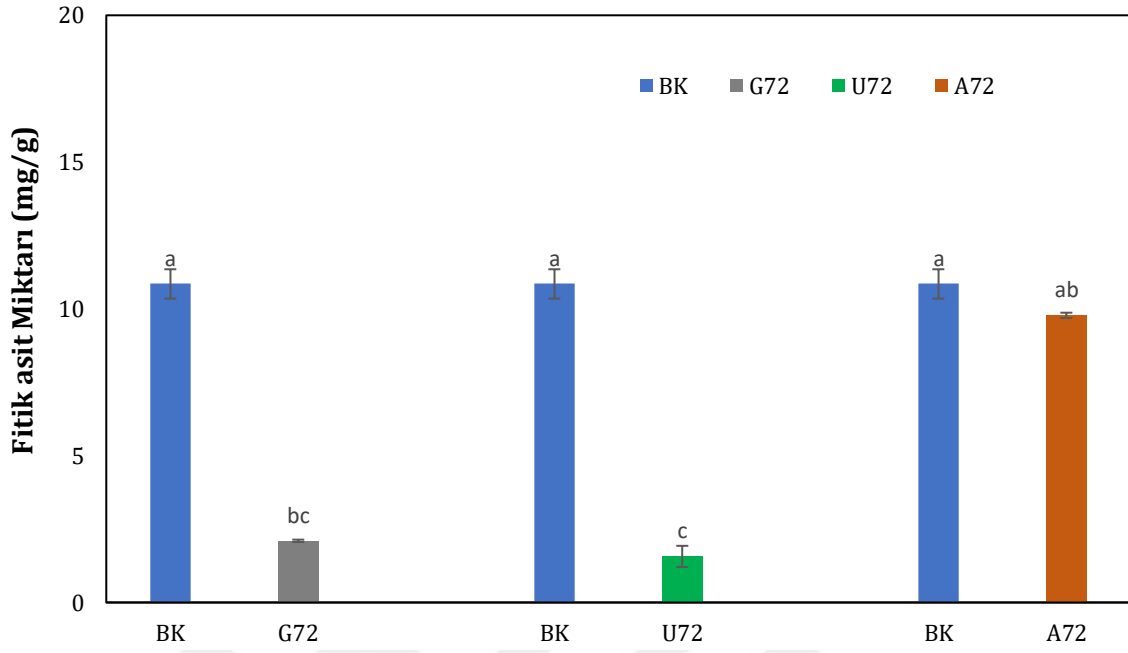
**Şekil 3. 12.** Kinoa örneklerinin antioksidan aktivite miktarları

(BK: Beyaz kinoa, SK: Siyah kinoa, G: Geleneksel, U: Ultrases, A: Alkali, çimlendirme sürecindeki değişimlerin istatistiksel değerlendirilmesi her bir çimlendirme yöntemi için ayrı ayrı yapılmıştır)

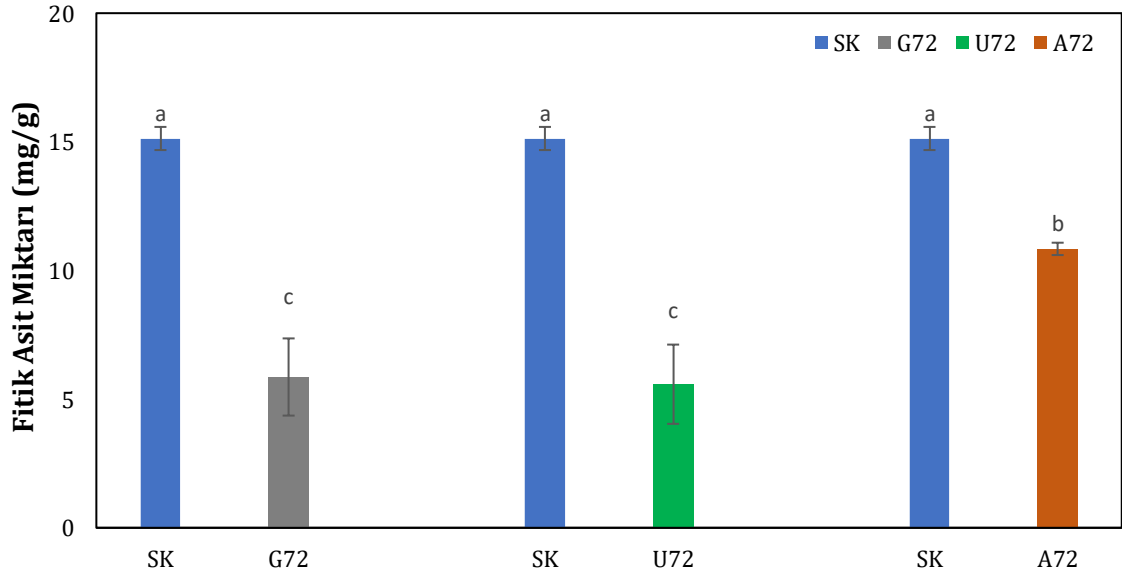
### 3. 7. Fitik Asit Miktarı

Karabuğday ve kinoa örneklerinin fitik asit miktarında çimlenme süresince meydana gelen (12, 24, 48, 72) değişimler Ek-14'de sunulmuştur. Karabuğday örneklerine ilişkin çimlenme öncesi fitik asit miktarları 10,41-11,10 mg/g değer aralığında değişmektedir. Kinoa örnekleri fitik asit miktarlarının ise çimlendirme öncesi 10,85-15,13 mg/g değer aralığında olduğu belirlenmiştir. Yaver (2022) tarafından yapılan çalışmada karabuğday ve kinoa tanelerinin fitik asit miktarları sırasıyla, 18,12 mg/g ve 9,37 mg/g olarak ölçülmüş olup yapılan bu çalışmadan elde edilen verilerin çalışmamızdan elde edilen sonuçlarla uyumlu olduğu görülmektedir.

Çalışmamızda çimlendirme süresi ve çimlendirme yöntemleri arasındaki ilişkinin fitik asit miktarı üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenirken ( $p < 0.05$ ) fitik asit miktarının çimlendirmeye birlikte genel olarak azaldığı belirlenmiştir. Fitik asit miktarında meydana gelen bu azalış en fazla kinoa örneklerinde gözlenmiş olup beyaz ve siyah kinoa örneklerinin çimlendirme öncesi ve sonrasında (72 h) belirlenen değerlerine ilişkin değişim Şekil 3.13. ve 3.14.'de sunulmuştur (Tablo Ek-14.3- Tablo Ek-14.4). Sunulan şekiller incelendiğinde fitik asit miktarının geleneksel ve ultrases destekli çimlendirilen (72h) beyaz (sırasıyla, %81 ve %86) ve siyah kinoa (sırasıyla, %61 ve %63) örneklerinde önemli oranda azaldığı görülmektedir ( $p < 0.05$ ). Çalışmamızda alkali çimlendirilmiş (72h) beyaz (%10) ve siyah kinoa (%28) örneklerinin fitik miktarlarında da azalış belirlenmekle birlikte ( $p < 0.05$ ) bu azalışın diğer yöntemlere kıyasla daha sınırlı olduğu görülmektedir. Sonuç olarak, kinoa fitik asit miktarının azaltılması için çimlendirme yöntemleri içerisinde en etkili yöntem olarak ultrases destekli çimlendirme yöntemi önerilmektedir.



**Şekil 3. 13.** Beyaz kinoa çeşidi fitik asit miktarları  
(BK: Beyaz kinoa, G: Geleneksel, U: Ultrases, A: Alkali)



**Şekil 3. 14.** Siyah kinoa çeşidi fitik asit miktarları  
(SK: Siyah kinoa, G: Geleneksel, U: Ultrases, A: Alkali)

Kılınçer (2018), tarafından yapılan çalışmada çimlendirilmemiş kinoa örneklerinin fitik asit miktarlarının (10,22 mg/g) çimlendirme sonunda çalışmamıza benzer şekilde azaldığı (%72) belirlenmiştir. Egli ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmada da kinoa örneklerinin fitik asit miktarlarının (9,7 mg/g) çimlendirme sonrası (8,5 mg/g) azaldığı tespit edilmiştir.

Kinoa örneklerinin aksine çalışmamızda karabuğday örneklerinin fitik asit miktarlarında çimlendirme ile birlikte %5 ile 10 düzeyinde bir azalış meydana gelse de bu azalış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Çalışmamıza benzer şekilde Egli ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmada da karabuğday örneklerinin fitik asit miktarları üzerine (1,42 g/100 g) çimlendirmenin önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Fitik asit, güçlü bir metal iyonu şelatörü olması nedeniyle metal-fitat komplekslerini oluşturarak mineral emilimini azaltmaktadır. Bu nedenle, biyoyararlanımı azaltan “anti-besinsel” bileşen olarak bilinmektedir. Ancak fitik asit miktarını çimlendirme uygulamaları ile azaltmanın mümkün olduğu ve böylece pseudo tahıllarda biyoyararlanımın artacağı yapılan çalışmalarda ve çalışmamızda ulaşılan sonuçlar arasında yer almaktadır. Kumari ve ark. (2023) tarafından yapılan çalışmada çimlendirme uygulamaları sırasında tanede artan fitaz enzim aktivitesi nedeniyle fitat fosforunun inositol mono fosfata dönüşümü nedeniyle fitik asit miktarının azaldığı belirtilmektedir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Pseudo tahıllar gerek yüksek besinsel içerikleri gerekse de gluten içermemeleri nedeniyle çölyak hastalarının glutensiz beslenme modellerine bir alternatif oluştururken daha sağlıklı beslenmek isteyen bireyler açısından da günümüzde daha çok tercih edilmektedir. İlaveten özellikle düşük gelirli ülkelerde bireylerin beslenmesinde yüksek protein kaliteleri ve zengin yağ asiti dağılımları nedeniyle beslenme açığını önlemede önemli bir alternatif oluşturmaktadırlar. Ancak içerdikleri anti-besinsel bileşenler nedeniyle biyoyararlanımları kısıtlanmaktadır. Biyoyararlanımın artırılması amacıyla ısı uygulamasının yanı sıra ısılatma ve çimlendirme gibi ısı olmayan uygulamalar araştırılmaktadır.

Çalışmamızda pseudo tahıllarda en çok tercih edilen çeşitler olan karabuğday ve kinoa tanelerinin biyoaktif ve anti-besinsel içeriğine farklı çimlendirme yöntemlerinin çimlendirme süresince (0, 12, 24, 48, 72 h) etkisi incelenmiştir. Bu amaçla çimlenme güçlerine göre seçilen karabuğday ve kinoa örnekleri geleneksel, alkali ve ultrases destekli yöntemlerle çimlendirilerek, kimyasal kompozisyon (protein, yağ, nişasta, kül, nem), renk, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, kondanse tanen ve fitik asit miktarlarındaki değişimleri belirlenmiştir.

- Kimyasal kompozisyon açısından çimlenmenin etkisi incelendiğinde, çimlendirme sonunda protein, yağ ve nişasta miktarında belirlenen azalış ile çimlendirmenin etkin bir şekilde gerçekleştiği ve sindirilebilirliğin arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Çimlendirilen örneklerde en yüksek protein içeriği alkali yöntemde belirlenmiş olup, ultrases destekli çimlendirilen örneklerin kül miktarında değişim gözlenmemiştir.
- Çimlendirmenin renk üzerine etkisinin belirlenmesi açısından, çimlenme süresindeki artışla birlikte örneklerde belirlenen  $L^*$  değerindeki azalış ve  $a^*$  değerindeki artışlar incelendiğinde alkali çimlendirme yönteminin tane rengini en çok etkileyen uygulama olduğu sonucuna varılmıştır.
- Karabuğday ve kinoa örneklerinde çimlendirmenin biyoaktif bileşen konsantrasyonuna etkisi açısından toplam fenolik madde miktarları incelendiğinde, çimlenme süresi sonunda fenolik bileşen içeriğinde belirlenen maksimum artış ultrases destekli çimlendirilen örneklerde saptanmıştır. Buna karşın alkali çimlendirme yönteminin toplam fenolik madde konsantrasyonunu azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Toplam fenolik madde konsantrasyonuna paralel olarak örneklerin antioksidan aktivitelerinin de çimlenme süresiyle birlikte arttığı belirlenmiştir. En düşük antioksidan aktivite değerleri toplam fenolik içeriği açısından da en düşük değerlere sahip alkali çimlendirilen örneklerde saptanmış olup yüksek antioksidan aktivite değeri için ultrases ve geleneksel çimlendirme yöntemlerinin daha iyi birer alternatif olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



- Çimlendirmenin anti-besinsel bileşenlere etkisi incelendiğinde, fitik asit ve tanen miktarının çimlendirme ile birlikte azaldığı belirlenirken ultrases destekli çimlendirmenin fitik asit miktarını azaltmada en etkili yöntem olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tanen miktarının azaltılması açısından ise alkali çimlendirme yönteminin daha etkili olduğu görülmektedir. Çimlendirme prosesleri ile birlikte tanen ve fitik asit miktarının önemli oranda azaltılabileceği ve böylece proteinlerin sindirilebilirliği ve mineral alımı artırılarak biyoyararlanımın iyileştirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, tüketiciler tarafından en çok tercih edilen pseudo tahıllar olan karabuğday ve kinoanın biyoyararlanım ve biyoaktif bileşen içeriğinin artırılması için çimlendirilerek tüketilmesi önerilmektedir. Böylece hem alışla gelmiş tahıl tüketim modeline yenilik getirilmiş hem de biyoyararlanımı iyileştirilmiş ürünler oluşturulacaktır. Ayrıca çimlendirme süresince meydana gelen fiziksel ve kimyasal tüm değişimler dikkate alındığına çimlendirmede yenilikçi bir yaklaşım olan ultrases destekli çimlendirme yöntemi önerilmektedir.

## KAYNAKÇA

- Abdellatif, A. S. A. (2018). Chemical and Technological Evaluation of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) Cultivated in Egypt. *Acta Scientific Nutritional Health*, 2(7), 42-53.
- Akçay, E., ve Tan, M. (2018). Farklı Tuz Konsantrasyonlarında Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'nın Çimlenme Özelliklerinin Belirlenmesi. *Journal of Agriculture Sciences*, 33(1), 85-91.
- Alkay, R., ve Kökten, K. (2020). The Importance and Usage Areas of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Journal of Food and Feed Science – Technology*, 24, 16-21.
- Aloo, S. O., Ofosu, F. K., ve Oh, D. H. (2021). Effect of Germination on Alfalfa and Buckwheat: Phytochemical Profiling by UHPLC-ESI-QTOF-MS/MS, Bioactive Compounds, and In-Vitro Studies of Their Diabetes and Obesity-Related Functions. *Antioxidants*, 10, 1613. <https://doi.org/10.3390/antiox10101613>.
- Alvarez-Jubete L., Holse, M., ve Hansen, A. (2009). Impact of Baking on Vitamin E Content of Pseudocereals Amaranth, Quinoa and Buckwheat. *Cereal Chemistry*, 86, 511-515.
- Alvarez-Jubete, L., Wijngaard, H., Arendt, E.K., ve 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.
- Angeli, V., Silva, P. M., Massuela, D. C., Waleed Khan, M., Hamar, A., Khajehei, F., Grae-Hönninger, S., ve Piatti, C. (2020). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): An Overview of the Potentials of the “Golden Grain” and Socio-Economic and Environmental Aspects of Its Cultivation and Marketization. *Foods*, 9, 216.
- Argan, E. B. (2019). *Ekmeklik Buğday Ununa Kinoa Unu Karıştırılarak Üretilen Eriştelerin Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), İzmir: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ayseli, M. T. (2020). *Kinoa Unu İlavisiyle Üretilen Bebek Ek Gıdasının Fizikokimyasal Ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi*. (Doktora Tezi), İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, (2022). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Erişim Tarihi:10.12.2022. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/bahridagdas>
- Bektaş, M. (2018). *Farklı Proses Koşullarının Bazı Tahıl ve Baklagillerdeki Fitik Asit Düzeyi ve Biyoyararlanım Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi), Gümüşhane: Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Belton, P. S. ve Taylor, R. N. J. (2002). *Pseudocereals and Less Common Cereals I, Grain Properties and Utilization Potential*, Ed: Peter S. Belton, John R.N. Taylor. DOI 10.1007/978-3-662-09544-7
- Berghofer, E., Schoenlechner, R. (2007). Pseudocereals—An Overview. Department of *Food Science*
- Bewley, J. D., Bradford, K. J., Hilhorst, H. W. M., ve Nonogaki, H. (2013). *Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy* (3rd ed.). New York: *Springer*.

- Bhargava, A., Srivastava, S. (2019). Cereals. Participatory Plant Breeding: Concept and Applications pp 129–173. DOI: 10.1007/978-981-13-7119-6\_6
- Bhinder, S., Kumari, S., Singh, B., Kaur, A., ve Singh, N. (2021). Impact of Germination on Phenolic Composition, Antioxidant Properties, Antinutritional Factors, Mineral Content and Maillard Reaction Products of Malted Quinoa Flour. *Food Chemistry*, 346, 128915.
- Bhinder, S., Singh, N., ve Kaur, A. (2022). Impact of Germination on Nutraceutical, Functional and Gluten Free Muffin Making Properties of Tartary Buckwheat (*Fagopyrum tataricum*). *Food Hydrocolloids*, 124107268.
- Cai, Y. Z., Corke, H., Wang, D., ve Li, W.D. (2016). Buckwheat: Overview Wrigley, C., Corke, H., Seetharaman, K., Faubion, J. (Eds.), Encyclopedia of Food Grains. *Elsevier*, 1, 307–315.
- Carciochi, R. A., Galván-D'Alessandro, L., Vandendriessche, P., Chollet, S. (2016). Effect Of Germination and Fermentation Process On The Antioxidant Compounds Of Quinoa Seeds. *Plant Foods Human Nutrition*, 71, 361–367.
- Çetiner, B. (2020). *Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Fonksiyonel Ve Tam Buğday Ekmeği Özelliklerinin Karşılaştırılması, Kalite Ve Fonksiyonel Özellikler Bakımından İyileştirilme Olanaklarının Araştırılması*. (Doktora Tezi), Ankara: Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çevik, A. ve Ertaş, N. (2019). Effect of Quinoa, Buckwheat and lupine on Nutritional Properties and Consumer Preferences of Tarhana. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 11(2), 145-155.
- Choton, S., D Bandral, J. ve Sood, M. (2021). Buckwheat, It's Health Benefits and Uses. *Just Agriculture*, 2(4), 2582-8223.
- Christa, K., ve Soral-Šmietana, M. (2008). Buckwheat Grains and Buckwheat Products Nutritional and Prophylactic Value of Their Components a Review. *Journal of Food Science*, 3, 153–162.
- Coşkun, G. ve Bahar, B. (2020). Kimyasal Bileşim Bakımından Tahıllar ve Tahılsızlar. *Turkish Journal of Science and Health*, 1(1), 2717-7173.
- De Bock, P., Daelemans, L., Selis, L., Raes, K., Vermeir, P., Eeckhout, M. ve Bockstaele, F. V. (2021). Comparison of The Chemical and Technological Characteristics of Wholemeal Flours Obtained from Amaranth (*Amaranthus sp.*), Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Buckwheat (*Fagopyrum sp.*) Seeds. *Foods*, 10, 651.
- Demir M. K., ve Kılınç M. (2016). Kinoa: Besinsel ve Antibesinsel Özellikleri, *Journal of Food and Health Science*, 2(3), 104-111.
- Dizlek, H., Özer, M. S., İnanç, E., ve Gül, H. (2009). Karabuğday'ın (*Fagopyrum Esculentum Moench*) Bileşimi ve Gıda Sanayiinde Kullanım Olanakları. *Gıda*, 34 (5), 317-324.
- Donkor, O. N., Stojanovska, L., Ginn, P., Ashton, J., ve Vasiljevic, T. (2012). Germinated Grains–Sources of Bioactive Compounds. *Food Chemistry*, 135 (3), 950-959.

Durmuş, E. (2022). *Bazı Tahıllardan Elde Edilen Malt Unlarının Kalite Özellikleri Ve Ekmeğin Biyoaktif Ve Fizikokimyasal Nitelikleri Üzerine Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi), Kastamonu: Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Egli, I., Davidsson, L., Juillerat, M. A., Barclay, D., ve 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 Feedin. *Journal of Food Science*, 67 (9), 3484-3488.

Eti, S., (2019). Bahçe Tarımı I. T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2372 Açık öğretim Fakültesi Yayını No: 1369. Editör, Prof.Dr. Ece Turhan, (ssS, 66-89) Eskişehir

FAO, (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Erişim Tarihi:12.12.2022. <https://www.fao.org/home/en/>

Filho, A.M., Pirozi, M.R., Borges, J.T., Pinheiro Sant'Ana, H.M., Chaves, J.B., ve Coimbra, J.S. (2017). Quinoa: Nutritional, Functional, and Antinutritional Aspects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(8), 161830.

Geren, H. ve Güre, E. (2017). Farklı Azot ve Fosfor Seviyelerinin Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'da Tane Verimi ve Bazı Verim Unsurlarına Etkisi Üzerinde Bir Ön Araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54 (1), 1-8.

Gorinstein, S., Lojek, A., Ciz, M., Pawelzik, E., Delgado-Licon, E., Medina, O. J., Moreno, M., Ines Arnao Salas, I.A., ve Goshey, I. (2008). Comparison of Composition and Antioxidant Capacity of Somecereals and Pseudocereals. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 629–637.

Güzel, N. (2021). Morphometric and Physico-chemical Properties of Cornelian Cherry (*Cornus mas* L.) Grown in Çorum, Turkey. *Akademik Gıda*, 19(4), 373-380.

Güzel, N., Kahraman, O., ve Feng, H. (2020). Solid-Liquid Extraction by Manothermosonication: Recapturing the Value of Pomegranate Peels and Nanocomplexation of Extracts with Pea Protein. *CS ACS Sustainable Chemistry Engineering*, 8(44), 16671–16679.

Haros, C. M., ve Schönlechner, R. (2017). Pseudocereals: Chemistry and Technology. *NewYork*, 37-48.

Haug, W., ve Lantzsch, 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.

Henrion, M., Labat, E., ve Lamothe, L. (2020). Pseudocereals as Healthy Grains: An Overview. *Innovative Processing Technologies for Healthy Grains*. 9781119470168.

Hernández-Ledesma, A. (2019). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as a Source of Nutrients and Bioactive Compounds: A Review. *Bioactive Compounds in Health and Disease*, 2(3), 27-47.

Huma, N., Anjum, M., Sehar, S., Issa Khan, M., ve Hüseyin, S. (2008). Effect of Soaking and Cooking on Nutritional Quality and Safety of Legumes. *Nutrition and Food Science*, 38(6), 570-577.

Kapkum, N., Phimphilai, S., Srichairatanakool, S., ve 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.

Karahan, A.M., Kılınççeker, O. (2020). Karabuğday (*Fagopyrum Esculentum* Moench)'In Bazı Özellikleri ve Tahıl Ürünlerinde Kullanımı. Ispec 6th International Conference On Engineering & Natural Sciences January 24-26 / Sanliurfa, Turkey.

Kaur, I., Beenu Tanwar, B., Manju Reddy, M., ve Ambika Chauhan, A. (2016). Vitamin C, Total Polyphenols and Antioxidant Activity in Raw, Domestically Processed and Industrially Processed Indian *Chenopodium quinoa* Seeds. *Journal of Applied Pharmaceutical Scienc*, 6(04), 139-145.

Kılınçer, F. N. (2018). *Çimlendirilmiş Bazı Tahıl Ve Baklagillerin Besinsel Ve Fonksiyonel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma*. (Yüksek Lisans Tezi), Konya: Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Kim, D. K., Jeong, S. C., Gorinstein, S., ve 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.

Kır, A.E., ve S. Temel, (2016). Iğdır Ovası Kuru Koşullarında Farklı Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Çeşit ve Popülasyonlarının Tohum Verimi ile Bazı Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(4), 145-154.

Köten, M., Karahan, A. M. ve Satouf, M. (2022). Glutensiz Gıda Kaynağı Olarak Tahıl Benzeri Tohumlar. Cukurova 8th International Scientific Researches Conference, April 15-17/ Adana, Turkey

Kumari, S., Bhinder, S., Singh, B., ve Kaur, A. (2023). Physicochemical Properties, Non-nutrients and Phenolic Composition of Germinated Freeze-dried Flours of Foxtail Millet, Proso Millet and Common Buckwheat. *Journal of Food Composition and Analysis*, 115, 105043.

Lasztity, R. (1999). *Cereals Chemistry*. Published by Akademiai Kiado. P.O.Box 245. H-1519 Budapest. <http://www.akkr.t.hu>

Ma, H., Bian, Z., ve Wang, S. (2020). Effects of Different Treatments on the Germination, Enzyme Activity, and Nutrient Content of Buckwheat. *Food Science and Technology Research*, 26 (3), 319-328.

McKevith, B., (2004). Nutritional aspects of cereals. *Nutrition Bulletin*, 29, 111–142.

Okur, B. ve Madenci, A. B., (2019). Çiğ Beslenme (Raw Food) Akımında Çimlendirilmiş Hububat ve Baklagillerin Önemi. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 7(1), 664-675.

Olçay, N., ve Demir, M. K. (2022). Yalancı Tahıllarda Çimlendirme Prosesinin Etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(1), 252- 265.

Omary, B. M., Fong, C., Rothschild, J., ve Finney, P. (2012). Effects of Germination on the Nutritional Profile of Gluten-Free Cereals and Pseudocereals: A Review. *Cereal Chemistry*, 89(1), 1-14.

Özkaynak, E. (2011), *Türkiye’de Yetiştirilen Bazı Yağlık Keten Tohumlarının ve Filizlerinin Biyoaktif Bileşikler Açısından İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma*. (Doktora Tezi), İzmir: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Pal, R., Bhartiya, A., Kumar, A.R., Kant, L., Aditya, J., ve Bisht, J. (2016). Impact of Dehulling and Germination on Nutrients, Antinutrients, and Antioxidant Properties in Horsegram. *Journal of Food Science and Technology*, 53 (1), 337-347,

- Paucar-Menacho, L. M., Penas, E., Duenas, M., Frias, J., ve Martínez-Villaluenga, C. (2017). Optimizing Germination Conditions to Enhance the Accumulation of Bioactive Compounds and The Antioxidant Activity of Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) Using Response Surface Methodology. *Food Science and Technology*, 76, 245-252.
- Rodríguez, P. J., Rahman, H., Thushar, S. And Singh, R. K. (2020). Healthy and Resilient Cereals and Pseudo-Cereals for Marginal Agriculture: Molecular Advances for Improving Nutrient Bioavailability. *Frontiers in Genetics*, Volume 11 | Article 49. doi: 10.3389/fgene.2020.00049.
- Sangeeta Grewal, R. B. (2018). Physico-chemical Properties of Pseudo-cereals (Amaranth and Buckwheat). *The Pharma Innovation Journal*, 7(3), 7-10.
- Schoenlechner, R. (2017). Quinoa: Its Unique Nutritional and Health-Promoting Attributes. Gluten-Free Ancient Grains. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-100866-9.00005-4>.
- Sevindik, A., Gültekin, R. N., ve Uran, H. (2021). Altın Tahlil: Kinoa. *Journal of Engineering and Science*, 7(1), 155-165.
- Sharma, S., Saxena, D.C., ve Riar, C.S. (2018). Changes in the GABA and Polyphenols Contents of Foxtail Millet on Germination and Their Relationship With in Vitro Antioxidant Activity. *Food Chemistry*. 245, 863–870.
- Shreeja, K., Suchiritha Devi, S., Jessie Suneetha, W., ve Neeraja Prabhakar, B. (2021). Effect of Germination on Nutritional Composition of Common Buckwheat (*Fagopyrum esculentum Moench*). *International Research Journal of Pure and Applied Chemistry*, 22(1), 1-7.
- Skrobot, D., Milovanovic, I., Jovanov, P., Pestoric, M., Tomic, J., ve Mandic, A. (2019). Buckwheat, Quinoa and Amaranth: Good Alternatives to Nutritious Food. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 23(3), 113-116.
- Steadman, K. J., M. S. Burgoon, M.S., Lewis, B.A., Edwardson, S. E., ve Obendorf, R. L. (2001). Buckwheat Seed Milling Fractions: Description, Macronutrient Composition and Dietary Fibre. *Journal of Cereal Science*, 33, 271–278.
- Steadman, K.J., Burgoon, M.S., Lewis, B.A., Edwardson, S.E., ve Obendorf, R.L. (2000). Minerals, Phytic Acid, Tannin and Rutin in Buckwheat Seed Milling Fractions. *Journal of The Science of Food Agriculture*, 81, 1094–1100.
- Swieca, M. (2016). Potentially Bioaccessible Phenolics, Antioxidant Activity and Nutritional Quality of Young Buckwheat Sprouts Affected by Elicitation and Elicitation Supported by Phenylpropanoid Pathway Precursor Feeding. *Food Chemistry*, 192, 625–632.
- Tan, M., ve Z. Yöndem, (2013). İnsan ve Hayvan Beslenmesinde Yeni Bir Bitki: Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Alinteri*, 25, 62-66.
- Tanwar, B., Lamsal, N., Goyal, A., ve Kumar, V. (2019). Functional and Physicochemical Characteristics of Raw, Roasted and Germinated Buckwheat Flour. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 38 (2).
- Taylor, J. R. N., ve Parker, M. L. (2002). Pseudocereals and Less Common Cereals. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Pp, 93-122. DOI 10.1007/978-3-662-09544-7.

- Thakur, P., Kumar, K., Ahmed, N., Chauhan, D., Rizvi, H.E.U. Q., Jan, S., Singh, P.T., ve Dhaliwal, S.H. (2021). Effect of Soaking and Germination Treatments on Nutritional, Anti-nutritional, and Bioactive Properties of Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.), Quinoa (*Chenopodium quinoa* L.), and Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* L.). *Current Research in Food Science*, 4, 917–925.
- Thakur, P. ve Kumar, K. (2019). Nutritional Importance and Processing Aspects of Pseudo-cereals. *Journal of Agricultural Engineering and Food Technology*, 6(2), 155-160.
- Tömösközi, S., ve Langó, B. (2017). Buckwheat: Its Unique Nutritional and Health-Promoting Attributes. [Gluten-Free Ancient Grains](#) Cereals, Pseudocereals, and Legumes: Sustainable, Nutritious, and Health-Promoting Foods for the 21st Century. *Food Science Technology and Nutrition*, 161-177.
- USDA, (2022). [U.S. Department Of Agriculture](#). Erişim: 12.11.2022. [www.usda.gov](http://www.usda.gov).
- Wang, J., Bian, Z., Wang, S., ve Zhang, L. (2020). Effects of Ultrasonic Waves, Microwaves, and Thermal Stress Treatment on the Germination of Tartary Buckwheat Seeds. *Journal Food Process Engineering*, 43, 13494.
- Xu, L., Yang, N., Wu, F., Jin, Z. ve Xu, X. (2017). Effect of Acid Pretreatment on The Physicochemical and Antioxidant Properties of Germinated Adlay (*Coix lachryma-jobi* L.). *Journal Food Process Preserv.* <https://doi.org/10.1111/ifpp.13511>.
- Yaver, E. (2022). Fermente Tahıl Benzeri Ürünlerin Bisküvinin Fiziksel, Besinsel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. *Gıda*, 47 (1), 55-65.
- Zhang, G., Xu, Z., Gao, Y., Huang, X., Zou, Y., ve Yang, T. (2015). Effects of Germination on The Nutritional Properties, Phenolic Profiles, and Antioxidant Activities of Buckwheat. *Journal of Food Science*, 80(5), H1111–H1119.
- Zhang, Z. L., Zhou, M. L., Tang, Y., Li, F. L., Tang, Y. X., Shao, J. R., ve Wu, Y. M. (2012). Bioactive Compounds in Functional Buckwheat Food. *Food Research International*, 49(1), 389–395.

## EKLER





**EK-1.** Pseudo tahılların çimlenme gücü (%)

<b>eřit</b>	<b>24h çimlendirme (%)</b>	<b>48h çimlendirme (%)</b>	<b>72h çimlendirme (%)</b>
Aktaş karabuğday	11,0±1,41	52,5±3,54	98,5±0,71
Yaygın karabuğday	24,5±0,71	91,5±2,12	100±0,00
Beyaz kinoa	33,5±2,12	64,0±1,41	100±0,00
Siyah kinoa	10,5±0,71	32,5±3,54	90,0±0,00



**EK-2.** Pseudo tahıl örneklerinin protein miktarı istatistiksel değerlendirme sonuçları

Tablo Ek-2.1 Yaygın karabuğday çeşidi protein miktarı değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

<b>Varyasyon kaynağı</b>	<b>Serbestlik derecesi</b>	<b>Kareler toplamı</b>	<b>Kareler ortalaması</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Çimlenme	2	0,2386	0,11929	45,53	0,00
Süre	4	14,8311	3,70778	1415,18	0,00
Çimlenme x süre	8	0,7603	0,09504	36,27	0,000**
Hata	15	0,0393	0,00262		
Genel toplam	29	15,8693			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-2.2 Aktaş karabuğday çeşidi protein miktarı değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

<b>Varyasyon kaynağı</b>	<b>Serbestlik derecesi</b>	<b>Kareler toplamı</b>	<b>Kareler ortalaması</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Çimlenme	2	0,57433	0,287163	226,11	0,00
Süre	4	1,88629	0,471572	371,32	0,00
Çimlenme x süre	8	1,64107	0,205134	161,52	0,000**
Hata	15	0,01905	0,00127		
Genel toplam	29	4,12074			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-2.3 Beyaz kinoa çeşidi protein miktarı değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

<b>Varyasyon kaynağı</b>	<b>Serbestlik derecesi</b>	<b>Kareler toplamı</b>	<b>Kareler ortalaması</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Çimlenme	2	54,555	27,2776	151,4	0,000
Süre	4	31,253	7,8133	43,37	0,000
Çimlenme x süre	8	29,801	3,7251	20,68	0,000**
Hata	15	2,703	0,1802		
Genel toplam	29	118,312			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-2.4 Siyah kinoa çeşidi protein miktarı değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	16,386	8,19277	3107,25	0,000
Süre	4	32,137	8,03414	3047,08	0,000
Çimlenme x süre	8	58,028	7,25355	2751,03	0,000**
Hata	15	0,04	0,00264		
Genel toplam	29	106,59			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-2.5 Pseudo tahıl örneklerinin protein miktarı Tukey testi ile karşılaştırılması

Çimlendirme Yöntemi	Çimlendirme Süresi (Saat)	Yaygın Karabuğday (YB)	Aktaş Karabuğday (AB)	Beyaz Kinoa (BK)	Siyah Kinoa (SK)
Geleneksel	0	11,00 ± 0,01 <sup>A</sup>	12,03 ± 0,01 <sup>B</sup>	14,40±0,00 <sup>A</sup>	16,09±0,07 <sup>C</sup>
	12	9,65 ± 0,03 <sup>B</sup>	12,64 ± 0,00 <sup>A</sup>	8,11±0,07 <sup>D</sup>	18,04±0,04 <sup>A</sup>
	24	8,92 ± 0,04 <sup>D</sup>	11,75 ± 0,01 <sup>C</sup>	10,28±0,02 <sup>C</sup>	15,63±0,07 <sup>D</sup>
	48	9,55 ± 0,01 <sup>C</sup>	12,12 ± 0,04 <sup>B</sup>	11,27±0,02 <sup>BC</sup>	16,22±0,02 <sup>B</sup>
	72	9,42± 0,01 <sup>C</sup>	12,57± 0,06 <sup>A</sup>	12,56±0,04 <sup>B</sup>	11,77±0,05 <sup>E</sup>
Ultrases	0	11,00 ± 0,01 <sup>A</sup>	12,03±0,001 <sup>C</sup>	14,40±0,00 <sup>AB</sup>	16,09±0,07 <sup>A</sup>
	12	9,47 ± 0,02 <sup>B</sup>	12,16 ± 0,01 <sup>B</sup>	12,94±0,02 <sup>A</sup>	12,41±0,00 <sup>D</sup>
	24	9,29± 0,03 <sup>C</sup>	11,66 ± 0,01 <sup>D</sup>	13,12±1,09 <sup>BC</sup>	14,76±0,04 <sup>B</sup>
	48	8,81± 0,03 <sup>D</sup>	12,95 ± 0,11 <sup>A</sup>	13,04±0,24 <sup>C</sup>	13,38±0,02 <sup>C</sup>
	72	8,95 ± 0,04 <sup>D</sup>	12,29 ± 0,04 <sup>B</sup>	15,05±0,18 <sup>A</sup>	12,32±0,01 <sup>D</sup>
Alkali	0	11,00 ± 0,01 <sup>A</sup>	12,03 ± 0,01 <sup>B</sup>	14,40±0,00 <sup>B</sup>	16,09±0,07 <sup>B</sup>
	12	9,60 ±0,00 <sup>B</sup>	12,67 ±0,01 <sup>A</sup>	12,88±0,02 <sup>C</sup>	16,92±0,02 <sup>A</sup>
	24	9,14 ± 0,04 <sup>D</sup>	12,57 ± 0,00 <sup>A</sup>	13,97±1,18 <sup>BC</sup>	12,32±0,00 <sup>E</sup>
	48	9,38± 0,01 <sup>C</sup>	12,58 ± 0,00 <sup>A</sup>	14,22±0,00 <sup>BC</sup>	14,15±0,04 <sup>D</sup>
	72	9,27±0,18 <sup>C</sup>	12,71 ±0,01 <sup>A</sup>	15,80±0,00 <sup>A</sup>	15,73±0,04 <sup>C</sup>

A-B: Aynı sütünde değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

**EK-3. Pseudo tahıl örneklerinin yağ miktarı istatistiksel değerlendirme sonuçları**

Tablo Ek-3.1 Yaygın karabuğday çeşidi yağ miktarı değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	0,06216	0,03108	2331,0	0,000
Süre	4	0,383413	0,095853	7189,0	0,000
Çimlenme x süre	8	0,208907	0,026113	1958,5	0,000**
Hata	15	0,0002	0,000013		
Genel toplam	29	0,65468			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-3.2 Aktaş karabuğday çeşidi yağ miktarı değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	0,04051	0,020253	56,26	0,000
Süre	4	1,58915	0,397287	1103,57	0,000
Çimlenme x süre	8	0,46349	0,057937	160,94	0,000**
Hata	15	0,0054	0,00036		
Genel toplam	29	2,09855			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-3.3 Beyaz kinoa çeşidi yağ miktarı değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	6,1183	3,05916	197,83	0,000
Süre	4	16,3700	4,09249	264,66	0,000
Çimlenme x süre	8	7,4731	0,93414	60,41	0,000**
Hata	15	0,232	0,01546		
Genel toplam	29	30,1933			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-3.4 Siyah kinoa çeşidi yağ miktarı değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	20,6137	10,3069	197,98	0,000
Süre	4	5,4371	1,3593	26,11	0,000
Çimlenme x süre	8	17,0913	2,1364	41,04	0,000**
Hata	15	0,7809	0,0521		
Genel toplam	29	43,9231			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-3.5 Pseudo tahıl örneklerinin yağ miktarı Tukey testi ile karşılaştırılması

Çimlendirme Yöntemi	Çimlendirme Süresi (saat)	Yaygın Karabuğday (YB)	Aktaş Karabuğday (AB)	Beyaz Kinoa (BK)	Siyah Kinoa (SK)
Geleneksel	0	3,31±0,00 <sup>A</sup>	2,67±0,04 <sup>D</sup>	6,66±0,00 <sup>A</sup>	8,85±0,11 <sup>C</sup>
	12	3,10 ±0,00 <sup>C</sup>	3,33 ±0,00 <sup>B</sup>	4,91±0,16 <sup>B</sup>	10,01±0,03 <sup>A</sup>
	24	3,13 ±0,00 <sup>C</sup>	3,24 ±0,00 <sup>C</sup>	4,27±0,00 <sup>C</sup>	8,98±0,07 <sup>BC</sup>
	48	3,19 ±0,00 <sup>B</sup>	3,17 ±0,0 <sup>C</sup>	4,25±0,16 <sup>C</sup>	9,68±0,77 <sup>AB</sup>
	72	3,33 ±0,00 <sup>A</sup>	3,39 ±0,00 <sup>A</sup>	4,89±0,08 <sup>B</sup>	7,78±0,14 <sup>D</sup>
Ultrases	0	3,31±0,00 <sup>A</sup>	2,67±0,04 <sup>E</sup>	6,66±0,00 <sup>A</sup>	8,85±0,11 <sup>A</sup>
	12	3,15 ±0,00 <sup>B</sup>	3,39±0,00 <sup>B</sup>	5,46±0,26 <sup>B</sup>	6,58±0,05 <sup>B</sup>
	24	2,89 ±0,00 <sup>B</sup>	3,12±0,00 <sup>C</sup>	3,95±0,21 <sup>CD</sup>	8,79±0,03 <sup>A</sup>
	48	3,00 ±0,00 <sup>C</sup>	3,46 ±0,00 <sup>A</sup>	3,76±0,00 <sup>D</sup>	8,61±0,12 <sup>A</sup>
	72	3,19 ±0,00 <sup>B</sup>	3,06 ±0,00 <sup>D</sup>	4,19±0,00 <sup>C</sup>	8,27±0,07 <sup>A</sup>
Alkali	0	3,31±0,00 <sup>A</sup>	2,67±0,04 <sup>D</sup>	6,66±0,00 <sup>A</sup>	8,85±0,11 <sup>A</sup>
	12	3,04 ±0,00 <sup>B</sup>	3,17 ±0,00 <sup>B</sup>	4,73±0,08 <sup>C</sup>	7,08±0,25 <sup>B</sup>
	24	2,89 ±0,00 <sup>C</sup>	3,40±0,00 <sup>A</sup>	6,08±0,19 <sup>B</sup>	6,01±0,04 <sup>C</sup>
	48	3,32 ±0,00 <sup>A</sup>	2,95±0,00 <sup>C</sup>	5,85±0,00 <sup>B</sup>	6,49±0,13 <sup>BC</sup>
	72	3,05 ±0,00 <sup>B</sup>	3,18±0,00 <sup>B</sup>	5,89±0,04 <sup>B</sup>	6,76±0,10 <sup>B</sup>

A-B: Aynı sütünda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

EK-4. Pseudo tahıl örneklerinin nişasta miktarı istatistiksel değerlendirme sonuçları

Tablo Ek-4.1 Yaygın karabuğday çeşidi nişasta miktarı değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	99,515	49,7575	14927263,00	0,000
Süre	4	31,33	7,8326	2349780,00	0,000
Çimlenme x süre	8	42,554	5,3192	1595763,00	0,000**
Hata	15	0,000	0,000		
Genel toplam	29	173,399			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-4.2 Aktaş karabuğday çeşidi nişasta miktarı değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	45,520	22,7600	573,44	0,000
Süre	4	75,569	18,8923	476,00	0,000
Çimlenme x süre	8	236,844	29,6055	745,92	0,000**
Hata	15	0,595	0,0397		
Genel toplam	29	358,529			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-4.3 Beyaz kinoa çeşidi nişasta miktarı değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	22,26	11,129	2,52	0,114
Süre	4	87,10	21,775	4,93	0,01
Çimlenme x süre	8	13,97	1,747	0,40	0,906
Hata	15	66,26	4,417		
Genel toplam	29	189,59			

Tablo Ek-4.4 Siyah kinoa çeşidi nişasta miktarı değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	326,937	163,469	1242,92	0,000
Süre	4	332,738	83,185	632,49	0,000
Çimlenme x süre	8	283,417	35,427	269,37	0,000**
Hata	15	1,973	0,132		

\*\* p<0,05

Tablo Ek-4.5 Pseudo tahıl örneklerinin nişasta miktarı Tukey testi ile karşılaştırılması

Çimlendirme Yöntem	Çimlendirme Süresi (saat)	Yaygın Karabuğday (YB)	Aktaş Karabuğday (AB)	Beyaz Kinoa (BK)	Siyah Kinoa (SK)
Geleneksel	0	59,94±0,00 <sup>A</sup>	58,58±0,45 <sup>B</sup>	57,73±4,66 <sup>A</sup>	30,66±0,10 <sup>C</sup>
	12	59,74±0,00 <sup>B</sup>	56,20±0,00 <sup>C</sup>	54,60±0,06 <sup>A</sup>	29,96±0,82 <sup>C</sup>
	24	59,01±0,00 <sup>D</sup>	54,14±0,00 <sup>E</sup>	54,89±0,46 <sup>A</sup>	34,53±0,04 <sup>B</sup>
	48	59,64±0,00 <sup>C</sup>	54,75±0,00 <sup>D</sup>	53,90±0,00 <sup>A</sup>	34,44±0,32 <sup>B</sup>
	72	54,99±0,00 <sup>E</sup>	67,60±0,00 <sup>A</sup>	52,79±0,03 <sup>A</sup>	37,88±0,26 <sup>A</sup>
Ultras	0	59,94±0,00 <sup>A</sup>	58,58±0,45 <sup>A</sup>	57,73±4,66 <sup>A</sup>	30,66±0,10 <sup>D</sup>
	12	60,70±0,00 <sup>A</sup>	52,95±0,00 <sup>C</sup>	53,55±0,18 <sup>A</sup>	40,64±0,21 <sup>A</sup>
	24	58,13±0,00 <sup>C</sup>	56,34±0,00 <sup>B</sup>	53,40±0,34 <sup>A</sup>	34,48±0,09 <sup>C</sup>
	48	57,81±0,00 <sup>D</sup>	56,17±0,00 <sup>B</sup>	53,63±0,33 <sup>A</sup>	35,11±0,47 <sup>C</sup>
	72	56,60±0,00 <sup>E</sup>	52,36±0,00 <sup>C</sup>	51,41±0,19 <sup>A</sup>	37,30±0,21 <sup>B</sup>
Alkali	0	59,94±0,00 <sup>D</sup>	58,58±0,45 <sup>A</sup>	57,73±4,66 <sup>A</sup>	30,66±0,10 <sup>E</sup>
	12	54,81±0,00 <sup>C</sup>	54,81±0,00 <sup>C</sup>	57,14±0,18 <sup>A</sup>	39,41±0,39 <sup>D</sup>
	24	56,79±0,00 <sup>B</sup>	56,79±0,00 <sup>B</sup>	57,54±0,63 <sup>A</sup>	50,75±0,41 <sup>A</sup>
	48	56,12±0,00 <sup>B</sup>	56,12±0,00 <sup>B</sup>	54,25±0,13 <sup>A</sup>	42,15±0,65 <sup>C</sup>
	72	55,33±0,00 <sup>C</sup>	55,33±0,00 <sup>C</sup>	53,54±0,36 <sup>A</sup>	43,62±0,10 <sup>B</sup>

A-B: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

**EK-5.** Pseudo tahlil örneklerinin kül miktarı istatistiksel değerlendirme sonuçları

Tablo Ek-5.1 Yaygın karabuğday çeşidi kül miktarı değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	0,01541	0,007703	0,22	0,809
Süre	4	1,13065	0,282662	7,89	0,001
Çimlenme x süre	8	1,69789	0,212237	5,93	0,002**
Hata	15	0,53715	0,03581		
Genel toplam	29	3,3811			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-5.2 Aktaş karabuğday çeşidi kül miktarı değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	11,7759	5,88796	90,95	0,000
Süre	4	7,4826	1,87064	28,9	0,00
Çimlenme x süre	8	3,2522	0,40653	6,28	0,001**
Hata	15	0,9711	0,06474		
Genel toplam	29	23,4818			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-5.3 Beyaz kinoa çeşidi kül miktarı değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	1,2147	0,60736	52,72	0,000
Süre	4	0,5231	0,13078	11,35	0,000
Çimlenme x süre	8	5,6502	0,70628	61,31	0,000**
Hata	15	0,1728	0,01152		
Genel toplam	29	7,5609			

\*\* p<0,05



Tablo Ek-5.4 Siyah kinoa çeşidi kül miktarı değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	1,27853	0,63926	137,67	0,000
Süre	4	5,76775	1,44194	310,54	0,000
Çimlenme x süre	8	2,64381	0,33048	71,17	0,000**
Hata	15	0,06965	0,00464		
Genel toplam	29	9,75974			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-5.5 Pseudo tahıl örneklerinin kül miktarı Tukey testi ile karşılaştırılması

Çimlendirme Yöntemi	Çimlendirme Süresi (saat)	Yaygın Karabuğday (YB)	Aktaş Karabuğday (AB)	Beyaz Kinoa (BK)	Siyah Kinoa (SK)
Geleneksel	0	1,57±0,04 <sup>A</sup>	1,12±0,08 <sup>B</sup>	2,56±0,00 <sup>B</sup>	4,18±0,05 <sup>A</sup>
	12	0,71±0,30 <sup>B</sup>	1,66±0,26 <sup>AB</sup>	3,74±0,03 <sup>A</sup>	4,40±0,09 <sup>A</sup>
	24	1,20±0,24 <sup>AB</sup>	1,69±0,26 <sup>AB</sup>	2,52±0,38 <sup>B</sup>	3,57±0,04 <sup>B</sup>
	48	1,33±0,34 <sup>A</sup>	1,64±0,06 <sup>AB</sup>	2,11±0,03 <sup>C</sup>	3,68±0,10 <sup>B</sup>
	72	1,39±0,15 <sup>A</sup>	2,34±0,60 <sup>A</sup>	2,09±0,07 <sup>C</sup>	2,88±0,07 <sup>C</sup>
Ultrases	0	1,57±0,04 <sup>A</sup>	1,12±0,08 <sup>A</sup>	2,56±0,00 <sup>AB</sup>	4,18±0,05 <sup>A</sup>
	12	0,68±0,25 <sup>B</sup>	1,73±0,18 <sup>A</sup>	2,15±0,00 <sup>C</sup>	2,78±0,04 <sup>C</sup>
	24	1,30±0,10 <sup>A</sup>	1,53±0,12 <sup>A</sup>	2,83±0,09 <sup>A</sup>	3,62±0,01 <sup>B</sup>
	48	1,25±0,20 <sup>AB</sup>	1,7±0,15 <sup>A</sup>	2,22±0,04 <sup>C</sup>	3,42±0,08 <sup>B</sup>
	72	1,24±0,27 <sup>AB</sup>	1,84±0,22 <sup>A</sup>	2,33±0,02 <sup>BC</sup>	3,03±0,06 <sup>C</sup>
Alkali	0	1,57±0,04 <sup>A</sup>	1,12±0,08 <sup>B</sup>	2,56±0,00 <sup>A</sup>	4,18±0,05 <sup>A</sup>
	12	1,59±0,00 <sup>A</sup>	3,50±0,40 <sup>A</sup>	1,67±0,04 <sup>B</sup>	3,07±0,03 <sup>C</sup>
	24	0,90±0,12 <sup>B</sup>	3,26±0,08 <sup>A</sup>	1,50±0,00 <sup>B</sup>	3,57±0,09 <sup>B</sup>
	48	1,09±0,00 <sup>B</sup>	3,40±0,21 <sup>A</sup>	2,42±0,05 <sup>A</sup>	2,87±0,09 <sup>C</sup>
	72	0,77±0,20 <sup>B</sup>	3,54±0,35 <sup>A</sup>	2,43±0,04 <sup>A</sup>	2,54±0,02 <sup>D</sup>

A-B: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

**EK-6.** Pseudo tahl örneklerinin nem miktarı istatistiksel değerlendirme sonuçları

Tablo Ek-6.1 Yaygın karabuğday çeşidi nem miktarı değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	2,713	1,35644	17,14	0
Süre	4	6,269	1,56716	19,8	0
Çimlenme x süre	8	3,731	0,46639	5,89	0,002**
Hata	15	1,187	0,07913		
Genel toplam	29	13,9			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-6.2 Aktaş karabuğday çeşidi nem miktarı değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	1,544	0,7718	3,84	0,045
Süre	4	2,259	0,5647	2,81	0,064
Çimlenme x süre	8	3,207	0,4009	1,99	0,119
Hata	15	3,016	0,2011		
Genel toplam	29	10,026			

Tablo Ek-6.3 Beyaz kinoa çeşidi nem miktarı değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	7,052	3,526	1,76	0,205
Süre	4	310,029	77,507	38,77	0,000
Çimlenme x süre	8	127,786	15,973	7,99	0,000**
Hata	15	29,989	1,999		
Genel toplam	29	474,856			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-6.4 Siyah kinoa çeşidi nem miktarı değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	1,957	0,9784	7,69	0,005
Süre	4	1,998	0,4995	3,93	0,022
Çimlenme x süre	8	5,287	0,6609	5,2	0,003**
Hata	15	1,908	0,1272		
Genel toplam	29	11,15			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-6.5 Pseudo tahıl örneklerinin nem miktarı Tukey testi ile karşılaştırılması

Çimlendirme Yöntemi	Çimlendirme Süresi (saat)	Yaygın Karabuğday (YB)	Aktaş Karabuğday (AB)	Beyaz Kinoa (BK)	Siyah Kinoa (SK)
Geleneksel	0	10,35± 0,34 <sup>A</sup>	9,79± 0,01 <sup>A</sup>	10,24±0,19 <sup>B</sup>	10,64± 0,48 <sup>A</sup>
	12	9,10± 0,00 <sup>B</sup>	9,4± 0,00 <sup>A</sup>	18,46±0,04 <sup>A</sup>	10,09±0,00 <sup>A</sup>
	24	9,29± 0,01 <sup>B</sup>	10,9± 0,00 <sup>A</sup>	17,62±3,51 <sup>A</sup>	9,99±0,01 <sup>A</sup>
	48	9,30±0,00 <sup>B</sup>	9,60±0,00 <sup>A</sup>	12,50±0,00 <sup>B</sup>	10,38±0,25 <sup>A</sup>
	72	9,50± 0,00 <sup>B</sup>	9,40± 0,00 <sup>A</sup>	10,10±0,00 <sup>B</sup>	9,90±0,00 <sup>A</sup>
Ultrases	0	10,35± 0,34 <sup>A</sup>	9,79± 0,01 <sup>A</sup>	10,24±0,19 <sup>C</sup>	10,64± 0,48 <sup>A</sup>
	12	9,30± 0,00 <sup>BC</sup>	9,5± 0,00 <sup>A</sup>	10,13±0,04 <sup>C</sup>	10,65±0,07 <sup>A</sup>
	24	9,66± 0,22 <sup>AB</sup>	9,1± 0,55 <sup>A</sup>	17,96±2,60 <sup>A</sup>	10,09±0,13 <sup>A</sup>
	48	8,78± 0,72 <sup>C</sup>	8,53± 1,08 <sup>A</sup>	15,53±2,68 <sup>AB</sup>	9,50±0,70 <sup>A</sup>
	72	9,20± 0,00 <sup>BC</sup>	9,4± 0,00 <sup>A</sup>	11,30±1,42 <sup>BC</sup>	9,90±0,00 <sup>A</sup>
Alkali	0	10,35± 0,34 <sup>B</sup>	9,79± 0,01 <sup>A</sup>	10,24±0,19 <sup>B</sup>	10,64± 0,48 <sup>B</sup>
	12	9,60± 0,00 <sup>B</sup>	9,54± 0,50 <sup>A</sup>	10,90±0,14 <sup>B</sup>	10,17±0,75 <sup>B</sup>
	24	11,45± 0,49 <sup>A</sup>	9,62± 0,53 <sup>A</sup>	21,74±1,92 <sup>A</sup>	11,03±0,01 <sup>AB</sup>
	48	9,60± 0,00 <sup>B</sup>	9,33± 0,37 <sup>A</sup>	10,40±0,55 <sup>B</sup>	11,83±0,19 <sup>A</sup>
	72	9,60± 0,00 <sup>B</sup>	9,15± 0,91 <sup>A</sup>	9,77±0,43 <sup>B</sup>	9,92±0,07 <sup>B</sup>

A-B: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

**EK-7. Yaygın karabuğday çeşidi (YB) örneğinin renk değerlerinin istatistiksel değerlendirme sonuçları**

Tablo Ek-7.1 Yaygın karabuğday çeşidi  $L^*$  değeri değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	249,364	124,682	530,43	0,000
Süre	4	26,683	6,671	28,38	0,000
Çimlenme x süre	8	74,275	9,284	39,50	0,000**
Hata	15	3,526	0,235		
Genel toplam	29	353,848			

\*\*  $p < 0,05$

Tablo Ek-7.2 Yaygın karabuğday çeşidi  $a^*$  değeri değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	14,7763	7,38817	3404,69	0,000
Süre	4	4,0133	1,00333	462,36	0,000
Çimlenme x süre	8	6,188	0,7735	356,45	0,000**
Hata	15	0,0326	0,00217		
Genel toplam	29	25,0102			

\*\*  $p < 0,05$

Tablo Ek-7.3 Yaygın karabuğday çeşidi  $b^*$  değeri değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	30,3253	15,1626	260,77	0,000
Süre	4	19,8365	4,9591	85,29	0,000
Çimlenme x süre	8	12,1413	1,5177	26,10	0,000**
Hata	15	0,8722	0,0581		
Genel toplam	29	63,1753			

\*\*  $p < 0,05$

Tablo Ek-7.4 Yaygın karabuğday çeşidi C değeri değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	37,093	18,5465	311,29	0,000
Süre	4	20,8671	5,2168	87,56	0,000
Çimlenme x süre	8	14,8361	1,8545	31,13	0,000**
Hata	15	0,8937	0,0596		
Genel toplam	29	73,6899			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-7.5 Yaygın karabuğday çeşidi  $h^\circ$  değeri değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	223,365	111,682	3852,01	0,000
Süre	4	70,241	17,560	605,66	0,000
Çimlenme x süre	8	96,545	12,068	416,24	0,000**
Hata	15	0,435	0,029		
Genel toplam	29	390,586			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-7.6 Yaygın karabuğday çeşidi (YB) örneğinin renk değerlerinin Tukey testi ile karşılaştırılması

	Çimlendirme Yöntemi	Çimlendirme Süresi (saat)	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>C</i>	<i>h</i>
Yaygın Karabuğday (YB)	Geleneksel	0	86,90± 0,34 <sup>A</sup>	0,74± 0,06 <sup>C</sup>	8,74±0,24 <sup>D</sup>	8,77±0,24 <sup>C</sup>	85,15±0,26 <sup>A</sup>
		12	87,27± 0,53 <sup>A</sup>	0,86±0,01 <sup>B</sup>	8,95±0,18 <sup>CD</sup>	8,99± 0,18 <sup>C</sup>	84,45±0,06 <sup>B</sup>
		24	87,68± 0,39 <sup>A</sup>	0,98±0,01 <sup>AB</sup>	9,49±0,19 <sup>BC</sup>	9,55± 0,19 <sup>BC</sup>	84,11±0,01 <sup>B</sup>
		48	87,36±0,62 <sup>A</sup>	0,97±0,01 <sup>AB</sup>	9,85±0,04 <sup>B</sup>	9,90±0,04 <sup>B</sup>	84,33±0,05 <sup>B</sup>
		72	86,98± 0,48 <sup>A</sup>	1,11± 0,01 <sup>A</sup>	11,00±0,22 <sup>A</sup>	11,05 ±0,21 <sup>A</sup>	84,25±0,19 <sup>B</sup>
	Ultrasen	0	86,90± 0,34 <sup>A</sup>	0,74± 0,06 <sup>B</sup>	8,74±0,24 <sup>B</sup>	8,77±0,24 <sup>B</sup>	85,15±0,26 <sup>B</sup>
		12	87,26± 0,50 <sup>A</sup>	0,89±0,02 <sup>A</sup>	8,67±0,01 <sup>B</sup>	8,71 ±0,02 <sup>B</sup>	84,15±0,17 <sup>C</sup>
		24	87,69± 0,50 <sup>A</sup>	0,91±0,01 <sup>A</sup>	9,68±0,25 <sup>A</sup>	9,72 ±0,25 <sup>A</sup>	84,60±0,09 <sup>C</sup>
		48	87,79± 0,43 <sup>A</sup>	0,95±0,01 <sup>A</sup>	10,13±0,28 <sup>A</sup>	10,17±0,28 <sup>A</sup>	84,62±0,09 <sup>C</sup>
		72	88,22± 0,41 <sup>A</sup>	0,69±0,01 <sup>B</sup>	9,87±0,14 <sup>A</sup>	9,89 ± 0,14 <sup>A</sup>	85,95±0,09 <sup>A</sup>
	Alkali	0	86,90± 0,34 <sup>A</sup>	0,74± 0,06 <sup>D</sup>	8,74±0,24 <sup>C</sup>	8,77±0,24 <sup>B</sup>	85,15±0,26 <sup>A</sup>
		12	77,421± 0,87 <sup>D</sup>	3,88±0,01 <sup>A</sup>	12,28±0,31 <sup>AB</sup>	12,88± 0,33 <sup>A</sup>	72,44±0,07 <sup>C</sup>
		24	80,19± 0,52 <sup>C</sup>	2,45±0,03 <sup>BC</sup>	12,70±0,20 <sup>A</sup>	12,94 ±0,19 <sup>A</sup>	79,07±0,32 <sup>B</sup>
		48	80,21± 0,29 <sup>C</sup>	2,51±0,01 <sup>B</sup>	12,64±0,39 <sup>A</sup>	12,88 ± 0,40 <sup>A</sup>	78,73±0,05 <sup>B</sup>
		72	81,76± 0,32 <sup>B</sup>	2,27±0,05 <sup>C</sup>	11,82±0,33 <sup>B</sup>	12,04 ± 0,33 <sup>A</sup>	79,11±0,03 <sup>B</sup>

A-B: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0,05)

**EK-8.** Aktaş karabuğday çeşidi (AB) örneğinin renk değerleri istatistiksel değerlendirme sonuçları

Tablo Ek-8.1 Aktaş karabuğday çeşidi  $L^*$  değeri değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	125,471	62,7357	1922,84	0,000
Süre	4	12,245	3,0614	93,83	0,000
Çimlenme x süre	8	32,349	4,0437	123,94	0,000**
Hata	15	0,489	0,0326		
Genel toplam	29	170,556			

\*\*  $p < 0,05$

Tablo Ek-8.2 Aktaş karabuğday çeşidi  $a^*$  değeri değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	3,58481	1,79240	321,41	0,000
Süre	4	0,07559	0,0189	3,39	0,036
Çimlenme x süre	8	0,99349	0,12419	22,27	0,000**
Hata	15	0,08365	0,00558		
Genel toplam	29	4,73754			

\*\*  $p < 0,05$

Tablo Ek-8.3 Aktaş karabuğday çeşidi  $b^*$  değeri değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	0,3901	0,19504	2,71	0,099
Süre	4	0,7576	0,18941	2,63	0,076
Çimlenme x süre	8	0,4623	0,05779	0,80	0,611
Hata	15	1,0814	0,07209		
Genel toplam	29	2,6915			

Tablo Ek-8.4 Aktaş karabuğday çeşidi C değeri değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	0,01501	0,0075	0,10	0,908
Süre	4	0,64183	0,16046	2,08	0,134
Çimlenme x süre	8	0,38533	0,04817	0,63	0,745
Hata	15	1,15565	0,07704		
Genel toplam	29	2,19782			

Tablo Ek-8.5 Aktaş karabuğday çeşidi  $h^\circ$  değeri değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	193,147	96,5735	2916,45	0,000
Süre	4	10,854	2,7136	81,95	0,000
Çimlenme x süre	8	50,462	6,3078	190,49	0,000**
Hata	15	0,497	0,0331		
Genel toplam	29	254,96			

\*\*  $p < 0,05$



Tablo Ek-8.6 Aktaş karabuğday çeşidi (AB) örneklerinin renk değerleri Tukey testi ile karşılaştırılması

	Çimlendirme Yöntemi	Çimlendirme Süresi (saat)	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>C</i> *	<i>h</i>
Aktaş Karabuğday (AB)	Geleneksel	0	81,70± 0,01 <sup>B</sup>	1,9± 0,02 <sup>A</sup>	8,03±0,13 <sup>A</sup>	8,25±0,14 <sup>A</sup>	76,70±0,03 <sup>D</sup>
		12	82,25± 0,01 <sup>A</sup>	1,74±0,05 <sup>A</sup>	7,94±0,10 <sup>A</sup>	8,12± 0,10 <sup>A</sup>	77,63±0,21 <sup>C</sup>
		24	82,17± 0,06 <sup>AB</sup>	1,64±0,02 <sup>A</sup>	7,88±0,11 <sup>A</sup>	8,05± 0,10 <sup>A</sup>	78,20±0,31 <sup>B</sup>
		48	82,66±0,19 <sup>A</sup>	1,65±0,06 <sup>A</sup>	8,23±0,25 <sup>A</sup>	8,40 ±0,26 <sup>A</sup>	78,61±0,07 <sup>B</sup>
		72	82,16± 0,33 <sup>AB</sup>	1,54± 0,11 <sup>A</sup>	8,26±0,46 <sup>A</sup>	8,40 ±0,48 <sup>A</sup>	79,46±0,16 <sup>A</sup>
	Ultrasel	0	81,70± 0,01 <sup>AB</sup>	1,9± 0,02 <sup>A</sup>	8,03±0,13 <sup>A</sup>	8,25±0,14 <sup>A</sup>	76,70±0,03 <sup>D</sup>
		12	81,15± 0,50 <sup>B</sup>	1,8±0,12 <sup>A</sup>	7,91±0,40 <sup>A</sup>	8,12 ±0,42 <sup>A</sup>	77,15±0,23 <sup>CD</sup>
		24	81,70± 0,09 <sup>AB</sup>	1,74±0,10 <sup>A</sup>	7,96±0,39 <sup>A</sup>	8,15 ±0,39 <sup>A</sup>	77,68±0,08 <sup>C</sup>
		48	81,35± 0,01 <sup>B</sup>	1,63±0,08 <sup>A</sup>	8,13±0,39 <sup>A</sup>	8,29 ± 0,40 <sup>A</sup>	78,63±0,01 <sup>B</sup>
		72	81,99± 0,06 <sup>A</sup>	1,52±0,12 <sup>A</sup>	8,18±0,38 <sup>A</sup>	8,32 ± 0,39 <sup>A</sup>	79,49±0,36 <sup>A</sup>
	Alkali	0	81,70± 0,01 <sup>A</sup>	1,9± 0,02 <sup>B</sup>	8,03±0,13 <sup>A</sup>	8,25±0,14 <sup>A</sup>	76,70±0,03 <sup>D</sup>
		12	76,31± 0,01 <sup>B</sup>	2,5±0,01 <sup>A</sup>	7,22±0,04 <sup>A</sup>	7,64± 0,04 <sup>A</sup>	70,94±0,23 <sup>C</sup>
		24	76,71± 0,22 <sup>B</sup>	2,57±0,05 <sup>A</sup>	7,92±0,14 <sup>A</sup>	8,33 ±0,15 <sup>A</sup>	72,00±0,02 <sup>B</sup>
		48	76,72± 0,07 <sup>B</sup>	2,63±0,10 <sup>A</sup>	7,92±0,19 <sup>A</sup>	8,35 ± 0,21 <sup>A</sup>	71,65±0,18 <sup>B</sup>
		72	76,45± 0,12 <sup>B</sup>	2,6±0,04 <sup>A</sup>	7,97±0,20*	8,38 ± 0,20 <sup>A</sup>	71,93±0,16 <sup>B</sup>

A-B: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

\*: p>0,05

**EK-9.** Beyaz kinoa (BK) örneğinin renk değerleri istatistiksel değerlendirme sonuçları

Tablo Ek-9.1 Beyaz kinoa çeşidi  $L^*$  değeri değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	159,096	79,5481	591,17	0,000
Süre	4	13,727	3,4316	25,50	0,000
Çimlenme x süre	8	64,161	8,0201	59,60	0,000**
Hata	15	2,018	0,1346		
Genel toplam	29	239,002			

\*\*  $p < 0,05$

Tablo Ek-9.2 Beyaz kinoa çeşidi  $a^*$  değeri değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	0,90762	0,45381	120,27	0,000
Süre	4	3,39809	0,84952	225,14	0,000
Çimlenme x süre	8	1,30821	0,16353	43,34	0,000**
Hata	15	0,0566	0,00377		
Genel toplam	29	5,67052			

\*\*  $p < 0,05$

Tablo Ek-9.3 Beyaz kinoa çeşidi  $b^*$  değeri değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	57,143	28,5714	262,44	0,000
Süre	4	5,353	1,3381	12,29	0,000
Çimlenme x süre	8	19,696	2,462	22,61	0,000**
Hata	15	1,633	0,1089		
Genel toplam	29	83,825			

\*\*  $p < 0,05$

Tablo Ek-9.4 Beyaz kinoa çeşidi C değeri değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	57,948	28,9741	260,23	0,000
Süre	4	5,59	1,3976	12,55	0,000
Çimlenme x süre	8	19,565	2,4457	21,97	0,000**
Hata	15	1,670	0,1113		
Genel toplam	29	84,774			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-9.5 Beyaz kinoa çeşidi  $h^{\circ}$  değeri değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	5,924	2,9619	98,92	0,000
Süre	4	67,911	16,9777	566,99	0,000
Çimlenme x süre	8	29,729	3,7162	124,11	0,000**
Hata	15	0,449	0,0299		
Genel toplam	29	104,013			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-9.6 Beyaz kinoa (BK) örneklerinin renk değerleri Tukey testi ile karşılaştırılması

	Çimlendirme Yöntemi	Çimlendirme Süresi (saat)	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>C</i> *	<i>h</i>
Beyaz Kinoa (BK)	Geleneksel	0	85,36± 0,27 <sup>C</sup>	0,77± 0,04 <sup>BC</sup>	12,31±0,25 <sup>A</sup>	12,33±0,25 <sup>A</sup>	86,42±0,09 <sup>A</sup>
		12	88,74± 0,48 <sup>A</sup>	0,66± 0,03 <sup>C</sup>	9,53±0,04 <sup>B</sup>	9,55±0,04 <sup>B</sup>	86,01±0,22 <sup>A</sup>
		24	87,03± 0,66 <sup>B</sup>	0,89± 0,07 <sup>AB</sup>	10,14± 0,21 <sup>B</sup>	10,17± 0,21 <sup>B</sup>	85,00±0,29 <sup>B</sup>
		48	87,32± 0,40 <sup>B</sup>	0,97± 0,01 <sup>AB</sup>	11,49± 0,07 <sup>A</sup>	11,53±0,07 <sup>A</sup>	85,16±0,09 <sup>B</sup>
		72	87,13± 0,37 <sup>B</sup>	1,03± 0,00 <sup>A</sup>	11,94± 0,14 <sup>A</sup>	11,99±0,15 <sup>A</sup>	85,06±0,07 <sup>B</sup>
	Ultrases	0	85,36± 0,27 <sup>AB</sup>	0,77± 0,04 <sup>C</sup>	12,31±0,25 <sup>A</sup>	12,33±0,25 <sup>A</sup>	86,42±0,09 <sup>A</sup>
		12	84,78± 0,15 <sup>B</sup>	0,62±0,02 <sup>D</sup>	11,44±0,33 <sup>AB</sup>	11,46±0,33 <sup>AB</sup>	86,88±0,04 <sup>A</sup>
		24	85,87± 0,77 <sup>AB</sup>	1,05± 0,10 <sup>B</sup>	10,39± 0,31 <sup>B</sup>	10,45±0,32 <sup>AB</sup>	84,23±0,39 <sup>B</sup>
		48	85,17± 0,12 <sup>B</sup>	1,85± 0,14 <sup>A</sup>	10,66±0,50 <sup>B</sup>	10,82±0,52 <sup>B</sup>	80,16±0,26 <sup>C</sup>
		72	86,42± 0,21 <sup>A</sup>	1,06±0,02 <sup>B</sup>	11,27±0,25 <sup>AB</sup>	11,32±0,25 <sup>AB</sup>	84,61±0,03 <sup>B</sup>
	Alkali	0	85,36± 0,27 <sup>A</sup>	0,77± 0,04 <sup>BC</sup>	12,31±0,25 <sup>C</sup>	12,33±0,25 <sup>C</sup>	86,42±0,09 <sup>B</sup>
		12	82,63± 0,21 <sup>B</sup>	0,55± 0,01 <sup>D</sup>	14,53±0,36 <sup>AB</sup>	14,54±0,36 <sup>AB</sup>	87,84±0,01 <sup>A</sup>
		24	82,54± 0,08 <sup>B</sup>	1,62± 0,08 <sup>B</sup>	13,85±0,58 <sup>B</sup>	13,94±0,58 <sup>B</sup>	83,34± 0,07 <sup>C</sup>
		48	78,81± 0,24 <sup>C</sup>	1,75± 0,02 <sup>A</sup>	14,96±0,50 <sup>A</sup>	15,06±0,50 <sup>A</sup>	83,33±0,12 <sup>C</sup>
		72	78,83± 0,13 <sup>C</sup>	1,76±0,06 <sup>A</sup>	14,73±0,31 <sup>AB</sup>	14,83±0,31 <sup>AB</sup>	83,16±0,12 <sup>C</sup>

A-B: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $p<0,05$ ).

**EK-10.** Siyah kinoa (SK) örneğinin renk değerleri istatistiksel değerlendirme sonuçları

Tablo Ek-10.1 Siyah kinoa çeşidi  $L^*$  değeri değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	39,943	19,9714	129,70	0,000
Süre	4	19,194	4,7984	31,16	0,000
Çimlenme x süre	8	66,495	8,3119	53,98	0,000**
Hata	15	2,310	0,1540		
Genel toplam	29	127,941			

\*\*  $p < 0,05$

Tablo Ek-10.2 Siyah kinoa çeşidi  $a^*$  değeri değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	0,6392	0,3196	39,82	0,000
Süre	4	0,1161	0,02901	3,61	0,000
Çimlenme x süre	8	0,3025	0,03782	4,71	0,000**
Hata	15	0,1204	0,00803		
Genel toplam	29	1,1782			

\*\*  $p < 0,05$

Tablo Ek-10.3 Siyah kinoa çeşidi  $b^*$  değeri değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	0,7129	0,35644	4,18	0,036
Süre	4	1,2296	0,3074	3,61	0,030
Çimlenme x süre	8	2,0256	0,2532	2,97	0,033**
Hata	15	1,2780	0,0852		
Genel toplam	29	5,2461			

\*\*  $p < 0,05$

Tablo Ek-10.4 Siyah kinoa çeşidi C değeri değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	0,4117	0,20584	2,26	0,139
Süre	4	1,1779	0,29448	3,23	0,042
Çimlenme x süre	8	2,0346	0,25433	2,79	0,041**
Hata	15	1,3670	0,09113		
Genel toplam	29	4,9913			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-10.5 Siyah kinoa çeşidi h° değeri değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	50,623	25,3116	184,57	0,000
Süre	4	8,101	2,0253	14,77	0,000
Çimlenme x süre	8	15,770	1,9713	14,37	0,000**
Hata	15	2,057	0,1371		
Genel toplam	29	76,552			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-10.6 Siyah kinoa (SK) örneklerinin renk değerleri Tukey testi ile karşılaştırılması

	Çimlendirme Yöntem	Çimlendirme Süresi (saat)	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>C</i> *	<i>h</i>
Siyah Kinoa (SK)	Geleneksel	0	69,47±0,11 <sup>B</sup>	1,89±0,09 <sup>AB</sup>	7,99±0,31 <sup>A</sup>	8,21±0,32 <sup>A</sup>	76,68±0,18 <sup>A</sup>
		12	67,33±0,07 <sup>C</sup>	2,02±0,10 <sup>AB</sup>	7,46±0,44 <sup>A</sup>	7,73±0,46 <sup>A</sup>	74,80±0,10 <sup>B</sup>
		24	69,59±0,54 <sup>B</sup>	2,05±0,07 <sup>AB</sup>	7,50±0,00 <sup>A</sup>	7,78±0,08 <sup>A</sup>	74,72±0,36 <sup>B</sup>
		48	70,09±0,03 <sup>B</sup>	1,80±0,05 <sup>B</sup>	7,28±0,16 <sup>A</sup>	7,50±0,17 <sup>A</sup>	76,13±0,13 <sup>A</sup>
		72	71,98±0,01 <sup>A</sup>	2,11±0,08 <sup>A</sup>	7,37±0,21 <sup>A</sup>	7,67±0,23 <sup>A</sup>	74,07±0,17 <sup>B</sup>
	Ultrases	0	69,47±0,11 <sup>B</sup>	1,89±0,09 <sup>AB</sup>	7,99±0,31 <sup>A</sup>	8,21±0,32 <sup>A</sup>	76,68±0,18 <sup>A</sup>
		12	71,37±0,51 <sup>A</sup>	1,94±0,06 <sup>A</sup>	7,63±0,02 <sup>A</sup>	7,87±0,01 <sup>A</sup>	75,69±0,50 <sup>AB</sup>
		24	69,96±0,60 <sup>B</sup>	2,09±0,12 <sup>A</sup>	7,52±0,07 <sup>A</sup>	7,81±0,11 <sup>A</sup>	74,50±0,75 <sup>C</sup>
		48	71,98±0,72 <sup>A</sup>	1,93±0,04 <sup>A</sup>	7,22±0,30 <sup>A</sup>	7,47±0,30 <sup>A</sup>	75,04±0,29 <sup>BC</sup>
		72	71,73±0,01 <sup>A</sup>	2,07±0,06 <sup>A</sup>	7,24±0,14 <sup>A</sup>	7,53±0,14 <sup>A</sup>	74,03±0,16 <sup>C</sup>
	Alkali	0	69,47±0,11 <sup>B</sup>	1,89±0,09 <sup>AB</sup>	7,99±0,31 <sup>A</sup>	8,21±0,32 <sup>A</sup>	76,68±0,18 <sup>B</sup>
		12	65,79±0,62 <sup>C</sup>	1,50±0,09 <sup>B</sup>	7,75±0,39 <sup>AB</sup>	7,90±0,41 <sup>AB</sup>	79,04±0,19 <sup>A</sup>
		24	71,98±0,31 <sup>A</sup>	1,51±0,08 <sup>B</sup>	7,06±0,10 <sup>B</sup>	7,22±0,07 <sup>B</sup>	77,94±0,86 <sup>A</sup>
		48	66,45±0,16 <sup>C</sup>	1,69±0,05 <sup>AB</sup>	8,17±0,39 <sup>A</sup>	8,34±0,4 <sup>A</sup>	78,33±0,18 <sup>A</sup>
		72	66,73±0,53 <sup>C</sup>	1,76±0,13 <sup>A</sup>	8,27±0,51 <sup>A</sup>	8,46±0,53 <sup>A</sup>	77,96±0,1 <sup>A</sup>

A-B: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ( $p < 0,05$ ).

**EK-11.** Pseudo tahlil örneklerinin toplam fenolik madde miktarı istatistiksel değerlendirme sonuçları

Tablo Ek-11.1 Yaygın karabuğday çeşidi toplam fenolik madde değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	562712	281356	19858,6	0,000
Süre	4	120480	30120	2125,93	0,000
Çimlenme x süre	8	187465	23433	1653,96	0,000**
Hata	15	213	14		
Genel toplam	29	870870			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-11.2 Aktaş karabuğday çeşidi toplam fenolik madde değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	186492	93246,1	15572,4	0,000
Süre	4	75376	18844,1	3147,03	0,000
Çimlenme x süre	8	74681	9335,1	1558,99	0,000**
Hata	15	90	6,0		
Genel toplam	29	336639			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-11.3 Beyaz kinoa çeşidi toplam fenolik madde değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	11120,5	5560,23	1041,83	0,000
Süre	4	25774,2	6443,56	1207,34	0,000
Çimlenme x süre	8	4180,2	522,52	97,91	0,000**
Hata	15	80,1	5,34		
Genel toplam	29	41154,9			

\*\* p<0,05



Tablo Ek-11.4 Siyah kinoa çeşidi toplam fenolik madde değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	23570,1	11785,0	2361,92	0,000
Süre	4	5122,2	1280,6	256,65	0,000
Çimlenme x süre	8	10139,8	1267,5	254,02	0,000**
Hata	15	74,8	5,0		
Genel toplam	29	38907,0			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-11.5 Pseudo tahıl örneklerinin toplam fenolik madde miktarı Tukey testi ile karşılaştırılması

Çimlendirme Yöntemi	Çimlendirme Süresi (saat)	Yaygın Karabuğday (YB)	Aktaş Karabuğday (AB)	Beyaz Kinoa (BK)	Siyah Kinoa (SK)
Geleneksel	0	458,24±5,87 <sup>C</sup>	443,44±2,93 <sup>A</sup>	201,22±3,59 <sup>B</sup>	182,99±0,59 <sup>B</sup>
	12	363,28±0,73 <sup>D</sup>	374,11±0,00 <sup>C</sup>	138,60±0,59 <sup>D</sup>	167,35±0,01 <sup>C</sup>
	24	478,34±2,20 <sup>B</sup>	291,63±0,73 <sup>D</sup>	146,85±3,29 <sup>C</sup>	162,43±4,49 <sup>C</sup>
	48	475,10±5,13 <sup>B</sup>	402,26±4,40 <sup>B</sup>	199,42±1,35 <sup>B</sup>	167,50±0,31 <sup>C</sup>
	72	618,07±4,40 <sup>A</sup>	450,65± 0,00 <sup>A</sup>	214,12±2,09 <sup>A</sup>	197,56±0,88 <sup>A</sup>
Ultrases	0	458,24±5,87 <sup>C</sup>	443,44± 2,93 <sup>B</sup>	201,22±3,59 <sup>B</sup>	182,99±0,59 <sup>B</sup>
	12	381,33±4,40 <sup>D</sup>	390,15±3,67 <sup>D</sup>	151,93±0,89 <sup>D</sup>	162,44±0,25 <sup>C</sup>
	24	464,43±1,47 <sup>C</sup>	395,37± 3,67 <sup>D</sup>	153,20±1,20 <sup>D</sup>	188,01±0,02 <sup>B</sup>
	48	571,27±2,93 <sup>B</sup>	408,96±2,20 <sup>C</sup>	185,77±0,29 <sup>C</sup>	197,37±2,99 <sup>A</sup>
	72	615,42±3,67 <sup>A</sup>	498,57± 2,93 <sup>A</sup>	216,45±3,59 <sup>A</sup>	203,62±3,59 <sup>A</sup>
Alkali	0	458,24±5,87 <sup>A</sup>	443,44± 2,93 <sup>A</sup>	201,22±3,59 <sup>A</sup>	182,99±0,59 <sup>A</sup>
	12	142,30±0,73 <sup>BC</sup>	211,31±1,47 <sup>B</sup>	113,74±1,94 <sup>C</sup>	127,31±1,51 <sup>B</sup>
	24	109,11±0,73 <sup>D</sup>	206,55±0,73 <sup>BC</sup>	91,63±0,59 <sup>D</sup>	83,56±2,99 <sup>E</sup>
	48	134,00±3,67 <sup>C</sup>	200,40± 0,73 <sup>C</sup>	146,64±1,79 <sup>B</sup>	120,66±3,74 <sup>C</sup>
	72	148,03±0,0 <sup>B</sup>	165,07± 0,73 <sup>D</sup>	147,06±1,20 <sup>B</sup>	98,39±2,39 <sup>D</sup>

A-B: Aynı sütünde değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

**EK-12.** Pseudo tahlil örneklerinin kondanse tanen miktarı istatistiksel değerlendirme sonuçları

Tablo Ek-12.1 Yaygın karabuğday çeşidi kondanse tanen değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	0,082749	0,041375	100,80	0,000
Süre	4	0,216096	0,054024	131,62	0,000
Çimlenme x süre	8	0,070873	0,008859	21,58	0,000**
Hata	15	0,006157	0,00041		
Genel toplam	29	0,375876			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-12.2 Aktaş karabuğday çeşidi kondanse tanen değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	0,011906	0,005953	3,55	0,055
Süre	4	0,077126	0,019281	11,49	0,000
Çimlenme x süre	8	0,005647	0,000706	0,42	0,891
Hata	15	0,025162	0,001677		
Genel toplam	29	0,119841			

Tablo Ek-12.3 Beyaz kinoa çeşidi kondanse tanen değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	1,7603	0,88014	29,71	0,000
Süre	4	2,9685	0,74212	25,05	0,000
Çimlenme x süre	8	1,5043	0,18804	6,35	0,001**
Hata	15	0,4444	0,02962		
Genel toplam	29	6,6775			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-12.4 Siyah kinoa çeşidi kondanse tanen değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	0,3301	0,16507	2,07	0,161
Süre	4	1,3331	0,33327	4,17	0,018
Çimlenme x süre	8	2,0301	0,25376	3,18	0,026**
Hata	15	1,1979	0,07986		
Genel toplam	29	4,8912			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-12.5 Pseudo tahıl örneklerinin kondanse tanen miktarı Tukey testi ile karşılaştırılması

Çimlendirme Yöntemi	Çimlendirme Süresi (saat)	Yaygın Karabuğday (YB)	Aktaş Karabuğday (AB)	Beyaz Kinoa (BK)	Siyah Kinoa (SK)
Geleneksel	0	0,40±0,01 <sup>A</sup>	0,28±0,00 <sup>A</sup>	2,11±0,23 <sup>B</sup>	4,00±0,53 <sup>A</sup>
	12	0,21±0,01 <sup>B</sup>	0,10±0,03 <sup>A</sup>	2,63±0,15 <sup>AB</sup>	3,34±0,32 <sup>A</sup>
	24	0,40±0,03 <sup>A</sup>	0,15±0,07 <sup>A</sup>	2,77±0,53 <sup>A</sup>	3,16±0,15 <sup>A</sup>
	48	0,25±0,01 <sup>B</sup>	0,14±0,02 <sup>A</sup>	2,77±0,24 <sup>A</sup>	3,72±0,11 <sup>A</sup>
	72	0,21±0,00 <sup>B</sup>	0,13±0,02 <sup>A</sup>	2,58±0,08 <sup>AB</sup>	3,80±0,09 <sup>A</sup>
Ultrases	0	0,40±0,01 <sup>A</sup>	0,28±0,00 <sup>A</sup>	2,11±0,23 <sup>B</sup>	4,00±0,53 <sup>A</sup>
	12	0,16±0,02 <sup>C</sup>	0,18±0,02 <sup>A</sup>	1,79±0,35 <sup>B</sup>	3,87±0,18 <sup>A</sup>
	24	0,25±0,02 <sup>BC</sup>	0,23±0,06 <sup>A</sup>	3,17±0,46 <sup>A</sup>	4,14±0,12 <sup>A</sup>
	48	0,29±0,05 <sup>B</sup>	0,16±0,01 <sup>A</sup>	3,00±0,28 <sup>A</sup>	3,54±0,22 <sup>A</sup>
	72	0,34±0,02 <sup>AB</sup>	0,16±0,02 <sup>A</sup>	2,45±0,30 <sup>AB</sup>	3,43±0,05 <sup>A</sup>
Alkali	0	0,40±0,01 <sup>A</sup>	0,28±0,00 <sup>A</sup>	2,11±0,23 <sup>AB</sup>	4,00±0,53 <sup>A</sup>
	12	0,08±0,01 <sup>C</sup>	0,16±0,01 <sup>A</sup>	1,54±0,05 <sup>C</sup>	3,45±0,12 <sup>A</sup>
	24	0,18±0,02 <sup>B</sup>	0,21±0,09 <sup>A</sup>	2,60±0,39 <sup>A</sup>	4,04±0,10 <sup>A</sup>
	48	0,16±0,00 <sup>B</sup>	0,19±0,04 <sup>A</sup>	2,02±0,12 <sup>BC</sup>	3,07±1,19 <sup>A</sup>
	72	0,07±0,00 <sup>C</sup>	0,17±0,06 <sup>A</sup>	1,88±0,26 <sup>BC</sup>	3,21±0,30 <sup>A</sup>

A-B: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

**EK-13.** Pseudo tahlil örneklerinin antioksidan aktivite miktarı istatistiksel değerlendirme sonuçları

Tablo Ek-13.1 Yaygın karabuğday çeşidi antioksidan aktivite değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	463,93	231,967	249,41	0,000
Süre	4	205,59	51,397	55,26	0,000
Çimlenme x süre	8	153,69	19,211	20,66	0,000**
Hata	15	13,95	0,93		
Genel toplam	29	837,16			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-13.2 Aktaş karabuğday çeşidi antioksidan aktivite değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	121,75	60,877	52,72	0,000
Süre	4	35,12	8,779	7,60	0,001
Çimlenme x süre	8	54,41	6,801	5,89	0,002**
Hata	15	17,32	1,155		
Genel toplam	29	228,6			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-13.3 Beyaz kinoa çeşidi antioksidan aktivite değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	7,911	3,9556	10,95	0,001
Süre	4	5,836	1,4589	4,04	0,002
Çimlenme x süre	8	4,794	0,5992	1,66	0,190
Hata	15	5,418	0,3612		
Genel toplam	29	23,958			

Tablo Ek-13.4 Siyah kinoa çeşidi antioksidan aktivite değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	4,059	2,0294	3,72	0,049
Süre	4	4,503	1,1257	2,07	0,136
Çimlenme x süre	8	4,746	0,5933	1,09	0,422
Hata	15	8,176	0,5451		
Genel toplam	29	21,484			

Tablo Ek-13.5 Pseudo tahıl örneklerinin antioksidan aktivite miktarı Tukey testi ile karşılaştırılması

Çimlendirme Yöntemi	Çimlendirme Süresi (saat)	Yaygın Karabuğday (YB)	Aktaş Karabuğday (AB)	Beyaz Kinoa (BK)	Siyah Kinoa (SK)
Geleneksel	0	13,29±0,10 <sup>A</sup>	6,52± 0,22 <sup>A</sup>	2,42±0,52 <sup>A</sup>	4,74±0,50 <sup>A</sup>
	12	7,14± 1,23 <sup>B</sup>	4,39±0,21 <sup>B</sup>	0,69±0,49 <sup>A</sup>	3,83±1,67 <sup>A</sup>
	24	11,83±2,18 <sup>AB</sup>	4,49±0,18 <sup>B</sup>	1,53±0,29 <sup>A</sup>	4,04±0,78 <sup>A</sup>
	48	12,60± 1,80 <sup>AB</sup>	4,52±0,19 <sup>B</sup>	1,91±0,71 <sup>A</sup>	4,15±1,10 <sup>A</sup>
	72	15,51± 0,99 <sup>A</sup>	7,10±0,09 <sup>A</sup>	2,47±0,82 <sup>A</sup>	3,66±0,84 <sup>A</sup>
Ultrases	0	13,29±0,10 <sup>AB</sup>	6,52± 0,22 <sup>A</sup>	2,42±0,52 <sup>A</sup>	4,74±0,50 <sup>A</sup>
	12	8,20±0,83 <sup>C</sup>	4,84±0,20 <sup>A</sup>	3,06±1,00 <sup>A</sup>	4,71±0,14 <sup>A</sup>
	24	11,76±1,06 <sup>B</sup>	9,03±0,60 <sup>A</sup>	2,09±0,76 <sup>A</sup>	4,67±0,51 <sup>A</sup>
	48	14,40±0,01 <sup>AB</sup>	8,18±0,42 <sup>A</sup>	2,55±0,82 <sup>A</sup>	4,23±0,88 <sup>A</sup>
	72	15,90±1,22 <sup>A</sup>	10,91±1,62 <sup>A</sup>	3,98±0,75 <sup>A</sup>	4,67±0,51 <sup>A</sup>
Alkali	0	13,29±0,10 <sup>A</sup>	6,52± 0,22 <sup>A</sup>	2,42±0,52 <sup>A</sup>	4,74±0,50 <sup>A</sup>
	12	1,31±0,12 <sup>C</sup>	2,48±0,20 <sup>B</sup>	3,18±0,40 <sup>A</sup>	4,79±0,10 <sup>A</sup>
	24	1,66±0,28 <sup>C</sup>	1,85±0,28 <sup>B</sup>	2,75±0,05 <sup>A</sup>	2,86±0,08 <sup>A</sup>
	48	1,67± 0,16 <sup>C</sup>	1,64±0,46 <sup>B</sup>	2,71±0,37 <sup>A</sup>	3,04±0,60 <sup>A</sup>
	72	2,41±0,18 <sup>B</sup>	2,32±0,56 <sup>B</sup>	3,70±0,05 <sup>A</sup>	3,10±0,40 <sup>A</sup>

A-B: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

**EK-14.** Pseudo tahlil örneklerinin fitik asit miktarı istatistiksel değerlendirme sonuçları

Tablo Ek-14.1 Yaygın karabuğday çeşidi fitik asit değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	2,804	1,4022	4,35	0,032
Süre	4	11,882	2,9705	9,21	0,001
Çimlenme x süre	8	17,759	2,2198	6,88	0,001**
Hata	15	4,838	0,3226		
Genel toplam	29	37,283			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-14.2 Aktaş karabuğday çeşidi fitik asit değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	4,655	2,3276	7,90	0,005
Süre	4	6,09	1,5224	5,16	0,008
Çimlenme x süre	8	8,074	1,0092	3,42	0,019**
Hata	15	4,422	0,2948		
Genel toplam	29	23,241			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-14.3 Beyaz kinoa çeşidi fitik asit değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	164,490	82,2449	270,24	0,000
Süre	4	184,848	46,2121	151,84	0,000
Çimlenme x süre	8	98,967	12,3709	40,65	0,000**
Hata	15	4,565	0,3043		
Genel toplam	29	452,87			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-14.4 Siyah kinoa çeşidi fitik asit değişimine ilişkin varyans analiz çizelgesi

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Çimlenme	2	16,77	8,3839	9,08	0,003
Süre	4	225,96	56,4908	61,17	0,000
Çimlenme x süre	8	120,51	15,0632	16,31	0,000**
Hata	15	13,85	0,9235		
Genel toplam	29	377,09			

\*\* p<0,05

Tablo Ek-14.5 Pseudo tahıl örneklerinin fitik asit miktarı Tukey testi ile karşılaştırılması

Çimlendirme Yöntemi	Çimlendirme Süresi (saat)	Yaygın Karabuğday (YB)	Aktaş Karabuğday (AB)	Beyaz Kinoa (BK)	Siyah Kinoa (SK)
Geleneksel	0	10,41±0,56 <sup>AB</sup>	11,10±0,55 <sup>AB</sup>	10,85±0,50 <sup>A</sup>	15,13±0,45 <sup>A</sup>
	12	11,38±0,78 <sup>A</sup>	10,29±0,80 <sup>B</sup>	3,60±0,04 <sup>B</sup>	14,43±1,37 <sup>A</sup>
	24	10,91±0,02 <sup>AB</sup>	10,75±0,33 <sup>AB</sup>	1,78±0,84 <sup>C</sup>	10,36±0,07 <sup>B</sup>
	48	10,90±0,80 <sup>AB</sup>	12,05±1,16 <sup>A</sup>	3,03±1,11 <sup>BC</sup>	10,21±0,65 <sup>B</sup>
	72	9,39±0,26 <sup>B</sup>	11,19±0,52 <sup>AB</sup>	2,10±0,04 <sup>BC</sup>	5,86±1,50 <sup>C</sup>
Ultrases	0	10,41±0,56 <sup>C</sup>	11,10±0,55 <sup>A</sup>	10,85±0,50 <sup>A</sup>	15,13±0,45 <sup>A</sup>
	12	13,18±0,12 <sup>A</sup>	9,48±0,42 <sup>AB</sup>	8,54±0,02 <sup>B</sup>	7,96±0,65 <sup>BC</sup>
	24	12,22±0,21 <sup>AB</sup>	8,67±0,74 <sup>B</sup>	1,63±0,19 <sup>C</sup>	10,65±1,74 <sup>B</sup>
	48	10,70±1,13 <sup>BC</sup>	10,77±0,15 <sup>A</sup>	1,69±0,62 <sup>C</sup>	7,74±0,02 <sup>C</sup>
	72	9,43±0,88 <sup>C</sup>	10,55±0,53 <sup>A</sup>	1,57±0,36 <sup>C</sup>	5,58±1,54 <sup>C</sup>
Alkali	0	10,41±0,56 <sup>AB</sup>	11,10±0,55 <sup>A</sup>	10,85±0,50 <sup>A</sup>	15,13±0,45 <sup>A</sup>
	12	10,44±0,58 <sup>AB</sup>	10,05±0,21 <sup>A</sup>	7,93±0,31 <sup>C</sup>	12,73±0,96 <sup>AB</sup>
	24	9,16±0,14 <sup>B</sup>	11,30±0,02 <sup>A</sup>	9,00±1,02 <sup>BC</sup>	4,43±1,35 <sup>C</sup>
	48	11,82±0,19 <sup>A</sup>	10,10±0,09 <sup>A</sup>	9,96±0,36 <sup>AB</sup>	10,12±0,02 <sup>B</sup>
	72	10,63±0,02 <sup>AB</sup>	10,79±0,09 <sup>A</sup>	9,78±0,09 <sup>AB</sup>	10,84±0,24 <sup>B</sup>

A-B: Aynı sütunda değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0,05).

