

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**NOHUTUN ÇİMLENDİRME KOŞULLARININ
OPTİMİZASYONU ve ERİŞTE ÜRETİMİNDE KULLANIM
OLANAKLARININ İNCELENMESİ**

**Hazırlayan
Havva POLAT**

**Danışman
Doç. Dr. Lütfiye EKİCİ**

Yüksek Lisans Tezi

**Ağustos 2021
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**NOHUTUN ÇİMLENDİRME KOŞULLARININ
OPTİMİZASYONU ve ERİŞTE ÜRETİMİNDE KULLANIM
OLANAKLARININ İNCELENMESİ**

**Hazırlayan
Havva POLAT**

**Danışman
Doç. Dr. Lütfiye EKİCİ**

Yüksek Lisans Tezi

**Ağustos 2021
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Havva POLAT



YÖNERGEYE UYGUNLUK

“Nohutun Çimlendirme Koşullarının Optimizasyonu ve Erişte Üretiminde Kullanım Olanaklarının İncelenmesi” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Havva POLAT

İmza

Danışman

Doç. Dr. Lütfiye EKİCİ

İmza

II. Danışman

Prof. Dr. Necati Barış TUNCEL

İmza

Gıda Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Hasan YALÇIN

İmza

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca deneyim ve bilgileri ile bana yol gösteren, hiçbir konuda desteğini esirgemeyen ve öğrencisi olarak çalışmaktan büyük mutluluk ve onur duyduğum çok değerli hocam Doç. Dr. Lütfiye EKİCİ' ye ve ikinci danışmanım kıymetli hocam Prof. Dr. Necati Barış TUNCEL' e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Dr. Tuğba Dursun ÇAPAR'a, Arş. Gör. Fatma KORKMAZ' a, lisans ve yüksek lisans eğitimim süresince üzerimde emeği olan, her türlü olanağı sağlayan ve hiçbir konuda yardımını esirgemeyen Erciyes Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca yardımcı ve desteği ile çalışma sürecimi kolaylaştıran, ihtiyaç duyduğum her an yanımda olan ve bana kardeşlik eden Cansu İNANIR'a ve Melike CANPOLAT'a çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca bana her zaman destek olan, sabretmeyi öğrendiğim annem Maviş POLAT' a, işini severek yapmasını örnek edindiğim babam Hüseyin POLAT' a, hayata karşı her zaman daha akılcı davranışı ile bana her zaman yol gösterici olan kardeşim Ömer POLAT' a teşekkürün yetersiz kalacağını ifade etmek isterim.

Havva POLAT

Ağustos 2021, KAYSERİ

NOHUTUN ÇİMLENDİRME KOŞULLARININ OPTİMİZASYONU ve ERİŞTE ÜRETİMİNDE KULLANIM OLANAKLARININ İNCELENMESİ

Havva POLAT

**Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Ağustos 2021
Danışman: Doç. Dr. Lütfiye EKİCİ**

ÖZET

Bu tez çalışmasında nohutun çimlendirme koşulları yanıt-yüzey metodu ile biyoaktif özellikleri geliştirmek ve diyet lifi miktarını arttırmak için optimize edilmiştir. Optimum çimlendirme koşulları; ıslatma süresi; 17,02 saat, çimlendirme sıcaklığı; 29,98 °C, çimlendirme süresi 71,41 saat olarak bulunmuştur. Optimum koşullarda çimlendirme yapıldığında yanıt olarak seçilen toplam fenolik madde (TFM) miktarının; 2,50 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g kuru maddde (KM), toplam flavonoid miktarının 0,22 mg kateşin eşdeğeri (KE)/g KM, DPPH (IC₅₀) değerinin 4,18 mg/mL, TEAC değerinin 17,00 µmol Troloks/mg KM ve toplam diyet lifi miktarının %27,58 olduğu tespit edilmiştir. Optimum koşullarda çimlendirilmiş nohutların kontrol nohut örneklerine kıyasla TFM miktarı, toplam flavonoid miktarı, antioksidan kapasitesi ve diyet lifi miktarının arttığı belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci kısmında optimum koşullarda çimlendirilen ve kurutulan nohut (OKÇN) öğütülmüş ve erişteye, %10, %20 ve %30 oranında ilave edilmiştir. OKÇN unu ilavesi yapılan grup kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. OKÇN unu ilavesinin erişte örneklerinin pişme kalitesine etkisi istatistiksel olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur. Erişte örneklerinde OKÇN unu katkı oranı arttıkça nem, kül ve protein miktarının arttığı belirlenmiştir Erişte örneklerinin *L** değeri, 68,65-70,35; *a** değeri, 1,07-2,37; ve *b** değeri, 24,56-27,28 arasında değişiklik göstermiştir. OKÇN unu ilave edilen erişte örneklerinin kontrol erişteye kıyasla toplam renk farkı (ΔE) %10, %20 ve %30 katkılı eriştelere için sırasıyla 0,86; 2,29 ve 2,89 olarak belirlenmiştir. Tekstür analizi sonucunda OKÇN unu miktarı arttıkça eriştenin daha sert ve daha yapışkan hale geldiği tespit edilmiştir. Tüketici testi sonuçlarına göre ise en beğenilen erişte ise kontrol eriştesi olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Optimizasyon, çimlendirme, nohut, yanıt- yüzey metodu

OPTIMIZATION of CHICKPEA GERMINATING CONDITIONS and INVESTIGATION of USE OPPORTUNITIES in TURKISH NOODLE PRODUCTION

Havva POLAT

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master Thesis, August 2021

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Lütfiye EKİCİ

ABSTRACT

In this thesis, germination conditions of chickpea were optimized by response-surface method to improve bioactive properties and increase dietary fiber content. Optimum germination conditions was found as soaking time; 17.02 hours, germination temperature; 29.98 °C, germination time; 71.41 hours. The total phenolic content; 2.50 mg gallic acid equivalent (GAE)/g dry matter (KM), total flavonoid content; 0.22 mg catechin equivalent (KE)/g KM, DPPH (IC₅₀) value; .18 mg/mL, TEAC value; 17, 00 µmol Trolox/mg DM and total dietary fiber amount is 27.58% under optimum conditions. It was determined that total phenolic and total flavonoid amount, antioxidant capacity and dietary fiber amount increased in chickpeas germinated compared to control chickpea samples. Chickpeas, which were germinated under optimum conditions (OKÇN) and dried were ground and added to the noodles at rates of 10%, 20% and 30%. The group that did not add OKÇN flour was accepted as the control group. The effect of the addition of OKÇN flour on the cooking quality of the noodle samples was found to be statistically significant ($p < 0.05$). It was determined that the moisture, ash and protein content of the noodle samples increased as the additive ratio of OKÇN increased. The L^* value of the noodle samples was 68.65-70.35; a^* value, 1.07-2.37; b^* value varied between 24.56-27.28. The total color difference (AE) of the noodles with the addition of OKÇN compared to the control noodles was 0.86, 2.29, and 2.89 for the noodles with 10%, 20% and 30% added, respectively. As a result of the texture analysis, showed that the noodle became harder and sticky as the amount of OKÇN flour increased. According to consumer test results, the most popular noodle was control noodle.

Keywords: Optimization, germination, chickpea, response-surface method

İÇİNDEKİLER

NOHUTUN ÇİMLENDİRME KOŞULLARININ OPTİMİZASYONU ve ERİŞTE ÜRETİMİNDE KULLANIM OLANAKLARININ İNCELENMESİ

| | |
|------------------------------|------|
| BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK..... | ii |
| YÖNERGEYE UYGUNLUK..... | iii |
| KABUL VE ONAY..... | iv |
| TEŞEKKÜR..... | v |
| ÖZET..... | vi |
| ABSTRACT..... | vii |
| İÇİNDEKİLER..... | viii |
| KISALTMALAR..... | xi |
| TABLolar LİSTESİ..... | xii |
| ŞEKİLLER LİSTESİ..... | xiii |
| GİRİŞ..... | 1 |

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

| | |
|--|----|
| 1.1. Problem Durumu..... | 3 |
| 1.2. Araştırmanın Amacı..... | 4 |
| 1.3. Araştırmanın Önemi..... | 4 |
| 1.4. Literatür Çalışması..... | 5 |
| 1.4.1. Baklagiller..... | 5 |
| 1.4.2. Nohut ve Kimyasal Kompozisyonu..... | 9 |
| 1.4.3. Çimlendirme..... | 13 |
| 1.4.3.1. Çimlendirme İşleminin Besinsel Özellikler Üzerine Etkileri..... | 15 |
| 1.4.3.2. Çimlendirme Yöntemleri..... | 16 |
| 1.4.4. Erişte..... | 17 |

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

| | |
|--|-----------|
| 2.1. Materyaller | 19 |
| 2.1.1. Hammadde | 19 |
| 2.1.2. Kimyasallar ve Kullanılan Ekipmanlar | 19 |
| 2.2. Yöntem | 20 |
| 2.2.1. Çimlendirme Koşullarının Optimizasyonu | 20 |
| 2.2.2. Çimlendirme | 22 |
| 2.2.3. Çimlendirilmiş Nohutta Yapılan Analizler | 23 |
| 2.2.3.1. Biyoaktivite Analizleri | 23 |
| 2.2.3.1.1. Toplam Fenolik Analizi | 23 |
| 2.2.3.1.2. Toplam Flavonoid Analizi | 23 |
| 2.2.3.1.3. DPPH Radikal Süpürme Aktivitesi | 24 |
| 2.2.3.1.4. TEAC Metodu ile Antioksidan Aktivite Analizi | 24 |
| 2.2.3.2. Toplam Diyet Lif Analizi | 25 |
| 2.2.4. Erişte Üretimi | 26 |
| 2.2.5. Eriştede Yapılan Analizler | 27 |
| 2.2.5.1. Genel Bileşim Analizleri | 27 |
| 2.2.5.1.1. Nem Tayini | 27 |
| 2.2.5.1.2. Kül Tayini | 27 |
| 2.2.5.1.3. Protein Tayini | 27 |
| 2.2.5.2. Pişme Analizleri | 27 |
| 2.2.5.2.1. Pişme Süresi Tayini | 27 |
| 2.2.5.2.2. Su Absorbsiyonu Tayini | 27 |
| 2.2.5.2.3. Hacim Artışı Tayini | 28 |
| 2.2.5.2.4. Suya Geçen Kuru Madde Tayini | 28 |
| 2.2.5.3. Fiziksel Analizler | 29 |
| 2.2.5.3.1. Renk | 29 |
| 2.2.5.3.2. Tekstür Analizi | 29 |
| 2.2.5.4. Duyusal Analiz | 30 |
| 2.2.6. İstatiksel Analiz | 30 |

3. BÖLÜM

BULGULAR-TARTIŞMA

| | |
|---|----|
| 3.1. Çimlendirme Koşullarının Optimizasyonu | 31 |
| 3.1.1. Toplam Fenolik Madde | 32 |
| 3.1.2. Toplam Flavonoid Miktarı | 37 |
| 3.1.3. DPPH Radikal Süpürme Aktivitesi | 40 |
| 3.1.4. Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite..... | 44 |
| 3.1.5. Toplam Diyet Lifi Miktarı | 48 |
| 3.2. Eriştede Yapılan Analizler..... | 52 |
| 3.2.1. Genel Bileşim Analizleri..... | 52 |
| 3.2.2. Pişme Analizleri..... | 53 |
| 3.2.3. Fiziksel Analizler | 56 |
| 3.2.3.1. Renk | 56 |
| 3.2.3.2. Tekstür Analizi | 57 |
| 3.2.4. Duyusal Analiz | 59 |

4. BÖLÜM

SONUÇ ve ÖNERİLER

| | |
|--|----|
| 4.1. Sonuç ve Öneriler..... | 60 |
| KAYNAKÇA..... | 63 |
| EKLER..... | 83 |
| EK 1. Duyusal analizde kullanılan tüketici testi panel kâğıdı..... | 83 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 84 |

KISALTMALAR

GAE: Gallik asit eşdeğeri

KE: Kateşin eşdeğeri

KM: Kuru madde

KN: Kontrol nohut

M: Molar

OKÇN: Optimum koşullarda çimlendirilmiş nohut

QE: Kuersetin eşdeğeri

TDL: Toplam diyet lifi

TE: Troloks eşdeğeri

TFM: Toplam fenolik madde

TABLolar LİSTESİ

| | |
|---|-----|
| Tablo 2.1. Tez çalışmasında kullanılan kimyasallar..... | 19 |
| Tablo 2.2. Tez çalışmasında kullanılan ekipmanlar | 20 |
| Tablo 2.3. Çimlendirme koşullarının optimizasyonu için kullanılan deneme deseni... 211 | |
| Tablo 3.1. Deneme noktaları ve optimum koşul için yanıtlara ait deneysel sonuçlar | 33 |
| Tablo 3.2. Çimlendirme parametrelerinin TFM değeri üzerine etkisine ait ANOVA sonuçları | 345 |
| Tablo 3.3. Çimlendirme parametrelerinin toplam flavonoid miktarı üzerine ait ANOVA sonuçları | 38 |
| Tablo 3.4. Çimlendirme koşullarının nohut örneklerinin DPPH üzerine etkisine ait ANOVA sonuçları | 42 |
| Tablo 3.5. Çimlendirme koşullarının nohut örneklerinin TEAC değeri üzerine olan etkisine ait ANOVA sonuçları..... | 44 |
| Tablo 3.6. Çimlendirme koşullarının nohut örneklerinin TDL miktarı üzerine olan etkisine ait ANOVA sonuçları..... | 50 |
| Tablo 3.7. Erişte örneklerinin genel bileşimi | 52 |
| Tablo 3.8. Erişte örneklerinin pişme analizleri | 53 |
| Tablo 3.9. Erişte örneklerinin renk özellikleri..... | 57 |
| Tablo 3.10. Pişmiş erişte örneklerinin tekstürel özellikleri..... | 58 |
| Tablo 3.11. Erişte örneklerinin duyuşal özellikleri | 59 |

ŞEKİLLER LİSTESİ

| | |
|--|-----|
| Şekil 1.1. Nohut biyotipleri | 9 |
| Şekil 1.2. Türkiye' nin 2008-2020 yılları arasında nohut üretim miktarı | 10 |
| Şekil 3.1. Çimlendirme koşullarının TFM üzerine olan etkisini gösteren 3D grafiği | 35 |
| Şekil 3.2. Çimlendirme koşullarının toplam flavonoid miktarı üzerine olan etkisini gösteren 3D grafiği | 39 |
| Şekil 3.3. Çimlendirme koşullarının DPPH (IC ₅₀ değeri) üzerine olan etkisini gösteren 3D grafiği | 43 |
| Şekil 3.4. Çimlendirme koşullarının TEAC üzerine olan etkisini gösteren 3D grafiği | 396 |
| Şekil 3.5. Çimlendirme koşullarının TDL üzerine olan etkisini gösteren 3D grafiği..... | 51 |

GİRİŞ

Çimlenme ile protein, karbonhidrat ve lipitler basit formlara indirgenmektedir. Böylece baklagillerin biyokimyasal, beslenme ve duyuşsal özellikleri önemli derecede değişmektedir (Świeca ve Gawlik-Dziki, 2015). Çimlenme protein ve karbonhidratların sindirilebilirliğinde artışa neden olmaktadır. Nişasta sindirilebilirliği de çimlenme sırasında artan enzimatik aktivite sonucunda artarken, toplam nişasta içeriği azalmaktadır (Ghavidel ve Prakash, 2007). Çimlendirme ile tiamin (B1), riboflavin (B2) ve niasin (B3) gibi vitaminlerin miktarı artmaktadır. Ayrıca çimlendirme vitamin ve minerallerin biyoyararlanımını da arttırmaktadır (Umeta vd. 2005). Çimlenme α -galaktosit, tanen, fitat, tripsin inhibitörü gibi anti-beslenme faktörleri olarak tanımlanan bileşiklerin / maddelerin miktarını azaltmaktadır (Mbithi vd. 2001). Çimlenme baklagillerin içeriğindeki toplam fenolik miktarı ve antioksidan kapasitesi de artmaktadır (Saleh vd. 2019). Özetle çimlenme baklagillerin içeriğinde bulunan makro/mikro besinlerde, biyoaktif ve anti-beslenme faktörü olarak anılan bileşenlerin miktarında değişikliğe neden olmaktadır. Bunun sonucunda baklagillerin besinsel ve biyoaktif değeri artmaktadır. Belirtilen bu nedenlerle son yıllarda çimlenmiş baklagillerin, fonksiyonel gıda üretiminde değerlendirilme çabaları yaygınlaşmaktadır (Tarzi vd. 2012).

Bu tez çalışması başlıca iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada nohutun çimlendirme koşulları optimize edilmiştir. Bu kapsamda ıslatma süresi (saat), çimlendirme süresi (saat) ve çimlendirme sıcaklığı (°C) faktör olarak seçilerek, Response Surface Methodology (Yanıt-Yüzey Yöntemi-YYY) kullanılarak, seçilmiş oluşturulan deneme desenine göre nohutlar çimlendirilmiştir. Optimizasyonda yanıt olarak seçilen (TFM) miktarının, toplam flavonoid miktarının, TEAC değerinin ve toplam diyet lifi miktarının maksimum; DPPH (IC₅₀) değerinin ise minimum olması amaçlanmıştır. Bu aşamada çimlendirme koşulları optimize edildikten sonra, yeniden optimum koşullarda çimlendirme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Tezin ikinci aşamasında ise optimum koşullarda çimlendirilen nohutun (OKÇN) geleneksel bir besin olan eriştelerde kullanım olanağı incelenmiştir. Bu

amaçla OKÇN unu erişte hamuruna 3 farklı oranda (%10, 20, 30) ilave edilerek, eriştinin biyoaktif ve kalite özellikleri üzerine etkileri kontrol örnekle kıyaslanarak (%0 OKÇN) incelenmiştir.



1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Problem Durumu

Tüketicilerin beslenme ve sağlık ilişkileri hakkında bilinçlenmeleri, fonksiyonel gıda tüketiminin artmasına neden olmuştur. Fonksiyonel gıdalar, günlük diyet ile gıda formunda tüketilen, sentetik bileşen içermeyen, besleyici etkisinin yanında değişik etkenlerle hastalık oluşma riskini azaltıcı, sağlığı ve iyi hali geliştirici özelliklere sahip gıdalar olarak tanımlanmaktadır. Gıdalar probiyotiklerin, prebiyotiklerin ya da ikisinin birlikte ilavesi ile fonksiyonel hale getirilebildiği gibi biyoaktif peptit, ω -3 çoklu doymamış yağ asitleri, fitokimyasal (bitkisel katkılar veya bitki ekstraktları), diyet lifi katkıları da fonksiyonel gıda haline getirilebilmektedir (Erbaş, 2007). Fonksiyonel gıda üretimi amacıyla kullanılan yöntemlerden biri de çimlendirmedir. Çimlenme ile baklagillerin biyokimyasal, besinsel ve duyuşsal özellikleri önemli derecede iyileşmektedir (Świeca ve Gawlik-Dziki, 2015). Çimlenme ile protein ve karbonhidrat sindirilebilirliği artmaktadır. Nişasta sindirilebilirliği de çimlenme sırasında artan enzimatik aktivite sonucunda artmaktadır. Bunun sonucunda çimlenmiş materyallerde toplam nişasta içeriği azalmaktadır (Ghavidel ve Prakash, 2007). Çimlenme protein sindirilebilirliğini, buna bağılı olarak da aminoasit içeriğini arttırarak, beslenme kalitesini arttırmaktadır. Çimlendirme ile tiamin (B1), riboflavin (B2) ve niasin (B3) gibi vitaminlerin miktarı artmaktadır. Ayrıca çimlendirme vitamin ve minerallerin biyoyararlılığını arttırmaktadır (Umeta vd. 2005). Çimlenme α -galaktosid, tanen, fitat, tripsin inhibitörü gibi anti-beslenme (bunu tüm metinde düzelt) l faktörleri azaltmaktadır (Mbithi vd. 2001). Çimlenme ile enzimlerin aktive olması neticesinde bağılı formdaki fenolik maddeler serbest forma geçmekte ve baklagilin içeriğindeki TFM miktarı ve bu artışa paralel olarak antioksidan kapasite artmaktadır (Saleh vd. 2019). Bunun yanısıra çimlenme baklagilin toplam diyet lifi miktarını da arttırmaktadır (Megat vd. 2016).

Çimlenmenin baklagillerde neden olduğu bu fonksiyonel kalitedeki artış nedeni ile illerin çimlendirilerek fonksiyonel gıda üretiminde kullanımı yaygın hale gelmiştir. Euromonitor tarafından fonksiyonel gıda pazarının 2017 yılındaki küresel değeri 38 milyar dolar olduğu bildirilmiştir. Türkiye fonksiyonel gıda ürünlerinin açısından oldukça hızlı büyüyen bir pazar olarak değerlendirilmektedir. Türkiye’ de, 2012-2017 yılları arasında fonksiyonel gıda satışlarının 303 milyon dolardan, 461 milyon dolara yükseldiği belirtilmektedir. Pazar hacmindeki %52’ lik bu artışla, tüm dünya pazarları içerisinde Türkiye’ nin en yüksek büyüme oranlarına ulaşan ülke olduğu ifade edilmektedir (Arslan, 2019).

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada nohutun çimlendirilme koşulları YYY ile optimize edilmiştir. Optimizasyonda ıslatma süresi, çimlendirme sıcaklığı ve süresinin nohutun diyet lifi ve biyoaktif özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Optimum koşullarda çimlendirilen nohutun ise günümüzde endüstriyel olarak da önemli miktarda üretilen erişte formülasyonunda kullanılma potansiyeli değerlendirilmiştir. Bu tez çalışmasının amaçları şu şekilde sıralanabilir;

- Nohutun çimlendirme koşullarını optimize ederek, nohutun biyoaktif ve besinsel değerini artırmak,
- OKÇN’ un öğütülmesi ile elde edilen nohut ununun ilavesi ile erişte üretiminin gerçekleştirilmesi,
- OKÇN ununun erişte kalitesine etkisini tespit etmek.

1.3. Araştırmanın Önemi

Tez çalışmasında çimlendirme koşullarının optimize edilmesi ile;

- Dünyada en çok üretilen ikinci baklagil olan ve ülkemizde 2020 yılında 630 bin ton üretilen nohutun fonksiyonel değerinin artması,
- Çimlendirilmiş nohut ilavesi ile üretilen eriştenin, besinsel değeri ve kalitesinin yükselmesi,
- Böylece fonksiyonel özelliğe sahip, tüketici tarafından tercih edilen kaliteli yeni bir ürün elde edileceği düşünülmektedir.

1.4. Literatür Çalışması

1.4.1. Baklagiller

Eski çağlardan beri tüm dünyada yaygın olarak yetiştirilen baklagiller, bir kabuk içinde tohum üreten *Leguminosae* familyasına ait bitkilerdir. Baklagil kelimesi Latince 'Legumen' den türemiştir ve kabuklu baklanın hasat edilen tohumları anlamına gelmektedir (Sarioğlu ve Velioğlu, 2018; Staniak vd. 2014).

Baklagiller hayvan ve insan beslenmesinde, ilaç endüstrisinde, mobilya ve kâğıt yapımında, boya ve reçine yapımında, kozmetikte, yakacak ve süs bitkisi olarak çok farklı alanlarda değerlendirilmektedir (Özdemir, 2006). Baklagiller özel toprak bakterileri ile birleşerek havadan azotu fikse etme yeteneğine sahiptir. Bundan dolayı baklagil familyasına ait türler zirai açıdan toprak verimliliğinin artırılmasında da önemli rol üstlenmektedir (De Ron, 2015).

Baklagiller, dünya çapında sürdürülebilir ve ucuz bir et alternatifi olarak değer görmekte ve tahıllardan sonra en önemli ikinci besin kaynağı olarak kabul edilmektedir (Maphosa ve Jideani, 2017). Besinsel olarak oldukça değerli olan baklagiller, insan diyeti için oldukça önemli olan esansiyel amino asitler, kompleks karbonhidratlar, diyet lifi, doymamış yağlar, vitamin ve esansiyel mineraller içermektedir (Annor vd. 2014; Bouchenak ve Lamri-Senhadji, 2013; Rebello vd. 2014). Baklagiller besinsel kalitesine ek olarak içerdikleri faydalı biyoaktif bileşikler sayesinde sağlık üzerinde etkili rol oynamaktadır (Phillips, 1993).

Baklagiller, genel olarak %20-45 oranında protein içermektedir. Bunun yanı sıra esansiyel bir amino asit olan lizin açısından oldukça zengin olan baklagiller kaliteli protein kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Phillips, 1993). Bu bakımdan lizince fakir olan tahılları tamamlayıcı bir özellik taşımaktadırlar. Baklagillerin yüksek protein içeriği, köklerinde bulunan ve kullanılmayan nitrojen gazını amonyuma dönüştüren ve bitkinin daha sonra protein sentezine dahil ettiği nitrojen fiksasyonunu sağlayan bakteriler ile olan ilişkilerine bağlanabilmektedir (Maphosa ve Jideani, 2017). Ayrıca baklagiller, gluten içermedikleri için çölyak hastaları veya gliadin ve glutenin proteinlerine duyarlı bireyler tarafından rahatlıkla tüketilebilir (FAO, 2016).

Baklagilin kimyasal bileşiminin yaklaşık %60' ını karbonhidratlar oluşturmaktadır (Leonard, 2012). Baklagil nişastası, tahıllarda bulunan nişastaya kıyasla daha yavaş sindirilmektedir. Bu nedenle, baklagillerin kan şekeri kontrolü için önemli bir değer olan düşük glisemik indeks derecesine sahip olduğu ifade edilmektedir (Khalid ve Elharadallou, 2013; Phillips, 1993).

Diyet lifi, insan ince bağırsağında sindirilmeyen buna karşılık kalın bağırsakta tamamen veya kısmen fermente olan, bitkilerin yenilebilir kısımlarıdır (Ekici ve Ercoşkun, 2007). Diyet lifi, çözünür ve çözünmez lifler olarak sınıflandırılmaktadır. Çözünür lif, kolonda yavaşça sindirilirken, çözünmeyen lif sindirime uğramamaktadır (Tosh ve Yada, 2010). Genel olarak çözünür lif sınıfına dahil olan pektin, elma, ayva gibi meyvelerde; gamlar, reçinede; β -glukan, yulaf vb. gıdalarda; musilajlar, bitkilerde; dirençli nişasta ise kuru baklagillerde daha yüksek oranda bulunmaktadır. Çözünmez diyet lif grubundan olan selüloz, hemiselüloz ve lignin ise sırasıyla kepekte, tahıllarda, buğdayda bol miktarda bulunmaktadır (Rodríguez vd. 2006).

Baklagiller önemli bir diyet lifi (%5-37) kaynağıdır (Kouris-Blazos ve Belski, 2016; Leonard, 2012; Phillips, 1993). Bu bileşikler, prebiyotik özellik göstermekte olup, probiyotikler tarafından kolon sağlığını iyileştiren ve kolon kanseri riskini azaltan kısa zincirli yağ asitlerine fermente edilmektedir (Maphosa ve Jideani, 2016; Tamang vd. 2016). Diyet lifinin, özellikle de çözünür diyet lifinin, bağırsak duvarları boyunca koruyucu bir jel kaplama oluşturarak kan kolesterolünü düşürme ve glikoz toleransını iyileştirme yeteneğine sahip olduğu ifade edilmektedir (Karner; 2016; Maphosa ve Jideani, 2016). Gözenekli bir yapıya sahip olan çözünmez diyet liflerinin ise dışkı hacmini arttırarak normal laksasyonu teşvik ettiği bildirilmektedir (Bliss vd. 2013, 2014; Grundy vd. 2016). Baklagillerden elde edilen diyet lifi fraksiyonları, fırıncılık, et, ekstrüde ürünler ve içecek endüstrilerinde stabilizatör, tekstürü düzenleyici, hacim arttırıcı, yağ ikame maddesi ve emülsiyon stabilizatörü olarak kullanılmaktadır (Maphosa & Jideani, 2017). Baklagiller önemli miktarlarda dirençli nişasta ve başta rafinoz olmak üzere prebiyotik özelliklere sahip olduğu bildirilen oligosakkaritleri içermektedir (Kouris-Blazos ve Belski, 2016).

Soya fasulyesi dışında yağ oranı genel olarak düşük olan baklagiller kolesterol içermemektedir. Baklagillerdeki yağ, önemli miktarda mono ve çoklu doymamış yağ

asidinden oluşmaktadır (Kouris-Blazos ve Belski, 2016). Baklagillerde bulunan çoklu doymamış yağ asitleri arasında esansiyel ω -6 linoleik asit (C18: 2, ω 6) ve ω -3 alfa-linolenik asit (C18: 3, ω -3) bulunmaktadır. Bu yağ asitleri insan vücudu tarafından sentezlenemediğinden, insan sağlığı için esansiyeldir ve diyete dahil edilmeleri gerekmektedir (FAO, 2016).

Folik asit, tiamin ve riboflavin gibi B grubu vitaminler açısından iyi bir kaynak olan baklagiller, yağda çözünen vitaminler ve C vitamini açısından fakirdir. Baklagiller ayrıca çinko, demir, kalsiyum, selenyum, fosfor, bakır, potasyum, magnezyum ve krom gibi temel minerallerin kaynaklarıdır (Brigide vd. 2014; Kouris-Blazos & Belski, 2016). Bu mikrobeyinler, kemik sağlığı (kalsiyum), enzim aktivitesi ve demir metabolizması (bakır), karbonhidrat ve lipid metabolizması (krom, çinko), hemoglobin sentezi (demir), protein sentezi ve plazma membran stabilizasyonu (çinko) gibi önemli fizyolojik olaylarda etkin rol oynamaktadırlar (Mogobe vd. 2015).

Biyoaktif bileşikler fizyolojik ve hücreyel işlemlere etki ederek sağlık üzerine pozitif etki sağlayan bileşiklerdir. Biyoaktif bileşiklerin antioksidan aktivite, enzimlerin inhibisyonu veya indüksiyonu, reseptör aktivitelerinin inhibisyonu ve gen ekspresyonunun indüklenmesi ve inhibisyonu gibi faydalı etkiler gösterdiği bildirilmiştir. (Galanakis, 2017). Fenolik bileşikler, bitkilerde bulunan ve esas olarak şikimik asit, pentoz fosfat ve fenilpropanoid yollarla sentezlenen biyoaktif özellik gösteren ikincil metabolitlerdir (Balasundram vd. 2006). Fenolik bileşikler yapısal olarak, aromatik halkaya doğrudan bağlı bir veya daha fazla hidroksil grubuna sahiptir (Haminiuk vd. 2012). Fenolik bileşikler, bağlı fenolik hidroksil gruplarının sayısına ve benzen halkalarını birbirine bağlayan yapısal elementlere göre fenolik asitler, flavonoidler, tanenler ve stilbenler olarak alt gruplara ayrılmaktadır. Bitkilerde 8000'den fazla fenolik bileşiğin izole edildiği ve tanımlandığı tahmin edilmektedir (Ouchemoukh vd. 2017). Fenolik bileşiklerin yaklaşık %60' ını oluşturan flavonoidler ile %30' unu oluşturan fenolik asitler beslenmede esas olarak sorumlu olan fenoliklerdir (Haminiuk vd. 2012). Baklagillerin içeriğinde bulunan başat fenolik bileşikler; fenolik asitler, flavonoidler ve tanenlerdir (Amarowicz ve Pegg, 2008). Bu bileşiklerden flavonoidler, esas olarak tohum kabuğunda ve fenolik asitler ise kotiledonda bulunmaktadır. Baklagillerin toplam fenolik içeriği, tohumun kaynağına ve iklim bölgesine göre değişkenlik göstermektedir (Amarowicz ve Pegg, 2008; Shahidi ve Ambigaipalan, 2015).

Antioksidan aktivite, oksidatif zincir reaksiyonlarını engelleyerek oksidasyonunun sınırlandırılması veya inhibisyonu olarak tanımlanmaktadır (Güçlü vd. 2021). Antioksidan aktivite, fenolik bileşiklerin glikosilasyon derecesi ve karboksil grubuna bağlı hidroksil gruplarının konumu ile ilişkilidir (Aguilera vd. 2011). Bu bileşikler, metal şelatlama ve radikal süpürme özellikleri nedeniyle antioksidan aktiviteye önemli katkı sağlamaktadır. Fenolik bileşikler, hidrojen atomunu veya bir elektronunu radikallere vererek ve metal iyonlarını bağlayarak oksidasyona engel olmaktadır. Yenilebilir baklagil tohumlarının antioksidan aktivitesi ile ilgili çok sayıda literatüre ulaşmak mümkündür. Örneğin, Amarowicz vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada baklagil örnekler %80' lik aseton ile 80 °C' de 15 dakika ekstrakte edilmiştir. Çalışma sonucunda baklagil ekstratlarının antioksidan aktivitelerinin 0,88-1,76 µmol Trolox/mg arasında değiştiği gözlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada horse gram, börülce ve nohut unu ekstraktının DPPH serbest radikal temizleme aktivitesi incelenmiş ve sonuçları IC₅₀ değeri şeklinde ifade edilmiştir. Bu çalışmada nohut ekstraktının radikal temizleme aktivitesinin IC₅₀ 31,4 µg/mL olduğu sonucuna varılmıştır (Sreerama vd. 2012).

Antibesinsel faktörler, diyetdeki temel besinlerin veya enerjinin biyoyararlanımını azaltan bileşiklerdir. Baklagil bitkilerinin tanelerinde olumsuz çevre koşulları, parazitler, mantarlar ve böceklere karşı koruyucu bir mekanizma olarak antibesinsel bileşiklerin üretildiği düşünülmektedir. Antibesinsel faktörler, çiğ olarak tüketildiğinde hem sindirimi hem de baklagillerde istenmeyen lezzet oluşumunu etkilemektedir. Bakliyat ürünlerinde bulunan antibesinsel bileşikler protein ve protein olmayan antibesinsel bileşikler olarak iki gruba ayrılmaktadır Protein yapıda olmayan antibesinsel bileşikler; alkaloidler, fitik asit, oligosakkaritler ile tanenler ve saponinler gibi bazı fenolik bileşiklerdir. Baklagillerde yaygın olarak bulunan protein yapıdaki antibesinsel bileşikler arasında proteaz inhibitörleri (tripsin ve kimotripsin inhibitörleri), lektin ve antifungal peptitler bulunmaktadır (Jukanti vd. 2012; Roy vd, 2010) Baklagillerde bulunan antibesinsel bileşikler ısıtma, ekstrüzyonla pişirme, öğütme, kabuk ayırma, ıslatma, çimlendirme, fermantasyon ve pişirme gibi çeşitli işlemler ile azaltılabilir (Kumar vd. 2021).

1.4.2. Nohut ve Kimyasal Kompozisyonu

Nohut, *Leguminosae* familyasından *Papilionoideae* alt familyasının *Cicer* cinsine bağlı bir bitkidir. *Cicer* cinsi içerisinde tanımlanan 8’i tek yıllık 35’i çok yıllık olmak üzere toplam 43 tür bulunmaktadır. *Cicer arietinum* L. *Cicer* türleri arasında kültürü yapılan formdur. Nohutun arkeolojik kazılarda çıkartılan en eski kalıntıları Türkiye’ de Burdur yakınlarındaki Hacılar’da bulunmuştur (MÖ 5450). Yazılı belgeler nohutun Mezopotamya’ da MÖ 3000 yılından beri kullanıldığını göstermektedir. Nohutun Latince ismi olan *Cicer* kelimesinin eski Alman dillerinden “kickere”, eski Yunan dilinden “kikus” veya İbranice “kirkes” den alındığı düşünülmektedir. *Arietinum* kelimesinin yine eski Yunanca krios kelimesinden alındığı ve bu kelimenin nohutun tohum şekli olan koç (aries) başını tarif ettiği düşünülmektedir. Latin dillerinde nohut *Cicer* kelimesinden türetilen isimlerle bilinmektedir (Özdemir, 2006).

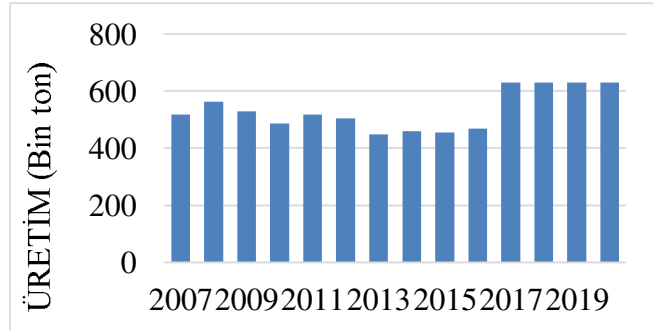
Nohut biyotipleri tohum renkleri ve coğrafi dağılımlarına göre kabuli ve desi olarak iki grupta toplanmaktadır (Wang vd. 2010). Desi türü nohutlar Hindistan ve Pakistan’da yetiştirilirken; Kabuli türü nohut, ağırlıklı olarak Türkiye’ de yetiştirilmektedir (Aydemir ve Yemenicioğlu, 2013). Şekil 1.1’de de görülebileceği gibi (Knights ve Hobson, 2015), Desi (Hindistan kökenli) çeşitleri küçük, buruşuk ve koyu renkli tohumlara sahip iken, kabuli (Akdeniz ve Orta Doğu kökenli) çeşitleri büyük, pürüzsüz ve krem beyaz renklidir (Purushothaman vd. 2014).



Şekil 1.1. Nohut biyotipleri (Kabuli; soldaki, Desi; sağdaki) (Knights ve Hobson, 2015).

Nohut dünyada en çok üretilen ikinci, ülkemizde ise birinci sırada bulunan yemeklik tane baklagildir. Nohut üretimi yapan ülkeler arasında ilk beş sırada Hindistan, Avustralya, Myanmar, Etiyopya ve Türkiye yer almaktadır (FAOSTAT, 2017). TÜİK, 2021 verilerine

göre Türkiye’ de 2020 yılında 630 bin ton nohut üretimi yapılmıştır. Türkiye’ de 2008-2020 yılları arasında nohut üretim miktarına ait grafik Şekil 1.2’ de gösterilmiştir



Şekil 1.2. Türkiye’ nin 2008-2020 yılları arasında nohut üretim miktarı (TÜİK, 2021).

Ülkemizde tescil edilen nohut çeşitleri, Menemen 92, İzmir 92 ILC 195, Güney Sarısı, Diyares, Gökçe, Sarı 98, Cevdetbey 98, Çağatay, İnci, Azkan, Canitez 87, Akçin 91, Eser 87, Damla 89, Taşova 89, Aziziye, Küsmen 89, Uzunlu 99 ve Er 99’dur. Ülkemizde standardı yapılan nohutlar tohum şekline göre Koçbaşlı nohut (*Cicer arietinum arieticeps*), Kuşbaşı nohut (*Cicer arietinum intermedium*) ve Bezelyemsi nohut (*Cicer arietinum pisiforma*) olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır. Her grup ise kendi içinde tohum büyüklüğüne göre en iri boy, orta iri boy ve orta boy nohutlar olmak üzere 3 boya ayrılmaktadır (Özdemir, 2006)

Nohutların kimyasal kompozisyonundaki farklılıklar yetiştirme bölgesine ve şartlara bağlı olarak değişmektedir (Bampidis ve Christodoulou, 2011). Nohut bileşiminde yaklaşık olarak %13-34 oranında protein bulunmaktadır. Yüksek protein içeriğinin yanında, nohut proteininin biyoyararlanımı da oldukça yüksektir (Sánchez-Vioque vd. 1999; Yust, 2003). Çiğ nohut tohumlarının *in vitro* protein sindirilebilirliği %34 ile %76 arasında değişmektedir (Clemente vd. 1998; Khalil vd. 2007; Khattak vd. 2008). Kabuli tiplerinde bulunan proteinlerin sindirilebilirliği, Desi tiplerine kıyasla daha yüksektir (Paredes-Lopez vd. 1991; Sánchez-Vioque vd. 1999). Genel olarak tüm baklagillerde olduğu gibi nohut da kükürt içeren amino asitler açısından yetersiz iken, lizin ve arginin açısından zengindir (Rachwa-Rosiak vd. 2015). Nohuttaki amino asit eksiklikleri, kükürt içeren amino asitlerce zengin olan tahılların tüketilmesiyle tamamlanabilmektedir (Zia-Ul-Haq vd. 2007)

Nohut içeriğinde %59-67 oranında karbonhidrat bulunmaktadır. Nohut tüm bakliyat tohumları gibi yüksek oligosakkarit içeriğine sahiptir. Oligosakkaritler, insan sindirim sistemi tarafından hidroliz edilemeyen veya emilemeyen ancak kolonik bakteriler tarafından fermente edilerek gaz oluşumuna veya şişkinliğe neden olan şekerlerdir (Kozłowska vd. 2001). Bu oligosakkaritlerden biri olan α -galaktozid bitki aleminde sakkarozdan sonra en bol bulunan ikinci karbonhidrattır (Han ve Baik, 2006; Jones 1999). α -galaktozid nohutta bulunan toplam şeker (mono-, di- ve oligosakkaritler) içeriğinin yaklaşık %62'sini oluşturmaktadır (Sánchez-Mata vd. 1998). Nohutta bulunan önemli α -galaktozidler; rafinoz, stakiyoz, verbaskoz ve galaktositoldür. İnsanlar, α -galaktozidi parçalamaktan sorumlu enzim olan α -galaktosidazdan yoksundur. Bu nedenle α -galaktozidler insanların üst gastrointestinal sisteminde hidrolize edilmeden ve absorbe edilmeden kalın bağırsakta birikmektedir (Han ve Baik, 2006). Böylece, α -galaktozidler, kolonik bakteriler tarafından mikrobiyal fermentasyona uğramaktadır. Bunun sonucunda ise hidrojen, metan ve CO₂ gazı oluşmaktadır (Jukanti vd. 2012).

Nohutun kuru madde içeriğinin %30,8-37,9' unu oluşturan nişasta nohutun kotiledon kısmında bulunmaktadır. Toplam nişastanın ise yaklaşık %35' ini dirençli nişasta, %65' ini sindirilebilir nişasta oluşturmaktadır (Aguilera vd. 2009). Bununla birlikte nohut nişastası, retrogradasyondan sorumlu olan yüksek amiloz içeriğine sahiptir (Guillon ve Champ, 2002). Bu nedenle nohutun in vitro nişasta sindirilebilirlik değerleri tahıllara kıyasla daha düşüktür (Madhusudhan ve Tharanathan, 1996).

Nohutun toplam yağ içeriği %2,70-6,48 arasında değişmektedir (Alajaji ve El-Adawy, 2006; Kaur vd. 2005). Linoleik asit nohutta baskın yağ asididir, ardından oleik asit ve palmitik asit gelmektedir. Nohut, soya fasulyesi veya yerfıstığı gibi diğer önemli yağlı tohum bakliyatlarına kıyasla yağ içeriği nispeten düşük olduğundan yağlı tohum hammaddesi olarak kabul edilmemektedir. Ancak nohut yağı tıbbi ve besleyici açıdan önemli tokoferollere, sterollere ve tokotrienollere sahiptir (Gül vd. 2008; Singh, 1985; Zia-Ul-Haq vd. 2007). Nohuttaki α -tokoferol (8,2 mg/100 g) içeriği, mercimek (4,9 mg/100 g), yeşil bezelye (1,3 mg/100 g), kırmızı barbunya (2,1 mg/100 g) ve maş fasulyesi (5,1 mg/100 g) gibi baklagillere kıyasla daha yüksektir. Sitosterol (%72,52-76,10) nohut yağındaki baskın steroldür, ardından kampesterol gelmektedir (USDA, 2007).

Nohuttaki toplam diyet lifi miktarı cinslere göre farklı olmakla birlikte genel olarak %18-22 arasında değişmektedir. Çözünen ve çözünmeyen diyet lifi miktarları ise sırasıyla %4-8 ve %10-18 arasında değişmektedir. Desi tipi nohutları, kabuli tiplerine kıyasla daha yüksek toplam diyet lifi ve çözünmez diyet lifi içeriğine sahiptir. Bunun nedeninin, Desi tipi nohutların Kabuli tiplerine kıyasla daha kalın tohum kabuğuna (seed coat) sahip olması gösterilmektedir (Rincón vd. 1998). Nohutun diyet lifi içeriğinin %4,21' ini pektin, %3,7' sini selüloz, %2,69' unu hemiselüloz, %2,17' sini ise lignin oluşturmaktadır. Nohut, yüksek diyet lifi içeriği nedeniyle sağlıklı beslenme için önerilen bir baklagil olarak karşımıza çıkmaktadır (Vasishtha ve Srivastava, 2013).

Nohut, zengin protein ve diyet lifi kaynağı olmasının yanı sıra, diyet için gerekli olan vitamin ve mineralleri de içermektedir (Cabrera vd. 2003). 100 g çiğ nohut tohumunda sırasıyla ortalama 5,0 mg demir, 4,1 mg çinko, 138 mg magnezyum ve 160 mg kalsiyum bulunmaktadır. 100 gr nohut tüketilerek günlük demir ve çinko ihtiyacının, 200 gr nohut tüketilerek günlük magnezyum ihtiyacının karşılanabileceği bildirilmiştir (WHO, 2004). Nohutta önemli miktarlarda bulunan vitaminler, E vitamini ve folik asittir. Desi tipi nohutta 11,2 mg/100 g E vitamini ve 206,5 mg/100 g folik asit; Kabuli tipi nohutta 12,9 mg/g E vitamini ve 299,0 mg/g folik asit bulunmaktadır (Çiftçi vd. 2010; Wang ve Daun, 2004). Nohutun mikro besin bileşimi, genotipten büyük ölçüde etkilenmektedir (Thavarajah ve Thavarajah, 2012).

Nohutta bulunan başat biyoaktif bileşikler; flavonoidler, karotenoidler, fenolik asitler, stilbenler ve lignanlardır. Nohutta mevcut flavonoidlerin başlıcaları kuersetin, kaempferol, mirisetin, daidzein ve genisteindir. Klorojenik asit, gallik asit, *p*-kumarik asit ve protokateşualdehitler ise çiğ ve pişmiş nohutlarda bulunan baskın fenolik asitlerdir (Anderson ve Hanna, 1999; Fehily, 1999).

Zhao vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada 6 nohut çeşidinin nişasta içeriğinin %38,9-42,3, yağ içeriğinin %5,6-6,5, ham protein miktarının %23,1-25,6, kül miktarının %1,85-2,9, TFM miktarının 1,22-1,67 mg GAE/g ekstrakt ve toplam flavonoid miktarının 0,021-0,1 mg rutin eşdeğeri/ g ekstrakt arasında değiştiği belirlenmiştir. Benzer şekilde Segev vd. (2011), yaptıkları çalışmada farklı kabuk rengine sahip 17 nohut örneğinin TFM miktarı, toplam flavonoid miktarı ve bunların antioksidan kapasitesini incelemiştir. Çalışma sonucunda nohut örneklerinin TFM miktarının 0,5-6,8 mg KE/

g, toplam flavonoid miktarının 0,10-1,08 mg KE/g ve FRAP antioksidan aktivitesinin 0,08-3,11 mmol TE/100g olduğu bildirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada üç farklı yöntem ile işlenmiş (kuru ısıtma, otoklavlama ve ıslatma-ardından otoklavlama) ve çığ nohut örneklerinin metanol ve aseton ile elde edilen ekstraktlarında TFM miktarı, toplam flavanoid miktarı ve antioksidan aktiviteleri analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda en yüksek TFM miktarı çığ nohut örneğinde metanol ile elde edilen ekstraktta (19,42 mg TAN/g ekstrakt), en yüksek toplam flavanoid miktarı çığ nohutun aseton ile elde edilen ekstraktta (10,65 mg rutin/g ekstrakt), en düşük DPPH IC₅₀ değeri çığ nohut örneğinin aseton ekstraktında (3.72 g ekstrakt /g) elde edilmiştir (Nithyanantham, 2012).

Başka bir çalışmada baklagil örneklerinden asitlendirilmiş etanol ile elde edilen fenolik ekstraktlarının TFM ve toplam antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre nohut örneğinin TFM miktarının 21,9 mg GAE/g ekstrakt, toplam antioksidan aktivitesinin 648 U/g olduğu bildirilmiştir (Zhao vd. 2014).

1.4.3. Çimlendirme

Bir bitkinin gelişme ve büyüme için ihtiyaç duyduğu enerji ve esansiyel bileşenlerin, tohumda bulunan proteinlerin parçalanma, lipidlerin oksitlenmesi ve karbonhidratların basit şekerlere dönüşmesi şeklinde bir dizi faaliyet neticesinde sağlanmasına çimlendirme denmektedir (Yetim vd. 2010)

Çimlenme süreci, nem miktarı %5-15 olan kuru tohumun su alması ile başlamakta ve tohum örtü tabakaları boyunca kök penetrasyonu ile sona ermektedir. Genel olarak, kuru tohumlar tarafından su alımı üç aşamada gerçekleşmektedir. Birinci aşamada tohumun şişmesine ve şeklinin değişmesine neden olan hızlı su alımı olmaktadır (Bewley, 1997; Weitbrecht vd. 2011). Bu sırada tohumun membran yapısı hızlı rehidrasyonla bozulmaktadır. Bunun sonucunda düşük moleküler ağırlıklı metabolitler ve çözünebilir hücresel maddeler tohum dışına sızmaktadır. Ancak, membran yapısı kısa süreli bu hidrasyondan sonra onarılmaktadır. Su alımının bu aşamasında, mevcut mRNA'dan protein sentezi ile glikolitik ve oksidatif pentoz fosfat yolu gibi solunum aktiviteleri yeniden başlamaktadır. Solunum aktivitelerinin yeniden başlaması lipid, protein ve karbonhidrat gibi besin öğeleri basit ve kullanılabilir forma dönüşmesine, oksijen

tüketiminde büyük bir artışa ve su emilimi sırasında karbondioksit salınımına neden olmaktadır (Bewley, 1997; Nonogaki 2010). Yine bu aşamada, kuruma aşamasında hasar gören DNA, su emilimi ile aktive olan DNA ligaz sayesinde onarılmaktadır. Kuru tohumda hasar görmüş olan mitokondrinin onarımı da tohumun su emiliminin birinci aşamasında başlamaktadır. Kuru tohumlar düşük miktarda adenozin trifosfat (ATP) içerdiğinden, su emilimi sırasında mitokondrinin onarımı çimlenme süreci için gerekli ATP' nin üretiminde rol oynamaktadır. Tohum suyu alım hızı yavaşladığında ve stabil hale geldiğinde, çimlenen tohumlar ikinci aşamaya girmektedir (Bewley, 1997; Weitbrecht vd. 2011). İkinci aşamada, mevcut DNA ve mitokondri sürekli onarılmaktadır. Yeni sentezlenmiş olan gen transkriptlerinden protein sentezi de bu aşamada meydana gelmektedir. Ayrıca bu aşamada su emilimi ile embriyo genişlemeye başlamakta ve tohum örtü tabakaları zayıflamaktadır (Bewley, 1997). İkinci aşamanın sonunda ve üçüncü aşamanın (postgerminasyon) başlangıcında testa/tohum kabuğundan kök çıkıntısı (filiz) oluşmaktadır. Üçüncü aşamada yedek besin maddeleri (yağ, protein ve karbonhidrat) embriyo büyümesinde kullanılmak üzere hareketli hale geçmektedir. Bu aşamada filizin büyümesine bağlı olarak su alımı da artmaktadır (Nonogaki vd. 2010). Filizin kök hücresinin uzaması, hücre bölünmesi ve DNA sentezi su alımının üçüncü aşamasında meydana gelmektedir (Bønsager ve ark., 2007).

Son yıllarda besleyici değeri yüksek olan soya, buğday, turp, roka, tere, soğan ve yonca gibi türlerin tohumlarının elde edilen çimlerinin taze veya pişirilerek tüketilme alışkanlığı dünyada ve ülkemizde rağbet görmeye başlamıştır (Aktaş ve Kılıç, 2013). Baklagiller, buğdaygiller, lahanagiller ve turpgiller familyasına ait türlerin tohumları çimlendirilmesi ile elde edilen filizler bazı tüketiciler tarafından salata olarak tüketilmektedir. Ayrıca çimlendirilmiş tohumlar ve bu tohumların kullanıldığı fonksiyonel gıdalar da gıda endüstrisinde yerini almaya başlamıştır. Gıda endüstrisinde çimlendirilmiş taneler; kahvaltılık ürünler, salatalar, çorbalar, makarnalar, unlu mamuller gibi çeşitli gıda ürünlerinde kullanılmaktadır (Mao vd. 2005). Yenilebilir çimlendirilmiş taneler; tohumların belli bir süre suda bekletilmesi, yıkayıp süzülerek uygun nem ve sıcaklık koşullarında bekletilerek çimlendirilmesi işlemi ile elde edilmektedir. Çimlendirme işlemi yenilebilen tohumların besin öğelerinde önemli düzeylerde değişim oluşturmakta ve bu değişimi sıcaklık, süre ve ışık şekli gibi ortam koşulları ile tohum cinsi ve kültürel çeşitlilik de etkilemektedir (Özkaynak, 2011).

1.4.3.1. Çimlendirme İşleminin Besinsel Özellikler Üzerine Etkileri

Çimlendirme ile tanelerin besleyici değerleri ucuz ve etkili bir yolla arttırılabilmektedir (Vidal-Valverde vd. 2002). Çimlenme işleminde, suyun emilmesi, enzim ve solunum faaliyeti, yedek besin maddelerinin (yağ, protein ve karbonhidrat) basit ve çözünebilir hale geçmesi, nükleik asit ve protein sentezi, bunların nakli ve özümlemesi, hücre farklılaşması ve büyüme olayları meydana gelmektedir. Bu olayların yanı sıra, çimlenme boyunca bazı vitamin, mineral ve fenolik maddeler sentezlenmekte ve protein, karbonhidrat ve yağ asidi kompozisyonlarını değiştirmektedir. Bu değişiklikler yeni bileşiklerin ortaya çıkması, baklagil içeriğinde halihazırda bulunan bileşiklerin hidrolize ya da nötralize olması şeklinde gerçekleşmektedir (Turan, 2013). Yapılan çalışmalarda genel olarak çimlendirme işlemi sonucunda baklagillerin;

- Protein içeriğinin ve in vitro protein sindirilebilirliklerinin arttığı,
- Karbonhidrat içeriğinin azaldığı,
- Enzim faaliyetlerinin artması neticesinde baklagillerin nişasta miktarının azaldığı ve in vitro nişasta sindirilebilirliklerinin arttığı
- Glisemik indeks değerinin azaldığı
- Toplam diyet lifi miktarının arttığı
- Fenolik bileşiklerinin miktarının ve antioksidan aktivitesinin arttığı
- Vitamin ve mineral içeriğinin yükseldiği
- Fitik asitin azalmasına bağlı olarak mineral biyoyararlanımının arttığı ifade edilmiştir (Benitez vd. 2013; Boyacıoğlu, 2017; Cevallos-Casals ve Cisneros-Zevallos, 2010; Fernandez-Orozco vd. 2009; Ghavidel ve Prakash 2007; Negi vd. 2001; Tarafdar vd. 2008; Tarzi vd. 2012)

Ghavidel ve Prakash (2007), tarafından yapılan çalışmada çimlendirme işleminin nohut, mercimek, maş fasulyesi ve börülcenin besinsel özelliklerine olan etkisi araştırılmıştır. Çalışmada 24 saatlik çimlendirme işlemi sonucunda çeşide bağlı olarak protein artışının %6,1-9,7 arasında değiştiği ve in vitro protein sindirilebilirliklerinde %14-18 arasında arttığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada toplam nişasta miktarının ise azaldığı, in vitro nişasta sindirilebilirliklerinin %53 ile %82 aralığında artış gösterdiği ifade edilmiştir. Bu çalışmada baklagillerin tiamin miktarının çimlenme ile arttığı da belirtilmiştir.

Xu vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada nohut, mercimek ve yeşil bezelye örnekleri 25°C' de 6 gün boyunca çimlendirilmiştir. Bu çalışmada çimlenme sonucunda baklagillerde protein içeriği artarken, en fazla artışın mercimekte (%30,65' ten %33,60' e yükselme) olduğu ve çimlenmeye bağlı olarak yağ içeriğindeki en yüksek azalmanın ise nohutta (%8,00'den 5,90'a düşme) olduğu görülmüştür. Aynı çalışmada çimlenme sırasında mercimek ve bezelye unlarında toplam nişasta azalırken, çimlendirilmiş nohut unlarında önemli bir değişiklik olmadığı ($p>0,05$) bildirilmiştir.

López-Amorós vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada çimlenme koşullarına bağlı olarak fasulye, bezelye ve mercimeklerin fenolik madde miktarının ve antioksidan aktivitenin arttığını bildirilmiştir. Benzer sonuçlar nohut örnekleri (Fernandez-Orozco vd. 2009; Tarzi vd. 2012), lupin (Fernandez-Orozco vd. 2006) ve maş fasulyesi (Kim vd. 2012) için de tespit edilmiştir.

Megat vd. (2016), çimlenmiş ve çimlenmemiş taneler üzerinde yaptıkları çalışmada, çimlendirilmiş soya fasulyesi, yer fıstığı ve pirinç çeşitlerindeki toplam diyet lif içeriğinin ham taneye göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Başka bir çalışmada çimlendirme ile barbunya, soya fasulyesi, maş fasulyesi ve fıstık içeriğinde bulunan toplam diyet lifi miktarının arttığı bildirilmiştir.

1.4.3.2. Çimlendirme Yöntemleri

Her bitki ve tohumun çimlendirme koşulları farklılık göstermektedir. Çimlendirme koşulları familyaya, türe ve cinse göre değişmektedir. Çimlendirme koşullarının standardizasyonunda besin, ışık, sıcaklık ve nem gibi şartlar önemlidir (Öztürk, 2008). Çimlendirme işleminde belirli bir miktar suya ihtiyaç vardır. Bundan dolayı taneler çimlendirilmeden önce ıslatılmaktadır (Türker, 1974). Çalışmalarda tanelerin ıslatılması ve çimlendirme işlemleri için saf suyun tercih edildiği bildirmişlerdir (Dilber vd., 2003). Çimlendirme işleminin uygulanmasında kullanılan yöntemler;

- Drenaj delikleri bulunan plastik tepsiler içinde,
- 0,005-0,8 mm çaplı steril kum üzerinde,
- Cam kavanozlar içindeki %0,1' lik KNO_3 ile ıslatılmış altlık üzerinde,
- Gözenekli ve ince kâğıt tabakaları arasında,
- Sıcaklık, bağıl nem ve hava sirkülasyonu seçeneklerine sahip iklimlendirme kabinlerinde,

- Humus içeren suni kompost ortamlarında,
- Islatılmış sünger üzerinde ve alüminyum folyo ile örtülerek şekilde sıralanabilmektedir (Kılınçer, 2018);

1.4.4. Erişte

Erişte, TS 12950 sayılı Türk Standardına göre buğday ununa tuz, tipine göre alkali tuzlar (sodyum karbonat, potasyum karbonat ve sodyum fosfat gibi) ve yumurta katıldıktan sonra içilebilir nitelikteki su ile hazırlanan hamurun yoğrulmasıyla, tekniğine uygun bir şekilde işlenmesiyle kurutulmuş, kaynatılarak pişirilmiş, buharda pişirilmiş veya doğrudan tüketime hazır bir ürün olarak tanımlanmıştır (Anonim, 2003). Kökeni Asya ülkeleri, temel ingrediyanları un, su ve tuz olan, bu ülkelerde noodle olarak isimlendirilen gıda (Tülbek vd., 2001), Türk tipi üretimde erişte olarak bilinmektedir. Eriştenin temel ingrediyanları, un, su, süt ve yumurtadır (Akıllıoğlu ve Yalçın, 2010).

Erişterler içerdikleri tuzun çeşidine göre, normal tuzlu ve alkali tuzlu erişterler olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır. Normal tuzlu erişterler un ağırlığı üzerinden %2-8 oranında tuz içermektedirler. Bu erişterler parlak görünümlü, beyazdan-krem renkli ve pürüzsüz yapıya sahiptir (Fu, 2008). Daha mat görünüme sahip olan alkali tuzlu erişterler ise ilk olarak Çin'in Kanton bölgesinde üretilmeye başlanmıştır. Bu bölgedeki yüksek sıcaklık ve fazla yağışın alan alkali tuzlu erişte üretiminde etkili olduğu düşünülmektedir. Alkali tuz kullanılmadaki amaç, küf gelişimini önleyerek erişterlerin raf ömrünü uzatmaktır. Sodyum karbonat, potasyum karbonat veya bunların karışımları yaygın olarak kullanılan alkali tuzlardır (Guoquan ve Kruk, 1998). Erişterler boyutlarına göre 4'e ayrılmaktadır. Bunlar; çok ince (somen, 1,0-1,2 mm), ince (Hiya-mugi, 1,3-1,7 mm), standart (Udon, 2,0-3,9 mm) ve kalın, düz (Hira-men, 5,0-7,5 mm) erişterler şeklinde sınıflandırılmaktadır (Fu, 2008).

Ülkemizde erişte üretimi bölgelere göre farklılık göstermekle birlikte, geleneksel erişte üretimi un, su, tuz ve bazı yörelerde de yumurta katılarak yoğrulan hamurun açılması, değişik şekillerde kesilmesi ve kurutulması şeklinde yapılmaktadır. İçerisine süt, peynir altı suyu veya diğer katkı maddeleri de katılabilmektedir. Kurutma işlemi açıkta, fırında veya sac üzerinde kavrularak yapılabilmektedir. Kurutma işlemi, ön kurutma ve son kurutma olmak üzere iki aşamada yapılır. Ön kurutma işleminde açılmış yufkalar sac üzerinde veya açıkta bırakılarak, bıçakla kesilebilecek kıvama kadar kurutulmaktadır.

Son kurutma ise kesilen eriştelerin, sac üzerinde kavrularak, güneşe serilerek ya da fırında kurutulması ile yapılır (Ekin, 2020).



2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Materyaller

2.1.1. Hammadde

Tez çalışmasında kullanılan nohut 8 mm çapında ve Azkan çeşidi olan koçbaşı (*Cicer arietinum arieticeps*), nohuttur. Tarım Kredi Kooperatifi Marketi (Kayseri)' nden 2,5 kilogramlık paketler halinde temin edilmiş, 4 paket nohut paçal edilerek çimlendirme işlemine kadar bez torba içinde oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.

2.1.2. Kimyasallar ve Kullanılan Ekipmanlar

Tez çalışmasında analizler için kullanılan kimyasal maddelerin ve kullanılan ekipmanların ayrıntılı listesi Tablo 2.1 ve Tablo 2.2' de verilmiştir.

Tablo 2.1. Tez çalışmasında kullanılan kimyasallar

| Kullanılan Kimyasal | Formül | Ürün Kodu/Marka |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| ABTS | $C_{18}H_{18}N_4O_6S_4$ | A1888 Sigma-Aldrich |
| Alimünyum Klorür | $AlCl_3$ | 8.01081.1000 Merck |
| Dibazik Sodyum Fosfat | Na_2HPO_4 | 106.5800.1000 Merck |
| DPPH | $C_{18}H_{12}N_5O_6$ | D9132 Sigma- Aldric |
| Folin-Ciocalteu reagent | | 1.09001.0500 Merck |
| Hidroklorük Asit | HCl | 1098214 Sigma-Aldrich |
| Metanol | CH_3OH | 1.06007.2500 Merck |
| Monobazik Sodyum Fosfat | NaH_2PO_4 | S0751 Sigma-Aldrich |
| Potasyum Persülfat | $K_2S_2O_8$ | 60489 Sigma-Aldrich |
| Sodyum Fosfat | Na_2HPO_4 | 1.06346.1000 Merck |
| Sodyum Hidroksit | NaOH | 1.06462.1000 Merck |
| Sodyum Karbonat | Na_2CO_3 | 1.06392.1000 Merck |
| Sodyum Nitrit | $NaNO_2$ | 1.06544.1000 Merck |

Tablo 2.2. Tez çalışmasında kullanılan ekipmanlar

| Kullanılan Ekipman | Marka/Model |
|---------------------------|--|
| Analitik Terazî | Preciso Xb220a (İsviçre) |
| İklîmlendirme Kabini | Nüve ID501 (Türkiye) |
| Çalkalamalı Su Banyosu | Nüve St30 (Türkiye) |
| Derin Dondurucu | Vestel (Türkiye) |
| Etüv | Memmert, UN75 (Almanya) |
| Microreader | Multiscan Fc, Thermo Fisher (ABD) |
| Mikropipet | Isolab |
| pH Metre | Ohaus Corporations (ABD) |
| Renk Tayin Cihazı | Konica Minolta Chroma Meter Cr-5 (Japonya) |
| Santrifüj | Hettich- Zentrifugen-Universal (Almanya) |
| Spektrofotometre | Shimadzu UV 1800 (Japonya) |
| Vorteks | Ika Ms 3 Basic (Almanya) |
| Hamur yoğurma makinası | Dirmak IBT 22-VE (Türkiye) |
| Liyofilizatör | Christ Alpha 2-4 LSC Plus (Almanya) |

2.2. Yöntem

2.2.1. Çimlendirme Koşullarının Optimizasyonu

Design-Expert 13 (Stat-Ease, Minneapolis, ABD) paket programında Box-Behnken deneme desenine göre, yüzey-yanıt yöntemi (YYY) kullanılarak çimlendirilme koşullarına ait deneme deseni oluşturulmuştur. Optimizasyonda suda ıslatma süresi, çimlendirme sıcaklığı ve çimlendirme süresi nümerik faktör; TFM, toplam flavonoid, DPPH antiradikal süpürme aktivitesi, TEAC ve toplam diyet lifi ise yanıt olarak seçilmiştir. Yapılan ön denemelerde çimlendirme esnasında çimlendirme süresine ve sıcaklığına bağlı olarak küf gelişiminin olmaması, çimlendirme sonucunda oluşan filizin çiçeklenmeye başlamaması, nohut renginde ve dokusunda istenmeyen değişikliklerin olmaması hususları dikkate alınmıştır. Bu doğrultuda faktörlerin aralıkları ıslatma süresi; 12-24 saat, çimlendirme sıcaklığı; 20-30°C ve çimlendirme süresi; 24-72 saat olarak belirlenmiştir. Faktörler YYY' nde üç seviyeli olarak değerlendirildiği için optimizasyon çalışmasında çimlendirme koşullarının seviyeleri;

- ıslatma süresi; 12, 18 ve 24 saat,

- çimlendirme sıcaklığı; 20, 25 ve 30°C ve
- çimlendirme süresi; 24, 48 ve 72 saat olarak belirlenmiştir.

Buna göre çimlendirme işleminde ıslatma süresi-çimlendirme sıcaklığı-çimlendirme süresi normlarının yanıtlar üzerine etkisini tespit etmek için merkez noktada 5 tekrarın bulunduğu 17 deneme noktası elde edilmiştir. Çimlendirme yapılan 17 noktanın ıslatma süresi, çimlendirme sıcaklığı ve çimlendirme süresi değerleri Tablo 2.3.' te gösterilmiştir. Sonuçların hesaplanmasında aşağıda verilen ikinci dereceden polinom denklem eşitliği kullanılmıştır.

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=0}^3 \beta_i X_i + \sum_{i=0}^3 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 \beta_{ij} X_j \times X_j$$

Denklemden Y yanıt değişkenini, β model sabitini, X_1 : ıslatma süresi, X_2 : Çimlendirme sıcaklığı, X_3 : Çimlendirme süresi bağımsız değişkenleri göstermektedir.

Tablo 2.3. Çimlendirme koşullarının optimizasyonu için kullanılan deneme deseni

| Deneme noktası | Islatma süresi (saat) | Çimlendirme sıcaklığı (°C) | Çimlendirme süresi (saat) |
|----------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------|
| 1 | 24 | 25 | 72 |
| 2 | 12 | 25 | 24 |
| 3 | 24 | 20 | 48 |
| 4 | 18 | 30 | 72 |
| 5 | 18 | 25 | 48 |
| 6 | 18 | 25 | 48 |
| 7 | 12 | 25 | 72 |
| 8 | 18 | 20 | 72 |
| 9 | 12 | 20 | 48 |
| 10 | 18 | 25 | 48 |
| 11 | 18 | 20 | 24 |
| 12 | 24 | 25 | 24 |
| 13 | 12 | 30 | 48 |
| 14 | 18 | 25 | 48 |
| 15 | 24 | 30 | 48 |
| 16 | 18 | 25 | 48 |
| 17 | 18 | 30 | 24 |

Bağımsız değişkenlerin yanıtlar için doğrusal (Lineer), iki faktörlü etkileşim (2FI) ve polinomiyal (Quadratic) etkileşim modelleri %95 güven aralığında ($\alpha=0,05$), F (Fischer) testi ile belirlenmiştir. p-değeri $<0,05$ olan parametrelerin yanıtlar üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğu kabul edilmiştir. Hangi modelin seçileceğine, modelin ANOVA ile belirlenen model regresyon katsayısı (R^2) ve F değeri, düzeltilmiş regresyon katsayısı (Adj- R^2), tahminlenmiş hata kareler toplamı (PRESS), uyum eksikliği (lack of fit $>0,1$), tahminlenmiş çoklu regresyon katsayısı (Pre- $R^2>0,7$), değişim katsayısı (C.V <10) ve yeterli kesinlik (Adeq Precision >4) değeri gibi istatistiksel parametrelerine bakılarak karar verilmiştir. Seçilen modelde bağımsız değişkenlerin birbiri ile olan etkileşimlerinin yanıtlara olan etkisi 3D grafikler ile gösterilmiştir. Optimizasyon aşamasında TFM, toplam flavonoid miktarı, TEAC ve TDL içeriğinin maksimum; IC₅₀ olarak ifade edilen DPPH antiradikal süpürme aktivitesinin ise minimum olması hedeflenmiştir.

2.2.2. Çimlendirme

Çimlendirme gerek tasarım aşamasında gerekse de belirlenen optimum koşulda şu şekilde yapılmıştır; nohuta su (1:4, hacim /hacim) eklendikten sonra üzerine %1,5 sodyum hipoklorit (NaHCl, hacim/hacim) ilave edilerek 45 dakika bekletilmiştir. Daha sonra nohutlar NaHCl' i uzaklaştırmak amacıyla musluk suyu ile 30 dakika süresince yıkanmıştır. Buraya kadar belirtilen işlemler kontrol nohut (KN) örneği olarak incelenen nohut örneği için de yapılmıştır. Çimlendirilecek olan nohutlar kavanozlara alınarak üzerlerine saf su (1:10, ağırlık/hacim) ilave edilmiştir. Nohutlar deneme desenine uygun olarak 12, 18 veya 24 saat ıslatılmıştır. Bu işlemin ardından nohutlar iklimlendirme kabininde karanlık ortamda pamuklu bez arasında deneme deseninde belirlenmiş olan 15-20-25 °C sıcaklıklarda, %85±5 nispi nemde çimlendirilmiştir. Çimlendirme süresince her 24 saatte bir kez olmak üzere 1 kg nohut başına 1.5 L saf su, pamuklu bez üstüne püskürtülerek örneklerin nemli kalması sağlanmıştır (Yang vd., 2001). Tablo 2.1' de de görülebileceği gibi nohutlar 24, 48 veya 72 saat çimlendirilmiştir. Optimizasyon aşamasında TFM, toplam flavonoid miktarı, TEAC ve TDL içeriğinin maksimum; IC₅₀ olarak ifade edilen DPPH antiradikal süpürme aktivitesinin ise minimum olması hedeflenerek, nohutların çimlenmesinde optimum nokta belirlenmiştir. Belirlenen bu noktada; optimum ıslatma süresi-çimlendirme sıcaklığı-çimlendirme süresi normuna göre tekrar aynı şekilde çimlendirme yapılmıştır. KN örneği, deneme noktalarında ve optimum

koşulda çimlendirilen nohut (OKÇN) örnekleri liyofilizatörde kurutulmuştur. Liyofilize edilen örnekler öğütüldükten sonra gözenek boyutu 5 µm olan elekten geçirilmiştir. Örnekler analizlere kadar +4 °C’ de muhafaza edilmiştir.

2.2.3. Çimlendirilmiş Nohutta Yapılan Analizler

2.2.3.1. Biyoaktivite Analizleri

Çimlendirilmiş nohutların biyoaktif özelliklerinde meydana gelen değişimin belirlenebilmesi için TFM, toplam flavanoid analizleri, DPPH antiradikal süpürme aktivitesi ve Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC) analizleri yapılmıştır. Bu amaçla öncelikle ekstraksiyon işlemi için 2 g tartılarak üzerine 20 mL %80’ lik metanol ilave edilmiştir. Hazırlanan örnekler 1 saat boyunca çalkalayıcıda çalkalanmıştır. Daha sonra örnekler soğutmalı santrifüjde 10000 rpm’ de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Süpernatant ayrılarak elde edilen ekstrakt biyoaktivite analizleri için kullanılmıştır.

2.2.3.1.1. Toplam Fenolik Analizi

Çimlendirilmiş nohut örneklerinin TFM miktarı Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. 2.2.3.1. Biyoaktivite Analizleri başlığında anlatıldığı şekilde elde edilen ekstraktan tüp içine 0.4 mL alınmıştır. Daha sonra üzerine sırasıyla 2 mL 0, 2 N Folin-Ciocalteu solüsyonundan ve 1,6 mL %7,5’lik sodyum karbonat (Na_2CO_3) çözeltisi eklenmiştir. Karanlıkta 60 dakika bekletilen örneklerin absorbansı 750 nm’ de ölçülmüştür. Örneklerin TFM miktarları mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/g kuru ağırlık (KM) olarak ifade edilmiştir (Mamilla ve Mishra, 2017).

2.2.3.1.2. Toplam Flavonoid Analizi

Çimlendirilmiş nohut örneklerinin toplam flavonoid içeriği Gong vd. (2018)’ e göre belirlenmiştir. Bu amaçla bir tüpe 4 mL saf su koyularak, üzerine sırasıyla 1 mL örnek ekstraktı ve 0,3 mL %5’ lik (ağırlık/hacim) NaNO_2 çözeltisi eklenmiştir. Beş dakika sonra karışıma 0,3 mL %10 (ağırlık/hacim) AlCl_3 çözeltisi ilave edilmiştir. Bu işlemin bir dakika sonrasında tüplere 2 mL 1 M NaOH çözeltisi eklenmiştir. Daha sonra tüpteki toplam hacim saf su ile 10 mL’ ye tamamlanmıştır. Hemen sonrasında örneklerin absorbansı 510 nm’ de belirlenmiştir. Çimlendirilmiş nohut örneklerinin toplam flavonoid içeriği mg kateşin eşdeğeri (KE)/g KM olarak ifade edilmiştir.

2.2.3.1.3. DPPH Radikal Süpürme Aktivitesi

DPPH (1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil) radikal süpürme aktivitesi, Gunenc vd. (2017) tarafından bildirilen yönteme göre ölçülmüştür. Analiz için üç farklı konsantrasyonda çimlendirilmiş nohut ekstraksiyonları hazırlanmıştır. Örnek ekstraktlarından 96 kuyucuklu bir mikropate içine 30 µL alınıp üzerine metanol ile hazırlanmış olan 6×10^{-5} M DPPH çözeltisi eklenmiştir. Örneklerin absorbansı 1 saat karanlıkta bekletildikten sonra 520 nm' de mikropate okuyucu (Multiscan FC, Tehrmo Fisher, ABD) ile ölçülmüştür. Bu analizde kör örneği 30 µL saf su ve 270 µL metanol, kontrol örneği 30 µL distile su ve 270 µL DPPH ile hazırlanmıştır.

Örneklerin antioksidan kapasiteleri aşağıda verilen eşitlikle hesaplanmıştır:

$$\% \dot{I} = 100 \times (1 - A_{\dot{O}} / A_K)$$

\dot{I} : Örnek tarafından inhibe edilen DPPH, %

$A_{\dot{O}}$: Örneğin absorbansı

A_K : Kontrolün absorbansı

% İnhibisyondan yararlananılarak DPPH'in %50'sinin inhibisyonu için gerekli ekstrakt miktarı grafikte belirlenmiştir. Sonuçlar IC_{50} (mg/mL) değeri olarak ifade edilmiştir.

2.2.3.1.4. TEAC Metodu ile Antioksidan Aktivite Analizi

Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) metodu ile antioksidan aktivite analizinde, ABTS (2,2'-azinobis (3-etilbenzothiazolin 6-sulfonikası) radikali kullanılmıştır. Analizden bir gün önce 2.45 mM potasyum persülfat içeren 7 mM' lık ABTS çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözelti oda sıcaklığında ve karanlık bir ortamda en az 12-16 saat bekletilerek ABTS radikalinin oluşması sağlanmıştır. Daha sonra hem örneklerin seyreltilmesi hem de ABTS+ radikalinin 734 nm dalga boyunda $0,700 \pm 0,002$ absorbans değerine ayarlayabilmek için pH değeri 7,4 olacak fosfat tamponu hazırlanmıştır. ABTS radikali 734 nm dalga boyunda $0,700 \pm 0,005$ absorbans değerini verecek şekilde fosfat tamponu ile seyreltilerek ayarlanmıştır. Örnekler seyreltilirken yine fosfat tamponu kullanılmıştır. Seyreltilmiş örneklerden 20, 40 ve 60 ve 80 µL alınarak 2 mL hacimli plastik küvetlere konulmuş ve üzerine 2 mL ABTS çözeltisi eklenmiştir. Örneklerin 6

dakika sonunda absorbans değerleri okunarak %inhibisyon değerleri hesaplanmıştır. Sonuçlar %inhibisyon-konsantrasyon şeklinde çizilen olarak Troloks standart kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak elde edilmiştir. Örneklerin troloks eşdeğeri antioksidan kapasiteleri μmol troloks eşdeğeri (TE)/g KM olarak ifade edilmiştir (am vd. 2009).

2.2.3.2. Toplam Diyet Lif Analizi

Çimlendirilmiş nohut örneklerinin toplam diyet lif miktarları AACC standardında (metot no; 32-07) belirtilen enzimatik-gravimetrik yönteme göre Megazyme Total Dietary Fiber Assay Kit (Megazyme Wicklow, Ireland) kullanılarak belirlenmiştir. Buna göre, erlen içerisinde 1 g çimlendirilmiş nohut rneği üzerine 40 mL mes-tris (pH=8,2) tamponu eklenmiştir. Manyetik karıştırıcı üzerinde bu karışıma 50 μL α -amilaz ilave edildikten sonra 95°C’ deki çalkalamalı su banyosuda 30 dakika inkübe edilmiştir. Inkübasyondan sonra örnekler oda sıcaklığına soğutulup, 0.275 M NaOH ilave edilerek pH 7.5’ e ayarlanmıştır. Inkübasyon sonunda örnekler oda sıcaklığında 60 °C’ ye soğutulmuştur. Bunun sonrasında örnek zerine 100 μL proteaz eklenmiş ve 60°C’ de 100 rpm’ de çalkalanan inkübatörde 30 dk inkübe edilmiştir. Süre sonunda soğutulmadan örnekler zerine 0,561 N HCl ilave edilip, pH değeri %5’ lik HCl ile 4.5’ e ayarlanmıştır. pH ayarlandıktan sonra örnek zerine 200 μL amiloglukozidaz ilave edilip, 60 °C’ de 100 rpm’ de çalkalanan inkübatörde 30 dk inkübe edilmiştir. Daha sonra örnekler 1 saat oda sıcaklığına soğutulmuş ve vakum altında darası alınmış gooch krozesinden bir behere szlmştr. Bu sznt üzerine 250 mL 60 °C’ de 10 dakika ısıtılan %95’ lik etanolden 250 mL ilave edilmiştir. Krozedeki kalıntı ise sırasıyla 2 kez 10 ml %95’ lik etanolla, 2 kez 10 mL asetonla yıkanmıştır. Böylece znmez diyet lif elde edilmiştir. Daha sonra beherde bulunan sznt yine gooch krozesinde szlmştr. Krozedeki kalıntı sırası ile 2 kez 15 mL %78’ lik etanol, 2 kez 15 mL %95’ lik etanol ve 2 kez 15 mL aseton ile yıkanmıştır. Böylece znr diyet lif elde edilmiştir. Krozeler 1 gece boyunca 105 °C’ de etüvde kurutulmuş ve krozelerin son tartımı not edilmiştir. Kalıntıların protein ve kül analizi yapılarak sonuçlar aşağıda verilen denklemler ile hesaplanmıştır (AACC, 1999).

$$\text{Çözünmez Diyet Lif (\%)} = \frac{R_1 - (A_1 + B_1)}{m} \times 100$$

$$\text{Çözünür Diyet Lif (\%)} = \frac{R_2 - (A_2 + B_2)}{m} \times 100$$

$$\text{Toplam Diyet Lifi (\%)} = \text{Çözünmez Diyet Lif(\%)} + \text{Çözünür Diyet Lif(\%)}$$

R: Kalıntı = Son tartım- dara, g; A: Protein içeriği, %; B: Kül içeriği, %

2.2.4. Erişte Üretimi

Erişte üretiminde kullanılacak OKÇN çimlendirildikten sonra gıda tipi kurutucuda 30 °C’de 24 saat kurutulduktan sonra öğütülmüş ve 300 mikron elekten geçirilerek un haline getirilmiştir. Eriştenin üretimi OKÇN unu, buğday unu, yumurta, süt, tuz ve su kullanılarak laboratuvar koşullarında yapılmıştır.

Erişte üretiminde kullanılan ingrediyenlerin miktarı 1000 g buğday unu ağırlığı üzerinden hesaplanmış olup, kontrol grubu için %20 yumurta, %10 süt, %26 su ve %2 tuz olarak belirlenmiştir. Erişteye katılacak olan OKÇN unu miktarı da buğday unu ağırlığı üzerinden hesaplanmıştır. Erişte hamuru 4 gruba ayrılmıştır. Birinci grup kontrol olarak değerlendirilmiş olup OKÇN unu ilavesi yapılmamıştır (%0). Diğer gruplara ise sırası ile %10, %20 ve %30 oranında OKÇN unu ilavesi yapılmıştır. Erişte hamuruna katılacak su miktarı yapılan ön denemelerle belirlenmiştir. Erişte üretimi 2 tekerrür şeklinde yapılmıştır.

Erişte üretiminde ilk olarak buğday unu ve tuz, katkılı erişte üretiminde kullanılacak OKÇN unu hamur yoğurma makinesinde (KitchenAid, US) 5 dakika karıştırılmıştır. Hamur yapımında Dirmak IBT 22-VE marka (İzmir, Türkiye) hamur yoğurma makinası kullanılmıştır. Hamur yoğurma makinasına önce su, süt ve yumurta eklenmiştir. Sıvı ingrediyenler 1 dakika birinci seviyede karıştırılmıştır. Daha sonra bu karışımın üzerine toz karışım ilave edilmiştir. Sıvı ve toz bileşenler 10 dakika birinci seviyede, 5 dakika ikinci seviyede yoğurulmuştur. Elde edilen homojen yapıdaki erişte hamuru 15 dakika dinlendirilmiştir. Dinlendirilmiş olan hamur 50 gramlık parçalara ayrılmıştır. Bu parçalar erişte kesme makinesinde (Imperia, İtalya) sırası ile 5 mm’ den 2 kez, 4 mm’ den 2 kez, 3 mm’ den 2 kez geçirilerek ön denemelerle belirlenen 3 mm inceliğe getirilmiştir. İnceltelen hamurlar üzerinde cetvel bulunan hamur matı üzerinde 3 cm boyunda

kesilmiştir. Elde edilen 3 cm boyundaki hamurlar, erişte kesme makinesinde 5 mm genişliğinde kesilmiştir. Elde edilen erişteler gıda tipi kurutucuda (Tre Spade, İtalya) 30 °C’ de 24 saat kurutulmuştur. Kurutulan erişteler analizlere kadar plastik torbalar içinde muhafaza edilmiştir.

2.2.5. Eriştede Yapılan Analizler

2.2.5.1. Genel Bileşim Analizleri

2.2.5.1.1. Nem Tayini

Erişte örneklerinin nem miktarı AACC (44-19) metoduna göre belirlenmiştir ve % nem olarak ifade edilmiştir (Anonymous, 1990).

2.2.5.1.2. Kül Tayini

Erişte örneklerinin kül miktarı AACC (08-01) metoduna göre 550 °C’ de yakılarak tespit edilmiş ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (Anonymous, 1990).

2.2.5.1.3. Protein Tayini

Erişte örneklerinin azot miktarı Kjeldahl metodu (AACC 46-12) ile tayin edilmiştir. Protein miktarı 5,75 protein faktörü ile hesaplanmıştır ve sonuçlar kuru madde üzerinden % olarak belirtilmiştir (Anonymous, 1990).

2.2.5.2. Pişme Analizleri

2.2.5.2.1. Pişme Süresi Tayini

Erişte örneklerinin optimum pişme süresini belirlemek amacıyla ısıtıcı bir tabla üzerinde bir beherde kaynatılan 125 mL suya 10 g erişte örneği eklenmiştir. Beher içerisinden 30 s aralıklarla örnek alınmıştır ve iki lamel arasında sıkıştırılmıştır. Beyaz unsu noktacıkların oluşmadığı anda pişirme işlemi bitirilmiştir. Bu ana kadar geçen süre optimum pişme süresi olarak belirlenmiştir (Anonymous, 1990).

2.2.5.2.2. Su Absorbsiyonu Tayini

Erişte örneklerinden 10 g alınarak 125 mL kaynar su içerisinde optimum pişme sürelerine göre pişirilmiştir. Daha sonra örnekler 5 dakika süzülmüştür. Erişteler üzerinde kalan su

kaba filtre kâğıdı ile uzaklaştırılarak, tartım yapılmıştır. Eriştelerin pişmesi ile ağırlıklarında meydana gelen artış aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Lai, 2001).

$$\text{Ağırlık Artışı (\%)} = \frac{M - M_0}{M_0} \times 100$$

M: Eriştenin piştikten sonraki ağırlığı, g

M₀: Eriştenin pişmeden önceki ağırlığı, g

2.2.5.2.3. Hacim Artışı Tayini

Erişte örneklerinden 10 g alınarak 125 mL kaynar su içerisinde optimum pişme sürelerine göre pişirilmiştir. Daha sonra örnekler 5 dakika süzölmüştür. Erişteler üzerinde kalan su kaba filtre kâğıdı ile uzaklaştırılmıştır. Çiğ erişte örneğinden 10 g alınarak, 150 mL saf su ile dolu olan 250 mL' lik mezür içine bırakılarak, örneklerin hacim artışı belirlenmiştir. Bu işlem pişirilen 10 g erişte için de birebir olarak uygulanmıştır. Eriştelerin piştikten sonra hacimlerinde meydana gelen artış aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Uzunoğlu, 2002).

$$\text{Hacim Artışı (\%)} = \frac{V - V_0}{V_0} \times 100$$

V: Pişmiş eriştedeki hacim artışı, mL

V₀: Çiğ eriştedeki hacim artışı, mL

2.2.5.2.4. Suyu Geçen Kuru Madde Tayini

Eriştelerin pişme esnasında suya geçen kuru madde miktarı AACC (66-50) metodu ile belirlenmiştir. Erişte örneklerinden 10 g alınarak 125 mL kaynar su içine koyulmuş ve daha önce belirlenen optimum pişme süresinde pişirilmiştir. Daha sonra pişme suyu 250 mL' lik balon joje içine büchner hunisinden süzölmüştür. Erişteler 3 kez saf su ile yıkanarak, suya geçen kuru maddenin tamamen ölçü balonlarına aktarılması sağlanmıştır. Balon jocular 250 mL' ye tamamlanarak iyice çalkalanmıştır. Sabit tartıma getirilen kurutma kaplarına balon jocular 20 mL örnek alınmıştır. Örnekler 105°C' deki etüvde sabit tartıma gelene kadar kurutulmuştur. Erişte örneklerinin suya geçen kuru madde miktarları aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Lai, 2001).

$$\text{Suya geçen kuru madde miktarı (\%)} = \frac{M_1 \times 10}{M_0} \times \frac{100}{100-R} = \frac{M_1 \times 10^5}{M_0 \times 100-R}$$

M_1 : Son tartım- dara, g

M_0 : Örnek kütlesi, g

R: Örneğin nem oranı, % (m/m)

2.2.5.3. Fiziksel Analizler

2.2.5.3.1. Renk

OKÇN unu katkı oranının kurutulmuş erişte örneklerinin rengine olan etkisini tespit etmek amacıyla CR-400 model Minolta (Minolta. Co. Ltd., Japonya) kolorimetre kullanılmıştır. Sonuçlar CIE sistemine göre L^* ; parlaklık [(0) siyah- (100) beyaz), a^* ; kırmızılık/yeşillik [(+) kırmızı, (-) yeşil)] ve b^* ; sarılık mavilik [(+) sarı, (-) mavi)] olarak ifade edilmiştir. Öğütülen örnekler tane büyüklüğünün aynı olması için elekten geçirilmiştir ve kurutma kabına alınmıştır. Kurutma kabının 5 farklı noktasından ölçüm alınmıştır. Kontrol örneği ve OKÇN unu ile zenginleştirilmiş örnekler arasındaki toplam renk farkı (ΔE) aşağıdaki denklem ile hesaplanmıştır (Bakker vd., 1986; Ahmed ve Abozed, 2015).

$$\Delta E = \sqrt{(L_c - L)^2 + (a_c - a)^2 + (b_c - b)^2}$$

L_c : Kontrol örneğinin L^* değeri

L : OKÇN unu ilave edilen erişte örneğinin L^* değeri

a_c : Kontrol örneğinin a^* değeri

a : OKÇN unu ilave edilen erişte örneğinin a^* değeri

b_c : Kontrol örneğinin b^* değeri

b : OKÇN unu ilave edilen erişte örneğinin b^* değeri

2.2.5.3.2. Tekstür Analizi

Erişte örneklerinin tekstürel özellikleri TexturePro CT V1.4 Build 17 (Brookfield Engineering Labs, Inc., ABD) cihazında sıkıştırma modu ile 35 mm silindir prop

(TA4/1000) kullanılarak belirlenmiştir. Erişte örnekleri optimal pişirme süresine kadar pişirilmiştir. Süzildükten sonra pişmiş erişte örneklerinden bir erişte şeridi alınarak düz bir metal plaka üzerine paralel olarak yerleştirilmiştir. Sıkıştırma modu parametreleri hedef tipi; mesafe, hedef değeri; 1 mm, tetik yükü; 10 g ve test hızı; 1,0 mm/s olarak ayarlanmıştır. Analizde 35 mm silindir probu kullanılmıştır. Erişte örneklerinin tekstür analizi sonucunda sertlik döngüsü (hardness cycle) adhesiveness (yapışkanlık), yapışıklık (cohesiveness), elastikiyet (springiness), sakızlılık (gumminess), çiğnenirlik (chewiness) parametreleri tespit edilmiştir (Tiga vd. 2021).

2.2.5.4. Duyusal Analiz

Erişte örneklerinin toplam kabul edilebilirliğinin tespiti amacıyla tüketici testi yapılmıştır. Analiz için erişte örnekleri optimum pişme süresi boyunca pişirilmiştir. Duyusal analizde erişte örnekleri yaşları 25-55 arası değişen 30 panelist tarafından; görünüş, yapı-tekstür, tat-koku ve genel beğenilirlik açısından, “9 puanlı hedonik skala” üzerinden değerlendirilmiştir (Ogden, 1992). Eriştelerle birlikte panelistlere bir bardak su verilerek, panelistlerden tadımlar arasında su içmeleri istenmiştir. Genel beğenilirlik puanı, tüm duyusal parametrelerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

2.2.6. İstatiksel Analiz

Analiz sonuçlarına ait tüm veriler ortalama \pm standart sapma olarak rapor edilmiştir. Veriler arasındaki farkları analiz etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Verilerin çoklu karşılaştırmaları için Tukey testi kullanılmıştır. Tüm veriler SPSS paket programı (SPSS 28.0) kullanılarak %5 anlamlılık düzeyinde ($p < 0,05$) ortalamalar karşılaştırılarak önemli farklılıklar açısından analiz edilmiştir.

3. BÖLÜM

BULGULAR-TARTIŞMA

3.1. Çimlendirme Koşullarının Optimizasyonu

Bölüm 2.2.1.' de açıklandığı gibi nohutun çimlendirilme koşulları Box-Behnken deneme desenine göre belirlenen noktalarda, YYY kullanılarak optimize edilmiştir. Optimizasyonda çimlendirme koşullarının TFM, toplam flavonoid miktarı, DPPH antiradikal süpürme aktivitesi, TEAC ve TDL yanıtları üzerine etkisi değerlendirilmiştir. Tüm yanıtlar için YYY tarafından önerilen model denklemleri arasından p değeri en düşük, R² değeri ve uyum eksikliğine ait p değerinin ise en yüksek olduğu model olan Quadratic denklem modeli seçilmiştir. Optimizasyon sonrasında analiz edilen yanıtlardan TFM, toplam flavonoid miktarı, antioksidan kapasitesi ve TDL içeriğinin maksimum; IC₅₀ olarak ifade edilen DPPH antiradikal süpürme aktivitesinin ise minimum olması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda yanıtlar için yapılan deneyler sonucunda model tarafından optimum çimlendirme koşuluna ait 28 adet koşul önerilmiştir. Bunlar arasında arzu desirability değeri en yüksek olan noktalardan bir tanesi optimum koşul olarak belirlenmiştir. Optimum koşula ait çimlendirme parametrelerinin değerleri şu şekildedir:

- Islatma süresi; 17,02 saat,
- Çimlendirme sıcaklığı; 29,98 °C,
- Çimlendirme süresi 71,41 saat.

Tahminleyici Quadratic regresyon denklemi tarafından optimum koşullarda çimlendirme yapıldığında yanıtlara ait değerler TFM; 2,54 mg GAE/g KM, toplam flavonoid miktarı 0,20 mg KE/g KM, DPPH (IC₅₀) değeri 1,85 mg/mL, TEAC değeri 17,32 µmol troloks/mg KM ve toplam diyet lifi %26,27 olarak öngörüldüğü tespit edilmiştir. Optimizasyon aşamasında tüm veriler, 3 paralel olarak yapılan analizlerden elde edilen verilerin ortalamalarını temsil etmektedir.

Liu ve Chiou (2005), diğer tüm faktörleri sabit seviyelerde tutmak koşulu ile iki faktörün bir fonksiyonu olarak 3 boyutlu yüzey-yanıt çizimlerinin bu iki faktörün hem kendi hem de ikili etkileşimlerinin yanıtlara olan etkilerini anlamada daha yardımcı olduğunu bildirmiştir. Bu doğrultuda faktörlerin yanıtlar üzerindeki etkileri 3 boyutlu yüzey yanıt grafikleri ile gösterilmiştir.

3.1.1. Toplam Fenolik Madde

Deneme noktalarında ve optimum koşulda çimlendirilmiş nohut örneklerinin TFM miktarı Tablo 3.1' de gösterilmiştir. Deneme noktalarında çimlendirilen nohut örneklerinin TFM değerleri 0,88-2,50 mg GAE/g KM arasında değişmektedir. En düşük TFM değeri 12 saat ıslatıldıktan sonra 25 °C' de 24 saat çimlendirilen nohutlarda (2. deneme noktası), en yüksek TFM değeri ise 18 saat ıslatıldıktan sonra 30 °C' de 72 saat boyunca çimlendirilen nohutlarda (4. deneme noktası) saptanmıştır. Nohut örneklerinin TFM değerleri üzerine çimlendirme koşullarının etkisini gösteren varyans analizi sonuçları (ANOVA) ve modelin regresyon eşitliği Tablo 3.2' de verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre Quadratic modelin örneklerin TFM miktarını belirlemede etkinliğinin önemli ($p < 0,05$) olduğu saptanmıştır. Bu modelin TFM için determinasyon katsayısı (R^2 değeri) 0,98' dir. Islatma süresinin (X_1) çimlendirilen nohut örneklerinin TFM değeri üzerine etkisi önemsiz ($p > 0,05$) iken, çimlendirme sıcaklığı (X_2) ve çimlendirme süresinin (X_3) TFM miktarına etkisi önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur. Çimlendirme koşullarının ikili etkileşimleri arasında ise ıslatma süresi-çimlendirme sıcaklığı (X_{12}) ve ıslatma süresi-çimlendirme süresinin (X_{13}) TFM üzerindeki etkisinin önemsiz ($p > 0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın çimlendirme sıcaklığı-çimlendirme süresi (X_{23}) etkileşiminin TFM üzerindeki etkisinin önemli ($p < 0,05$) olduğu saptanmıştır.

Şekil 3.1.a' da verilen üç boyutlu (3D) grafik sabit çimlendirme süresinde ıslatma süresi ve çimlendirme sıcaklığının nohutun TFM miktarı üzerindeki etkisini göstermektedir. Çimlendirme işleminde ıslatma süresi ve çimlendirme sıcaklığı arttıkça nohutların TFM miktarı da artış göstermiştir. Benzer şekilde mercimeklerin 4-24 °C' de çimlendirildiği bir çalışmada sıcaklık arttıkça çimlendirme hızının ve çimlenme oranının arttığı bildirilmiştir (Hojjata ve Galstayanc, 2012). Çimlenmenin artışına bağlı olarak da TFM miktarı artış gösterebilmektedir. Çimlenme sırasında fenolik bileşiklerin biyosentezi ve

Tablo 3.1.1. Deneme noktaları ve optimum koşullar için yanıtlara ait deneysel sonuçlar

| Deneme Noktası | Islatma Süresi (saat) | Çimlendirme Sıcaklığı (°C) | Çimlendirme Süresi (saat) | TFM (mg GAE/g KM) | Toplam Flavonoid Miktarı (mg KE/g KM) | DPPH (IC50) (mg/mL) | TEAC (µmol TE/mg KM) | TDL (%) |
|----------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------------------|---------------------|----------------------|------------|
| 1 | 24 | 25 | 72 | 2,18±0,01 | 0,19±0,00 | 3,96±0,00 | 14,82±0,41 | 26,11±3,12 |
| 2 | 12 | 25 | 24 | 0,88±0,00 | 0,13±0,01 | 12,17±0,00 | 9,43±0,62 | 21,54±0,91 |
| 3 | 24 | 20 | 48 | 1,27±0,00 | 0,14±0,01 | 6,18±0,00 | 12,19±0,53 | 18,85±1,17 |
| 4 | 18 | 30 | 72 | 2,50±0,02 | 0,20±0,01 | 2,97±0,00 | 17,24±0,40 | 26,25±4,49 |
| 5 | 18 | 25 | 48 | 2,01±0,02 | 0,18±0,00 | 5,50±0,00 | 13,76±0,29 | 23,74±0,86 |
| 6 | 18 | 25 | 48 | 1,90±0,02 | 0,16±0,00 | 4,44±0,00 | 13,82±0,64 | 20,28±2,66 |
| 7 | 12 | 25 | 72 | 2,18±0,05 | 0,19±0,01 | 3,80±0,00 | 16,65±0,20 | 23,45±0,50 |
| 8 | 18 | 20 | 72 | 1,80±0,02 | 0,17±0,01 | 5,63±0,00 | 13,64±0,27 | 19,30±1,00 |
| 9 | 12 | 20 | 48 | 1,23±0,02 | 0,14±0,01 | 7,56±0,00 | 12,39±0,43 | 18,84±0,93 |
| 10 | 18 | 25 | 48 | 1,82±0,02 | 0,15±0,00 | 6,31±0,00 | 13,86±0,16 | 23,78±2,18 |
| 11 | 18 | 20 | 24 | 0,96±0,01 | 0,13±0,00 | 9,18±0,00 | 10,45±0,15 | 19,24±1,28 |
| 12 | 24 | 25 | 24 | 1,14±0,00 | 0,12±0,00 | 8,69±0,00 | 10,20±0,33 | 21,85±4,04 |
| 13 | 12 | 30 | 48 | 1,86±0,03 | 0,15±0,00 | 3,35±0,00 | 13,39±0,49 | 23,18±1,43 |
| 14 | 18 | 25 | 48 | 1,80±0,02 | 0,15±0,00 | 5,18±0,00 | 13,22±0,45 | 22,71±3,21 |
| 15 | 24 | 30 | 48 | 1,74±0,09 | 0,18±0,01 | 2,42±0,00 | 13,60±0,06 | 25,46±1,33 |
| 16 | 18 | 25 | 48 | 1,81±0,02 | 0,15±0,01 | 4,35±0,00 | 14,25±0,43 | 22,72±0,35 |
| 17 | 18 | 30 | 24 | 1,21±0,03 | 0,12±0,00 | 8,25±0,00 | 12,02±0,51 | 18,96±0,59 |
| Optimum | 17,02 | 29,98 | 71,41 | 2,50±0,03 | 0,22±0,00 | 1,85±0,00 | 17,00±0,16 | 27,29±0,92 |

n=3, ortalama±standart sapma

salınımı nedeniyle TFM miktarı artmaktadır. Tohum çimlenmesi sırasında, oldukça aktif olan fenilalanin amonyak liyaz fenolik bileşiklerin biyosentezini teşvik edebilmektedir (Duodu, 2014). Bunun yanı sıra, çimlenme sırasında aktif olan tohum solunum sistemi, bağlı fenolik bileşiklerin salınımına katkıda bulunan farklı proteolitik, amilolitik ve hücre duvarı bozunma enzimleri üretilmektedir (Acosta-Estrada vd., 2014).

Sabit çimlendirme sıcaklığında ıslatma süresi ve çimlendirme süresinin ikili etkileşimin TFM üzerine olan etkisi Şekil 3.1.b' da gösterilmektedir. Şekil 3.1.b incelendiğinde ıslatma süresi ve çimlendirme süresindeki artışın TFM miktarında artışa neden olduğu görülmektedir. Ayrıca çimlendirme sıcaklığının yükselmesi ve çimlendirme süresinin uzaması da nohutların TFM miktarında artışa neden olmaktadır (Şekil 3.1.c).

Çimlendirme işleminin TFM içeriği üzerindeki etkisi farklı yenilebilir tohumda araştırılmıştır. Bazı çalışmalarda, çimlenme ile çığ tohumlara kıyasla çimlenen tohumlarda ve filizlerde çözünür fenoliklerin artabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte, birkaç çalışmada, çimlenmiş yenilebilir tohumlarda ve filizlerde çözünür fenoliklerde bir azalma olduğuda bildirilmektedir. Bu farklılık çimlenme esnasında su içeriğinin çimlenme sürecinde kademeli olarak arttığı göz önüne alındığında yaş veya kuru ağırlık olarak ifade edilen sonuçlarla ilişkilendirilmektedir (Guo vd., 2012)

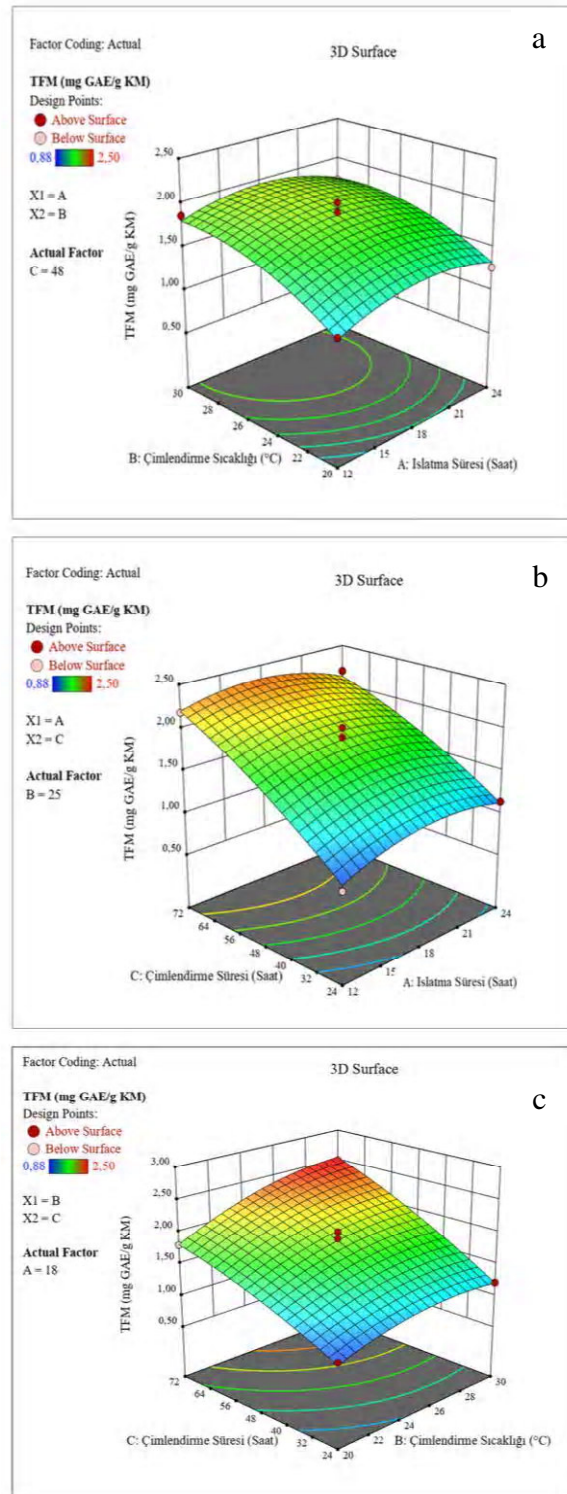
Sofi vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada, 30 °C' de 0, 12, 24, 36 ve 48 saat boyunca yapılan çimlendirme işleminde nohutun TFM değeri 1,19-2,45 mg GAE/g arasında değişiklik göstermiştir. Bu çalışmada TFM miktarının çimlendirme süresi uzadıkça artış gösterdiği bildirilmiştir. Bu tez çalışmasında 30 °C' de 24 ve 48 saat çimlendirilen nohutların TFM miktarının 1,21-1,86 mg GAE/g KM arasında değiştiği belirlenmiştir. Başka bir çalışmada baklagiller 28±2 °C' de 2, 3 ve 4 gün boyunca çimlendirilmiştir. Çalışma sonucunda çimlenmiş baklagillerin TFM miktarı 1,96-3,25 mg GAE/g arasında değiştiği ve çimlendirme süresinin uzamasının TFM miktarını arttırdığı belirlenmiştir (James vd., 2020).

Tablo 3.2. Çimlendirme parametrelerinin TFM değeri üzerine etkisine ait ANOVA sonuçları

| Kaynak | KT | df | KO | F-değeri | P-değeri* |
|--|------|----|------|----------|--------------------|
| Model | 3,41 | 9 | 0,38 | 48,41 | < 0.0001 |
| X ₁ -Islatma süresi(saat) | 0,00 | 1 | 0,00 | 0,48 | 0.5111 |
| X ₂ -Çimlendirme sıcaklığı (°C) | 0,53 | 1 | 0,53 | 68,25 | < 0.0001 |
| X ₃ -Çimlendirme süresi (saat) | 2,49 | 1 | 2,49 | 317,54 | < 0.0001 |
| X ₁₂ | 0,01 | 1 | 0,01 | 0,76 | 0.4121 |
| X ₁₃ | 0,02 | 1 | 0,02 | 2,10 | 0.1906 |
| X ₂₃ | 0,05 | 1 | 0,05 | 6,61 | 0.0370 |
| X ₁₁ | 0,14 | 1 | 0,14 | 17,95 | 0.0039 |
| X ₂₂ | 0,11 | 1 | 0,11 | 13,85 | 0.0074 |
| X ₃₃ | 0,03 | 1 | 0,03 | 4,31 | 0.0766 |
| Uyum eksikliği | 0,02 | 3 | 0,01 | 0,93 | 0.5028 |
| Standart sapma | 0,09 | | | | |
| Ortalama | 1,66 | | | | |
| R ² | 0,98 | | | | |
| $Y=1,87+0,022X_1+0,26X_2+0,56X_3-0,039X_{12}-0,064X_{13}+0,11X_{23}-0,18X_{11}-0,16X_{22}-0,089X_{33}$ | | | | | |

KT: Kareler toplamı, df: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması, *Anlamlılık düzeyi p<0,05

Bölüm 3.1' de belirtildiği gibi optimum koşullarda çimlendirme yapılması durumunda TFM miktarının 2,54 mg GAE/g KM olacağı öngörülmektedir. Deneysel olarak optimum noktada çimlendirme yapıldığında ise TFM miktarı 2,50 mg GAE/g KM olarak bulunmuştur. Ayrıca KN örneğinin TFM miktarının 1,18 mg GAE/g KM olduğu tespit edilmiştir. Optimum koşulda çimlendirme yapıldığında nohutun TFM miktarında KN örneğine kıyasla %111,86 oranında bir artış gözlenmiştir. Tarzi vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada nohut örnekleri %99 bağıl neme sahip kabinde 20 °C' de 5 gün çimlendirilmiştir. Çalışmada çimlendirilmemiş nohutun TFM değerinin 39,20 mg GAE/kg ekstrakt; çimlendirilmiş nohutun TFM değerinin ise 75,60 mg GAE/kg ekstrakt olduğu bildirilmiştir. Mevcut çalışmaya paralel olarak çalışma sonucunda çimlendirilmemiş nohut örneklerinin TFM miktarında çimlendirme ile %92,85 oranından bir artış olduğu ifade edilmiştir. Çimlenme sırasında TFM miktarının artmasının nedeni endojen enzimlerin aktif hale gelmesi neticesince bağıl fenolik bileşiklerin serbest hale gelmesi olarak değerlendirilmektedir (Gharachorloo vd., 2013; Shimelis ve Rakshit, 2002).



Şekil 3.1. Çimlendirme koşullarının TFM üzerine olan etkisini gösteren 3D grafiği (a: ıslatma süresi-çimlendirme sıcaklığı, b: ıslatma süresi-çimlendirme süresi, c: çimlendirme sıcaklığı-çimlendirme süresi)

Bu tez çalışmasındaki bulguların aksine Mehanni vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada 12 saat suda bekletilen nohut örnekleri oda sıcaklığında ıslak filtre kağıtları içinde çimlendirilmiştir. Bu çalışmada çimlendirme süresi (24, 48 ve 72 saat) arttıkça nohutun TFM miktarı sırası ile 0,96, 0,82, 0,75 mg GAE/ g KM olarak tespit edilmiştir. Çimlendirme süresinin uzamasına bağlı olarak TFM miktarının azalması polifenol oksidazın neden olduğu enzimatik hidrolize bağlı olabileceği bildirilmiştir.

3.1.2. Toplam Flavonoid Miktarı

Deneme noktalarında ve optimum koşulda çimlendirilen nohut örneklerinin toplam flavonoid miktarına ait sonuçlar Tablo 3.1' de verilmiştir. Deneme noktalarında yapılan çimlendirmede nohutların toplam flavonoid miktarlarının 0,12-0,20 mg KE/g KM arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek toplam flavonoid miktarının elde edildiği deneme noktası 4. deneme noktasıdır. Bu noktada nohutlar 18 saat suda bekletildikten sonra 30 °C' de 72 saat çimlendirilmiştir.

Çimlendirme parametrelerinin nohut örneklerinin toplam flavonoid miktarına etkisine ait ANOVA sonuçları ve tahminleyici regresyon denklemi Tablo 3.3' te gösterilmiştir. Çimlendirilen nohut örneklerinin toplam flavonoid miktarı için Quadratic modelin etkinliği önemli ($p < 0,05$) ve determinasyon katsayısı R^2 değeri 0,90' dır. ANOVA sonuçlarına göre ıslatma süresinin (X_1) ve çimlendirme sıcaklığının (X_2) çimlendirilen nohut örneklerinin toplam flavonoid miktarı üzerine etkisinin önemsiz ($p > 0,05$); çimlendirme süresinin (X_3) etkisinin önemli ($p < 0,05$) olduğu saptanmıştır. Çimlendirme koşullarının ikili etkileşimlerinin (X_{12} , X_{13} ve X_{23}) toplam flavonoid miktarı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı ($p > 0,05$) belirlenmiştir.

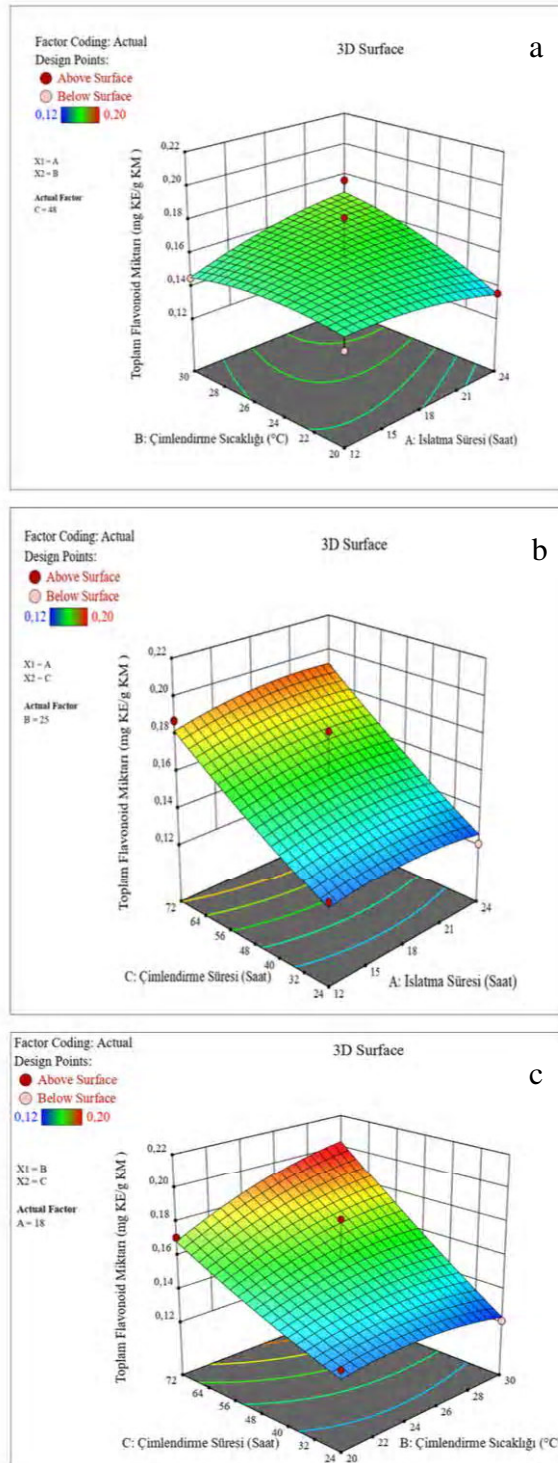
Şekil 3.2.a' ya göre sabit çimlendirme süresinde ıslatma süresinin uzaması ve çimlendirme sıcaklığının yükselmesi toplam flavonoid miktarında artışa neden olmaktadır. Şekil 3.2.b incelendiğinde tüm ıslatma süreleri için çimlendirme süresi uzadıkça toplam flavonoid miktarının arttığı görülmektedir. Ayrıca çimlendirme sıcaklığı yükseldikçe ve çimlendirme süresi uzadıkça nohutların toplam flavonoid miktarının arttığı saptanmıştır (Şekil 3.2.c). Bu artış, çimlenme sırasında flavonoid bileşiklerinin sentezine bağlanmaktadır. Çimlendirme sıcaklığı ve süresinin artmasına bağlı olarak çimlenme oranının da artması nedeni ile toplam flavonoid miktarı artış gösterebilmektedir (Kim vd., 2012).

Tablo 3.3. Çimlendirme parametrelerinin toplam flavonoid miktarı üzerine ait ANOVA sonuçları

| Kaynak | KT | df | KO | F-değeri | P-değeri* |
|--|------|----|------|----------|---------------|
| Model | 0,01 | 9 | 0,00 | 6,75 | 0.0099 |
| X ₁ - Islatma süresi(saat) | 0,00 | 1 | 0,00 | 0,27 | 0.6178 |
| X ₂ - Çimlendirme sıcaklığı (°C) | 0,00 | 1 | 0,00 | 3,05 | 0.1240 |
| X ₃ - Çimlendirme süresi (saat) | 0,01 | 1 | 0,01 | 50,74 | 0.0002 |
| X ₁₂ | 0,00 | 1 | 0,00 | 2,38 | 0.1670 |
| X ₁₃ | 0,00 | 1 | 0,00 | 0,22 | 0.6540 |
| X ₂₃ | 0,00 | 1 | 0,00 | 2,74 | 0.1421 |
| X ₁₁ | 0,00 | 1 | 0,00 | 0,46 | 0.5200 |
| X ₂₂ | 0,00 | 1 | 0,00 | 0,72 | 0.4251 |
| X ₃₃ | 0,00 | 1 | 0,00 | 0,14 | 0.7236 |
| Uyum eksikliği | 0,00 | 3 | 0,00 | 0,46 | 0.7257 |
| Standart sapma | 0,01 | | | | |
| Ortalama | 0,16 | | | | |
| R ² | 0,90 | | | | |
| $Y=0,159+0,002X_1+0,007X_2+0,03X_3+0,009X_{12}+0,003X_{13}+0,01X_{23}-0,004X_{11}+0,005X_{22}+0,002X_{33}$ | | | | | |

KT: Kareler toplamı, df: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması *Anlamlılık düzeyi p<0,05

Kyade ve Jagtap (2019) tarafından yapılan çalışmada çığ nohutun toplam flavonoid miktarı 0,97 mg kuersetin eşdeğeri QE/g KM iken 48 saatlik çimlenme sonucunda toplam flavonoid miktarı 1,29 mg QE/g olduğu sonucuna varılmıştır. Fouad ve Rehab (2015), mercimek tohumlarındaki toplam flavonoid içeriğinin süre artışı ile kademeli olarak arttığını ve altı günlük çimlenmeden sonra maksimum seviyeye (4,96 mg KE/g) ulaştığını bildirmiştir. Lin vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada soya fasulyesi 25 °C' de 4 gün çimlendirilmiştir. Çalışmada çimlendirme süresi arttıkça toplam flavonoid miktarı arttığı belirlenmiştir. Çimlenme süresi boyunca toplam flavonoid içeriğindeki benzer artışlar, bazı araştırmacılar tarafından maş fasulyesi için de saptanmıştır (Kim vd. 2012; Pajak vd. 2014).



Şekil 3.2. Çimlendirme koşullarının toplam flavonoid miktarı üzerine olan etkisini gösteren 3D grafiği (a: ıslatma süresi-çimlendirme sıcaklığı, b: ıslatma süresi-çimlendirme süresi, c: çimlendirme sıcaklığı-çimlendirme süresi)

Mevcut çalışmada optimum koşul için Quadratic modelin öngördüğü toplam flavonoid miktarı 0,20 mg KE/g KM' dir. Yapılan analizler sonucunda optimum koşul için toplam flavonoid miktarının deneysel sonucunun 0,22 mg KE/g KM ve KN örneğinin toplam flavonoid miktarı ise 0,12 mg KE/g KM olduğu tespit edilmiştir. Optimum koşula göre (ıslatma süresi; 17,02 saat, çimlendirme sıcaklığı; 29,98 °C, çimlendirme süresi 71,41 saat) çimlendirilen nohutların toplam flavonoid madde miktarında KN örneğine kıyasla %83,33 oranında bir artış meydana geldiği saptanmıştır. Bu sonuca benzer şekilde Mamilla ve Mishra (2017) tarafından yapılan çalışmada 30 °C' de 5 gün boyunca çimlendirilmiş nohutların toplam flavonoid miktarında çimlenmemiş nohuta kıyasla %47,61 oranında artış olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar nohutta flavonoid miktarı 30 °C' de artarken, kırmızı mercimek ve barbunyanın flavanoid miktarının ise 40 °C' de arttığı belirtmektedir. Bunun nedeninin çimlenme oranlarının sıcaklığa bağlılığındaki farklılıklar olabileceği belirtilmektedir.

3.1.3. DPPH Radikal Süpürme Aktivitesi

Deneme noktalarında ve OKÇN örneklerinin DPPH radikalının %50'sini inaktive edebilmeleri için gerekli miktarları (mg/mL) IC₅₀ değeri şeklinde ifade edilmiştir. Buna göre IC₅₀ değerinin düşük olması örneklerin radikal süpürme aktivitesinin yüksek olması anlamına geldiği için optimizasyonda IC₅₀ değerinin minimum olması hedeflenmiştir. Çimlendirilmiş nohutların IC₅₀ sonuçları Tablo 3.1.' de gösterilmiştir. En yüksek antiradikal aktivitenin deneme noktaları arasından 24 saat suda bekletilen ve 30 °C' de 48 saat boyunca çimlendirilen (4. Deneme noktası) nohut örnekleri tarafından sergilendiği saptanmıştır (2,42 mg/mL).

Çimlendirilen nohut örneklerinin IC₅₀ değerlerini tespit etmede Quadratic modelin etkinliği önemli (p<0.05) ve R² değeri 0,93 bulunmuştur. Modelin IC₅₀ değerini tahminlemek için belirlenen regresyon eşitliği ve çimlendirme koşullarının IC₅₀ değeri üzerine etkisini gösteren ANOVA sonuçları Tablo 3.4' te gösterilmiştir. Buna göre çimlendirme sıcaklığının ve çimlendirme süresinin çimlendirilen nohut örneklerinin IC₅₀ değeri üzerine etkisi önemli (p<0,05) iken, ıslatma süresinin önemli bir etkisinin olmadığı (p>0,05) belirlenmiştir. Modele göre çimlendirme koşullarının ikili etkileşimlerinin (X₁₂, X₁₃ ve X₂₃) antiradikal süpürme aktivitesine etkisi önemsiz (p>0,05) bulunmuştur.

Yenilebilir tohumlar ve filizlerde çimlenmenin antioksidan aktiviteyi değiştirebildiği bilinmektedir. Çimlendirilmiş yenilebilir tohum ve filizlerin antioksidan kapasitesini değerlendirmek için farklı analiz metodları kullanılsa da çalışmaların çoğu çığ tohumlara kıyasla çimlendirilmiş örneklerin antioksidan kapasitelerinin arttığını ortaya koymaktadır. Antioksidan aktivitedeki bu artış, antioksidan vitaminler ve fenolikler gibi bazı antioksidan bileşiklerin artışı ile ilişkilendirilmektedir (Gan ve ark., 2017).

López-Amorós vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada mercimek, fasulye ve bezelye örnekleri 20 °C de 6 gün boyunca çimlendirilmiştir. Çalışmada fasulye ve bezelyede çimlendirme süresi uzadıkça antiradikal aktivitenin arttığı belirtilmiştir. Araştırmacılar antiradikal aktivite artışının en fazla fasulyede olduğunu ifade etmişlerdir. Fasulye tohumlarının 6 günlük çimlendirilme sonunda (IC₅₀; 7,5–7,7), çığ fasulyeden (IC₅₀; 19,9–20,8) daha yüksek bir antioksidan aktivite gösterdiğinin bildirilmiştir. Ancak çığ mercimek, çimlendirilmiş olanlardan daha fazla antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Antioksidan aktivitedeki bu azalmanın, antioksidanların ıslatma suyuna sızmasının yanı sıra polifenollerin karbonhidrat veya protein gibi diğer organik maddelerle bağlanmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Khandelwal vd., 2010). Ayrıca bitkilerin büyüme koşullarının, farklı biyotik ve abiyotik streslere yanıt olarak antioksidan birikimini de etkileyebileceği ifade edilmektedir (Gawlik-Dziki vd., 2012; McCunea ve Johns, 2007; Shetty, 2004).

Çimlendirme işleminin mercimeklerin fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisinin incelendiği bir diğer çalışmada 25 °C' de yapılan 6 günlük çimlendirmenin, çimlendirme süresi uzadıkça örneklerin fenolik ve flavonoid içeriğinin yanı sıra antioksidan aktivitenin de artmasına neden olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada antioksidan aktivite DPPH radikalinin %inhibisyonu olarak ifade edilmiştir. Çığ mercimek tohumlarında %40,76 olan inhibisyon oranının çimlenmiş mercimeklerde 2., 3., 4., 5. ve 6. günlerde %49,26-62,19 arasında değiştiği bildirilmiştir (Fouad ve Rehab, 2015).

Tablo 3.4. Çimlendirme koşullarının nohut örneklerinin DPPH üzerine etkisine ait ANOVA sonuçları

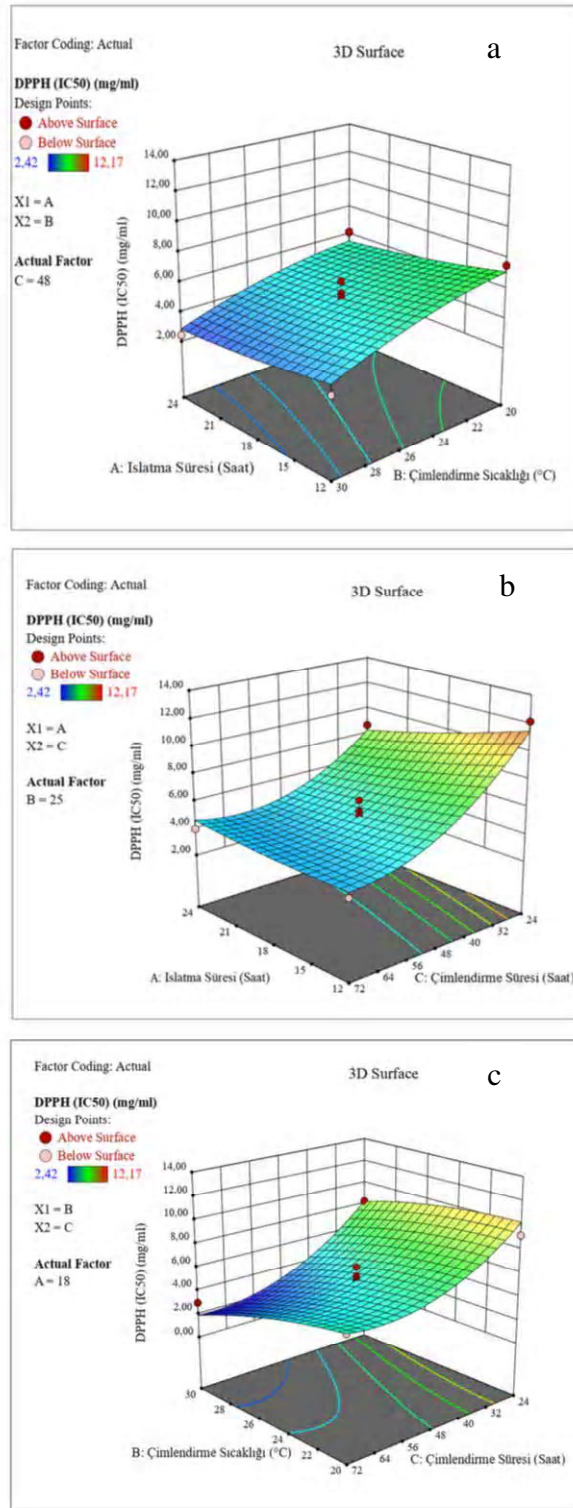
| Kaynak | KT | df | KO | F-değeri | P-değeri* |
|---|-------|----|-------|----------|---------------|
| Model | 99,61 | 9 | 11,07 | 10,44 | 0.0027 |
| X ₁ - ıslatma süresi(saat) | 3,93 | 1 | 3,93 | 3,71 | 0.0956 |
| X ₂ - Çimlendirme sıcaklığı (°C) | 16,72 | 1 | 16,72 | 15,77 | 0.0054 |
| X ₃ - Çimlendirme süresi (saat) | 60,12 | 1 | 60,12 | 56,70 | 0.0001 |
| X ₁₂ | 0,05 | 1 | 0,05 | 0,05 | 0.8336 |
| X ₁₃ | 3,33 | 1 | 3,33 | 3,14 | 0.1199 |
| X ₂₃ | 0,75 | 1 | 0,75 | 0,71 | 0.4278 |
| X ₁₁ | 0,14 | 1 | 0,14 | 0,13 | 0.7272 |
| X ₂₂ | 0,90 | 1 | 0,90 | 0,85 | 0.3878 |
| X ₃₃ | 13,87 | 1 | 13,87 | 13,08 | 0.0085 |
| Uyum eksikliği | 4,80 | 3 | 1,60 | 2,44 | 0.2044 |
| Standart sapma | 1,03 | | | | |
| Ortalama | 5,88 | | | | |
| R ² | 0,93 | | | | |

$$Y = 5,16 - 0,70X_1 - 1,45X_2 - 2,74X_3 + 0,11X_{12} + 0,91X_{13} - 0,43X_{23} + 0,18X_{11} - 0,46X_{22} + 1,81X_{33}$$

KT: Kareler toplamı, df: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması, *Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$

Optimize edilmek istenen çimlendirme koşullarının ikili etkileşimlerinin çimlendirilmiş nohutların IC₅₀ değerini nasıl etkilediği Şekil 3.3.'de 3D grafiklere ile gösterilmiştir. Bu grafiklere göre ıslatma süresinin tüm seviyelerinde çimlendirme sıcaklığı yükseldikçe IC₅₀ değerinde azalma meydana gelmiştir (Şekil 3.3.a). Aynı şekilde tüm ıslatma seviyelerinde çimlendirme süresi uzadıkça IC₅₀ değeri azalmıştır (Şekil 3.3.b). Ayrıca daha yüksek sıcaklıkta uzun süreli çimlendirme yapıldığında IC₅₀ değerinin azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 3.3.c).

Optimum koşullarda çimlendirme yapıldığında nohut örneklerinin IC₅₀ değerinin 1,85 mg/mL olması öngörülürken, deneysel sonucun 4,18 mg/mL olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra KN örneğinde IC₅₀ değeri 17,78 mg/mL olarak belirlenmiştir. Nohut örneklerinin model tarafından belirlenen optimum koşullara göre çimlendirilmesi durumunda KN örneğine kıyasla IC₅₀ değerinde %76,49 oranında bir azalma olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.3. Çimlendirme koşullarının DPPH üzerine olan etkisini gösteren 3D grafiği (a: ıslatma süresi-çimlendirme sıcaklığı, b: ıslatma süresi-çimlendirme süresi, c: çimlendirme sıcaklığı-çimlendirme süresi)

3.1.4. Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite

Çimlendirme koşulları optimize edilirken analiz edilen TEAC değerinin optimizasyon sonucunda maksimum olması hedeflenmiştir. Deneme noktalarında ve optimum noktada çimlendirilmiş nohut örneklerine ait TEAC sonuçları Tablo 3.1' de gösterilmiştir. Deneme noktalarından 4 numaralı noktaya göre çimlendirme yapıldığında nohut örneklerinin en yüksek antioksidan aktiviteye (17,24 $\mu\text{mol TE/mg KM}$) sahip olduğu saptanmıştır.

TEAC için Quadratic modelin etkinliği önemli ($p < 0,05$) ve $R^2 = 0,95$ bulunmuştur. Modelin IC_{50} değerine ait tahmin denklemi ve çimlendirme koşullarının nohut örneklerinin TEAC değeri üzerine etkisini ortaya koyan ANOVA sonuçları Tablo 3.5' te gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre çimlendirme sıcaklığının ve çimlendirme süresinin çimlendirilen nohut örneklerinin TEAC değeri üzerine etkisi önemli ($p < 0,05$) iken, ıslatma süresinin etkisi önemsizdir ($p > 0,05$). Modele göre çimlendirme koşullarının ikili etkileşimlerinin (X_{12} , X_{13} ve X_{23}) çimlendirilen nohut örneklerinin antioksidan kapasitesi üzerine etkisi önemsiz ($p > 0,05$) bulunmuştur. Faktörler arasında TEAC değeri üzerine en etkili olan faktör çimlendirme süresi ($p < 0,0001$) olarak tespit edilmiştir.

Tablo 3.5. Çimlendirme koşullarının nohut örneklerinin TEAC değeri üzerine olan etkisine ait ANOVA sonuçları

| Kaynak | KT | df | KO | F-değeri | P-değeri* |
|--|-------|----|-------|----------|---------------|
| Model | 64,13 | 9 | 7,13 | 16,02 | 0.0007 |
| X_1 - ıslatma süresi(saat) | 0,14 | 1 | 0,14 | 0,32 | 0.5920 |
| X_2 - Çimlendirme sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) | 7,16 | 1 | 7,16 | 16,09 | 0.0051 |
| X_3 - Çimlendirme süresi (saat) | 51,22 | 1 | 51,22 | 115,15 | < 0.0001 |
| X_{12} | 0,04 | 1 | 0,04 | 0,09 | 0.7678 |
| X_{13} | 1,70 | 1 | 1,70 | 3,83 | 0.0914 |
| X_{23} | 1,02 | 1 | 1,02 | 2,30 | 0.1731 |
| X_{11} | 2,22 | 1 | 2,22 | 4,98 | 0.0607 |
| X_{22} | 0,11 | 1 | 0,11 | 0,25 | 0.6296 |
| X_{33} | 0,33 | 1 | 0,33 | 0,74 | 0.4190 |
| Uyum eksikliği | 2,57 | 3 | 0,86 | 6,24 | 0.0546 |
| Standart sapma | 0,67 | | | | |
| Ortalama | 13,23 | | | | |
| R^2 | 0,95 | | | | |

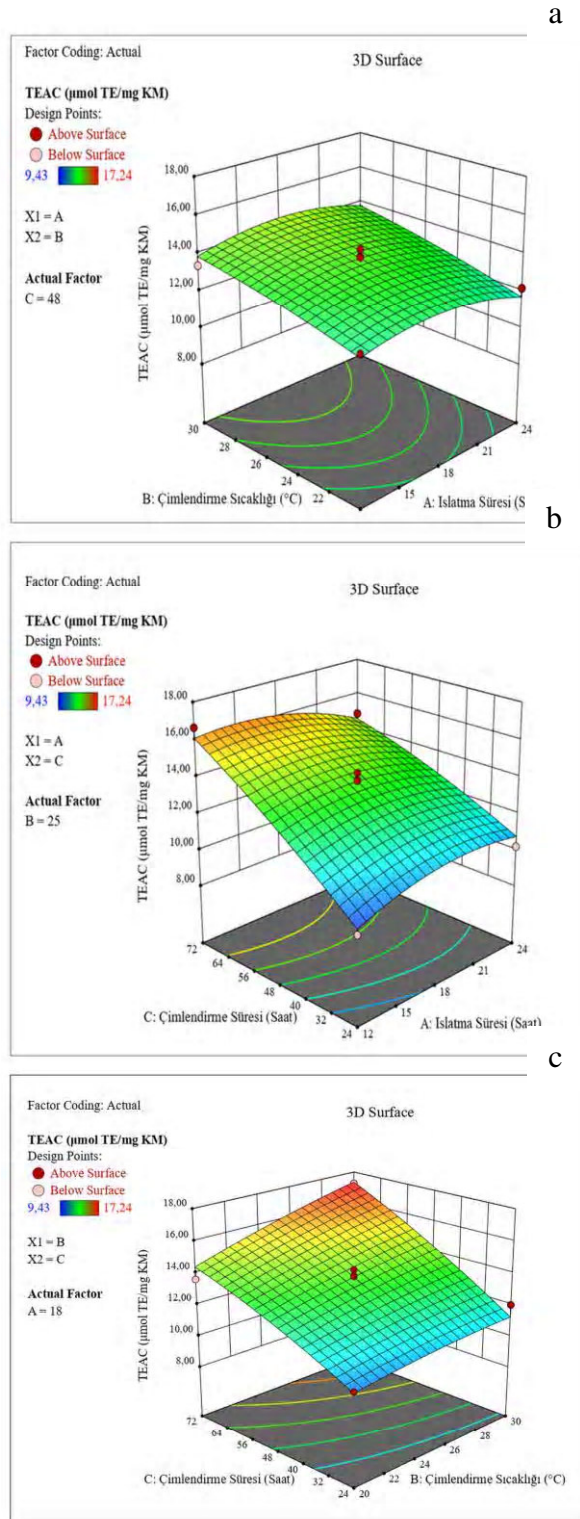
$$Y = 13,78 - 0,13X_1 + 0,95X_2 + 2,53X_3 + 0,10X_{12} - 0,65X_{13} + 0,51X_{23} - 0,73X_{11} - 0,16X_{22} - 0,28X_{33}$$

KT: Kareler toplamı, df: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması, *Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$

Çimlendirme koşullarının TEAC değerine olan etkilerini gösteren 3D grafiklere Şekil 3.4.'te verilmiştir. Çimlendirme sıcaklığı sabit tutulduğunda ise ıslatma süresi ve çimlendirme süresi uzadıkça TEAC değeri artış göstermiştir (Şekil 3.4.b). Ayrıca Şekil 3.4.c.' de görüldüğü gibi daha yüksek sıcaklıkta uzun süreli çimlendirme yapıldığında nohutların TEAC değeri yükselmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi çimlendirme ile antioksidan kapasitenin artmasının nedeni çimlendirme ile nohutun antioksidan özellik gösteren polifenol bileşiklerin miktarının artmasıdır. Mevcut çalışmaya paralel olarak Fernandez-Orozco vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada nohut örneklerinin TEAC değerlerinin çimlendirme ile arttığı sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada çiğ nohut örneklerinin TEAC değeri 26,39 $\mu\text{mol TE/g KM}$ bulunurken çimlendirmenin 3. gününde örneklerin TEAC değeri 32,42 $\mu\text{mol TE/g KM}$ olarak saptanmıştır. Bu çalışmada antioksidan kapasiteye fenolik bileşiklerin dışında tokoferoller, askorbik asit ve indirgenmiş glutatyonun da katkısı olduğu bildirilmektedir.

Fernandez-Orozco vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada çimlenme süresine bağlı olarak soya fasulyesindeki antioksidan bileşiklerin ve antioksidan kapasitenin değişimi incelenmiştir. Çalışmada örnekler 4 gün boyunca 20 °C' de %99 bağıl nemde çimlendirilmiştir. Çalışma sonucunda çimlendirme süresi uzadıkça TFM miktarının arttığı ve antioksidan kapasitenin yükseldiği belirlenmiştir. Ayrıca çimlendirmenin 2., 3. ve 4. gününde yapılan analizlerde TEAC değerlerinin sırası ile 40,2, 41,9 ve 41,3 $\mu\text{mol TE/mg KM}$ olduğu tespit edilmiştir. Bir diğer çalışmada yeşil maş fasulyesi örnekleri 25 °C sıcaklıkta 5 gün boyunca çimlendirilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda örneklerin TEAC değerleri karşılaştırıldığında çiğ maş fasulyesinin 0. Gün çimlendirmedeki örneklerden daha yüksek TEAC değerine sahip olduğu bildirilmiştir. Ancak çimlendirmenin diğer günlerinde TEAC değerinin kademeli olarak artış gösterdiği belirlenmiştir (Gan vd. 2016).

Bu tez çalışmasında optimum koşullarda çimlendirildiğinde nohutun TEAC sonucunun 17,32 $\mu\text{mol TE/mg KM}$ olması öngörülmektedir. Optimum noktada çimlendirme yapıldığında TEAC deneysel sonucunun 17,00 $\mu\text{mol TE/mg KM}$ olduğu belirlenmiştir. KN grubunun TEAC değeri ise 9,27 $\mu\text{mol TE/mg KM}$ olarak tespit edilmiştir. Optimum koşullarda çimlendirilme yapıldığında nohut örneklerinin TEAC değeri KN' ye kıyasla %83,38 oranında arttığı belirlenmiştir.



Şekil 3.4. Çimlendirme koşullarının TEAC üzerine olan etkisini gösteren 3D grafiği (a: ıslatma süresi-çimlendirme sıcaklığı, b: ıslatma süresi-çimlendirme süresi, c: çimlendirme sıcaklığı-çimlendirme süresi)

Yapılan literatür taramasında nohutun çimlendirme koşullarının optimizasyonu ile ilgili çalışmaların sınırlı olduğu saptanmıştır. Bu çalışmalarda da faktör olarak yalnızca çimlendirme sıcaklığı ve süresinin incelendiği görülmüştür. Ayrıca bu çalışmalarda yalnızca optimum koşullarda çimlendirme yapıldığında yanıtların nasıl değiştiği değerlendirilmiş, 3D grafiklerle faktörlerin yanıtlara olan etkileri hakkında bilgi verilmemiştir. Örneğin, yapılan bir çalışmada çimlendirme koşullarını (sıcaklık ve süre) YYY ile optimize ederek nohutun antioksidan aktivitesini, TFM ve toplam flavonoid miktarını maksimum seviyeye getirmek amaçlanmıştır. Bu çalışmada optimum koşul; çimlendirme sıcaklığı: 34 °C ve çimlendirme süresi 171 saat olarak belirlenmiştir. Optimum koşulda nohutun TFM miktarının 2,17 mg GAE/g KM, toplam flavonoid miktarının 1,22 QE/g KM ve antioksidan aktivitesinin (ABTS) 14,43 µmol TE/g KM olduğu bildirilmiştir (Domínguez vd. 2016). Bir başka çalışmada çimlendirme öncesinde 8 saat suda bekletilen nohutun çimlendirilme koşulları optimize edilmeye çalışılmıştır. Faktör olarak sıcaklık (20-35 °C) ve süre (10-240 saat) seçilmiş ve nohutun çimlenmesi YYY ile optimize edilmiştir. Çalışmada optimum koşullarda çimlendirme yapılması durumunda nohutun antioksidan aktivitesinin, TFM ve toplam flavonoid miktarının maksimum olması amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda optimum çimlendirme koşullarında (sıcaklık; 33,7 °C ve süre; 171,4 saat) TFM değerinin 1,92 mg GAE/g KM, toplam flavonoid miktarının 1,19 QE/g KM ve antioksidan aktivitenin 14,87 µmol TE/g KM olarak bulunduğu belirtilmiştir (Domínguez vd., 2018).

Paucar-Menacho vd. (2017) tarafından yapılan çalışmadan çimlendirme ile kinoanın biyoaktif bileşenlerinin miktarını ve antioksidan kapasiteyi maksimize etmek amacıyla YYY ile optimizasyon yapmışlardır. Çalışmada sıcaklık (12-28 °C) ve süre (12-72 saat) faktör olarak seçilmiş ve bu faktörlerin TFM ve ORAC değerleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda çimlendirme sıcaklığı arttıkça ve çimlendirme süresi uzadıkça TFM miktarının sırasıyla 20-22 °C ve 42-44 saate kadar arttığı, daha sonra azaldığı belirtilmiştir. Kinoa çimlenmesi sırasında TFM seviyesindeki artış, bu süreçte yeni fenolik bileşiklerin sentezlenmesi ile ilişkilendirilmiştir (Kim vd., 2016). Bununla birlikte, kinoa tohumları, hücre duvarı yapısal bileşenlerinde ve çubuk şeklindeki yapısal proteinlerde kovalent olarak bulunan yüksek oranda çözünmeyen fenolik içermektedir (Tang vd., 2016). Çimlenmenin erken evrelerinde hücre duvarındaki protein ve karbonhidratların bozunması nedeniyle bağlı fenoliklerin salındığı, ancak çimlenme

süresinin artmasıyla birlikte yeni çözünür fenolik bileşiklerin sentezlendiği ve hücre duvarına salgılanarak yeni bağlı fenolikler oluşturduğu bildirilmiştir (Gan vd., 2017). Bu nedenle, salınım ve konjugasyon hızlarına bağlı olarak bağlı fenoliklerin içeriği ve bazı bağlı fenolik bileşiklerin ekstrakte edilebilir serbest fenolik formlara dönüştürülmesi fenolik seviyelerinde artışa neden olabilmektedir (Paucar-Menacho vd., 2017). Bu çalışmada ayrıca TFM miktarı ile ORAC değerleri arasında pozitif korelasyon olduğu ve çimlenme sıcaklığı ve süresi arttıkça antioksidan kapasitenin arttığı bildirilmiştir. Antioksidan aktivitedeki artış TFM' nin yanı sıra çimlenme sırasında arttığı tespit edilen C vitamini gibi diğer antioksidan bileşiklerden de kaynaklanabilmektedir (Gan vd., 2016).

Ruiz-Hernández vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada çimlendirme sıcaklığı (20-35°C) ve çimlendirme süresi (10-28 saat) faktör olarak; TFM, ferulik asit miktarı ve TEAC değerleri ise yanıt olarak seçilmiş ve sorgum örneklerinin çimlendirilme koşulları YYY kullanılarak optimize edilmiştir. Optimizasyonda çimlendirme sıcaklığının artması ve süresinin uzaması ile sorgum örneklerinin TFM miktarının ve TEAC değerinin arttığı belirlenmiştir. Bu durum suyun emilmesi ile tahılın metabolik aktivasyonu neticesinde solunum hızının artmasına bağlanmıştır. Ortaya çıkan enerji talebi α -amilaz, lipazlar ve proteazların aktive olması ile nişasta, lipidler ve proteinlerden karşılanmaktadır. Bu bileşiklerin parçalanması ile bağlı olan fenolik bileşikler serbest kalmaktadır. Literatürde benzer şekilde çimlendirme sıcaklığı ve süresinin artması ile TFM miktarının ve antioksidan kapasitenin arttığı sonucunun elde edildiği amaranth, kinoa ve mısır ile ilgili çalışmalara da ulaşmak mümkündür (Paucar Menacho vd., 2017; Paucar-Menacho vd., 2018)

3.1.5. Toplam Diyet Lifi Miktarı

Çimlendirme koşulları optimize edilirken nohut örneklerinin çimlendirme işlemi ile TDL miktarının maksimum olması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda deneme noktalarında ve optimum noktada çimlendirilmiş nohut örneklerine ait TDL sonuçları Tablo 3.1' de verilmiştir. Deneme noktalarından 4 numaralı noktaya göre çimlendirme yapıldığında nohut örneklerinin %26,25 değeri ile maksimum TDL içeriğine) sahip olduğu saptanmıştır.

Çimlendirilen nohut örneklerinin TDL içeriğinin tahminlenmesinde Quadratic modelin etkinliğinin önemli ($p<0.05$) ve modelin R^2 değerinin 0,90 olduğu belirlenmiştir. Modelin TDL oranına ait tahmin denklemi ve çimlendirme koşullarının nohut örneklerinin TDL oranına etkisini gösteren ANOVA sonuçları Tablo 3.6' da gösterilmiştir. Bu sonuçlar çimlendirme sıcaklığının ve çimlendirme süresinin, çimlendirilen nohut örneklerinin TDL oranına etkisinin önemli ($p<0,05$) olduğunu, ıslatma süresinin etkisinin ise önemsiz ($p>0,05$) olduğunu ortaya koymuştur. Çimlendirme koşullarının ikili etkileşimlerinin TDL' ye etkisi incelendiğinde ikili etkileşimlerden X_{12} ve X_{13} etkisinin anlamsız ($p>0,05$), X_{23} etkisinin önemli ($p<0,05$) olduğu görülmüştür. ANOVA tablosuna göre TDL içeriği üzerinde en etkili faktörün çimlendirme sıcaklığı olduğu ($p=0,0015$) olduğu görülmüştür.

Çimlendirme koşullarının çimlendirilmiş nohutların TDL içeriğine olan etkilerini gösteren grafikler Şekil 3.5' te verilmiştir. Bu grafikler incelendiğinde 18. saatten sonra çimlendirme sıcaklığındaki artışa bağlı olarak nohutların TDL içeriğinin arttığı sonucuna ulaşılmaktadır (Şekil 3.5.a). Nohutları çimlendirme süreleri uzadıkça örneklerin TDL miktarının arttığı saptanmıştır (Şekil 3.5.b). Ayrıca Şekil 3.5.c' de verilen grafikte artan çimlendirme sıcaklığı ile uzayan çimlendirme süresi çimlendirilmiş nohut örneklerinin TDL miktarında artışa sebep olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, ıslatma ve çimlendirme süresinin uzaması ile nohutun çözünmez (selüloz, hemiselüloz ve lignin) ve çözünür (pektin) diyet lif fraksiyonlarının arttığı belirtilmektedir (Vasishta ve Srivastava, 2013). TDL miktarındaki artışın, çimlenme sırasında hücre duvarı gelişiminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

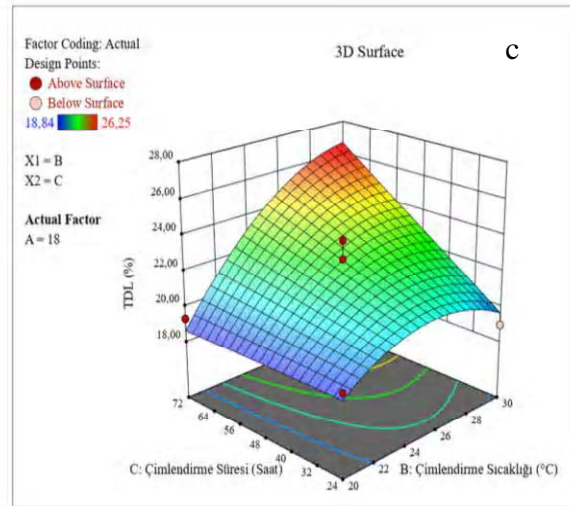
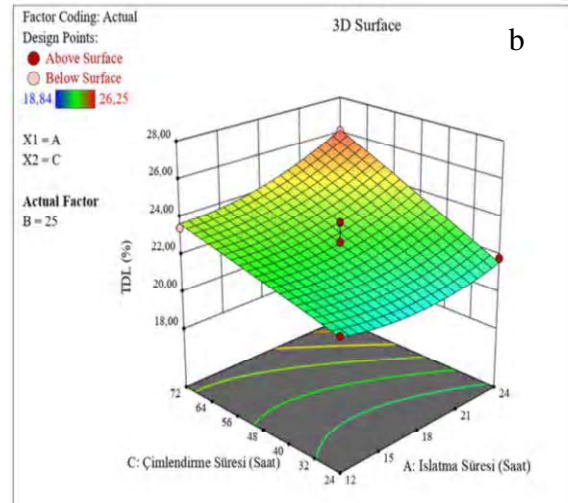
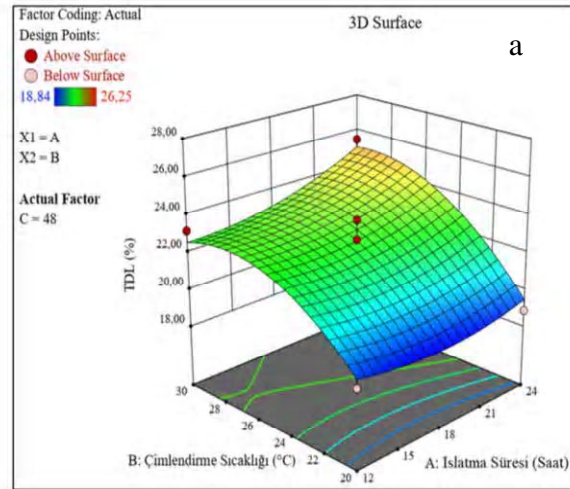
Farklı materyallerin çimlendirildiği çalışmalarda da çimlendirme işleminin örneklerdeki TDL miktarını arttırdığı belirlenmiştir. Örneğin; bezelye (Martín-Cabrejas vd., 2003), fasulye (Duenas vd., 2016), barbunya, maş fasulyesi, soya fasulyesi ve yer fıstığının (Benitez vd., 2013) çimlendirme işlemi ile TDL miktarlarının arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Çimlenme sürecinde, tohumların hücre duvarı polisakaritlerinin yapısının değişmesi ve hücre duvarı biyosentezinin yeni diyet lifi üretimine neden olabileceğinden, TDL miktarının arttığı belirtilmektedir (Martín-Cabrejas vd., 2003).

Tablo 3.6. Çimlendirme koşullarının nohut örneklerinin TDL miktarı üzerine olan etkisine ait ANOVA sonuçları

| Kaynak | KT | df | KO | F-değeri | P-değeri* |
|--|-------|------|-------|----------|-----------|
| Model | 94,06 | 9,00 | 10,45 | 6,91 | 0.0092 |
| X ₁ - Islatma süresi(saat) | 3,46 | 1,00 | 3,46 | 2,29 | 0.1740 |
| X ₂ - Çimlendirme sıcaklığı (°C) | 38,82 | 1,00 | 38,82 | 25,66 | 0.0015 |
| X ₃ - Çimlendirme süresi (saat) | 22,89 | 1,00 | 22,89 | 15,13 | 0.0060 |
| X ₁₂ | 1,28 | 1,00 | 1,28 | 0,85 | 0.3876 |
| X ₁₃ | 1,38 | 1,00 | 1,38 | 0,91 | 0.3720 |
| X ₂₃ | 13,11 | 1,00 | 13,11 | 8,67 | 0.0216 |
| X ₁₁ | 1,61 | 1,00 | 1,61 | 1,07 | 0.3361 |
| X ₂₂ | 11,90 | 1,00 | 11,90 | 7,87 | 0.0264 |
| X ₃₃ | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 0.9643 |
| Standart sapma | 1,23 | | | | |
| Ortalama | 22,13 | | | | |
| R ² | 0,90 | | | | |
| $Y = 22,65 - 0,66X_1 + 2,20X_2 + 1,69X_3 + 0,57X_{12} + 0,59X_{13} + 1,81X_{23} + 0,62X_{11} - 1,68X_{22} - 0,028X_{33}$ | | | | | |

KT: Kareler toplamı, df: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması, *Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$

Hübner vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada arpa ve yulafıta bulunan bazı biyoaktif bileşiklerin içeriğinde çimlenme koşullarının neden olduğu değişiklikler analiz edilmiştir. Çalışmada tahıl örnekleri iki boyutlu merkezi kompozit tasarımı kullanılarak 2-6 günlük süre boyunca 10-20 °C arasındaki sıcaklıklarda çimlendirilmiştir. Çalışmada iki tahıl içinde çözünmez diyet lifi miktarı çimlendirme süresi uzadıkça artmıştır. Bu artışın nedeni solunum nedeniyle nişasta gibi bileşiklerin kaybı ile açıklanmıştır. Ayrıca bu çalışmada arpa için kısa çimlenme süreleri uygulandığında çözünür diyet lifi miktarlarının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Uzun çimlenme periyotlarının, çözünür diyet liflerinin, özellikle beta-glukan' ın bozulmasına neden olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte, yulaf için uzun çimlendirme yapılmasının çözünmeyen lif içeriğini arttığı tespit ifade edilmiştir.



Şekil 3.5. Çimlendirme koşullarının TDL üzerine olan etkisini gösteren 3D grafiği (a: ıslatma süresi-çimlendirme sıcaklığı, b: ıslatma süresi-çimlendirme süresi, c: çimlendirme sıcaklığı-çimlendirme süresi)

Nohut örneklerinin optimum koşullarda çimlendirildiğinde TDL içeriklerinin %26,27 olacağı tahmin edilmektedir. Optimum noktada çimlendirme yapıldığında ise çimlendirilmiş nohutta %27,58 oranında TDL tespit edilmiştir. KN örneğinin TDL içeriği ise %15,82 olarak tespit edilmiştir. Optimum noktada çimlendirme ile nohut örneğinin TDL miktarı %42,63 oranında artış göstermiştir. Çalışmamızın TDL sonuçlarına paralel şekilde, Domínguez-Arispuro vd. (2018) tarafından yapılan çimlendirme koşullarının optimizasyonu ile ilgili çalışmada optimum koşulda çimlenen desi tipi nohut örneğinin TDL miktarları çimlendirilen ve kontrol olarak değerlendirilen örneklerde sırası ile %33,79 KM ve %29,29 KM olarak tespit edilmiştir. TDL miktarının çimlendirilen örneklerde kontrole kıyasla %13,31 oranında arttığı belirlenmiştir.

3.2. Eriştede Yapılan Analizler

3.2.1. Genel Bileşim Analizleri

Erişte örneklerin nem, kül ve protein miktarları Tablo 3.7' te verilmiştir. Kontrol örneği ile OKÇN unu katkılı erişte örneklerinin nem miktarları arasında istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bir fark bulunmuştur. OKÇN unu katkısının artması ile birlikte erişte örneklerinin nem içeriği düşük düzeyde de olsa artış eğilimi göstermiştir. Kontrol, %10, %20 ve %30 oranında OKÇN unu içeren erişte örneklerinin nem içerikleri sırası ile şu şekildedir; %8,15, %8,55, %9,33 ve %9,46.

Tablo 3.7. Erişte örneklerinin genel bileşimi n=6.

| Örnek | Nem (%) | Kül (%) | Protein (%) |
|--------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Kontrol (%0) | 8,15±0,02 ^b | 2,34±0,04 ^b | 13,50±0,68 ^c |
| 10% | 8,55±0,14 ^b | 2,38±0,01 ^{ab} | 15,01±0,45 ^{cb} |
| 20% | 9,33±0,16 ^a | 2,41±0,01 ^{ab} | 15,92±0,13 ^b |
| 30% | 9,46±0,49 ^a | 2,47±0,08 ^a | 16,90±0,24 ^a |

Aynı sütunda farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden önemli düzeyde farklıdır ($p<0,05$).

Tüm erişte formülasyonlarında aynı miktarda su kullanılmıştır. Bu durumda katkı oranı arttıkça nem oranının artması, OKÇN ununun buğday ununa kıyasla daha fazla su tutması kaynaklı olabilir. Kontrol erişte ile %30 OKÇN unu katkılı erişte örneklerinin kül miktarı

arasında istatistiksel olarak anlamlı ($p>0,05$) fark bulunmuştur. Örneklerde katkı oranı arttıkça kül miktarı az da olsa artış göstermiştir. Erişte örneklerinin protein miktarları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) olduğu belirlenmiştir. Örneklerde OKÇN unu miktarı arttıkça örneklerin protein miktarı da artmıştır. Nohut unlarının buğday ununa göre daha fazla protein içermesi sebebiyle, erişte örneklerinde nohut unu oranı arttıkça protein miktarının da arttığı tespit edilmiştir. Demir (2008) tarafından yapılan çalışmada nohut ununun ilave miktarı arttıkça eriştelerin nem, kül ve protein miktarının arttığı belirtilmiştir. Lee vd. (1998) nohut unu katkılı noodle örnekleri içinde benzer sonuçları elde etmişlerdir.

3.2.2. Pişme Analizleri

Erişte örneklerinin son ürün kalitesinin ortaya konması açısından pişme süresi, ağırlık artışı, haçim artışı ve suya geçen kuru madde miktarları tespit edilmiştir. Bunlara ait sonuçlar Tablo 3.8' de gösterilmektedir.

Tablo 3.8. Erişte örneklerinin pişme analizleri n=6

| Örnek | Pişme süresi (dk) | Hacim artışı (%) | Ağırlık artışı (%) | Suya geçen kuru madde (%) |
|--------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Kontrol (%0) | 10,84±0,52 ^a | 236,61±14,18 ^a | 180,37±9,06 ^a | 5,17±0,33 ^a |
| 10% | 6,55±0,26 ^b | 231,55±8,87 ^a | 171,83±13,29 ^a | 5,33±0,29 ^a |
| 20% | 5,34±0,11 ^c | 229,17±24,50 ^a | 156,25±5,45 ^b | 5,60±0,31 ^{ab} |
| 30% | 5,69±0,35 ^c | 224,40±11,33 ^a | 154,81±4,91 ^b | 5,84±0,24 ^b |

Aynı sütunda farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden önemli düzeyde farklıdır ($p<0,05$).

Erişte ve makarna gibi ürünlerin pişme özellikleri tüketici kabul edilebilirliği açısından önem taşımaktadır. Optimum pişme süresinin belirlenmesi ürünün pişme özelliklerini de doğrudan etkilemektedir. Yapılan analizler sonucunda OKÇN unu ilave edilen örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark ($p<0,05$) bulunmuştur. Kontrole göre yapılan kıyaslama sonucunda %20 ve %30 katkılı örneklerde eriştelerin pişme süresi yaklaşık yarı yarıya düşmüştür. Böylelikle OKÇN unu katkısının pişirme süresini önemli ölçüde azalttığı sonucuna varılmıştır. OKÇN unu katkı oranı arttıkça erişte örneklerinin optimum

pişme süresi azaldığı görülmüştür. Kontrol erişte örneğinin optimum pişme süresi ortalama 10,84 dakikadır.

Bu tez çalışmasına paralel olarak nohutun erişte kalitesine etkisinin incelendiği bir çalışmada, tam buğday unundan üretilen eriştelerin pişme süresi 11 dk olarak bulunurken, %10 ve %20 nohut unu katkılı eriştelerin pişme süresi 7 dk olarak belirlenmiştir (Kaya, 2018). Bu çalışmada pişme süresinin karışım içerisindeki glüten miktarının azalması nedeniyle kısaldığını belirtilmiştir. Mevcut çalışmanın askine Liu vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada eriştede çimlendirilmiş maş fasulyesi unu oranı arttıkça pişme süresi uzamıştır. Yazarlar bu durumun düşük su emme oranına bağlı olabileceğini öne sürmüşlerdir. Ayrıca, çimlenmiş maş fasulyesinin amiloz içeriğindeki artışın, jelatinleşme sıcaklığının artmasına neden olduğu, bunun sonucunda da eriştenin pişme süresinin uzadığı ifade edilmiştir.

Kuru ve pişmiş erişte örneklerinin ağırlıkları arasındaki fark % ağırlık artışı olarak ifade edilmiştir. OKÇN katkı oranı arttıkça pişmiş eriştelerdeki ağırlık artışının azaldığı tespit edilmiştir. Nitekim suya geçen kuru madde değerleri incelendiğinde OKÇN unu katkısının artması ile suya geçen madde miktarında da istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) bir artış bulunmuştur. Bu nedenle OKÇN unu katkı oranı arttıkça ağırlık artışının düşük oranda seyretmesinin nedenlerinden biri olarak bu durum söylenebilir. Ayrıca hacim artışının istatistiksel olarak önemsiz ($p > 0,05$) bulunması nedeniyle OKÇN unu ilaveli örneklerin kontrol örneğe göre benzer hacimde fakat daha az ağırlıkta olduğu söylenebilir.

Bu tez çalışmasında elde edilen bu sonuçlar önceki çalışmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir. Zhao vd. (2005) spagetti formülasyonuna nohut unu ilave ettikleri çalışmalarında artan nohut unu oranına bağlı olarak örneklerin ağırlık artışlarında azalma gözlemlenmişlerdir. Demir (2008), nohut unu ile erişte ve kuskus üretimi gerçekleştirdiği çalışmasında, ikame oranının artması ile erişte örneklerinin su absorpsiyonunda önemli bir azalmanın olduğunu bildirmiştir. Mevcut çalışmamızdaki erişte örneklerinde meydana gelen ağırlık artışındaki düşüşün, buğday unundaki yüksek su tutma kapasitesine sahip glutenin nohut unu ilavesi sonucunda nispi olarak azalması ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir (Okur, 2020).

Kuru ve pişmiş erişte örneklerinin hacimleri arasındaki fark % hacim artışı olarak ifade edilmiştir. Tablo 3.8' de görüldüğü gibi kontrol erişte, %10, %20 ve %30 oranında çimlendirilmiş nohut unu ilave edilen erişte örneklerinin % hacim artışları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur. Erişte örneklerinin hacim artışı ilave edilen çimlendirilmiş nohut unu miktarı arttıkça düşüş göstermiştir. Çimlendirilmiş nohut unu içermeyen kontrol örneğinin hacmi pişirildikten sonra ortalama %236,6 artarken, %30 oranında OKÇN unu ilave edilen erişte örneğinin hacmi ortalama %224,40 artmıştır.

Pişmiş örneklerin hacim artışına ait sonuçlar literatürde bulunan sonuçlar ile uyum göstermektedir. Yılmaz (2019), çalışmasında erişte formülasyonuna farklı baklagil ve yenilebilir böcek unu ilave etmiştir. Kontrol ürün ile mercimek ve fasulye unları ilave edilmiş erişte örneklerinin hacim artışı oranındaki farklılıkların önemsiz olduğu belirlenmiştir. Karabuğday ununun eriştelerin pişme kalitesi ve kimyasal özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, %20'nin üzerinde karabuğday unu içeren eriştelerin hacim artış değerleri kontrol numunesine göre önemli ölçüde azaldığı kaydedilmiştir (Bilgiçli, 2009). Yapılan bir çalışmada çölyak hastaları için baklagil unları ile zenginleştirilmiş mısır erişteleri üretimi yapılmıştır. Erişte formülasyonundaki nohut unu oranı arttıkça örneklerin hacim artışının istatistiksel olarak azaldığı tespit edilmiştir (Savtekin, 2014).

Erişte örneklerinin suya geçen kuru madde sonuçları incelendiğinde istatistiksel olarak yalnızca %30 katkılı eriştelerin suya geçen kuru madde miktarı farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Kontrol, %10, %20, ve %30 katkılı erişte örneklerinin suya geçen kuru madde miktarları sırasıyla %5,17, %5,33, %5,60 ve %5,84 olarak tespit edilmiştir. Erişte örneklerinde çimlendirilmiş nohut unu miktarı arttıkça suya geçen kuru madde miktarı da artış göstermiştir.

Nohut ununun geleneksel erişte ve kuskus üretiminde kullanım imkânlarının araştırıldığı bir çalışmada, ikame edilen nohut unu miktarındaki artış ile üründeki suya geçen kuru madde oranının yükseldiği belirlenmiştir (Demir 2008). Okur (2020) çalışmasında, kontrol erişte örneğinin suya geçen madde miktarını %4,78 olarak belirlerken, %10 ve %20 nohut unu ilavesi sonucunda bu değerlerin yükseldiğini ve sırasıyla %5,40 ve %5,73 olduğunu tespit etmiştir. Makarnada suya geçen madde miktarı için kabul edilebilir

sınırın %8 olduğu belirtilmekte olup (Özyurt vd., 2015), Bu tez çalışmasındaki erişte örneklerin suya geçen madde miktarının belirlenen değerin altında olduğu belirlenmiştir.

Bazı araştırmacılar suya geçen kuru madde miktarındaki kaybın nedenini şu şekilde açıklamışlardır; erişte pişirme işleminde amiloz, çözünür sakkaritler ve protein suda çözülmektedir. Bu nedenle pişirme suyu bulanıklaşıp koyu kıvamlı hale gelmektedir. Çimlenmiş tohumun artan oranlarda ilavesi, piştikten sonra yapıdan dışarı çıkan çözünür protein ve küçük moleküllü şeker içeriğini arttırmakta ve sonuç olarak pişirme kaybı oranı da artmaktadır. Ayrıca yazarlar pişirme kaybı oranı ile daha fazla çimlenmiş maş fasulyesi unu ilave edildikten sonra artan protein içeriği arasında bir negatif korelasyon olduğunu bildirmişlerdir (Lin vd., 2010; Lu ve Lin 2011). Erişte ve erişte benzeri ürünlerde pişme esnasında ağ yapısının oluşmasında gluten proteinin önemli etkisi bulunmaktadır. Nohutta diğer baklagiller gibi gluten proteini içermemektedir (FAO, 2016). Erişte örneklerinde nohut ununun artması ile eriştede gluten miktarı nisbi olarak azalmakta ve ağ oluşturma yeteneği de kontrol eriştesine kıyasla düşük olmaktadır. Bu sebeple pişme kaybı daha fazla olabilmektedir (Lu ve Lin 2011).

3.2.3. Fiziksel Analizler

3.2.3.1. Renk

Kontrol ve OKÇN unu katkılı eriştelerin L^* , a^* ve b^* değerleri Tablo 3.9' da gösterilmiş olup erişte örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerlerinde istatistiki açıdan genel olarak anlamlı ($p<0,05$) bir fark olduğu belirlenmiştir. Erişte örneklerinde OKÇN unu miktarının artması ile L^* değeri azalırken a^* ve b^* değeri artmıştır. Erişte örneklerinde OKÇN unu miktarının artması ile L^* değeri azalmıştır. Buna göre erişte örneklerinin parlaklığı OKÇN unu ilavesi ile azalmıştır. Eriştelerde OKÇN unu ilavesine doğru orantılı olarak eriştelerin a^* ve b^* değerinin arttığı dolayısıyla eriştenin kırmızılık ve sarılık değerinin arttığı gözlenmiştir. Katkılı erişte örneklerinin kontrol eriştesine kıyasla toplam renk farkı OKÇN unu miktarı arttıkça yükselmiştir. %10 katkılı erişte örneği ile %20 ve %30 katkılı örneklerinin toplam renk farkları istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Tablo 3.9. Erişte örneklerinin renk özellikleri n=6

| Örnek | L^* | a^* | b^* | Toplam renk farkı (ΔE) |
|--------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Kontrol (%0) | 70,35±0,62 ^a | 1,07±0,06 ^d | 25,46±1,03 ^c | - |
| 10% | 70,28±0,48 ^a | 1,43±0,09 ^c | 26,00±0,46 ^b | 0,86±0,29 ^b |
| 20% | 69,06±0,61 ^b | 1,90±0,35 ^b | 27,01±0,74 ^{ab} | 2,29±0,65 ^a |
| 30% | 68,65±0,79 ^b | 2,37±0,11 ^a | 27,28±0,49 ^a | 2,89±0,59 ^a |

Aynı sütunda farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden önemli düzeyde farklıdır ($p<0.05$).

Buğday ununa kıyasla nohut unu örneklerinin daha koyu ve sarı renkte olmasının, son erişte rengini direkt olarak etkilediği düşünülmektedir. Demir (2008) tarafından yapılan çalışmada nohutunun ($b^*=18,96$) buğday ununa ($b^*=8,88$) kıyasla daha sarı olduğu bildirilmiştir. Bu tez çalışmasında elde edilen renk değeri ile ilgili sonuçlar Lee ve vd. (1998) tarafından yapılan çalışmasında elde edilen renk değerleri ile paralellik göstermektedir. Yapılan başka bir çalışmada erişte örneklerine farklı oranlarda çimlendirilmiş maş fasulyesi unu katılmıştır. Bu çalışmada mevcut çalışmaya benzer şekilde L^* değerinin azaldığı, a^* ve b^* değerinin arttığı belirlenmiştir. Çalışmada eriştelerin renginin koyulaşmasının nedeni olarak çimlendirme ile nişastanın parçalanması neticesinde açığa çıkan glikoz ile artan protein miktarı görülmüştür (Liu vd., 2018). Çimlenme sırasında karbonhidratların parçalanması sonucunda ortaya çıkan ürünler eriştelerin kurutulmasıyla Maillard esmerleşme reaksiyonlarının oluşumunu desteklemiş olabilir (Prinyawiatkul vd., 1993). Sofi vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada renk değerlerindeki değişimin çimlendirilmiş nohut unu ile ilişkili olan pigmentlerden kaynaklı olduğu ifade edilmiştir.

3.2.3.2. Tekstür Analizi

Pişmiş erişte örneklerinin tekstür analiz sonuçları Tablo 3.10' da verilmiştir. İstatistiksel olarak erişte örneklerinin sertlik değerleri arasında önemli ($p<0,05$) bir fark belirlenmiştir. Kontrol örneği ile %20 ve %30 oranında OKÇN unu katılı örneklerin yapışkanlık değerlerinin farklı olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte erişte örneklerinin elastikiyetleri arasında istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bir fark görülmemiştir. Erişte içeriğindeki OKÇN unu miktarı arttıkça erişte daha sert ve yapışkan hale gelmiştir. Erişte örneklerinde OKÇN unu miktarı arttıkça su absorpsiyonu azaldığı için eriştelerin sertliği

artmış olabilir. Bazı araştırmacılar baklagil unu ile zenginleştirilmiş makarnanın (bakla, yeşil ve sarı bezelye, mercimek ve nohut) durum buğdayı makarnasına göre sert olduğunu bildirmişleridir (Petitot vd., 2010; Sissons vd., 2005; Zhao vd., 2005). Yazarlar, sertliğin artmasının bu baklagillerdeki daha yüksek protein içeriği ile ilişkili olabileceğini öne sürmüşlerdir. Rosa-Sibakov vd. (2016) ise yüksek proteinli makarnalarda (acı bakla, protein izolatu ve bakla unu gibi baklagil bileşenlerinin eklenmesiyle) kaydedilen daha düşük su absorpsiyonunun, makarnayı daha sert hale getirebileceğini bildirmiştir. Sobota vd. (2015) ise makarnanın daha uzun pişme süresinin, daha yüksek nem içeriğine katkıda bulunacağını ve makarna sertliğinde azalmaya neden olabileceğini ifade etmiştir. Erişte örneklerine kepek ilavesinin yapıldığı bir çalışmada mevcut tez çalışmasında benzer şekilde pişme kaybının artmasına bağlı olarak yapışkanlık değerinin arttığı belirlenmiştir (Karadeniz, 2007). Bir başka çalışmada erişte formülasyonunda artan lupin oranına bağlı olarak toplam diyet lifinin artması sonucunda yapışkanlığın artmış olabileceği düşünülmüştür (Jayasena ve Abbas, 2010).

Erişte örneklerinde kontrol örneği ile %30 oranında katkılı örneklerin sakızimsılık özellikleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür ($p<0,05$). OKÇN unu ilavesi arttıkça eriştelerin sakızimsılığı artmıştır. Erişte örneklerinin çiğnenebilirliği arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Erişte örneklerinde OKÇN unu miktarı arttıkça yapışıklık değerinde önemli bir değişiklik olmuştur (Tablo 3.10).

Tablo 3.10. Pişmiş erişte örneklerinin tekstürel özellikleri n=6

| Örnek | Sertlik Döngüsü (g) | Yapışkanlık (mJ) | Elastikiyet (mm) | Sakızimsılık (g) | Çiğnenebilirlik (mJ) |
|---------|------------------------------|------------------------|------------------|------------------------------|----------------------|
| Kontrol | 2589,25±257,13 ^c | 0,56±0,11 ^b | 0,86±0,07 | 1710,28±112,25 ^b | 14,37±1,19 |
| 10% | 3350,67±335,66 ^b | 0,92±0,41 ^b | 0,78±0,07 | 1749,72±98,32 ^{ab} | 13,35±1,56 |
| 20% | 3817,00±558,47 ^{ab} | 1,61±0,30 ^a | 0,75±0,11 | 1899,28±259,96 ^{ab} | 14,02±2,76 |
| 30% | 3987,42±347,24 ^a | 1,91±0,24 ^a | 0,78±0,11 | 2061,48±268,99 ^a | 15,73±3,61 |

Aynı sütunda farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden önemli düzeyde farklıdır ($p<0,05$).

El-Sohaimy vd. (2020), makarna örneklerinde buğday ununu farklı oranlarda nohut unu ile ikame etmişlerdir. Çalışmada nohut unu oranı arttıkça makarna örneklerinin sakızimsılık değerlerinin çalışmamızdaki sonuçlara benzer şekilde arttığı görülmüştür.

3.2.4. Duyusal Analiz

Erişte örneklerinin duyusal analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, genel olarak kontrol erişmeleri ve OKÇN unu katkılı örnekler arasında görünüş, yapı/tekstür, tat ve koku, genel beğenilirlik açısından önemli ($p<0,05$) bir fark görülmüştür (Tablo 3.11). Erişte örneklerinin panelistler tarafından analiz edilmesi istenen tüm özellikleri açısından OKÇN unu miktarı arttıkça daha az tercih edildiği belirlenmiştir. Duyusal analiz sonucunda örnekler arasında genel olarak en beğenilen erişte örneğinin kontrol erişte olduğu bulunmuştur. Bruno vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada makarna örneklerine %30 ve %40 oranından çimlendirilmiş nohut unu ilave edilmiştir. Yapıla tüketici testinde panelistler altılı hedonik skala ile değerlendirme yapmışlardır. Değerlendirme sonucunda genel beğenirlik açısından en yüksek puanı kontrol örneği alırken bunu sırasıyla %30 ve %40 çimlendirilmiş nohut ilaveli makarna örneklerinin takip ettiği belirtilmiştir.

Tablo 3.11. Erişte örneklerinin duyusal özellikleri n=30.

| Örnek | Görünüş | Yapı/Tekstür | Tat ve Koku | Genel Beğenilirlik |
|--------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Kontrol (%0) | 7,70±0,79 ^a | 7,70±0,92 ^a | 7,27±1,44 ^a | 7,56±0,81 ^a |
| 10% | 7,03±1,54 ^{ab} | 6,43±1,43 ^b | 6,33±0,88 ^b | 6,60±1,05 ^b |
| 20% | 7,33±0,88 ^{ab} | 7,17±0,87 ^{ab} | 5,97±1,45 ^b | 6,82±0,75 ^b |
| 30% | 6,77±1,22 ^b | 6,67±1,27 ^b | 5,80±1,21 ^b | 6,41±0,99 ^b |

Aynı sütunda farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden önemli düzeyde farklıdır ($p<0.05$).

4. BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Sonuç ve Öneriler

- ✓ Bu çalışmada nohut örneklerinin çimlendirilme koşulları Box-Behnken deneme desenine göre YYY ile optimize edilmiştir. Optimizasyonda ıslatma süresi (saat), çimlendirme sıcaklığı (°C) ve çimlendirme süresi (saat) faktör; TFM miktarı, toplam flavonoid miktarı, DPPH IC₅₀ değeri, TEAC ve TDL yanıt olarak seçilmiştir. Optimizasyon ile bu yanıtlardan TFM miktarı, toplam flavonoid miktarı, TEAC ve TDL değerlerinin maksimum olması amaçlanırken, DPPH IC₅₀ değerinin minimum olması hedeflenmiştir. Oluşturulan deneme desenine göre 17 çimlendirme noktası belirlenmiştir. Bu koşullarda çimlendirilen nohutlar üzerinde yanıtlara ait analizler yapılmıştır. Optimizasyon sonucunda nohutun optimum çimlendirme koşulları; ıslatma süresi; 17,02 saat, çimlendirme sıcaklığı; 29,98 °C ve çimlendirme süresi 71,41 saat olarak bulunmuştur.
- ✓ Çimlendirme parametreleri arasında yanıtlar üzerine en etkili faktörlerin çimlendirme sıcaklığı ve çimlendirme süresi olduğu belirlenmiştir. Islatıldıktan sonra kısa süreli (24 saat) ve düşük sıcaklıkta (20-25 °C) çimlendirilen nohutlarda TFM miktarının kontrol örneğine kıyasla daha az TFM miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir.
- ✓ KN örneğinde 1,18 mg GAE/g KM olan TFM miktarı OKÇN' de 2,50 mg GAE/g KM olarak bulunmuştur. Toplam flavonoid miktarının KN' de 0,12 mg KE/g KM iken OKÇN' de 0,22 mg KE/g KM, DPPH (IC₅₀) değerinin KN' de 17,78 mg/mL OKÇN' de 4,18 mg/mL, TEAC değerinin KN' de 9,27 µmol troloks/mg KMOKÇN' de 17,00 µmol troloks/mg KM ve TDL miktarının KN' de %15,82 KM OKÇN' de %27,58 KM olduğu tespit edilmiştir.

- ✓ Optimum koşullarda yapılan çimlendirme sonucunda TFM miktarı, toplam flavonoid miktarı, TEAC değeri ve TDL miktarında sırasıyla %111,86, %83,33, %83,38 ve %74,33 oranında bir artış belirlenirken; IC₅₀ değerinde ise %76,49 oranında bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar, optimum koşulda yapılan çimlendirme işlemi ile nohutların biyoaktif özelliklerinin iyileştiği ve sağlık açısından çok değerli bir unsur olan TDL miktarının da arttığını ortaya koymaktadır. Dolayısı ile çimlendirilen nohutların sağlık üzerine olası olumlu etkilerinin kontrole kıyasla daha iyi olabileceği söylenebilir.
- ✓ Literatürde var olan optimizasyon çalışmalarında yaklaşık 6 gün süren çimlendirme ile elde edilen nohutun TFM miktarı ve antioksidan aktivitesindeki artış, bu tez çalışmasında yapılan optimizasyonda 3 gün süre sağlanmıştır. Bu bağlamda tezde yapılan optimizasyon ile daha ekonomik bir çimlendirmenin gerçekleştirildiği kanaatine varılabilir.
- ✓ OKÇN unu erişteye %10, %20 ve %30 oranında ilave edilmiştir. Bir grup örnek ise OKÇN unu içermemekte olup, kontrol örneği olarak değerlendirilmiştir. Erişte örneklerinde katkı oranı arttıkça nem, kül ve protein miktarı artmıştır. Genel bileşim açısından en önemli değişim protein miktarında olmuştur. Eriştenin OKÇN unu katkı oranı %30' a çıkarıldığında kontrol eriştesine kıyasla protein miktarı %25,18 oranında artmıştır.
- ✓ Eriştelerin pişme kaliteleri değerlendirildiğinde, OKÇN unu katkı oranı arttıkça pişme süresinin kısaldığı saptanmıştır. Kontrol eriştesi optimum şekilde 10,84 dakikada pişerken, %10 katkılı eriştenin 6,55 dakikada piştiği belirlenmiştir. Katkı oranı %30 a çıkarıldığında ise pişme süresi 5,69 dakikaya gerilemiştir. OKÇN unu ilavesinin bir sonucu olarak ortaya çıkan bu hızlı pişme özelliğinin tüketici tarafından tercih edilebilen bir özellik olabileceği kanısına varılmıştır. Ayrıca %30 OKÇN unu ilave edilen erişte örneklerinin sanayide üretiminin yapılması durumunda elde edilen bu kısa süreli pişme özelliği ambalaj üzerinde özellikle belirtilmelidir.
- ✓ Pişme işleminden sonra erişte örneklerinin hacminde istatistiksel olarak önemli bir artış gözlenmezken ($p > 0,05$), pişmiş eriştelerin ağırlık artışının %187-%154

aralığında olduğu saptanmıştır. Suyu geçen kuru madde miktarındaki artış ise %5,17-%5,84 aralığında belirlenmiştir.

- ✓ Eriştelerin OKÇN unu miktarı arttıkça erişte daha mat ve koyu sarı görünüm kazanmıştır. Erişte örneklerini L^* değeri 68,65-70,35, a^* değeri 1,07-2,37 ve b^* değeri 24,56-27,28 arasında değişiklik göstermiştir. Katkılı erişte örneklerinin kontrol eriştesine kıyasla toplam renk farkı (ΔE) %10, %20 ve %30 katkıli erişteler için sırası ile 0,86; 2,29 ve 2,89 olarak belirlenmiştir. Katkılı örneklerin toplam renk farkları arasında önemli ($p < 0,05$) fark tespit edilmiştir. Tekstür analizi sonuçları OKÇN unu oranındaki artışın, eriştelerde daha sert ve yapışkan bir yapı oluşturduğunu ortaya koymaktadır.
- ✓ Duyusal analiz sonucuna göre en çok kontrol eriştesinin beğenildiği görülmüştür. OKÇN unu ilave edilen erişte örnekleri arasında ise genel beğenilirlik açısından istatistiksel olarak önemli bir fark tespit edilememiştir ($p > 0,05$).
- ✓ Bu tez çalışmasında üretilen erişte örneklerinden %10 oranında OKÇN unu ilave edilen erişte önerilmektedir. Çünkü OKÇN unu ilave edilen eriştelerde diğer eriştelere kıyasla suya geçen madde miktarı daha az ve ağırlık artışı daha fazladır. Duyusal açıdan da OKÇN unu ile katkılanan gruplar arasında bir fark yoktur. Bununla birlikte protein miktarı da kontrol eriştesine kıyasla %11,18 daha fazladır.

Bu araştırmanın sonuçları göz önüne alındığında aşağıdaki önerilerin yapılabileceği düşünölmektedir;

- ✓ Antinütrisyonel faktörler de yanıt olarak seçilerek bunların azaltılmasına yönelik bir optimizasyon çalışması yapılabilir.
- ✓ Farklı baklagillerde çimlendirme yöntemi ile biyoaktif özelliklerinin arttırılmasına yönelik optimizasyon çalışması yapılabilir.
- ✓ Çimlendirilmiş nohut ununun nişasta yapısı incelenebilir.
- ✓ OKÇN unu ilave edilen buğday unu karışımının fonksiyonel ve jelatinleşme özellikleri incelenebilir.

KAYNAKÇA

- AACC. 1999. International Total Dietary Fiber Method 32-05.01, 68-71.
- Acosta-Estrada, B. A., Gutiérrez-Urbe, J. A., Serna-Saldívar, S. O. 2014. Bound phenolics in foods, a review. **Food Chemistry**, **152**: 46-55.
- Ahmed, Z. S., Abozed, S. S. 2015. Functional and antioxidant properties of novel snack crackers incorporated with Hibiscus sabdariffa by-product. **Journal of advanced research**, **6**(1):79-87.
- Aguilera Y, Martí'n-Cabrejas MA, Benítez V, vd. 2009. Changes in carbohydrate fraction during dehydration process of common legumes. **Journal of Food Composition and Analysis**, **22**, 678-683.
- Aguilera, Y., Estrella, I., Benitez, V., Esteban, R. M., ve Martín-Cabrejas, M. A. 2011. Bioactive phenolic compounds and functional properties of dehydrated bean flours. **Food Research International**, **44**(3): 774-780.
- Akıllıoğlu, H., G., Yalçın, E., 2010. Some quality characteristics and nutritional properties of traditional egg pasta (Erişte). **Food Science and Biotechnology**, **19**(2): 417-424.
- Aktaş, H. ve Kılıç, P., 2013, Sebze soya filizi yetiştiriciliğinde (*Glycine max* L.) tuz uygulamalarının tohum çimlenmesi ve filiz kalitesi üzerine etkileri, **Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi**, **23** (3): 236-241.
- Alajaji, S. A., ve El-Adawy, T. A. 2006. Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods. **Journal of Food Composition and Analysis**, **19**(8): 806-812.
- Amarowicz, R., ve Pegg, R. B. 2008. Legumes as a source of natural antioxidants. **European Journal of Lipid Science and Technology**, **110**(10): 865-878.
- Amarowicz, R., Troszynska, A., Barylko-Pikielna, N., Shahidi, F. 2004. Polyphenols extracts from legume seeds: Correlation between total antioxidant activity, total phenolics content, tannins content and astringency. **Journal of Food Lipids**, **11**: 278-286.

- Anderson, J.W. ve Hanna, T.J. 1999. Impact of nondigestible carbohydrates on serum lipoproteins and risk for cardiovascular disease. **The Journal of Nutrition**, **129**, 1457-1466.
- Annor, G. A., Ma, Z., ve Boye, J. I. 2014. Crops - Legumes. Food Processing: Principles and Applications: Second Edition, 9780470671, 305-337.
- Anonim, 2003. TS-12950, Erişte Standardı, TSE, Ankara.
- Anonymous, 1990. Approved Method of the American Association of Cereal Chemists. 8th ed. St. Paul, Minnesota: AACC. U.S.A.
- Arslan, Y. 2020. Fonksiyonel gıdalara yönelik güvenin satın alma isteği üzerindeki etkisi: Genel Sağlık ilgileniminin düzenleyici rolü. **Business and Economics Research Journal**, **11**(1): 279-291.
- Aydemir, L. Y., ve Yemenicioğlu, A. 2013. Potential of Turkish Kabuli type chickpea and green and red lentil cultivars as source of soy and animal origin functional protein alternatives. **LWT-Food Science and Technology**, **50**(2): 686-694.
- Bakker, J., P., Bridle, C., F., Timberlake. 1986. Tristimulus measurements (CIELAB 76) of portwine colour. **Vitis**, **25**: 67-78.
- Balasundram, N., Sundram, K., ve Samman, S. 2006. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, **99**(1): 191-203.
- Bampidis, V. A., ve Christodoulou, V. 2011. Chickpeas (*Cicer arietinum* L.) in animal nutrition: A review. **Animal Feed Science and Technology**, **168**(1-2): 1-20.
- Benítez, V., Cantera, S., Aguilera, Y., Mollá, E., Esteban, R. M., Díaz, M. F., Martín-Cabrejas, M. A. 2013. Impact of germination on starch, dietary fiber and physicochemical properties in non-conventional legumes. **Food Research International**, **50**(1): 64-69.
- Bewley, J.D., 1997. Seed germination and dormancy. **Plant Cell**, **9**(7): 1055-1066.
- Bilgiçli, N. 2009. Effect of buckwheat flour on cooking quality and some chemical, antinutritional and sensory properties of erişte, Turkish noodle. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, **60**(4): 70-80.

- Bliss, D. Z., Savik, K., Jung, H. J. G., Whitebird, R., Lowry, A., ve Sheng, X. 2014. Dietary fiber supplementation for fecal incontinence: A randomized clinical trial. **Research in Nursing and Health**, **37**(5): 367-378.
- Bliss, D. Z., Weimer, P. J., Jung, H. J. G., ve Savik, K. 2013. In vitro degradation and fermentation of three dietary fiber sources by human colonic bacteria. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **61**(19):4614-4621.
- Bønsager, B.C., Finnie, C., Roepstorff, P., Svensson, B., 2007. Spatio-temporal changes in germination and radical elongation of barley seeds tracked by proteome analysis of dissected embryo, aleurone layer, and endosperm tissues. **Proteomics**, **7** (24), 45284540
- Bouchenak, M., ve Lamri-Senhadji, M. 2013. Nutritional quality of legumes, and their role in cardiometabolic risk prevention: A review. **Journal of Medicinal Food**, **16**(3): 185-198.
- Boyacıoğlu, M. H. 2017. Tam Tane Hububat Ekmekleri: Yeni Eğilim Bileşenler. <http://www.gidateknolojisi.com.tr/haber/2017/02/tam-tane-hububat-ekmekleri-yeni-egilim-bilesenler>
- Brigide, P., Canniatt-Brazaca, S. G., ve Silva, M. O. 2014. Nutritional characteristics of biofortified common beans. **Food Science and Technology (Campinas)**, **34**(3): 493-500.
- Bruno, J. A., Konas, D. W., Matthews, E. L., Feldman, C. H., Pinsley, K. M., ve Kerrihard, A. L. 2019. Sprouted and non-sprouted chickpea flours: effects on sensory traits in pasta and antioxidant capacity. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, **69**(2): 203-209.
- Cabrera, C., Lloris, F., Giménez, R., Olalla, M. ve López, M. C. 2003. Mineral content in legumes and nuts: Contribution to the Spanish dietary intake. **Science of the Total Environment**, **308**(1-3): 1-14.
- Cevallos-Casals, B. A., Cisneros-Zevallos, L. 2010. Impact of germination on phenolic content and antioxidant activity of 13 edible seed species. **Food Chemistry**, **119**(4): 1485-1490.

- Clemente A, Sa´nchez-Vioque R, Vioque J, et al. 1998 Effect of cooking on protein quality of chickpea (*Cicer arietinum*) seed. **Food Chemistry**, **62**: 1-6.
- Çam, M., Hişil, Y., ve Durmaz, G. 2009. Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. **Food Chemistry**, **112**(3), 721- 726.
- Çiftçi, H., Özkaya, A., Çevrimli, B. S., ve Bakoğlu, A. 2010. Levels of fat-soluble vitamins in some foods. **Asian Journal of Chemistry**, **22** (2): 1251-1256.
- Demir, B. 2008. Nohut Ununun Geleneksel Erişte ve Kuskus Üretiminde Kullanım İmkanları Üzerine Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi, Konya, 67 s.
- De Ron, A. M. 2015. Grain Legumes. Springer, London, 693 s.
- Dilber, A., Türker, S. Elgün, A., 2003. Çimlendirilmiş bir buğday ürünü olan azık üzerine araştırmalar. **Gıda**, **28**(4): 409-414.
- Domínguez, D., Cuevas, E., Milan, J., Garzón, J.A., Canizalez, A., Gutierrez, R., Rochin, S.M. and Reyes, C. 2016. Enhancement the antioxidant activity, total phenolic and flavonoid contents by optimizing the germination conditions of desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) Seeds. **The FASEB Journal**, **30**: 1176.31-1176.31.
- Domínguez-Arispuro, D. M., Cuevas-Rodríguez, E. O., Milán-Carrillo, J., León-López, L., Gutiérrez-Dorado, R., Reyes-Moreno, C. 2018. Optimal germination condition impacts on the antioxidant activity and phenolic acids profile in pigmented desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. **Journal of Food Science and Technology**, **55**(2): 638-647
- Dreher, M. L. 2001. Dietary fiber overview, 1-17. *In*: Handbook of Dietary Fiber (Eds: S.S. Cho, M.L. Dreher.) CRC Press, Boca Raton.
- Dueñas, M., Sarmiento, T., Aguilera, Y., Benitez, V., Mollá, E., Esteban, R. M., Martín-Cabrejas, M. A. (2016). Impact of cooking and germination on phenolic composition and dietary fibre fractions in dark beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and lentils (*Lens culinaris* L.). **LWT-Food Science and Technology**, **66**: 72-78.
- Duodu, K. G. 2014. Effects of processing on phenolic phytochemicals in cereals and legumes. **Cereal Foods World**, **59**(2): 64-70.

- Ekin, S. 2020. Bazı Baharatların Erişte Üretiminde Kullanımı. Aksaray Üniversitesi, Aksaray, 76 s.
- Ekici, L., Ercoşkun, H. 2007. Et Ürünlerinde Diyet Lif Kullanımı. **Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi**, **2007(1)**: 83-90.
- El-Sohaimy, S. A., Brennan, M., Darwish, A. M., Brennan, C. 2020. Physicochemical, texture and sensorial evaluation of pasta enriched with chickpea flour and protein isolate. **Annals of Agricultural Sciences**, **65(1)**: 28-34.
- Erbaş, M. 2006. Yeni bir gıda grubu olarak fonksiyonel gıdalar, 791-794. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*; 24-26 Mayıs 2006, Bolu, 1012 ss.
- FAO, 2016. Legumes can help fight climate change, hunger and obesity in Latin America and the Caribbean. Food and Agriculture Organisation of the United Nations and World Health Organisation. Santiago de Chile.
- FAOSTAT, 2017. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Fehily, A. 1999. Legumes: types and nutritional value, 1181-1188. *In Encyclopedia of Human Nutrition* (Eds: M. Sadler). Academic Press, New York, 2190 s.
- Fernandez-Orozco, R., Piskula, M. K., Zielinski, H., Kozłowska, H., Frias, J., Vidal-Valverde, C. 2006. Germination as a process to improve the antioxidant capacity of *Lupinus angustifolius* L. var. Zapaton. **European Food Research and Technology**, **223(4)**: 495-502.
- Fernandez-Orozco, R., Frias, J., Zielinski, H., Piskula, M. K., Kozłowska, H., Vidal-Valverde, C. 2008. Kinetic study of the antioxidant compounds and antioxidant capacity during germination of *Vigna radiata* cv. emmerald, *Glycine max* cv. jutro and *Glycine max* cv. merit. **Food Chemistry**, **111(3)**: 622-630.
- Fernandez-Orozco, R., Frias, J., Zielinski, H., Muñoz, R., Piskula, M. K., Kozłowska, H., ve Vidal-Valverde, C. 2009. Evaluation of bioprocesses to improve the antioxidant properties of chickpeas. **LWT-Food Science and Technology**, **42(4)**: 885-892.
- Fouad, A. A., Rehab, F. M. 2015. Effect of germination time on proximate analysis, bioactive compounds and antioxidant activity of lentil (*Lens culinaris Medik.*)

- sprouts. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, **14**(3): 233-246.
- Fu, B., X., 2008. Asian noodles: History, classification, raw materials and processing. **Food Research Internatinoal**, **41** (2008): 888-902.
- Gan, R. Y., Wang, M. F., Lui, W. Y., Wu, K., & Corke, H. 2016. Dynamic changes in phytochemical composition and antioxidant capacity in green and black mung bean (*Vigna radiata*) sprouts. **International Journal of Food Science & Technology**, **51**(9): 2090-2098.
- Gan, R. Y., Lui, W. Y., Wu, K., Chan, C. L., Dai, S. H., Sui, Z. Q., Corke, H. 2017. Bioactive compounds and bioactivities of germinated edible seeds and sprouts: An updated review. **Trends in Food Science and Technology**, **59**: 1–14.
- Galanakis, C. M. 2017. Nutraceutical and Functional Food Components: Effects of Innovative Processing Techniques. Academic Press, 382 ss.
- Gawlik-Dziki, U., Jeżyna, M., Świeca, M., Dziki, D., Baraniak, B., Czyż, J. 2012. Effect of bioaccessibility of phenolic compounds on in vitro anticancer activity of broccoli sprouts. **Food Research International**, **49**(1): 469-476.
- Gharachorloo, M., Ghiassi Tarzi, B., ve Baharinia, M. 2013. The effect of germination on phenolic compounds and antioxidant activity of pulses. **JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society**, **90**(3): 407-411.
- Ghavidel, R. A., ve Prakash, J. 2007. The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, in vitro iron and calcium bioavailability and in vitro starch and protein digestibility of some legume seeds. **LWT - Food Science and Technology**, **40**(7), 1292-1299.
- Gong, K., Chen, L., Li, X., Sun, L., ve Liu, K. 2018. Effects of germination combined with extrusion on the nutritional composition, functional properties and polyphenol profile and related in vitro hypoglycemic effect of whole grain corn. **Journal of Cereal Science**, **83**(July): 1-8.
- Grundy, M. M. L., Edwards, C. H., Mackie, A. R., Gidley, M. J., Butterworth, P. J., ve Ellis, P. R. 2016. Re-evaluation of the mechanisms of dietary fibre and

implications for macronutrient bioaccessibility, digestion and postprandial metabolism. **British Journal of Nutrition**, **116**(5): 816-833.

Guo, X., Li, T., Tang, K., Liu, R. H. 2012. Effect of germination on phytochemical profiles and antioxidant activity of mung bean sprouts (*Vigna radiata*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **60**(44): 11050-11055.

Guoquan, H. and Kruk, M. 1998. Asian noodle technology. **American Institute of Baking Research Department Technical Bulletin**, **20**(12):1-10.

Guillon, F ve Champ, M.M. 2002 Carbohydrate fractions of legumes: uses in human nutrition and potential for health. **British Journal of Nutrition**, **88**(3): 293-306.

Gunenc, A., Yeung, M. H., Lavergne, C., Bertinato, J., Hosseinian, F. 2017. Enhancements of antioxidant activity and mineral solubility of germinated wrinkled lentils during fermentation in kefir. **Journal of Functional Foods**, **32**: 72-79.

Güçlü, G., Kelebek, H., ve Selli, S. 2021. Antioxidant activity in olive oils, 313-325. *In* Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention (Eds: V. Preedy ve R. Watson), Academic Press.

Gül, M. K., Egesel, C. Ö., ve Turhan, H. 2008. The effects of planting time on fatty acids and tocopherols in chickpea. **European Food Research and Technology**, **226**(3): 517-522.

Haminiuk, C. W. I., Maciel, G. M., Plata-Oviedo, M. S. V., ve Peralta, R. M. 2012. Phenolic compounds in fruits - an overview. **International Journal of Food Science and Technology**, **47**(10): 2023-2044.

Han, I.H., Baik, B-K. 2006 Oligosaccharide content and composition of legumes and their reduction by soaking, cooking, ultrasound and high hydrostatic pressure. **Cereal Chemistry**, **83**: 428-433.

Hojjat, S. S., Galstayan, M. 2012. Effects of different temperatures and duration on germination of Lentil (*Lens culinaris Medik.*) seeds. **Russian Agricultural Sciences**, **38**(2): 101-105.

- Hübner, F., O'Neil, T., Cashman, K. D., Arendt, E. K. 2010. The influence of germination conditions on beta-glucan, dietary fibre and phytate during the germination of oats and barley. **European Food Research and Technology**, **231**(1): 27-35.
- James, S., Nwabueze, T. U., Ndife, J., Onwuka, G. I., Usman, M. A. A. 2020. Influence of fermentation and germination on some bioactive components of selected lesser legumes indigenous to Nigeria. **Journal of Agriculture and Food Research**, **2**: 100086.
- Jayasena, V., Leung, P. P., Nasar-Abbas, S. M. 2010. Effect of lupin flour substitution on the quality and sensory acceptability of instant noodles. **Journal of food quality**, **33**(6): 709-727.
- Jones, D.A., DuPont, M.S., Ambrose MJ,. 1999. The discovery of compositional variation for the raffinose family of oligosaccharides in pea seeds. **Seed Science Research**, **9**: 305-310.
- Jukanti, A. K., Gaur, P. M., Gowda, C. L. L., Chibbar, R. N. 2012. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): A review. **British Journal of Nutrition**, **108**(1); 11-26.
- Karadeniz, D. 2007. Farklı besinsel lif kaynaklarının ve hidrokolloidlerin noodle üretiminde kullanımı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, 86 s.
- Karner, T. 2006. Effect Of Palatable Soluble Fibre-Containing Carbohydrate Food On Postprandial Blood Glucose Response in Healthy Individuals. Aarhus University Yüksek Lisans Tezi, Denmark.
- Kaur, M., Singh, N., Sodhi, N. S. 2005. Physicochemical, cooking, textural and roasting characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. **Journal of Food Engineering**, **69**(4): 511-517.
- Kaya, A. 2018. Nohutun Erişte Kalitesine Etkisi. Harran Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 126 s.
- Khalid, I. I., Elharadallou, S. B. 2013. Functional Properties of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. walp), and Lupin (*Lupinus termis*) Flour and Protein Isolates. **Journal of Nutrition ve Food Sciences**, **3**(6): 1-6

- Khalil, A.W., Zeb, A., Mahood, F., Tariq, S., Khattak, A.B., Shah, H. 2007. Comparative sprout quality characteristics of desi and kabuli type chick- pea cultivars (*Cicer arietinum* L.). **LWT-Food Science and Technology**, **40**: 937-945.
- Khattak, A.B., Zeb, B.N. 2008. Impact of germination time and type of illumination on carotenoid content, prosolubility and in vitro protein digestibility of chickpea (*Cicer arietinum* L.) sprouts. **Food Chemistry**, **109**: 797-801.
- Kılınçer, F. 2018. Çimlendirilmiş Bazı Tahıl ve Baklagillerin Besinsel ve Fonksiyonel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya, 88 s.
- Kim, D. K., Jeong, S. C., Gorinstein, S., Chon, S. U. 2012. Total polyphenols, antioxidant and antiproliferative activities of different extracts in mungbean seeds and sprouts. **Plant Foods for Human Nutrition**, **67**(1): 71-75.
- Kim, M. Y., Jang, G. Y., Lee, Y., Li, M., Ji, Y. M., Yoon, N., Lee, S. H., Kim, K.M., Lee, J., Jeong, H. S. 2016. Free and bound form bioactive compound profiles in germinated black soybean (*Glycine max* L.). **Food Science and Biotechnology**, **25**(6): 1551-1559.
- Knights, E. J., Hobson, K. B. 2016. Chickpea: Overview. 1-8. *In* Reference Module in Food Science. Elsevier.
- Kouris-Blazos, A., Belski, R. 2016. Health benefits of legumes and pulses with a focus on Australian sweet lupins. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, **25**(1): 1-17.
- Kozłowska H, Aranda P, Dostalova J, et al. 2001. Nutrition. *In* Carbohydrates in Grain Legume Seeds: Improving Nutritional Quality and Agronomic Characters (C. Hedley). CAB International, UK.
- Kumar, Y., Basu, S., Goswami, D., Devi, M., Shivhare, U. S., Vishwakarma, R. K. 2021. Anti-nutritional compounds in pulses: Implications and alleviation methods. **Legume Science**, January, 1-13.
- Khandelwal, S., Udipi, S. A., Ghugre, P. 2010. Polyphenols and tannins in Indian pulses: Effect of soaking, germination and pressure cooking. **Food Research International**, **43**(2): 526-530.

- Khyade, V. B., Jagtap, S. G. 2016. Sprouting exert significant influence on the antioxidant activity in selected pulses (black gram, cowpea, desi chickpea and yellow mustard). **World Scientific News**, **35**: 73-86.
- Lai, H.M., 2001. Effects of rice properties and emulsifiers on the quality of rice pasta. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, **82**: 203-216.
- Lee, L., Baik, B. K., & Czuchajowska, Z. 1998. Garbanzo bean flour usage in Cantonese noodles. **Journal of food science**, **63**(3): 552-558.
- Leonard, E. 2012. Cultivating good health, 3-18. *In* Grains and Legumes Nutrition Council. Cadillac Printing Adelaide.
- Lin, P. Y., Lai, H. M. 2006. Bioactive compounds in legumes and their germinated products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **54**(11): 3807-3814.
- Lin, S., Huff, H.E., Hsieh, F. 2010. Texture and chemical characteristics of soy protein meat analog extruded at high moisture. **Journal of Food Science**, **65**: 264–269
- Lu, Q.Y., Lin, M.G. 2011. The effects of protein and starch contents in flour on noodle quality, 189-192. *In*: International Symposium on Biomedicine and Engineering, ISBE.
- Liu, H. L., Chiou, Y. R. 2005. Optimal decolorization efficiency of reactive Red 239 by UV/TiO₂ photocatalytic process coupled with response surface methodology. **Chemical Engineering Journal**, **112**(1): 173-179.
- Liu, Y., Xu, M., Wu, H., Jing, L., Gong, B., Gou, M., Zhao, K., Li, W. 2018. The compositional, physicochemical and functional properties of germinated mung bean flour and its addition on quality of wheat flour noodle. **Journal of Food Science and Technology**, **55**(12): 5142-5152.
- López-Amorós, M. L., Hernandez, T., Estrella, I. 2006. Effect of germination on legume phenolic compounds and their antioxidant activity. **Journal of Food Composition and Analysis**, **19**(4). 277-283.
- McCune, L. M., Johns, T. 2007. Antioxidant activity relates to plant part, life form and growing condition in some diabetes remedies. **Journal of Ethnopharmacology**, **112**(3): 461-469.

- Madhusudhan, B., Tharanathan, R.N. 1996. Structural studies of linear and branched fractions of chickpea and finger millet starches. **Carbohydrate Research**, **184**: 101-109.
- Mamilla, R. K., Mishra, V. K. 2017. Effect of germination on antioxidant and ACE inhibitory activities of legumes. **LWT - Food Science and Technology**, **75**: 51-58.
- Mao, J. J., Dong, J. F., Zhu, M. Y., 2005, Effect of germination conditions on ascorbic acid level and yield of soybean sprout, **Journal Science Food Agriculture**, **85**: 943-947.
- Maphosa, Y., Jideani, V. A. 2016. Physicochemical characteristics of Bambara groundnut dietary fibres extracted using wet milling. **South African Journal of Science**, **112**(1-2), 1-8.
- Maphosa, Y., & Jideani, V. A. 2017. The role of legumes in human nutrition, 103-131. *In* Functional Food-Improve Health through Adequate Food (Eds: M. Chávarri Hueda. Intechopen.
- Martín-Cabrejas, M. A., Ariza, N., Esteban, R., Mollá, E., Waldron, K., López-Andréu, F. J. (2003). Effect of germination on the carbohydrate composition of the dietary fiber of peas (*Pisum sativum* L.). **Journal of agricultural and food chemistry**, **51**(5): 1254-1259.
- Megat, R. M. R., Azrina, A., Norhaizan, M. E. 2016. Effect of germination on total dietary fibre and total sugar in selected legumes. **International Food Research Journal**, **23**(1): 257–261.
- Mehanni, A. E., Sorour, M. A., Abd El-Galel, H., Ahmed, W. K. 2017. Polyphenols, tannins and phytate contents in some egyptian legumes as affected by soaking and germination processes. **BAOJ Food Sciences & Technology**, **1**(1): 1-7.
- Mbithi, S., Van Camp, J., Rodriguez, R., Huyghebaert, A. 2001. Effects of sprouting on nutrient and antinutrient composition of kidney beans (*Phaseolus vulgaris* var. Rose coco). **European Food Research and Technology**, **212**: 188-191

- Mogobe, O., Mosepele, K., Masamba, W. R. L. 2015. Essential mineral content of common fish species in Chanoga, Okavango Delta, Botswana. **African Journal of Food Science**, **9**(9), 480-486.
- Negi, A., Boora, P., Khetarpaul, N. 2001. Starch and protein digestibility of newly released moth bean cultivars: Effect of soaking, dehulling, germination and pressure cooking. **Food/Nahrung**, **45**(4), 251-254.
- Nithiyanantham, S., Selvakumar, S., Siddhuraju, P. 2012. Total phenolic content and antioxidant activity of two different solvent extracts from raw and processed legumes, *Cicer arietinum* L. and *Pisum sativum* L. **Journal of Food Composition and Analysis**, **27**(1): 52-60.
- Nonogaki, H., Bassel, W.G., Bewley, J.D. 2010. Germination-still a msytery. **Plant Science**, **179** (6): 574-581.
- Ogden, L. V. 1992. Affecting Testing. Dairy Science and Technology Handbook 1, 168-171.
- Okur, B. 2020. Farklı Probiyotik Kaynaklarının Nohut Ön İşlenmesinde Kullanımı ve Elde Edilen Nohutlardan Erişte Üretimi. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 56 s.
- Ouchemoukh, S., Amessis-Ouchemoukh, N., Gómez-Romero, M., Aboud, F., Giuseppe, A., Fernández-Gutiérrez, A., ve Segura-Carretero, A. (2017). Characterisation of phenolic compounds in Algerian honeys by RP-HPLC coupled to electrospray time-of-flight mass spectrometry. **LWT - Food Science and Technology**, **85**: 460-469.
- Özdemir, S. 2006. Yemeklik Baklagiller. Hasat Yayıncılık, İstanbul, 165 s.
- Özkaynak, E., 2011. Türkiye’de Yetiştirilen Bazı Yağlık Keten Tohumlarının ve Filizlerinin Biyoaktif Bileşikler Açısından İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma, Ege Üniversitesi, Doktora Tezi, İzmir. 94 s.
- Öztürk, İ., 2008. Çimlendirilmiş Buğday Tanesinin Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi ve Doğal Katkı Maddesi Olarak Değerlendirilme İmkanlarının Araştırılması, Erciyes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri. 62 s.

- Özyurt, G., Uslu, L., Yuvka İ., Gökdoğan, S., Atcı, G., Ak, B., Işık, O., 2015. Evaluation of the cooking quality characteristics of pasta enriched with *Spirulina platensis*. **Journal of Food Quality**, **38**: 268-272.
- Paucar-Menacho, L. M., Martínez-Villaluenga, C., Dueñas, M., Frias, J., Peñas, E. 2017. Optimization of germination time and temperature to maximize the content of bioactive compounds and the antioxidant activity of purple corn (*Zea mays* L.) by response surface methodology. **LWT-Food Science and Technology**, **76**: 236–244.
- Paucar-Menacho, L. M., Martínez-Villaluenga, C., Dueñas, M., Frias, J., Peñas, E. 2018. Response surface optimisation of germination conditions to improve the accumulation of bioactive compounds and the antioxidant activity in quinoa. **International Journal of Food Science & Technology**, **53**(2): 516-524.
- Pajak, P., Socha, R., Gałkowska, D., Rożnowski, J., Fortuna, T. 2014. Phenolic profile and antioxidant activity in selected seeds and sprouts. **Food chemistry**, **143**: 300-306.
- Paredes-Lo'pez, O., Ordorica-Falomir, C., Olivares-Va'zquez, M.R. 1991. Chickpea protein isolates: physicochemical, functional and nutritional characterization. **Journal of Food Science**, **56**: 726-729.
- Petitot, M., Boyer, L., Minier, C., Micard, V. 2010. Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: Pasta processing and quality evaluation. **Food Research International**, **43**(2): 634-641.
- Phillips, R. D. 1993. Starchy legumes in human nutrition, health and culture. **Plant Foods for Human Nutrition**, **44**(3): 195-211.
- Prinyawiwatkul, W., Beuchat, L. R., McWatters, K. H. 1993. Functional property changes in partially defatted peanut flour caused by fungal fermentation and heat treatment. **Journal of Food Science**, **58**(6): 1318-1323.
- Purushothaman, R., Upadhyaya, H. D., Gaur, P. M., Gowda, C. L. L., Krishnamurthy, L. 2014. Kabuli and desi chickpeas differ in their requirement for reproductive duration. **Field Crops Research**, **163**: 24-31.
- Rachwa-Rosiak, D., Nebesny, E., Budryn, G. 2015. Chickpeas: Composition, nutritional value, health benefits, application to bread and snacks: A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, **55**(8): 1137-1145.

- Rebello, C. J., Greenway, F. L., Finley, J. W. 2014. A review of the nutritional value of legumes and their effects on obesity and its related co-morbidities. **Obesity Reviews**, **15**(5): 392-407.
- Rincón, F., Martínez, B., Ibáñez, M. V. 1998. Proximate composition and antinutritive substances in chickpea (*Cicer arietinum* L) as affected by the biotype factor. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, **78**(3): 382-388.
- Rodríguez, R., Jiménez, A., Fernández-Bolaños, J., Guillén, R., Heredia, A. 2006. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. **Trends in Food Science and Technology**, **17**(1): 3-15.
- Rosa-Sibakov, N., Heiniö, R. L., Cassan, D., Holopainen-Mantila, U., Micard, V., Lantto, R., Sozer, N. 2016. Effect of bioprocessing and fractionation on the structural, textural and sensory properties of gluten-free faba bean pasta. **LWT-Food Science and Technology**, **67**: 27-36.
- Roy, F., Boye, I.J., Simpson, B.K. 2010. Bioactive proteins and peptides in pulse crops: pea, chickpea and lentil. **Food Research International**, **43**: 432-442.
- Ruiz-Hernández, A. A., Cárdenas-López, J. L., Cortez-Rocha, M. O., González-Aguilar, G. A., ve Robles-Sánchez, R. M. 2021. Optimization of germination of white sorghum by response surface methodology for preparing porridges with biological potential. **CyTA-Journal of Food**, **19**(1): 49-55.
- Sánchez-Mata, M. C., Peñuela-Teruel, M. J., Cámara-Hurtado, M., Díez-Marqués, C., & Torija-Isasa, M. E. 1998. Determination of mono-, di-, and oligosaccharides in legumes by high-performance liquid chromatography using an amino-bonded silica column. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **46**: 3648-3652.
- Sánchez-Vioque, R., Clemente, A., Vioque, J., Bautista, J., Millán, F. 1999. Protein isolates from chickpea (*Cicer arietinum* L.): chemical composition, functional properties and protein characterization. **Food Chemistry**, **64**: 237-243.
- Saharan, K., Khetarpaul, N., Bishnoi, S. 2002. Antinutrients and protein digestibility of Faba bean and Rice bean as affected by soaking, dehulling and germination. **Journal of Food Science and Technology**, **39**(4): 418-422.

- Saleh, H. M., Hassan, A. A., Mansour, E. H., Fahmy, H. A., El-Bedawey, A. E. F. A. 2019. Melatonin, phenolics content and antioxidant activity of germinated selected legumes and their fractions. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, **18**(3): 294-301.
- Sarioğlu, G., Velioglu, Y. S. 2018. Baklagillerin Bileşimi. **Akademik Gıda**, **16**(4): 483-496.
- Savtekin, N. 2014. Çölyak Hastaları İçin Baklagil Unları ile Zenginleştirilmiş Mısır Eriştesi, Hacettepe Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 101 s.
- Saxena, A. K., Chadha, M., Sharma, S. 2003. Nutrients and antinutrients in chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars after soaking and pressure cooking. **Journal of Food Science and Technology**, **40**(5): 493-497.
- Segev, A., Badani, H., Galili, L., Hovav, R., Kapulnik, Y., Shomer, I., Galili, S. 2011. Total phenolic content and antioxidant activity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by soaking and cooking conditions. **Food and Nutrition Sciences**, **2**, 724-730.
- Shahidi, F., Ambigaipalan, P. 2015. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects - A review. **Journal of Functional Foods**, **18**: 820-897.
- Shetty, K. 2004. Role of proline-linked pentose phosphate pathway in biosynthesis of plant phenolics for functional food and environmental applications: A review. **Process Biochemistry**, **39**(7): 789-804.
- Shimelis, E. A., Rakshit, S. K. 2007. Effect of processing on antinutrients and in vitro protein digestibility of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties grown in East Africa. **Food chemistry**, **103**(1): 161-172.
- Sissons, M. J., Egan, N. E., & Gianibelli, M. C. (2005). New insights into the role of gluten on durum pasta quality using reconstitution method. **Cereal Chemistry**, **82**(5):601-608.
- Singh, U. 1985. Nutritional quality of chickpea (*Cicer arietinum* L.): Current status and future research needs. **Plant Foods for Human Nutrition**, **35**(431): 339-351.

- Sobota, A., Rzedzicki, Z., Zarzycki, P., & Kuzawińska, E. 2015. Application of common wheat bran for the industrial production of high-fibre pasta. **International Journal of Food Science & Technology**, **50**(1): 111-119.
- Sofi, S. A., Singh, J., Muzaffar, K., Mir, S. A., Dar, B. N. 2020. Effect of germination time on physico-chemical, functional, pasting, rheology and electrophoretic characteristics of chickpea flour. **Journal of Food Measurement and Characterization**, **14**(5): 2380-2392.
- Sofi, S. A., Singh, J., Chhikara, N., Panghal, A. 2020. Effect of incorporation of germinated flour and protein isolate from chickpea on different quality characteristics of rice-based noodle. **Cereal Chemistry**, **97**(1): 85-94.
- Sreerama, Y. N., Sashikala, V. B., Pratape, V. M. 2012. Phenolic compounds in cowpea and horse gram flours in comparison to chickpea flour: Evaluation of their antioxidant and enzyme inhibitory properties associated with hyperglycemia and hypertension. **Food Chemistry**, **133**(1): 156-162.
- Staniak M, Księżak J, Bojarszczuk J. 2014. Mixtures of legumes with cereals as a source of feed for animals, 123-145. *In Organic Agriculture Towards Sustainability* (Eds: V. Pilipavicius), InTech, Croatia.
- Steve, I. O. 2012. Influence of germination and fermentation on chemical composition, protein quality and physical properties of wheat flour (*Triticum aestivum*). **Journal of Cereals and Oil Seeds**, **3**(3): 35-47
- Świeca, M., Gawlik-Dziki, U. 2015. Effects of sprouting and postharvest storage under cool temperature conditions on starch content and antioxidant capacity of green pea, lentil and young mung bean sprouts. **Food Chemistry**, **185**: 99-105.
- Tamang, J. P., Shin, D. H., Jung, S. J., Chae, S. W. 2016. Functional properties of microorganisms in fermented foods. **Frontiers in Microbiology**, **7**(APR): 1-13.
- Tang, Y., Zhang, B., Li, X., Chen, P. X., Zhang, H., Liu, R. Tsao, R. 2016. Bound phenolics of quinoa seeds released by acid, alkaline, and enzymatic treatments and their antioxidant and α -glucosidase and pancreatic lipase inhibitory effects. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **64**: 1712-1719.

- Tarafdar, J. C., Yadav, B. K., Dave, S. 2008. Phytate phosphorus and mineral changes during soaking, boiling and germination of legumes and pearl millet. **Journal of Food Science and Technology**, **45**(4). 344-348.
- Tarzi, B. G., Gharachorloo, M., Baharina, M., Mortazavi, A. 2012. The effect of Germination on phenolic content and antioxidant activity of chickpea. **Iranian Journal of Pharmaceutical Research**, **11**(4): 1137-1143.
- Thavarajah, D., Thavarajah, P. 2012. Evaluation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) micronutrient composition: Biofortification opportunities to combat global micronutrient malnutrition. **Food Research International**, **49**(1): 99-104.
- Tiga, B. H., Kumcuoglu, S., Vatansever, M., Tavman, S. 2021. Thermal and pasting properties of Quinoa-Wheat flour blends and their effects on production of extruded instant noodles. **Journal of Cereal Science**, **97**, 103-120.
- Torres, A., Frias, F., Granito, M., Vidal-Valverde, C. 2007. Germinated *Cajanus cajan* seeds as ingredients in pasta products: Chemical, biological and sensory evaluation. **Food Chemistry**, **101**(1). 202-211.
- Tosh, S. M., Yada, S. 2010. Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications. **Food Research International**, **43**(2): 450-460.
- Tsaknis, J. 1998. Characterization of moringa peregrine arabian seed oil. **Grases Acei**, **49**, 170-176.
- Turan, A. 2013. Çimlendirilmiş esmer pirinç keki üretiminin biyoaktif bileşenlere etkisi. Hacettepe Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi. Ankara. 94 s.
- TÜİK, 2021.
<https://data.tuik.gov.tr/Search/Search?text=KURU%20BAKLAG%C4%B0L>
- Tülbek, M., Ç., Boyacıoğlu, M., H., Boyacıoğlu, D., 2001. Basic quality parameters of the Turkish wheat flours in relation to oriental noodlemaking. **Gıda**, **26**(6): 393-401.
- Türker, İ., 1974. Fermantasyon teknolojisi, **Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları**, **185**: 87-105.

- Umeta, M., West, C. E., ve Fufa, H. 2005. Content of zinc, iron, calcium and their absorption inhibitors in foods commonly consumed in Ethiopia. **Journal of Food Composition and Analysis**, **18**(8): 803-817.
- USDA. 2007. Composition of foods raw, processed, prepared. USDA National nutrient database for standard reference SR-19. Available at: Www.Nal.USda.Gov/Fnic/Foodcomp/Data/SR19/Sr19_doc.Pdf, Accessed A(September).
- Uzunoğlu, N., 2002. Erişte Kalitesini Etkileyen Bazı Faktörler. Ankara Üniversitesi, Ankara. Yüksek Lisans Tezi, 82 s.
- Vasishtha, H., Srivastava, R. P. 2013. Effect of soaking and cooking on dietary fibre components of different type of chickpea genotypes. **Journal of Food Science and Technology**, **50**(3): 579-584.
- Vidal-Valverde, C., Frias, J., Sierra, I., Blazquez, I., Lambein, F., Kuo, Y. H. 2002. New functional legume foods by germination: Effect on the nutritive value of beans, lentils and peas. **European Food Research and Technology**, **215**(6): 472- 477.
- Wang, N., Daun, J. K. 2004. The chemical composition and nutritive value of Canadian pulses. Canadian Grain Commission Report, 19-29.
- Wang, X., Gao, W., Zhang, J., Zhang, H., Li, J., He, X., Ma, H. 2010. Subunit, amino acid composition and in vitro digestibility of protein isolates from Chinese kabuli and desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. **Food Research International**, **43**(2): 567-572.
- Weitbrecht, K., Muller, K., Leubner-Metzger, G., 2011. First off the mark: early seed germination. **Journal of Experimental Botany**, **62** (10): 3289-3309.
- Wen, H., Cao, X., Gu, Z., Tang, J., Han, Y. 2009. Effects of components in the culture solution on peptides accumulation during germination of brown rice. **European Food Research and Technology**. **228**(6): 959-967.
- Yılmaz, M.B. 2019. Farklı Baklagil ve Yenilebilir Böcek Unları ile Zenginleştirilmiş Eriştelerin Kalite ve Bazı Besinsel Özelliklerinin Belirlenmesi. Hamdullah Emin Paşa Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Alanya, 115 s.

- Xu, B., Yuan, S., Chang, S. 2007, Comparative analyses of phenolic composition, antioxidant capacity, and color of cool season legumes and other selected food legumes. **Journal of Food Science**, **72**: 167-177.
- Xu, M., Jin, Z., Simsek, S., Hall, C., Rao, J., Chen, B. (2019). Effect of germination on the chemical composition, thermal, pasting, and moisture sorption properties of flours from chickpea, lentil, and yellow pea. **Food chemistry**, **295**: 579-587.
- Yang, F., Basu, T. K., Oraikul, B. 2001. Studies on germination conditions and antioxidant contents of wheat grain. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, **52**(4): 319-330.
- Yetim, H., Öztürk, İ., Törnük, F., Sağdıç, O. Hayta, M., 2010, Yenilebilir bitki ve tohum filizlerinin fonksiyonel özellikleri. **Gıda**, **35** (3); 205-210.
- Yılmaz, H.Ş., Kökten, K., Çağan, E., Tutar, H., Şengül, Ö. 2015. Determination of germination and emergence performances of some bitter vetch lines at different temperatures, 241-246. *Doğu Karadeniz II. Organik Tarım Kongresi*, 6-9 Ekim 2015, Rize/Pazar, 692 s.
- Yust, M.M., Pedroche, J., Giron-Calle, J. 2003. Production of ACE inhibitory peptides by digestion of chickpea legumin with alcalase. **Food Chemistry**, **81**: 363-369.
- Zhao, Y.H., Manthey, F.A., Chang, S.K.C., Hou, H.J. Yuan, S.H. 2005. Quality characteristics of spaghetti as affected by green and yellow pea, lentil, and chickpea flours. **Journal of Food Science**, **70**: 371- 376.
- Zhao, Y., Du, S. K., Wang, H., ve Cai, M. 2014. In vitro antioxidant activity of extracts from common legumes. **Food Chemistry**, **152**: 462-466.
- Zhao, X., Sun, L., Zhang, X., Wang, M., Liu, H., Zhu, Y. 2021. Nutritional components, volatile constituents and antioxidant activities of 6 chickpea species. **Food Bioscience**, **41**: 100964.
- Zia-Ul-Haq, M., Iqbal, S., Ahmad, S., Imran, M., Niaz, A., & Bhangar, M. I. 2007. Nutritional and compositional study of desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars grown in Punjab, Pakistan. **Food Chemistry**, **105**: 1357-1363.
- Zia-Ul-Haq, M., Ahmad, M., Iqbal, S., Ahmad, S., Ali, H. 2007. Characterization and compositional studies of oil from seeds of Desi Chickpea (*Cicer arietinum* L.)

cultivars grown in Pakistan. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, **84**(12): 1143-114



EKLER

EK 1. Duyusal analizde kullanılan tüketici testi panel kâğıdı Erişte Tüketici Testi Panel Kâğıdı

Yaş:
Cinsiyet:
Tarih:

ÜRÜN KODU: 419

| | Hiç beğenmedim | | | | Ne beğendim Ne beğenmedim | | | | Çok fazla beğendim |
|--------------|----------------|---|---|---|------------------------------|---|---|---|--------------------|
| Görünüş | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Yapı/Tekstür | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Tat ve Koku | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

ÜRÜN KODU: 144

| | Hiç beğenmedim | | | | Ne beğendim Ne beğenmedim | | | | Çok fazla beğendim |
|--------------|----------------|---|---|---|------------------------------|---|---|---|--------------------|
| Görünüş | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Yapı/Tekstür | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Tat ve Koku | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

ÜRÜN KODU: 923

| | Hiç beğenmedim | | | | Ne beğendim Ne beğenmedim | | | | Çok fazla beğendim |
|--------------|----------------|---|---|---|------------------------------|---|---|---|--------------------|
| Görünüş | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Yapı/Tekstür | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Tat ve Koku | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

ÜRÜN KODU: 225

| | Hiç beğenmedim | | | | Ne beğendim Ne beğenmedim | | | | Çok fazla beğendim |
|--------------|----------------|---|---|---|------------------------------|---|---|---|--------------------|
| Görünüş | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Yapı/Tekstür | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Tat ve Koku | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

Genel Beğeni
.....
.....
.....

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Havva POLAT
Uyruğu: Türkiye (T.C)

EĞİTİM

| Derece | Kurum | Mezuniyet Tarihi |
|---------------|---|-------------------|
| Yüksek Lisans | Erciyes Üniversitesi, Gıda Mühendisliği | 2018-Devam ediyor |
| Lisans | Erciyes Üniversitesi, Gıda Mühendisliği | 2017 |
| Lise | Kayseri Anadolu Lisesi, Kayseri | 2012 |

İŞ DENEYİMLERİ

| Yıl | Kurum | Görev |
|------------|-------------------------------------|---------------------|
| 2020-Halen | Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi | Araştırma Görevlisi |

YABANCI DİL

İngilizce

YAYINLAR

Ayvaz, H., Yılmaz, F., Polat, H., Ayvaz, Z., Tuncel, N. B. (2021). Detection of einkorn flour adulteration in flour and bread samples using Computer-Based Image Analysis and Near-Infrared Spectroscopy. *Food Control*, 127

Polat H., Capar, T.D., İnanır, C., Ekici, L., Yalçın, H. (2020). Formulation of functional crackers enriched with germinated lentil extract: A Response Surface Methodology Box-Behnken Design. *LWT-Food Science and Technology*, 123

Polat, H., Yılmaz Tuncel, N. (2021). Sürdürülebilir et üretimi *Gıda/The Journal of Food*, 46(1), ss.134-151

Çimen, F., Polat, H. (2020). Polifenollerin bağırsak mikrobiyota kompozisyonunu düzenleyici ve nöroprotektif etkileri. *Akademik Gıda*, 18(2), ss.190-208

Polat, H., Ekici, L. (2019). *Akkermansia muciniphila*: Obezite ve diyabetten korunmada yeni bir alternatif olabilir mi? *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 16, ss.533-543

Yılmaz Tuncel, N., Polat, H. (2020). Sürdürülebilir Kırmızı Et Üretimi 13. Gıda Kongresi, Çanakkale, Türkiye, 21 -23 Ekim 2020, ss.71

