

T.C.

**İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**GERMİNASYON SIRASINDA NOHUTTA OLUŞAN KİMYASAL
KOMPOZİSYON DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aynur AY TEZCAN

(Y1916.050006)

Beslenme ve Diyetetik Ana Bilim Dalı

Beslenme ve Diyetetik Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Şükrü KARATAŞ

Eş Danışman: Doç. Dr. Indrani KALKAN

TEMMUZ, 2021

ONAY FORMU

ONUR SÖZÜ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Germinasyon Sırasında Nohutta Oluşan Kimyasal Kompozisyon Değişimlerinin İncelenmesi” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Kaynakça’ da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yaparak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim.

(06.07.2021)

Aynur AY TEZCAN

ÖNSÖZ

Çalışma süresince bana yol gösteren ve tecrübelerini aktaran değerli danışman hocam Prof. Dr. Şükrü Karataş'a.

Yüksek lisans eğitimim süresince bana yol gösteren ve tecrübelerini aktaran değerli eş danışman hocam Doç. Dr. Indrani Kalkan'a.

Çalışma süresince bana destek olan Arş. Gör. Tuğçe Ceyhan'a ve Laboratuvar Teknikerleri Habibe Çakır'a ve Seda Şimşeye.

Beni her zaman destekleyen, maddi ve manevi yanımda olan sevgili eşim İsmail Tezcan'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz 2021

Aynur AY TEZCAN

GERMİNASYON SIRASINDA NOHUTTA OLUŞAN KİMYASAL KOMPOZİSYON DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Bu çalışmada Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından temin edilen Çağatay (Vd.1.101) ve Gökhöyük (Vd.1.104) olmak üzere iki farklı nohut çeşidi kullanılmıştır. Suda bekletme ($5^{\circ}\text{C}\pm 1$) sırasında ve çimlendirme (21°C 'de 48 saat) sonrasında her iki nohut çeşidinde nem, protein ve kül miktarında oluşan değişiklikler incelenmiştir. Nohutta protein miktarı, resmi AOAC yöntemi olan 993,13 (Dumas yöntemi) ile belirlenmiştir, kül tayininde ise AOAC yöntemi 923,03 kullanılmıştır. Çimlendirme sonrası Çağatay çeşidi için ham protein miktarı %29,14 değer ile %14,20 artış gösterirken, Gökhöyük çeşidi ise %26,13 değer ile %10,40 artış göstermiştir. En yüksek nem oranı dördüncü günde Çağatay çeşidi için %57,73 ve Gökhöyük çeşidi için %60,86 olarak saptanırken, beşinci günden itibaren her iki nohut çeşidinde nem oranında azalma gözlemlenmiştir. Çiğ nohutlardaki kül miktarı Çağatay ve Gökhöyük nohut çeşitleri için sırasıyla %3,14 ve %3,13 olarak tespit edilirken, çimlendirme işlemi her iki nohutta kül miktarında azalmaya neden olmuştur. Mikrobiyal yükü azaltmak amacıyla nohut örnekleri 95°C sıcak su banyosunda 5 dakika bekletilerek haşlanmıştır ve yapılan mikrobiyolojik analizlerde maya, küf ve toplam bakteri sayısının güvenli seviyelere gerilediği saptanmıştır ($<10^3$ kob/g).

Ayrıca, her iki nohut çeşidinin haşlanmış ve filizlendirilmiş formlarının tat değerlendirilmesi, rastgele seçilen on panelist tarafından, 9 puanlık hedonik skala kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çağatay nohut çeşidinin hem haşlanmış hem de filizlendirilmiş formu panelistlerin %10'u tarafından "çok fazla beğendim" olarak değerlendirilirken, %40'ı tarafından "orta derecede beğendim" olarak değerlendirilmiştir. Gökhöyük nohut çeşidinin filizlendirilmiş formu panelistlerin %20'si tarafından "fevkalade beğendim", %20'si tarafından "çok fazla beğendim" ve %30'u tarafından "orta derecede beğendim" olarak değerlendirilmiştir.

Çimlendirme sonrasında nohutlarda protein (Çağatay nohut %25'ten %29,14, Gökhöyük nohut %23,41'den %26,13) ve nem miktarlarının (Çağatay nohut %7,7'den %55,48, Gökhöyük nohut %6,72'den %51,44) arttığı kül miktarının (Çağatay nohut %3,14'ten %2,87, Gökhöyük nohut %3,13'ten %2,72) ise azaldığı görülmüştür. Haşlanmış ve çimlendirilmiş nohut örneklerinin duyusal değerlendirilmesinde, genel olarak tüm panelistler çimlendirilmiş nohut örneklerini tat açısından olumlu değerlendirmiştir.

Anahtar kelimeler: Çimlendirme, Nohut, Protein, Su emilimi, Suda bekletme

INVESTIGATION OF CHANGES IN CHEMICAL COMPOSITION OCCURRING IN CHICKPEA DURING GERMINATION

ABSTRACT

Two different chickpea varieties (Çağatay Vd.1.101 and Gökhöyük Vd.1.104) belonging to Black sea-coast in Turkey were studied. Moisture, protein, ash contents were determined after soaking in water at 5°C for 6 days and left to germinate for 48 hours. The amount of protein in chickpeas was determined by the official AOAC method 993.13 (Dumas method), while the AOAC method 923.03 was used for ash determination. After germination, the amount of crude protein for Çağatay and Gokhöyük varieties increased by 14.2% and 10.4% respectively. The highest moisture content was recorded on the 4th day of soaking (57.73% for Çağatay and 60.86% for Gökhöyük varieties). From the 5th day, a decrease in moisture content of both chickpea types was observed. Ash content was determined as 3.14% and 3.13% in raw Çağatay and Gökhöyük varieties respectively. The germination process resulted in reduction of ash contents in both chickpeas. 10 grams of samples were taken from both varieties and kept in hot water-bath (95°C) for 5 minutes. Total bacterial count decreased to safe acceptable levels ($<10^3$ cfu/g) following heat treatment.

In addition, sensory evaluation of boiled and germinated chickpeas of two varieties was performed by ten randomly selected panelists using a nine point hedonic scales. Both the boiled and sprouted chickpea of the Çağatay variety was indicated as "I liked it very much" by 10% of the panelists, while it was evaluated as "moderately liked" by 40%. The sprouted form of the Gökhöyük chickpea variety was rated as "extremely liked" by 20% of the panellists, "I liked it very much" by 20% and "moderately liked" by 30%.

It was observed that the amount of protein (Çağatay variety from 25% to 29,14%, Gökhöyük variety from 3,41% to 26,13%) and moisture (Çağatay variety from 7,7% to 55,48%, Gökhöyük variety from 6,72% to 51,44%) was increased in chickpeas after germination, and the amount of ash (Çağatay variety from 3,14% to 2,87%, Gökhöyük

variety from 3,13% to 2,72%) was decreased. In the sensory evaluation of the boiled and germinated chickpea samples, in general all panelists evaluated the germinated chickpea samples positively in terms of taste.

Keywords: Absorption, Chickpea, Germination, Protein, Soaking

İÇİNDEKİLER

ONURSÖZÜ.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR	x
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
I.GİRİŞ.....	1
II. GENEL BİLGİLER.....	3
A. Baklagiller	3
B. Nohut (Cicer Arietinum L.) ve Bileşenleri	6
1. Proteinler.....	7
2. Karbonhidratlar	8
3. Yağlar.....	9
4. Vitaminler ve mineral maddeler	9
5. Antinütrisyonel Faktörler.....	10
a. Tanenler.....	11
b. Fitik Asit	11
c. Protein İnhibitörleri ve α -Amilaz	12
d. Lektinler	12
e. Oligosakkaritler	12
C. Çimlendirme	13
1. Çimlendirme Sırasında Su Emilimi.....	15
2. Çimlendirme Sırasında Protein Sentezi	15
3. Çimlendirme Sırasında Karbonhidrat ve Mineral Madde Değişiklikleri.....	16
4. Çimlendirme ve Mikroorganizma Gelişimi.....	17
5. Çimlendirmenin Nohuttaki Antinütrisyonel Faktörler Üzerine Etkisi.	18
D. Nohut ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri.....	19

III. MATERYAL VE METOT	23
A. Materyal.....	23
1. Çalışmada Kullanılan Nohut Örnekleri	23
2. Çimlendirme İşlemi ve Örneklerin Hazırlanması.....	23
B. Metot.....	24
1. Nohutta Nem Tayini	24
2. Nohutta Protein Tayini.....	25
3. Nohutta Kül Tayini	26
4. Çimlendirme İşlemi Sonrasında Nohutlarda Suda Çözünen ve Çözünmeyen Kül Tayini	27
5. Nohutta Toplam Bakteri, Maya ve Küf Tayini.....	28
6. Duyusal analiz.....	29
7. İstatistiksel analiz.....	29
IV. BULGULAR.....	30
A. Nohutta Nem Miktarı	30
B. Nohutta Protein Miktarı	30
C. Nohutta Kül Miktarı	31
D. Çimlendirilmiş Nohutta Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	31
E. Haşlanmış ve Çimlendirilmiş Nohutta Duyusal Analiz Sonuçları	32
V. TARTIŞMA	33
A. Çimlendirmenin Nohut Bileşenleri Üzerine Etkisi.....	33
B. Çimlendirmenin Nohuttaki Mikrobiyal Yük Üzerine Etkileri.....	36
C. Haşlanmış ve Çimlendirilmiş Nohutların Duyusal Analiz Sonuçları.....	37
VI. SONUÇ VE ÖNERİLER	39
VII. KAYNAKÇA	41
EKLER.....	50
ÖZGEÇMİŞ	51

KISALTMALAR

FAO	: Food and Agriculture Organization
GABA	: Gama Aminobütirik Asit
ICS	: Nohut filizlerinden ekstrakte edilen izoflavonlar
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TAGEM	: Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
AACC	: American Association of Cereal Chemists
AOAC	: Association of Official Analytical Chemists
USDA	: United States Department of Agriculture
TÜBER	: Türkiye Beslenme Rehberi
ANF	: Antinütrisyonel Faktörler
ACE	: Anjiotensin Dönüştürücü Enzim
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
EDTA	: Etilendiamin Tetraasetik Asit
PCA	: Plate Count Agar
YGC	: Yeast Extract Glucose Chloramphenical Agar
EFSA	: European Food Safety Authority
FDA	: Food and Drug Administration
STEC	: Shiga toksin üreten Escherichia coli
FSSAI	: Food Safety And Standards Authority Of India

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1 Baklagillerin kuru tohumda besin içeriği g/100gr	6
Çizelge 2 Nohut besin bileşenleri / 100 g başına	10
Çizelge 3 Çağatay ve gökhöyük nohut çeşitlerinin besin bileşenleri.....	23
Çizelge 4 Suda bekletme ve çimlendirme sonrasında nohutlarda ham protein içerikleri	31
Çizelge 5 Çimlendirmeden önce ve sonra nohutlarda kül miktarı %.....	31

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Nohut tipleri	7
Şekil 2 Çimlendirilmiş nohut	14
Şekil 3 Nohut ve sağlık yararları	19
Şekil 4 Nohutların çimlendirilmesi	24
Şekil 5 LECO FP 828 Nitrojen Analizörü	25
Şekil 6 Dumas nitrojen analizörünün genel bileşenleri.....	26
Şekil 7 PROTHERM PLF 120/5 kül fırını.....	27
Şekil 8 Toplam bakteri sayımı	28
Şekil 9 Suda bekletme sırasında nohutların nem içeriğindeki değişiklikler	30
Şekil 10 Duyusal analiz sonuçları	32

I.GİRİŞ

Dünya çapında yetiştirilen yüzlerce bakliyat çeşidi arasında nohut (*Cicer arietinum* L.), dünyada bakliyat ekimi yapılan alanın yaklaşık yüzde 17'sini işgal etmektedir ve yıllık küresel bakliyat üretiminde 13 milyon ton üretim ile insan beslenmesi için yetiştirilen en önemli baklagillerden biri olarak kabul edilmektedir (FAO, 2019). Ayrıca Orta Doğu arkeolojik sit alanlarında varlığı nedeniyle (MÖ 7500-6800) insanlar tarafından en erken ekilen baklagil olarak kabul edilmektedir. Tohum şekli, boyutu ve rengine göre Desi ve Kabuli olmak üzere iki farklı nohut tipi tanımlanmıştır. (Rizvi & Sarker, 2020). Kabuli tipinin tohumları, desi tipinden daha büyüktür, ince bir tohum kabuğuna sahipler ve renkleri beyazdan kreme değişmektedir. Desi tipinin tohumları küçüktür, kabuğu kalındır, düzensiz bir tohum şekline sahiptir ve renkleri açıktan siyaha değişmektedir (Domínguez-Arispuro vd., 2018).

Dünya genelinde nohut atıştırılabilirlik, ön işlem veya ısıl işlem sonrası tam tohum, kabukları çıkartılmış, öğütülmüş un ve çimlendirilmiş olarak farklı şekillerde tüketilmektedir (Oghbaei & Prakash, 2020). Ayrıca kurak tropik bölgelerde hayvansal protein alamayan ve tercih olarak vejetaryen olanlar için iyi bir karbonhidrat, protein, diyet lifi, vitamin ve mineral kaynağı olarak kabul edilmektedir (Jukanti vd., 2012). Yüksek besin değerine sahip olmasına rağmen tripsin inhibitörleri, hemaglutininler, tanenler, fitik asit ve saponinler gibi bazı antinütrisyonel faktörler nohutun bu özelliğini engellemekte ve çimlenme bu faktörlerin etkisini azaltan yöntemlerden biri olarak görülmektedir. (Ferreira vd., 2019).

Son on yılda, insan beslenmesinde çimlendirilmiş tohumlarının kullanımındaki artış bu tohumların besin ve fitokimyasal değerleri ile ilgili bilimsel literatürde paralel bir artış gözlemlenmiştir (Benincasa vd., 2019). Baklagillerin besin kalitesini iyileştirilmesinde etkili ve ucuz bir yöntem olarak tanımlanan çimlendirme (Khattak vd., 2007), nohutta protein miktarında (%18,48'den %24,46'a), kül miktarında (4,72 g/100gr'dan 5,07 g/100gr), serbest fenolik bileşik seviyelerinde (%19,45), antioksidan aktivitede (%67,66) ve Gamma Aminobütirik Asit (GABA) içeriğinde (6.42mg/100g'dan 24.576 g/100g'a) artışa neden olduğu gösterilmiştir (Ferreira vd.,

2019 ; Xu vd., 2020). Tohum tanelerin çeşidi ve çimlendirme süresi, nohut bileşimini etkilemektedir (Benincasa vd., 2019). Yapılan çalışmalarda çimlendirme süresinin artması ile birlikte nohutta protein miktarında artış gözlemlenmiştir (Uppal & Bains., 2012 ; Xu vd., 2019).

Çimlendirilmiş nohut proteini izolatları ile zenginleştirilmiş glütensiz eriştelere, kontrol pirinç eriştelere kıyasla erişte kalitesini ve renk özelliklerini iyileştirdikleri ve daha iyi bir duyusal puana sahip oldukları gösterilmiştir (Sofi vd., 2020). Nohut ve nohuttan izole edilen rafinozun insanlarda bağırsak sağığını geliştirmek için bağırsak mikrobiyal bileşimini modüle etme potansiyeline sahip olduğu Fernando vd.,2010’da yaptıkları çalışmada gösterilmiştir. Nohut filizlerinden ekstrakte edilen izoflavonların (ICS) östrojenik aktivite sergiledikleri gözlemlenmiş ve östrojen eksikliğinin neden olduğu menopoz semptomlarının ve osteoporozun tedavisi için ICS’in, potansiyel oluşturabileceğı düşünölmüştür (Ma vd., 2013).

Bu çalışmada her iki nohut çeşidinde çimlenme sırasında oluşan su emilimi, protein ve kül miktarındaki değışikliklerin incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca imlendirme işleminde oluşan toplam bakteri, maya ve küf gibi mikroorganizmaların belirlenmesi, haşlanış ve çimlendirilmiş nohutlar arasında tat farklılıklarının araştırılması hedeflenmiştir.

II. GENEL BİLGİLER

A. Baklagiller

10.000 yıldan fazla bir süre önce tarımın başlamasıyla baklagiller insan beslenmesinin bir parçası olmuştur. Mercimek (*Lens culinaris* Medik.), nohut (*Cicer arietinum* L.), bezelye (*Pisum sativum*) ve acı bakla (*Lupinus albus* L.) Neolitik dönemin bitkileri olarak kabul edilmesi ile birlikte bunların Bereketli Hilal bölgesindeki erken tarım toplulukları tarafından evcilleştirildiği düşünülmektedir (Banti & Bajo, 2020). FAO 2018 verilerine göre dünyada toplam tarımsal üretim değerinin 24,6 milyar dolarlık kısmı nohut, mercimek ve kuru fasulyeden oluşmaktadır. 2005 yılına kıyasla 2017 yılında bu üç baklagilin üretimi %58 artarak 53,8 milyon tona ulaşmıştır. TÜİK verilerine göre 2018 yılı itibariyle 8,8 milyon dekar alanda 1.224 milyon ton baklagil üretimi gerçekleştirilmiştir ve nohut, fasulye ve mercimek toplam baklagil üretiminin %98,3'ünü oluşturmaktadır. (Tarım ve Orman Bakanlığı-TAGEM, 2019).

Baklagiller, kabuk içinde tohum üreten Leguminosae ailesine ait bitkilerdir ve sınırlı sayıda insan besini olarak kullanılan 18.000 'den fazla tırmanıcı bitki, çalı ve ağaç türünden oluşan büyük bir aile olarak tanımlanmaktadır. İnsan beslenmesinde yaygın olarak kullanılan baklagiller arasında bezelye, bakla, mercimek, soya fasulyesi, acı bakla, nohut, maş fasulyesi, yeşil fasulye ve yer fıstığı bulunmaktadır. Soya fasulyesi ve yer fıstığı gibi yüksek yağ içeriğine sahip olan baklagiller yağlı tohumlar, geleneksel gıda olarak kullanılan baklagiller ise kuru tohumlar olarak adlandırılmaktadır (Maphosa ve Jideani, 2017).

İnsan sağlığı için gerekli olan dokuz amino asidin tamamını içeren tam proteinler, genellikle et ve süt ürünleri gibi hayvansal kaynaklı gıdalarda bulunmaktadır (Cheng vd., 2019). Genellikle lizin amino asidinden zengin olan baklagiller %20-45 protein içeriği ile önemli bir protein kaynağı olarak kabul edilmektedir (Maphosa ve Jideani, 2017). Bununla birlikte soya proteini dışındaki baklagil proteinleri, sülfür içeren amino asitler metiyonin ve sistin bakımından

yoksundurlar ve bu nedenle eksik protein kaynağı olarak kabul edilmektedirler (Erbersdobler vd, 2017). Lizin amino asidinin düşük, sülfürlü amino asitlerin yüksek olduğu tahıllar, baklagillerle birlikte kullanıldıklarında protein açısından birbirlerini tamamlamaktadırlar. Vejeteryan ve vegan beslenenler, amino asit dengesini sağlamak için tahıllarla baklagilleri birleştirmeleri gerekmektedir. Meksika’da kullanılan mısır ekmeği ile fasulye, Asya’da pirinçli tofu, Amerika ve Avustralya’daki ekmecli fıstık ezmesi, Türkiye’deki fasulye ve pirinç bu tür kombinasyonların yaygın örnekleri olarak kabul edilmektedir (Maphosa ve Jideani, 2017).

Karbonhidratları depolamak için, hayvanlar ve insanlar glikojeni, bitkiler ise nişastayı kullanmaktadır. Nişasta, hayvanlar ve insanlar tarafından sindirilebilmektedir fakat bitki hücre duvarının bir parçası olan selüloz ve çözünür lif olan pektin etkili bir şekilde sindirilememektedir (Großkopf & Simm, 2020). Baklagiller genellikle düşük miktarlarda monosakkarit (genellikle %1 veya daha az) ve sadece biraz daha yüksek miktarda disakkarit içermektedir. İkienden fazla monosakkaritin birleşmesinden meydana gelen raffinoz (glikoz-galaktoz-fruktoz) ve stakioz (galaktoz-galaktoz-glikoz- früktoz) şekerleri, baklagil tohumlarında yaygın olarak bulunmaktadır. Yaygın olarak yetiştirilen baklagil türleri arasında toplam karbonhidrat miktarı %25 ila %65 arasında değişmektedir ve soya fasulyesi ile yer fıstığı gibi yağlı tohumlar dışında, nişasta (%22-45) çoğu zaman baskın karbonhidrat olarak kabul edilmektedir (Allen, 2012; Aguilera vd., 2009).

Nişasta insan beslenmesinde fizyolojik enerjinin ana kaynağı olarak kabul edilmekle birlikte fonksiyonel olarak çok önemli bir polisakkarit olarak görülmektedir. (Tharanathan ve Mahadevamma, 2003). Kimyasal olarak nişasta, amiloz ve amilopektin olmak üzere iki ana bileşenden oluşmaktadır ve bu bileşenlerin özellikleri nişastanın türüne, olgunluğuna ve tarımsal iklim koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Baklagiller, nişasta granüllerinde %30-40 amiloz ve %60-70 amilopektin içermektedir. Oldukça dallı bir molekül olan Amilopektin (Tharanathan & Mahadevamma, 2003), amiloza göre daha büyük bir yüzey alanına sahiptir. Bunun yanında amiloz nişastasının glikoz zincirleri, hidrojen bağları tarafından birbirine daha fazla bağlanmakta ve bu da amilozu, birçok dallı glikoz zincirine sahip amilopektine göre daha az sindirilebilir hale getirmektedir (Thorne vd., 1983). Baklagillerdeki yüksek amiloz içeriği, daha yüksek dirençli nişasta seviyelerine neden olduğu, bunun da sindirimi yavaşlattığı düşünülmektedir (Tharanathan & Mahadevamma,2003). İnce

bağırsakta sindirilmeyen dirençli nişasta (DN) kolonda bulunan mikrobiyota için değerli bir substrat haline gelmektedir. 2001 yılında American Association of Cereal Chemists (AACC) diyet lifini, kalın bağırsakta tam veya kısmi fermantasyon ile insan ince bağırsağında sindirime ve emilmeye dirençli, bitkilerin yenilebilir kısımları veya analog karbonhidratlar olarak tanımlamaktadır (Tiwari & Cummins, 2011). Baklagillerin diyet lifi içeriği türlere, çeşitliliğe ve tohum işlenmesine bağlı olarak değişmektedir. Baklagillerin çoğunda, lif konsantrasyonu %8 ila %27,5 arasında değişmektedir ve bu konsantrasyonun yaklaşık %3,3 ila %13,8'i çözünür liflerden oluşmaktadır. (Sánchez-Chino vd., 2015). Çizelge 1'de bazı baklagil türlerinin diyet lif içeriği verilmiştir. Amerikan beslenme rehberine göre günlük diyet lif alımı 1000 kalorilik beslenme planında 14 gr olarak önerilmektedir. Örneğin 2.000 kalori referans seviyesinde (bu önerilen alım miktarı herkes için uygun olmayabilir) günlük diyet lifi alımı 28 gram olarak tavsiye edilmektedir (USDA,2020). Türkiye beslenme rehberinde yetişkinler için önerilen günlük referans değer 25 gram olarak belirlenmiştir (TÜBER,2015).

Baklagiller lipid içeriklerine göre iki ana grupta sınıflandırılmakta: Birincisi, nohut, mercimek, fasulye, bakla gibi yağ oranı düşük olanlar (%1-6) ve ikinci grup, yer fıstığı (%50) ve soya fasulyesi (%18) gibi yağ içeriği yüksek baklagiller (Sánchez-Chino vd., 2015). Baklagillerin lipidleri triaçilgliserol, fosfolipidler, serbest yağ asitleri, steroller ve sterol esterlerinden oluşmaktadır. Baklagillerin yağ asidi bileşenleri genel olarak benzer olsa da bakliyatların türleri ve yetiştirilme alanları, yağ asidi bileşimini etkileyebilmektedir (Clifford Hall1 vd., 2016). Kolesterol içermeyen baklagiller, önemli miktarda tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri ve neredeyse hiç doymuş yağ asidi içermemektedir (Maphosa ve Jideani, 2017). Soya fasulyesi ve yer fıstığı iyi bir linoleik (%21-%53) ve alfa-linoleik asit (%4-%22) kaynağı olarak kabul edilmektedir (Blazos & Belski, 2016).

Baklagiller, folat, tiamin ve riboflavin gibi iyi bir B grubu vitamin kaynakları olmakla birlikte, aynı zamanda temel mineraller olan çinko, demir, kalsiyum, selenyum, fosfor, bakır, potasyum magnezyum ve krom kaynaklarıdır. Genel olarak baklagillerin sodyum oranı düşüktür. Baklagiller yüksek demir içeriğine sahip olmasına rağmen, demirin biyoyararlanımı düşüktür, ancak C vitaminden zengin besinlerle birlikte tüketildiğinde demirin emilimi artmaktadır (Maphosa ve Jideani, 2017).

Çizelge 1 Baklagillerin kuru tohumda besin içeriği g/100gr (Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı, 2021; USDA,2021)

Baklagil çeşidi	Toplam karbonhidrat miktarı g/100g	Toplam Diyet Lifi g/100g	Protein miktarı g/100g	Yağ miktarı g/100g
Nohut (Koçbaşı)	41,35	23,03	18,56	5,33
Yeşil mercimek	36,62	25,99	23,00	0,92
Kırmızı mercimek	41,94	18,67	25,81	1,57
Kuru fasulye (Dermason)	29,42	32,17	21,75	1,35
Barbunya	38,80	23,21	21,07	1,46
Börülce	43,74	18,98	22,88	1,01
Soya fasulyesi	30,16	9,3	36,49	19,94

B. Nohut (Cicer Arietinum L.) ve Bileşenleri

Nohut (*C. arietinum L.*), muhtemelen Türkiye menşeli olup, dünya çapında tüketilen en eski baklagillerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu baklagil, ılıman bölgeleri tercih etmesine rağmen, toprakta yeterli nem varsa, yüksek ısı toleransı ile, ılıman ve kuru iklimlere iyi uyum sağlayabilmektedir. Çoğunlukla Asya, Avrupa, Avustralya ve Kuzey Amerika'da, genellikle bir kış mahsulü olarak yetiştirilmektedir; Güneydoğu Asya, dünya üretiminin yaklaşık %80'ine katkıda bulunmaktadır ve Hindistan yıllık 9 milyon ton üretim ile ana üretici ülke olarak görülmektedir (Faridy vd.,2020; Rawal, V. & Navarro, D.K.,2019). Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2018 yılı itibariyle 8,8 milyon dekar alanda 1.224 milyon ton baklagil üretimi gerçekleştirilmiştir ve nohut 630 bin ton ile birinci sırada yer almaktadır. (TAGEM, 2019)

Desi ve Kabuli olmak üzere iki farklı nohut tipi tanımlanmıştır (Şekil 1) Desi tipleri pembe çiçeklere, gövdelerinde antosiyanin pigmentasyonuna ve renkli, kalın bir tohum kabuğuna sahiptir. Kabuli tipleri beyaz çiçeklere sahiptir, gövdeleri antosiyanin pigmentasyonundan yoksundur ve koçbaşı şeklinde beyaz ve bej renkli tohumları, ince bir tohum kabuğu ve pürüzsüz bir tohum yüzeyine sahiptir (Jukanti vd., 2012). Düşük üretim maliyeti, daha geniş adaptasyon, atmosferik nitrojeni sabitleme yeteneği ve çeşitli mahsul rotasyonlarına uyum sağlama gibi özellikler nohudun sürdürülebilir tarım üretim sistemindeki en önemli baklagil bitkilerinden biri olmasını sağlamaktadır.

Nohut, insan tüketimi için yüksek besin değerine sahiptir. Zengin bir protein (%20-22), lif (23,03g/100g), mineral (kalsiyum, potasyum, fosfor, magnezyum, demir ve çinko), doymamış yağ asitleri ve β -karoten kaynağıdır (Rizvi & Sarker, 2020).



Şekil 1 Nohut tipleri a-b) Kabuli nohut tipi: basit yapraklı, beyaz çiçekli ve iri tohumlu c-d) Desi nohut tipi: bileşik yapraklı, pembe çiçekli ve küçük tohumlu

1. Proteinler

Nohut protein içeriğinin, fasulye ve soya fasulyesi gibi baklagillerle kıyasla benzer bir protein yüzdesine sahip olup (Faridy vd., 2020) %18 ile %28 arasında değiştiği bildirilmiştir (Bar-El Dadon vd., 2017). Ayrıca nohut proteinlerinin %48 ve %89 sindirilebilirlik ile yüksek bir biyoyararlanıma sahip oldukları çalışmalarla gösterilmiştir (Nosworthy vd., 2020). Ek olarak nohutta ana depolama protein fraksiyonları globulinler ve albüminlerdir. Globulinler, legumin ve vicilinden oluşmaktadır. Legumin ana depolama proteindir ve toplam globülinlerin %97'sini temsil etmektedir (Faridy vd., 2020)

Nohut proteinleri kükürten zengin aminoasitler (metiyonin ($C_5H_{11}NO_2S$) ve sistein ($C_3H_7NO_2S$)) dışında yeterli miktarda amino asit dengesine sahipler (Faridy vd., 2020). Kabuli ve Desi tipi nohutların amino asit profilleri arasında önemli bir farklılık olmadığı yapılan bir çalışmada gösterilmiştir. Aynı çalışmada sindirilebilirlik değerlerine göre, nohut protein izolatları soya fasulyesi protein izolatlarına göre daha başarılı, kabuli protein izolatının sindirilebilirliği, desi protein izolatından daha iyi bulunmuştur (Wang vd., 2010 ; pubchem.ncbi.nlm.nih.gov,2021). Nohuttaki amino asit eksikliklerinin giderilmesi için kükürt içeren amino asitler bakımından zengin olan tahıllar ile birlikte tüketilmesi önerilmektedir (Jukanti vd., 2012).

En sık tüketilen üç tahıl cilalanmış pirinç, mısır ve rafine edilmiş buğday, düşük miktarda amino asit içerdiklerinden dolayı baklagillerle kombinasyonlarda tam protein sağlamadıkları düşünülmektedir. Protein yetersizliğine katkıda bulunmak ve gıdaların

besin değerini arttırmak için baklagillerin tahıllarla kombinasyonu doğru yapılması gerekmektedir. Anitha vd., (2019) darı çeşitleri ve nohut çeşitleri arasında birbirilerini tamamlayıcı potansiyellerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, darı ile baklagil kombinasyonun yüksek sindirilebilirliğe sahip kaliteli tam protein sağladığını tespit etmiştir. Nohut ve darı kombinasyonunda (75:25) protein miktarı 16,30mg/100g olarak tespit edilmiştir.

2. Karbonhidratlar

Diğer baklagillerle kıyasla nohut tohumlarının toplam karbonhidrat içeriği (%41,1- %47,4) daha fazla olup hem kullanılabilir yani ince bağırsakta enzimatik olarak sindirilebilen karbonhidratları (mono ($C_6H_{12}O_6$) ve disakkaritler ($C_{12}H_{22}O_{11}$)) hem de kullanılmayanları yani ince bağırsakta enzimatik olarak sindirilemeyen karbonhidratları (oligosakkaritler, dirençli nişasta, selülozik olmayan polisakkaritler, pektinler, hemiselülozlar ve selüloz) içermektedir. Rafinoz oligosakkarit ailesi (rafinoz, stakioz ve erbasose) ve galaktozil xylitol ($C_{11}H_{22}O_{10}$), nohutta bulunan iki önemli a-galaktozid grubudur. Bu oligosakkaritleri parçalayan a-galaktosidaz insanlarda bulunmadığından, kalın bağırsakta mikrobiota tarafından fermentasyona uğrarlar, bu da abdominal rahatsızlığa neden olan gaz üretimine sebep olmaktadır (Bar-El Dadon vd., 2017). Genel olarak, oligosakkaritler 2-10 monosakkarit biriminden oluşmakta ve oligosakkaritlerin miktarı farklı nohut türleri için yaklaşık %10,4 ve %17 arası değişmektedir (Zhang vd., 2017; El-Adawy, 2002). Nohut karbonhidratların bir diğer önemli bileşeni nişasta, toplam karbonhidratların yaklaşık %83,9'unu temsil etmektedir (El-Adawy, 2002). Yapılan çalışmalarda bileşim açısından amiloz içeriği %29,2, dirençli nişasta %31,9 ve toplam diyet lifi %2,7 olarak bulunmuştur (Polesi vd., 2011). Sindirimi yavaş karbonhidratlar olarak da bilinen, kompleks karbonhidratların bir kategorisi olan prebiyotik karbonhidratlar, "gastrointestinal mikrobiyotada hem bileşiminde hem de aktivitede belirli değişikliklere izin veren ve konağa sağlık yararı sağlayan seçici olarak fermente edilmiş bir bileşen" olarak tanımlanmaktadırlar. Nohut'un toplam karbonhidrat porsiyonunda prebiyotik karbonhidrat (şeker alkollerini, rafinoz ailesi oligosakkaritleri, fruktooligosakkaritleri, hemiselüloz, selüloz ve dirençli nişasta) içeriği 12g/100g olarak tespit edilmiştir (Siva vd., 2019). Çiğ nohut tohumunun toplam diyeti lifi içeriği 18-22g/100g olup, çözünür ve çözünmez diyet lifi içeriği sırasıyla 4-8 ve 10-18 g/100g arasında değişmektedir (Tosh & Yada, 2010). Desi tipi nohutlar, Kabuli tiplerine göre

daha yüksek toplam diyet lifine ve çözümez diyet lifine sahiptir. Bunun nedeni, Kabuli tiplerine (toplam tohum ağırlığının %4,3- 4,4) kıyasla Desi tiplerinde (toplam tohum ağırlığının %11,5'i) daha kalın tohum zarfının bulunması ile açıklanmaktadır (Jukanti vd., 2012; nlm.nih.gov,2021).

3.Yağlar

Nohut, soya fasulyesi veya yer fıstığı gibi diğer baklagillere kıyasla yağ içeriği oldukça düşük olup yağlı tohum olarak değerlendirilmemektedir (SINGH, 1985). Nohut'un toplam lipit içeriği 4,5 ile 6,0 yağ/100g arasında değişmektedir. Tanelerdeki yağ, temel olarak linoleik asit ($C_{18}H_{32}O_2$) (yağda %54,7-56,2), oleik asit ($C_{18}H_{34}O_2$) (yağda %21,6- 22,2) ve linolenik asit ($C_{18}H_{30}O_2$) (yağda %0,5- 0,9) gibi esansiyel doymamış yağ asitleri ile karakterize olup, daha az miktarda palmitik asit ($C_{16}H_{32}O_2$) (yağda %18,9-20,4) ve stearik asit ($C_{18}H_{36}O_2$) (yağda %1,3-1,7) içermektedir (Rachwa-Rosiak vd., 2015; pubchem.ncbi.nlm.nih.gov,2021).

4. Vitaminler ve mineral maddeler

Her ne kadar vitaminler küçük miktarlarda gerekli olsalar da bir bireyin vitamin ihtiyacını karşılayabilmesi için nohut'un diğer besinlerle birlikte tüketilmesi önerilmektedir. Nohut, nispeten ucuz ve iyi bir folik asit (ortalama 46µg/100g) ve vitamin E (ortalama 4,35 IU/100gr) kaynağı olarak kabul edilmektedir. (Wallace vd.,2016). Folik asit kırmızı kan hücrelerinin oluşumunda ve nöral tüp defekti riskinin azaltılmasında önemli rol oynamaktadır (Gool vd.,2018). E Vitamini, çoklu doymamış yağ asitlerini (PUFA'lar) oksidasyondan koruyabilen, reaktif oksijen türlerinin (ROS) ve reaktif nitrojen türlerinin (RNS) üretimini düzenleyen ve sinyal iletimini modüle edebilen, yağda çözünen bir antioksidandır (Lee ve Han.,2018). Ayrıca düşük miktarlarda suda çözünen vitaminlerden riboflavin (0,164mg/100g), piridoksin (ortalama 0,535mg/100g), tiamin (ortalama 0,572 mg/100g) ve niasin (ortalama 3,146mg/100g) içermektedir (Wallace vd.,2016;Türkomp,2021).

Her ne kadar nohut 'un mineral içeriği genotip ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişebilse de nohut insan beslenmesine çeşitli minerallerle önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Önemli miktarlarda kalsiyum (ortalama 99mg/100g), çinko (ortalama 3,16 mg/100g), magnezyum (ortalama 139mg/100g) ve demir (ortalama 5,92 mg/100g) içermektedir (Dadon vd.,2017;Türkomp,2021). Yeşil mercimek (7,77

mg/100g) ve börölce tohumları (7,43mg/100g) ile kıyasla nohut tohumlarındaki demir miktarı daha düşük tespit edilmiştir (Türkomp,2021).

Mitchel vd., (2009) yaptıkları çalışmada, baklagillerin düzenli tüketimi toplam yağ ve doymuş yağ alımını azaltırken daha yüksek folat, çinko, demir ve magnezyum alımına neden olabileceği sonucuna varmıştır. Çizelge.2’de çiğ ve pişmiş nohut besin bileşenleri verilmiştir. Besin bileşenlerindeki azalma, pişirme suyuna difüzyonundan ve kimyasal yıkımın kombinasyonundan kaynaklanabileceği ileri sürülmüştür. (Wang vd.,2010; El-Adawy, 2002).

Çizelge 2 Nohut besin bileşenleri / 100 g başına (USDA.,2021)

Nohut	Karbohidrat	Protein	Yağ	Ca	Mg	Fe	Zn	K	Folat
	gr	gr	gr	mg	mg	mg	mg	mg	µg
Çiğ (16056) *	62,95	20,47	6,04	57	79	4,31	2,76	718	557
Pişmiş (16057)**	27,42	8,86	2,59	49	48	2,89	1,53	291	172

*** USDA Besin Bileşimi Veri tabanındaki Besin Veri Tabanı Numarası (NDB No.)

5. Antinütrisyonel Faktörler

Baklagiller, tüketildikten sonra besin değerini bozan farklı bileşikler içermektedir ve bu bileşikler antinütrisyonel faktörler (ANF) olarak adlandırılmaktadır. Bu faktörlerden bazılarının, mevcut mikrobeyinleri bağladığı ve bazı önemli minerallerin biyoyararlanımını azalttığı, diğerleri ise besinlerin sindiriminde kullanılan enzime doğrudan bağlanarak sindirim sürecini engellemektedir (Banti & Bajo, 2020). ANF’in varlığı genellikle bitkinin doğal koşullar altında hayatta kalmasını ve yaşam döngüsünü tamamlamasını sağlayan evrimsel bir adaptasyon sonucu olduğu bilinmektedir (Duranti & Gius, 1997). ANF’ler, protein ve protein olmayan ANF olarak sınıflandırılmaktadır. Protein olmayan ANF; alkaloidler, tanenler, fitik asit, saponinler ve fenolikleri içerirken protein olan ANF; tripsin inhibitörleri, proteaz inhibitörleri, kimotripsin inhibitörleri, lektinleri ve antifungal peptitleri kapsamaktadır (Jukanti vd., 2012).

a. Tanenler

Tanenler bitkilerin korunmasında (enfeksiyon, böcek ve hayvan hasarına karşı) önemli rol oynayan (Toker vd., 2010) ve baklagillerin çoğunda bulunan önemli antinutrisyonel faktörlerden biridir. Acı polifenolik bileşikler olarak karakterize edilmekle birlikte tanenler, proteinler, amino asitler ve alkaloidler gibi organik bileşiklere bağlanarak çökelti oluşturabilmektedir. Tanenlerin varlığı, amilaz, lipaz, tripsin ve kimotripsin enzim aktivitesini inhibe ederek, nohuttaki proteinleri kullanılamaz hale getirmektedir bu da hem insanda hem de hayvanlarda protein kalitesini ve sindirilebilirliğini azaltarak demir emilimini olumsuz etkilemektedir (Abbas & Ahmad, 2018). Nohutun tanen içeriği Desi ve Kabuli tipleri için sırasıyla 0,36-0,72g/100g ve 0,12-0,51g/100g olarak bildirilmiştir. Tanenler nohut kabuğunda bulunmaktadır ve yiyeceklerin hazırlanması aşamasında kabukların çıkartılması tanenleri de uzaklaştırmaktadır (Toker vd., 2010).

b. Fitik Asit

Fitik asit baklagillerde, tahıllarda, yağlı tohumlarda, kabuklu yemişlerde ve diğer bitkilerde fosfor ve inositolün ana depolanma şeklidir. Fitat, olgunlaşma döneminde baklagil ve yağlı tohumlarda protein gövdeleri içindeki globoid kristalde depolanmaktadır. İnsanlar da dahil olmak üzere tek mideli hayvanların sindirim sisteminde fitat parçalayıcı enzim aktivitesi bulunmaması nedeniyle fitik asidi metabolize edemezler (Gupta & Gangoliya, 2015). Fitik asidin mineraller, proteinler veya nişasta ile doğrudan veya dolaylı olarak bağlanma yeteneği, bu besinlerin çözünürlüğünü, işlevselliğini, sindirilebilirliğini ve emilimini değiştirebilmektedir (Toker vd., 2010). Fitik asit, özellikle çinko, kalsiyum ve demir gibi çok değerlikli metal iyonlarını şelatlama kabiliyetine sahip ve bunlarla çözülmez kompleksler oluşturarak biyoyararlanımlarını azaltabilmektedir. Aynı zamanda kadmiyum ve paladyum gibi toksik metalleri şelatlayarak insan sağlığı üzerine olumlu etkiler de göstermektedir (Sánchez-Chino et al., 2015). Nohutta toplam fitik asit içeriği genotipe, iklime ve toprak tipine göre %0,3 ile %1,8 arasında değişebilmektedir (Toker vd., 2010).

c. Protein İnhibitörleri ve α -Amilaz

Bitkilerde, özellikle tahıllarda ve baklagillerde önemli tripsin, kimotripsin, karboksipeptidaz, elastaz ve α -Amilaz inhibitör konsantrasyonları bulunmaktadır. Proteaz ve α -Amilaz inhibitörlerinin amilazın sindirim süreçlerine katkısını inhibe etmektedir ve karbonhidrat metabolizmasını negatif etkilemektedir (Sánchez-Chino vd., 2015). Proteaz inhibitörleri, insan sindirim sisteminde tripsin ve kimotripsin ile geri dönüşü olmayan bir şekilde bağlanarak sindirime müdahale etmektedir ve bir sindirim enzimi olan pepsine ve midenin asidik pH'ına direnç göstermektedir. Nohut proteaz inhibitörleri iki tipte olup Kunitz tipi ve Bowman-Birk tipi olarak adlandırılmaktadır. Kunitz tipi sadece tripsin enzim aktivitesini inhibe etmektedir, Bowman-Birk tipi ise hem tripsin hem de kimotripsin enzim aktivitesini inhibe etmektedir (Jukanti vd., 2012)

d. Lektinler

Lektinler (hemaglutininler veya fitohemaglutininler), serbest formda veya daha karmaşık kompleks yapıların bir parçası olarak spesifik karbonhidratlara geri dönüşümlü olarak bağlanma özelliğine sahip immün kökenli olmayan bir grup proteindir. Bitkilerde, bu bileşenlerin çoğu tohumların kotiledonlarında ve endospermde bulunmaktadır ve toplam proteinin %2 ila %10'unu temsil etmektedir. Lektinlerin bitkilerde fizyolojik düzenleme, mikroorganizmalara karşı savunma, proteinlerin depolanması ve Rhizobium cinsi nitrojen fikse edici bakterilerin tanınması gibi farklı işlevleri bulunmaktadır (Sánchez-Chino vd., 2015) Çoğunlukla baklagil tohumları çiğ tüketilmediğinden ve lektinler tohumların dış katmanlarında bulduklarından ıslatma ve pişirme gibi basit işlemlerle etkileri kaybolabilmektedir (Ohanenye vd., 2020).

e. Oligosakkaritler

Baklagillerin Rafinoz Ailesi Oligosakaritleri, galaktoz birimlerinin sükroza sırasıyla eklenmesiyle sentezlenmektedir ve sükrozun α -galaktozil türevleridir. Ayrıca rafinoz, stakioz, ciceritol ve verbascose genellikle baklagillerde bulunan oligosakkaritlerdir (Banti & Bajo, 2020). Rafinoz nohut bitkisinin her yerinde bulunmaktadır, ancak gelişme sırasında tohumlarda ve köklerde birikmektedir. Hem rafinoz hem de stakioz, nohut tohumlarında ve yapraklarında bulunmaktadır ve bitkilerde dona karşı tolerans sağladığı bilinmektedir. Nohut düşük miktarlarda verbascose içermektedir ve bazı desi ve kabulü tiplerinde bulunmamaktadır.

Oligosakkaritlerin antinutrisyonel etkisi, bu bileşiklerin insanlarda α -galaktosidaz enzim eksikliğine bağlı olarak sindirilememesi ve kalın bağırsakta anaerobik mikroorganizmalar tarafından fermente edilerek bunun sonucunda oluşan şişkinlik ve gaz şikayetleri ile kendini göstermektedir (Toker vd., 2010).

C. Çimlendirme

Çimlenme, tohumun olgunlaşmış kurumasından sonra fiziksel olarak hızla toparlanması, sürekli bir metabolizma yoğunluğunun sürdürülmesi, embriyonun ortaya çıkması için gerekli hücresel olayları tamamlaması ve sonraki fide büyümesine hazır olması gereken karmaşık bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Nonogaki vd., 2010). Tanım olarak çimlenme, uyku halindeki tohum tarafından suyun alınmasıyla başlayan ve embriyo filizin uzamasıyla sona eren olayları içermektedir. Çimlenmenin tamamlandığının görünür işareti, genellikle embriyoyu çevreleyen yapılardan geçerek kökün görünmesi olarak tanımlanmaktadır; sonuç genellikle görünür çimlenme olarak adlandırılmaktadır. Büyük depolama rezervlerinin harekete geçirilmesi de dahil olmak üzere sonraki olaylar, fidenin büyümesi ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Bewley, 1997). Çimlenme, tohumun su alma yeteneğine ve mikro yapısına bağlı olarak üç aşamadan meydana gelmektedir; Birinci aşama hızlı su alımı ile karakterize olan imbibisyon aşamasıdır; ikinci aşamada su alımı azalmakta ve üçüncü aşamada köklerin tohum kabuğundan çıkması ile birlikte su alımı tekrar artmaktadır (Ohanenye vd., 2020). American Association of Cereal Chemists (AACC) tarafından filizlendirilmiş tahıllar için yapılan tanımda filiz büyümesi tohum uzunluğunu aşmaması gerektiği belirtilmektedir (Benincasa vd., 2019).

Çimlendirme, başlıca dezenfeksiyon, ıslatma ve filizlendirme olmak üzere birkaç prosedürle gerçekleştirilebilmektedir. Farklı tohumlar için çimlendirme uygulamaları farklı olsa da genel olarak aşağıda açıklandığı gibi uygulanmaktadır:

Dezenfeksiyon: Mikroorganizmaların çoğalmasını önlemek amacıyla tohumlar, ıslatılmadan önce dezenfekte edilmektedir. Literatüre göre, farklı konsantrasyonlarda sodyum hipoklorit (NaClO) çözeltileri (özellikle %0,07 NaClO) bu işlem için kullanılmaktadır. Dezenfeksiyon işleminin, çimlendirme sonuçları üzerine olan etkilerini araştıran az sayıda çalışmanın bulunması, muhtemel dezenfeksiyon reaktiflerinin tohumlar üzerindeki potansiyel zararlı etkileri ve tüketimi için gıda

güvenliği riskleri göz önüne alındığında, tohum çimlenmesi için dezenfeksiyon zorunlu kabul edilmemektedir ve dezenfeksiyonun gerekip gerekmediği, tohumların durumuna, çimlendirme işlemleri sırasında su değiştirme sıklığına ve çimlendirme amacına bağlı olarak değişmektedir (Gan vd., 2017).



Şekil 2 Çimlendirilmiş nohut

Suda bekletme: Çimlendirme işleminden önce tohumlar suda bekletilmektedir ve ıslatma süresi ile ortamın sıcaklığı genellikle farklılıklar göstermektedir. Tohumlar oda sıcaklığında (yaklaşık 20-30°C) ve birkaç saatten 24 saate kadar ıslatılabilmektedir. Tohum ıslatma durumundaki bu farklılıklar, su emme kapasitesi, tohum katlarının kalınlığı ve tohumların boyutu gibi farklı tohumların kendine özgü özellikleriyle ilişkilendirilmektedir (Gan vd., 2017)

Çimlendirme işlemi: Tohumların çimlendirilmesi için ışık, sıcaklık, nem, sulama ve zaman gibi birkaç faktör göz önünde bulundurulmaktadır. Tohumların çimlendirilmesi genellikle karanlıkta yapılmaktadır ve ortamın sıcaklığı genellikle 20-30°C'de tutulmaktadır. Tohumların çimlendirilmesini desteklemek amacıyla tohumlar her gün nispeten yüksek nem tutacak şekilde sulanmaktadır. Çimlendirme süresi çimlenme amacına bağlı olarak değişmektedir (Gan vd., 2017).

1. Çimlendirme Sırasında Su Emilimi

Kuru tohumlara suyun emilmesi, tohum çimlenmesinin başlangıç noktası kabul edilmektedir (Rosental vd., 2014). Olgun ve kuru tohumlarda su alımı üç fazdan oluşmaktadır. Başlangıçta, tüm matrisler ve hücre içerikleri tamamen hidratlanana kadar hızlı bir ilk su alımı (faz I) ve ardından değişmeden kalan sınırlı su alımı (faz II) ile devam etmektedir. Su alımındaki artış (faz III), embriyonik eksenler uzadıkça, ancak çimlenme tamamlandıktan sonra meydana gelmektedir (Bewley, 1997; Nonogaki vd., 2010). Su içeriğindeki hafif artışı, büyüyen kökün hücreleri ve ardından fidenin geri kalanı, mitotik bölünmeler ve hücre genişlemesi nedeniyle arttıkça çok daha fazla alım izlemektedir (Nonogaki vd., 2010). Faz I sırasında kuru tohum hücrelerine su akışı, özellikle zarlarda geçici yapısal bozulmalara neden olmaktadır, bu da çözünen maddelerin ve düşük moleküler ağırlıklı metabolitlerin çevredeki çözeltiliye hızlı bir şekilde sızmasına yol açmaktadır. Bunu takiben kısa bir rehidrasyon süresi içinde, membranlar daha kararlı konfigürasyonlarına geri döner ve bu sırada çözünen madde sızıntısı azalmaktadır. Membranlarda ve organellerde su emilimine bağlı hasarın nasıl onarıldığı bilinmemektedir (Bewley, 1997).

2. Çimlendirme Sırasında Protein Sentezi

Çimlenme sırasında protein sentezinin yeniden başlaması için gerekli tüm bileşenler olgun kuru tohumun hücrelerinde bulunmaktadır (Bewley, 1997). Tohumun protein içeriği, çimlenme sırasında protein yıkımı ve protein biyosentezi arasındaki dengeye bağlı olduğu bildirilmektedir. Tohumların ana depolama proteinleri, çözünürlük özelliklerine göre albüminler (suda çözünür), globülinler (tuzda çözünür), glutelinler (alkalide çözünür) ve prolaminler (alkolde çözünür) olarak sınıflandırılmaktadır. Tanenin çimlenmesi sırasında, depolama proteinleri, su alımından 2-3 gün sonra proteolitik enzimler tarafından peptitlere ve amino asitlere hidrolize edilmektedir, bu da besin biyoyararlanımı artırmaktadır (Benincasa vd., 2019).

Özellikle çimlendirilmiş tam tahıllar, insan vücudunda protein üretiminde rol alan daha yüksek miktarlarda esansiyel amino asitler içermektedir. Tane tipi ve çimlenme süresi, amino asit bileşimi üzerinde en büyük etkiye sahiptir. Mumlu buğdayda, temel amino asitler izolösin, lösin, fenilalanin ve valin 36 saatlik

çimlenmeden sonra maksimum seviyelere ulaşırken, diğer esansiyel amino asitler (yani treonin ve metiyonin) 24 ve 48 saat sonra en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Başlangıçta 2,207 mg/g (kuru ağırlıkta(km)) olan toplam serbest amino asit miktarı 48 saatlik çimlendirme işleminin sonunda 7,881 mg/g km olarak tespit edilmiştir (van Hung vd., 2012).

Moongngarm & Saetung., 2010 'da yaptıkları çalışmada 24 saat çimlendirilmiş pirinçlerde ham protein miktarında önemli artış (%6,98'den %8,98) gözlemlenmektedir. Yazarlar çimlenme işlemi sırasında artan protein miktarını artan enzim aktivitesine ve nükleik asitler gibi bazı protein olmayan nitrojen maddelerinin sentezlenmesine, toplam serbest amino asit seviyelerinin artmasının ise proteaz tarafından proteinlerin degradasyonuna atfetmektedir (Moongngarm & Saetung, 2010). Benzer bir gözlem, Ghavidel ve Prakash tarafından kaydedilmiştir. Çiğ nohut tohumunda 22,1g/100g km olan protein miktarı 24 saatlik çimlendirme işlemi sonunda 27,2gr/100g km olarak tespit edilmiştir (Ghavidel & Prakash, 2007). Desi ve Kabuli nohut cinslerini karşılaştırdıkları çalışmada Khalil vd, (2007) çimlendirme sırasında protein içerikleri açısından her iki tip nohutta önemli ölçüde farklılık gözlemlenmiş olsa da (Kabuli tipi-%22,2; Desi tipi-%23,4), çimlendirme süresinin artması ile her iki nohut tipinde protein miktarındaki artış yaklaşık olarak aynı saptanmıştır (%23,9 ve %24,1). Bu bulgular, çimlendirmeyi baklagil tohumlarının, protein içeriğini etkileme potansiyeline sahip bir biyoproses olarak ortaya koymaktadır (Ohanenye vd., 2021).

3. Çimlendirme Sırasında Karbonhidrat ve Mineral Madde Değişiklikleri

Çimlendirme süreci, enzimatik aktiviteyi, esansiyel amino asit miktarını, protein sindirilebilirliğini ve mineral biyoyaralanımını arttırdığı için ham tohumlara kıyasla daha iyi besin değerine sahip tohumların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Abbas & Ahmad, 2018). Mittal vd, (2012) yaptıkları çalışmada nohutta çimlendirme linolenik asitte %48,42 ve palmitik asitte %16,4 artış sağlarken, mineral içeriğinde azalma ile sonuçlandığını bildirmişlerdir (Demir %18,96, Magnezyum %9,21 azalma göstermiştir).

Çimlenme sırasında, tohum büyümesine enerji sağlamak amacıyla yağ ve karbonhidrat genellikle indirgenmektedir ve bu da içeriklerinin daha düşük olmasına yol açmaktadır. İlk 12 saat çimlenme süresince karabuğdayın karbonhidrat miktarında önemli bir değişiklik saptanmazken 12 saatlik çimlenmeden sonra çiğ tohumlara kıyasla karbonhidrat miktarında 20 kat artış (3,14 mg/g'dan 73,66 mg/g'a)

gözlemlenmiştir. Bunun nedeni çimlenme işlemi sırasında α -amilazın aktivasyonu ile karbonhidratların hidrolizi sonucu artan indirgenmiş şeker içeriğine bağlanmaktadır (Zhang vd., 2015).

Mahadevamma & Tharanathan., (2004) çimlendirmenin toplam, çözümlü ve çözümlü lif miktarı üzerine etkisini araştırmıştır ve toplam diyet lifinin kuru tohumlara kıyasla çimlendirilmiş tohumlarda oldukça arttığını (%21,95'ten %27,85'e) gözlemlemiştir. Bunun yanında dirençli nişasta içeriğinde çok hafif bir artış gözlemlenmiştir (%0,30'dan %0,64). Bunun nedeni kısmen nişasta dahil kompleks karbonhidratların çeşitli hidrolize edici enzimlerin etkisiyle daha basit moleküllere dönüştürülmesine bağlanmaktadır.

Kalsiyum, çinko ve demir gibi mineraller, baklagillerde bağlı formda bulunmaktadır. Çimlendirme ile fitik asitin azalması, bu minerallerin kullanılabilirliğini arttırmaktadır. Çimlendirme süresini ve demirin kullanılabilirliğini arttırmak için üç baklagil (maş fasulyesi, börülce ve nohut) üç zaman periyodu (her baklagil için farklı) boyunca çimlendirilmiştir. Çimlendirme süreci, nohutta askorbik asidi önemli ölçüde arttırmıştır; çığ tohumunda 0,8 mg/100g olan askorbik asit 60 saat çimlendirme sonunda 9,9 mg/100g ulaşmıştır. Kuru nohut tohumunda 6,9mg/100g km olan demirin 60 saatlik çimlendirme işlemi sonunda 6,5 mg/100g km gerilediği gözlemlenmiştir. Kalsiyum ise 60 saatlik çimlendirme işlemi sonunda 153,6mg/100g km'den 139,9mg/100g km azalma göstermiştir (Bains vd., 2014). Benzer sonuçlar Ghavidel &Prakash.,2006 tarafından saptanmıştır. 24 saatlik çimlendirme işlemi sonunda nohut tohumlarında demir ve kalsiyum miktarlarında sırasıyla 4,68mg/100g km'den 3,77 mg/100g km ve 22268 mg/100g km'den -17668 mg/100g km azalma gözlemlenmiştir. Aynı çalışmada toplam diyet lifi miktarında küçük bir artış saptanmıştır (27,18 g /100g -27,98g/100g). Çimlendirme işlemi sonucunda mineral maddelerdeki azalma, işlem öncesi suda bekletme esnasında mineral maddelerin suya geçişinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Ghavidel & Prakash, 2007).

4. Çimlendirme ve Mikroorganizma Gelişimi

Yüksek besin içerikleri nedeniyle dünya çapında çimlendirilmiş tohum ve filiz tüketiminde artan bir eğilim olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, tohumlarda patojenik bakterilerin varlığından dolayı çimlendirilmiş tohumlarda ve filizlerde mikrobiyal kontaminasyon kolaylıkla meydana gelebilmektedir ve çimlenme ve filizlenme süreci bakteri büyümesi için en uygun koşulları sağlamaktadır (Yang vd.,

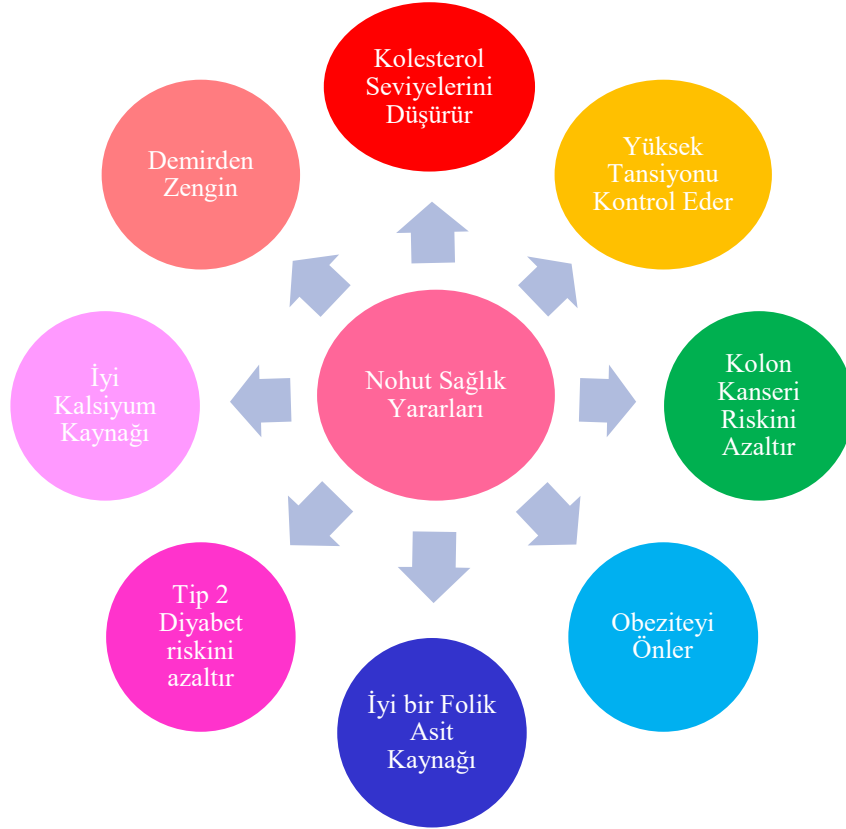
2013). Çimlenme sırasında tohumların kontaminasyonu, tohum materyali, çimlendirme ortamı ve ıslatma suyu gibi kontaminant kaynağına atfedilmektedir (Benincasa vd., 2019). Ayrıca çimlendirme sırasında oluşan nemli ortam bakteri büyümesini teşvik etmektedir. Filizlendirilmiş baklagillerin, çiğ tüketmek yerine unlu mamullerde ve yemeklerde kullanılabilmesi, veya kullanmadan önce pişirilmesi ve pişirilen filizlendirilmiş ürünlerin buzdolabında saklanması önerilmektedir (Godman, 2017). Meksika’da yapılan bir çalışmada marketlerden toplanan her birinden 150 gr olmak üzere 100 maş fasulyesi filiz örneği, Koliform bakteri (CB), fecal koliform (FC), *Escherichia coli*, enteroinvaziv *E. coli* patotipleri (DEP) ve *Salmonella* açısından test edilmiştir. Bu numunelerin %100’ü CB için, %98’i FC için, %95’i *E. coli* için, %10’u DEP için ve %5’i *Salmonella* için pozitif bulunmuştur. Analiz edilen maş fasulyesi filizi örneklerin sayısı sınırlı olarak kabul edilse de, filizlerde DEP ve *Salmonella*’ya rastlanması potansiyel bir halk sağlığı riskini oluşturduğu sonucuna varılmıştır (Cerna-Cortes vd., 2013).

5. Çimlendirmenin Nohuttaki Antinütrisyonel Faktörler Üzerine Etkisi.

Çimlendirme, baklagil türüne ve çimlenme sürecinin koşullarına ve süresine bağlı olarak antinütrisyonel faktörleri azaltarak besin kalitesini iyileştirmektedir (Bains vd., 2014). Çimlendirilmiş nohutta, fitik asidin azalmasıyla birlikte kalsiyum, çinko ve demir gibi minerallerin bağlı formdan serbest forma geçmesiyle mineral bulunabilirliği ve askorbik asidin artmasıyla daha gelişmiş demir biyoyaralanım oluştuğu düşünülmektedir (Bains vd., 2014). Fitik asidin azalması, çimlenme sırasında endojen fitaz aktivitesindeki artıştan kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Mittal vd., (2012) yaptığı çalışmada oda ısısında iki gün süren çimlendirme sonucunda nohut fitik asit miktarında %3,46, tanen miktarında %93,25, saponin miktarında %22,72, oksalat miktarında %58,97 ve tripsin inhibitör aktivitesinde %39,76 azalma tespit etmiştir. Singh vd., (2015) yaptığı çalışmada ise 72 saat çimlendirme sonucunda nohut tohumlarındaki antinütrisyonel faktörlerde %95 azalma ($P \leq 0,05$) gözlemlenmiştir. Bu çalışmalar farklı koşullar altında, çimlendirmenin, nohut tohumlarındaki antinütrisyonel faktör içeriğini azaltmak için iyi bir uygulama olduğunu ortaya koymaktadır.

D. Nohut ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Nohut, bitkisel protein, kompleks karbonhidrat, diyet lifleri, vitaminler, mineraller, oligosakkaritler, izoflavonlar, fosfolipidler, antioksidanlar gibi sağlığı geliştiren bileşenlere sahip olmasının yanında, sağlıklı bir beslenme programının bir bileşeni olarak düzenli tüketilmesi ile hastalıklara karşı koruyucu bir etkisi olduğu çalışmalarla gösterilmiştir (Gupta vd., 2017). Epidemiyolojik çalışmalar, postprandiyal hipergliseminin ve glisemik yükün, özellikle diyabetik olmayanlarda ateroskleroz gelişimine katkıda bulunan ve obezite ile tip 2 diyabet hastalarının koroner kalp hastalığı riskini arttırdığı için çeşitli hastalıklarla ilişkili olduğunu göstermiştir (Aisa vd., 2019).



Şekil 3 Nohut ve sağlık yararları (Jukanti vd., 2012)

Glisemik indeks (GI), karbonhidratların kan glikoz düzeyine olan etkisini ölçmekte. Hızlı sindirilen, emilen ve metabolize edilen karbonhidrat içeren yiyecekler yüksek GI gıdalar ($GI \geq 70$) olarak kabul edilirken, yavaş sindirilen, emilen ve

metabolize edilenler düşük GI gıdalar ($GI \leq 55$) olarak kabul edilmektedir. (Augustin vd., 2015). Düşük GI (haşlanmış nohut: $GI = 36$) sahip olan nohut, dahil edildiği öğünlerin de glisemik yükünü azaltabildiği gösterilmiştir. Winham vd., (2017) yaptıkları randomize çalışmada nohut ve pirinç kombinasyonuna verilen glisemik yanıt incelenmiştir. Bulgular, beyaz pirinçle birlikte nohut kombinasyonunun glisemik tepkiyi iyileştirdiğini ve geleneksel gıda kombinasyonları yoluyla, postprandiyal glikozu ve ilgili sağlık risklerini azaltmak için umut verici sonuçlara sahip kanıtlar sağladığını göstermiştir. Su vd., (2008) yaptığı çalışmada beyaz pirincin ve çimlendirilmiş kahverengi pirincin, bozulmuş açlık glikozu ve tip 2 diyabet hastalarının kan şekerleri ve lipid konsantrasyonları üzerine etkileri araştırılmıştır. Açlık kan şekeri, fruktozamin, serum toplam kolesterol ve triaçilgliserol seviyelerinin kandaki konsantrasyonları, çimlendirilmiş kahverengi pirinç diyetinde olumlu bir şekilde iyileşme gösterirken ($p < 0.01$), beyaz pirinç diyetinde iyileşme göstermemiştir. Mevcut sonuçlar, çimlendirilmiş kahverengi pirinç içeren diyetlerin kan glikoz seviyesini kontrol etmek için faydalı olabileceğini göstermiştir.

Başka bir çalışmada postprandiyal glisemik etkisi düşük bir gıda olarak nohut unu içeren bir spagetti yapımı amaçlanmıştır. On iki sağlıklı gönüllü, 50 g karbonhidrat içeren üç test yemeği tüketmiştir: beyaz ekmek, buğdaydan yapılmış spagetti ve buğday/nohut unu karışımı spagetti (75/25). Glisemik yanıtı değerlendirmek için yemek tüketildikten 2 saat sonra kan örnekleri toplanmıştır. Nohut unu içeren makarnanın GI önemli ölçüde düşük bulunmuştur (buğday unlu spagetti için $GI: 73 \pm 5$, nohut unlu spagetti $GI 58 \pm 6$). Sonuçlar, makarna ürünlerine nohut ununun dahil edilmesi, düşük GI sahip gıdalar üretmekte kullanılabileceğini göstermiştir (Gon & Valenti, 2003).

Modern yaşam tarzı, doymuş yağların fazla tüketilmesi ve düşük diyet lifi alımı, hiperlipidemi, obezite, ateroskleroz, çeşitli kardiyovasküler ve metabolik hastalıklar için risk faktörü oluşturdukları bilinmektedir. Bazı araştırmalar, nohut tüketiminin kan lipidlerinin konsantrasyonunu azalttığını göstermektedir ve bu da yüksek diyet lif içeriği ve düşük lipid içeriği ile ilişkilendirilmektedir (Faridy vd., 2020). Pittaway vd, (2006) nohut takviyeli ve buğday takviyeli diyetin kan serum lipidleri ve lipoproteinleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Serum toplam kolesterol ve düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol seviyeleri, buğday takviyeli diyetle kıyasla nohut takviyeli diyetten sonra sırasıyla %3,9 ve %4,6 oranında önemli ölçüde düşüş göstermiştir.

Yazarlar, serum lipitlerindeki farklılıkların temel olarak çoklu doymamış yağ asidi ve iki diyet arasındaki diyet lifi içeriklerindeki küçük farklılıklardan kaynaklanabileceğini ileri sürmektedir.

Hipertansiyon, kardiyovasküler ve serebrovasküler hastalıkların gelişimi için ana risk faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir. Arter basıncı, anjiyotensin I-dönüştürücü enzimin (ACE) katıldığı renin-anjiyotensin sistemi tarafından düzenlenmektedir. Çalışmalar, baklagillerde, özellikle nohutta bulunan biyoaktif bileşikler tarafından ACE-I'in inhibe edildiğini bildirmektedir (Faridy vd., 2020). İnvitro gastrointestinal simülasyon ile nohut ve sarı bezelyeden elde edilen farklı hidrolizatlar kullanılarak ACE inhibitör aktivitesi Barbana ve Boye., (2010) tarafından çalışılmıştır. Sonuçlar, nohut ve bezelye proteinlerinin enzimatik hidrolizatlarının biyoaktif ACE inhibe edici peptidler içerdiğini ve biyoaktif hidrolizatların üretilmesinde enzimatik hidrolizin etkinliği hem bezelye hem de nohut için göstermiştir. Son olarak, peptitlerin etkili ACE inhibitörleri olabilmeleri için sindirimden kaçmaları ve hedef hücrelere girmeden önce dolaşım sistemine girmeleri gerektiğinden, in vivo ve klinik antihipertansif etkiyi değerlendirmek için daha ileri araştırmaların gözlenen bulguları doğrulamak için kritik önem taşıdığı yazarlar tarafından vurgulanmıştır (Barbana & Boye., 2010).

Karsinogenez, birden fazla aşamayla karakterize edilen ve normal bir hücrenin kötü huylu bir hücreye aşamalı dönüşümüne neden olan epigenetik ve genetik değişiklikleri içeren bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Faridy vd., 2020). Nohut, yalnızca birçok geleneksel yemeğin ana maddesi olarak değil, aynı zamanda protein konsantreleri ve izolatlarının hazırlanmasında da kullanılmaktadır. Örneğin, Food vd., (2004) yaptıkları çalışmada 4 ila 6 gün boyunca uyguladıkları nohut protein konsantrinden elde ettikleri etanol-asetonda çözünebilen bir fraksiyonla tedavi, kolon kanseri CaCo-2 hücrelerinin hücresel proliferasyonunda %80 azalma göstermiştir. Nohut, farklı mekanizmalar izleyen ve kanser önleyici potansiyeller gösteren çok sayıda biyoaktif bileşik içermektedir. Kumar vd., (2014) yaptıkları çalışmada nohutun antifungal proteini olarak bilinen C-25'in 37.5 µg / mL konsantrasyonda insan oral karsinom hücrelerinin proliferasyonunu azalttığını bulmuştur, ayrıca 600 µg / mL'lik daha yüksek konsantrasyonda bile normal insan periferik kan mononükleer hücreleri üzerinde toksik etki göstermediğini gözlemlemişlerdir. Yazarlar, C-25'in insan oral kanser hücrelerine karşı etkili bir

antimikotik ve aynı zamanda antiproliferatif ajan olarak düşünölebileceğini bildirseler de C-25, yalnızca in vivo çalışmalardan sonra etkili bir biyoaktif bileşik olarak kabul edilebileceği sonucuna varmıştır.

Epidemiyolojik çalışmalar, baklagil tüketiminin yüksek olduğu popöasyonlarda kolon kanseri oranının düşük olduğunu göstermektedir (Gupta vd., 2017). Chino vd., (2017) indüklenmiş kolon kanseri olan ICR erkek farelerinde, günlük pişmiş nohut tüketimin (%2 ve %10) etkisini değerlendirmiştir. Karsinogenez sürecinde, günlük nohut tüketimi koruyucu etkisini, lipit, protein ve DNA oksidasyonunu, inflamatuvar enzimlerinin ekspresyonunu azaltarak ve özellikle kolon kanserinde en önemli onkojenik proteinlerden biri olan b-katenin'i etkileyerek gösterdiği sonucuna varmışlardır. Ayrıca %10 nohut ile beslenen farelerde hücrel proliferasyonda inhibisyon gözlemlenmiştir. Yazarlar günlük beslenme programına pişmiş nohut tohumunun (%2 ve % 10) eklenmesi, kolon kanserine karşı kemopreventif bir ajan olarak önerilebileceği sonucuna varmıştır (Chino vd., 2017).

Bilimsel çalışmalar, nohut bileşenlerinin çeşitli kronik hastalıkların riskini azaltmadaki potansiyel yararlı etkilerini desteklemek için bazı kanıtlar sağlamıştır, ancak nohut bileşenlerinin hastalıkların önlenmesindeki rolü ve etki mekanizmaları ile ilgili bilgiler sınırlıdır. Buna neden olarak, hastalık etiyolojisinin karmaşık doğası ve bunların oluşumunu etkileyen çeşitli faktörlerin varlığı gösterilmektedir. Nohut tüketiminin doğrudan sağlık yararlarına dair ikna edici kanıtlar sağlamak için özellikle iyi yürütölen Randomize Kontrollü Çalışmalara ve daha fazla araştırma yapılmasına ihtiyaç vardır (Jukanti et al., 2012).

III. MATERYAL VE METOT

A. Materyal

1. Çalışmada Kullanılan Nohut Örnekleri

Bu çalışmada kullanılan nohut örnekleri Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (Samsun) tarafından temin edilmiştir. Çağatay Vd.1.101 ve Gökhöyük Vd.1.104 olmak üzere iki farklı nohut çeşidi kullanılmıştır. Örnekler vakumlanmış paketlerde kuru formda kabul edilmiştir ve buzdolabında ($4^{\circ}\text{C}\pm 1$) saklanmıştır (Alajaji & El-Adawy,2006). Karadeniz Araştırma Enstitüsü tarafından saptanan nohut çeşitlerinin besin içeriği Çizelge 3'te gibidir.

Çizelge 3 Çağatay ve Gökhöyük nohut çeşitlerinin besin bileşenleri

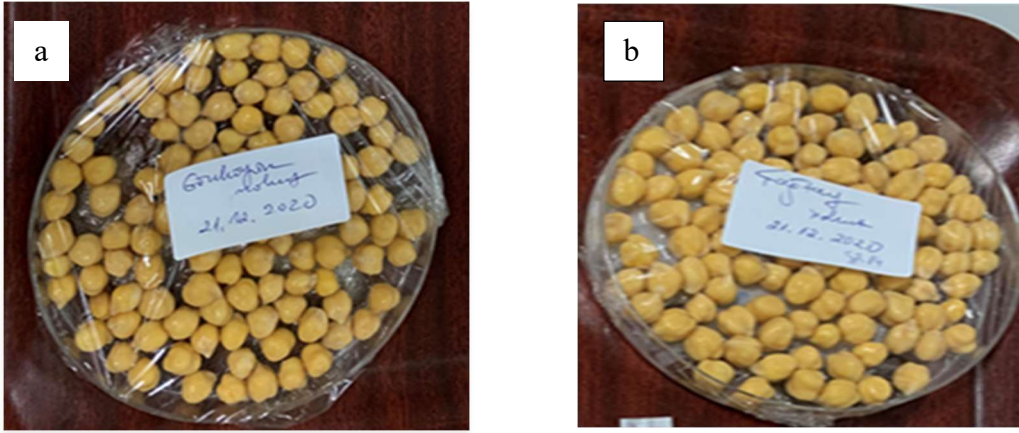
Genotip	Protein Oranı (%)	Kül Oranı (%)	Ca (ppm)*	Cu (ppm)	Fe (ppm)	K (ppm)	Mg (ppm)	Mn (ppm)	P (ppm)	Zn (ppm)
Vd.1.101 (Çağatay)	21.82	2.96	1434.50	11.68	35.48	12536.71	1712.69	27.77	3172.46	46.82
Vd.1.104 (Gökhöyük)	24.05	2.80	1719.43	10.36	41.17	12751.74	1743.84	27.30	3502.05	39.49

ppm*: (Parts Per Million) Milyonda birlik birim

2. Çimlendirme İşlemi ve Örneklerin Hazırlanması

Çimlendirme işleminden önce her iki nohut çeşidinden 150 gram tartılarak beherlere alınmıştır. Nohutlar, 6 gün boyunca buzdolabında 5°C sıcaklıkta distile suda bekletilmiştir. Altıncı günün sonunda nohutlar buzdolabından çıkartılarak petri kaplarına alınmış ve 21°C oda sıcaklığında, karanlıkta 48 saat boyunca çimlendirilmiştir (Ferreira vd., 2019). Her nohut çeşidinden iki numune (paralel olarak) hazırlanmıştır. Çimlendirme işlemi sırasında günde iki kez olmak üzere nohutlar distile su ile ıslatılmıştır. Suda bekletme esnasında 1,2,3,4,5,6 günde ve çimlendirme işleminin sonunda her iki çeşit nohutta protein ve nem tayinleri yapılmıştır (Kajihaua vd., 2014). Ayrıca çimlendirme işleminden önce ve sonra

nohutlarda toplam kül tayini gerçekleştirilmiştir. Ek olarak çimlendirilmiş nohutlarda suda çözünen ve çözünmeyen kül tayini yapılmıştır.



Şekil 4 Nohutların çimlendirilmesi a) Gökhöyük nohut b) Çağatay nohut

B. Metot

1. Nohutta Nem Tayini

Nohutlardaki nem içeriği, buharlaşma sürecini takiben ağırlık kaybından AOAC,2002 yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Darası alınmış cam petri kaplarına her bir nohut örneğinden ± 2 gr tartılmıştır. Örnekler homojen bir şekilde tüm kaba yayılmıştır ve sabit bir ağırlığa ulaşana kadar 105°C etüvde (BİNDER ED 53) kurutulmuştur. Soğuması için desikatöre aktarılan kaplar tekrar tartılmıştır (Lima et vd., 2014).

İşlem her iki nohut cinsi için paralel çalışılmıştır ve aşağıda gösterildiği şekilde hesaplanmıştır (FSSAI, 2016):

$$\% \text{ Nem} = (W1-W2) / (W1-W) \times 100 \text{ (Denklem 1)}$$

W1= Kurutmadan önce kap ile örneğin gram cinsinden ağırlığı

W2= Kurutmadan sonra kap ile örneğin gram cinsinden ağırlığı

W = Boş kabın gram cinsinden ağırlığı

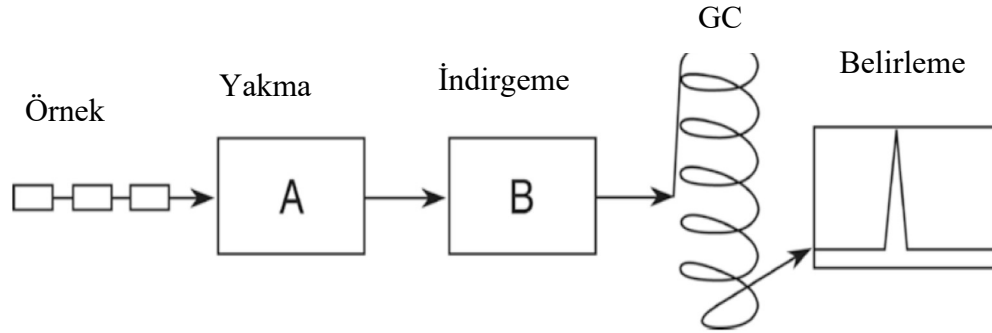
2. Nohutta Protein Tayini

Nohutların protein içeriği, bir nitrojen analizörü (LECO FP 828) kullanılarak resmi bir AOAC yöntemi (993.13) olan Dumas yöntemi ile belirlenmiştir (AOAC,2016; Jung vd., 2003; Chang & Zhang, 2017).



Şekil 5 LECO FP 828 nitrojen analizörü

Örnekler (yaklaşık 100-500 mg) bir teneke kapsül içinde tartılmıştır ve otomatik ekipmandaki bir yanma reaktörüne verilmiştir. Örnekler yüksek sıcaklıklarda (700–1.000 ° C) saf oksijen akışı ile yakılmaktadır. Örnekteki tüm karbon, flaş yanma sırasında karbondioksit'e dönüştürülmektedir. Üretilen nitrojen içeren bileşenler arasında N₂ ve nitrojen oksitler bulunmaktadır. Nitrojen oksitler, yüksek sıcaklıkta (600 ° C) bir bakır indirgeme kolonunda nitrojene indirgenmektedir. Açığa çıkan toplam nitrojen (inorganik fraksiyon dahil, yani nitrat ve nitrit dahil) saf helyum tarafından taşınmakta ve bir termal iletkenlik detektörü (TCD) kullanılarak gaz kromatografisi ile nicelendirilmektedir. Nitrojen analizörünün kalibrasyonu için standartlar olarak ultra yüksek saflıkta EDTA (Etilen Diamin Tetra Asetik Asit) kullanılmıştır. Açığa çıkan nitrojen, yerleşik bir gaz kromatografi ile ölçülmüştür (Chang & Zhang, 2017). Baklagil proteinleri üzerinde yapılan araştırmalar, proteinlerinin nitrojen yüzdeleri %16'ya yakın olduğunu göstermiştir. Bu nedenle 6,25 faktörü (100/16) nohut protein içeriğini hesaplamakta kullanılmıştır (Jones, 1931). Tespit edilen nitrojen, 6,25 protein dönüştürme faktörü kullanılarak örnekteki protein içeriğine dönüştürülmüştür (Chang & Zhang, 2017). Şekil 6'da Dumas nitrojen analizörünün bileşenlerinin akış diyagramı gösterilmiştir.



Şekil 6 Dumas nitrojen analizörünün genel bileşenleri. (A) yakma fırını. (B) nitrojen oksitleri nitrojene dönüştürmek için bakır indirgeme ünitesi, gaz kromatografisi (GC) kolon ve detektör (Chang & Zhang, 2017)

Protein yüzdesi (%) aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır (Chang ve Zhang., 2017; Jones., 1931)

$$\%N \times 6,25 = \% \text{ protein (Denklem 2)}$$

Kuru ağırlık bazında protein miktarı aşağıda gösterildiği şekilde hesaplanmıştır (Chang ve Zhang., 2017):

Islak ağırlık bazında protein içeriği / kuru madde miktarı (Denklem 3)

3. Nohutta Kül Tayini

Kül tayini organik maddelerin yanması sonucu kalan inorganik madde miktarının belirlenmesi esasına göre kül fırını (PROTHERM PLF 120/5) kullanılarak yapılmıştır. Nohutlardaki kül miktarı, AOAC yöntemi 923.03 ile belirlenmiştir (AOAC International, 1995). Genel prosedür aşağıdaki adımları içermektedir:

Darası alınmış krozelerin içine önceden homojen hale getirilmiş her bir nohut örneğinden ± 5 g tartılmıştır. Krozeler 550°C ısıtılan kül fırınına yerleştirilmiştir. Örnekler 550°C sıcaklıkta beyaz renk alana kadar bekletilmiştir. Süre sonunda kül fırını kapatılmış ve sıcaklık en az 250°C 'ye düşene kadar açmak için beklenmiştir. Hava hareketinden etkilenebilecek toz külünü kaybetmemek adına fırın kapısı yavaşça açılmıştır. Emniyet maşası kullanarak, krozeler porselen tabak ve kurutuculu (Silika jel) bir desikatöre hızlı bir şekilde aktarılmıştır. Desikatör kapatılmıştır ve tartmadan önce krozelerin soğuması beklenmiştir (Harris ve Marshall., 2017).



Şekil 7 PROTHERM PLF 120/5 Kül fırını

İşlem her iki nohut cinsi için paralel çalışılmıştır ve aşağıda gösterildiği şekilde hesaplanmıştır:

$$\text{Kuru bazda toplam kül miktarı (\% ağırlıkça)} = (W2-W) / (W1-W) \times 100$$

(Denklem 4)

W2- kül ve kroze ağırlığı (gram cinsinden)

W - boş kroze ağırlığı (gram cinsinden)

W1- örnek ve kroze ağırlığı (gram cinsinden) (FSSAI, 2016)

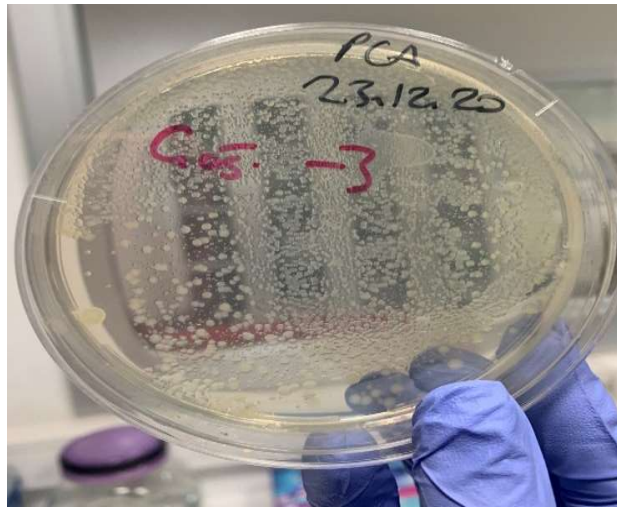
4. Çimlendirme İşlemi Sonrasında Nohutlarda Suda Çözünen ve Çözünmeyen Kül Tayini

Çimlendirme işleminden sonra nohutlarda suda çözünebilir ve çözünmeyen kül miktarı AOAC yöntemi 993.02'ye göre belirlenmiştir. Nohutlar kül fırınında yakılmıştır. Krozeler sabit tartıma gelince tartılmıştır ve üzerine 10 ml distile su ilave edilmiştir. Kül ve su karışımı bir behere alınarak çözünmesi için balon ısıtıcı (BIBBY 500 mL- Type ERS) kullanılarak ısıtılmıştır. Külsüz filtre kâğıdı kullanılarak, çözünen ve çözünmeyen fraksiyonlarının belirlenmesi için karışım filtre edilmiştir. Filtre kâğıdı, üzerinde kalan kül ile kroze alınarak kül fırınında 550⁰C'de beyaz renge kadar yakılmıştır. Soğuduktan sonra tekrar tartılmıştır. Filtre üzerinde kalan kısım çözünmeyen kısım ifade ederken, filtreden geçen kısım çözünen külü tanımlamaktadır (Harris & Marshall., 2017).

5. Nohutta Toplam Bakteri, Maya ve Kf Tayini

Nohutların ıslatılması ve imlendirilmesi sırasında mikrobiyal yükte oluşan değişiklikler incelenmiştir. Mikrobiyal yükü azaltmak adına filizlendirilmiş nohut örnekleri su banyosunda haşlanmıştır. Her iki çeşit filizlendirilmiş nohuttan 10 gr tartılıp vakum cihazında paketlenmiştir. Hazırlanan rnekler 95⁰C su banyosunda 5 dakika bekletilmiş ve oda ısısına kadar soğutulmuştur. Hem imlendirme hem de uygulanan haşlama işleminden sonra, nohut örnekleri toplam bakteri, maya ve kf açısından test edilmiştir. Maya ve kf tayini resmi AOAC yöntemi 997.02 ile yapılırken Toplam Bakteri Sayımı AOAC yöntemi 966.23'e göre yapılmıştır (Livingstone vd., 1992; AOAC International, 2002).

Her bir filizlendirilmiş nohut örneğinden hassas tartı kullanılarak 10gr tartılmıştır. Steril laboratuvar blenderi kullanılarak nohutlar ğtlmştir ve 90 ml steril peptonlu su (%0,1) ile alkalayıcı (Stomacher AES) kullanılarak homojen hale getirilmiştir. Elde edilen homojen karışım steril pepton su kullanılarak seri olarak seyreltilmiştir. Toplam bakteri sayımı için Plate Count Agar (PCA) besiyeri kullanılırken maya ve kf tayini için Yeast Extract Glucose Chloramphenical (YGC) besiyeri kullanılmıştır. PCA besiyerleri 35⁰C'de 24 saat inkübasyona bırakılırken YGC besiyerleri ise 25⁰C'de 5 gün inkübasyona bırakılmıştır (Livingstone vd., 1992; AOAC International., 2002).



şekil 8 Toplam bakteri sayımı

6. Duyusal analiz

Çağatay ve Gökhöyük nohut çeşitlerinin, filizlendirilmiş ve haşlanmış formlarının tat değerlendirilmesi, rastgele seçilmiş 10 panelist tarafından, 9 puanlık Hedonik skala kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Hedonik skala” kesin beğenmedim” ’den “fevkalade beğendim” ‘e kadar beğenme derecelerini temsil eden dokuz sözlü kategori kullanılarak hazırlanmıştır ve her bir dört örneğinin tat değerlendirmesi için panelistlere sunulmuştur. (Kinfel vd., 2015; Nicolas vd., 2010). Duyusal analizde kullanılan 9 puanlık Hedonik Skala EK:1’de verilmiştir.

7. İstatiksel analiz

Çağatay ve Gökhöyük nohut çeşitlerinin suda bekletilmesi ve çimlendirilmesi esnasında protein miktarlarında oluşan değişikliklere ait veriler, SPSS sürüm 17.0 kullanılarak Bağımsız Örneklem T-Testi ile değerlendirilmiştir. Her iki nohut çeşidinin protein içerikleri kuru ağırlık bazında rapor edilmiştir ve aşağıda gösterildiği şekilde hesaplanmıştır (Kim, TK.,2015):

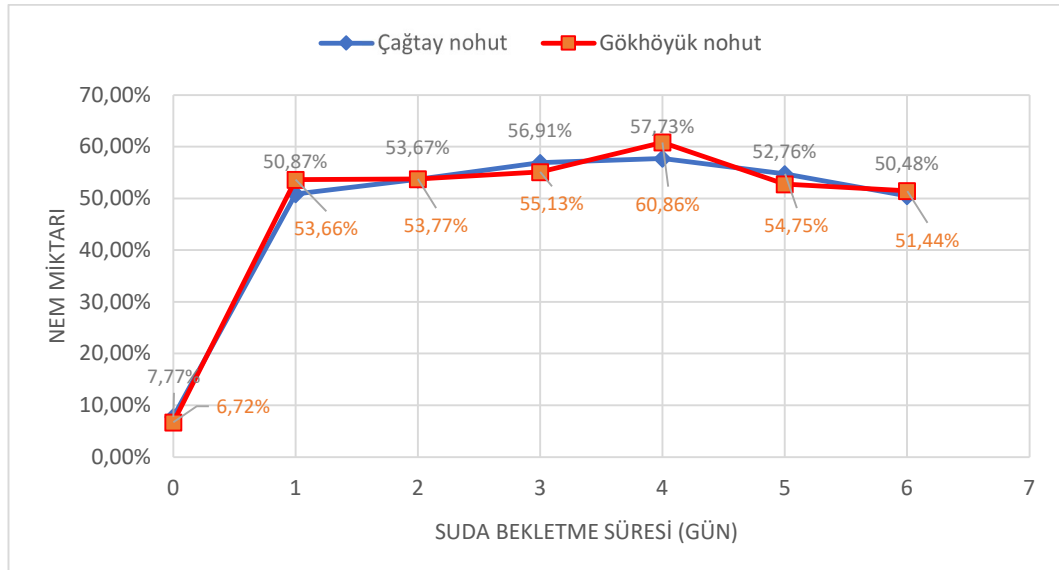
$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_{(1+2)} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \sim (n^1 + n^2 - 2) \quad (\text{Denklem 5})$$

IV. BULGULAR

A. Nohutta Nem Miktarı

Çiğ nohut tohumlarında nem oranı Çağatay nohut çeşidi için %7,77, Gökhöyük nohut çeşidi için ise %6,72 olarak tespit edilmiştir.

Suda bekletme sırasında en yüksek nem oranı dördüncü günde Çağatay nohut çeşidi için %57,73, Gökhöyük nohut çeşidi için %60,86 olarak saptanmıştır (Şekil.4.1). Kırk sekiz saatlik çimlenme işleminin sonunda Çağatay nohut çeşidinde nem miktarı %56,60, Gökhöyük nohut çeşidinde ise %52,36 olarak saptanmıştır. Sonuçlar şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 9 Suda bekletme sırasında nohutların nem içeriğindeki değişiklikler

B. Nohutta Protein Miktarı

Çiğ nohut tohumlarında protein miktarı Çağatay nohut çeşidi için %25, Gökhöyük nohut çeşidi için %23,41 olarak tespit edilmiştir. Suda bekletme sırasında en yüksek ham protein miktarı Çağatay nohut çeşidi için %28,83 olarak belirlenirken, Gökhöyük nohut çeşidi için %30,53 olarak belirlenmiştir. 48 saatlik çimlendirme

işleminin sonunda ham protein miktarı Çağatay nohut çeşidi için %29,14, Gökhöyük nohut çeşidi için %26,13 olarak saptanmıştır. Ayrıntılı sonuçlar Çizelge 4 'te verilmiştir.

Çizelge 4 Suda bekletme ve çimlendirme sonrasında nohutlarda ham protein içerikleri

Nohut çeşitleri	Suda bekletme esnasında ham protein miktarı (%)							Çimlendirme sonrası ham protein miktarı (%)	
	Gün	0	1	2	3	4	5		6
Çağatay Vd.1.101		25,0	22,79	25,14	25,52	28,74	28,83	23,92	29,14
Gökhöyük Vd.1.104		23,41	24,06	23,40	26,52	30,53	25,08	25,43	26,13

Bağımsız örneklem t -testi, Çağatay ve Gökhöyük nohut çeşitlerinin suda bekletme ve çimlendirme sırasında protein miktarlarında oluşan değişiklikleri değerlendirmek için kullanılmıştır. Çağatay (\bar{x} =26,76; SS=2,44) ve Gökhöyük (\bar{x} = 25,57; SS=2,32) nohut çeşitlerinin protein miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır $p=0,33$. Bu sonuçlara göre ($P>0,05$) her iki nohut çeşidinde protein miktarlarında artış gözlemlense de istatistiksel olarak anlamlı değildir.

C. Nohutta Kül Miktarı

Çiğ nohut tohumlarında kül miktarı Çağatay nohut çeşidi için %3,14, Gökhöyük nohut çeşidi için %3,13 olarak tespit edilmiştir. Altı günlük suda bekletme ve kırk sekiz saatlik çimlendirme işlemi sonunda Çağatay nohut çeşidi için kül miktarı %2,87, Gökhöyük nohut çeşidi için %2,72 olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 5'te verilmiştir

D. Çimlendirilmiş Nohutta Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

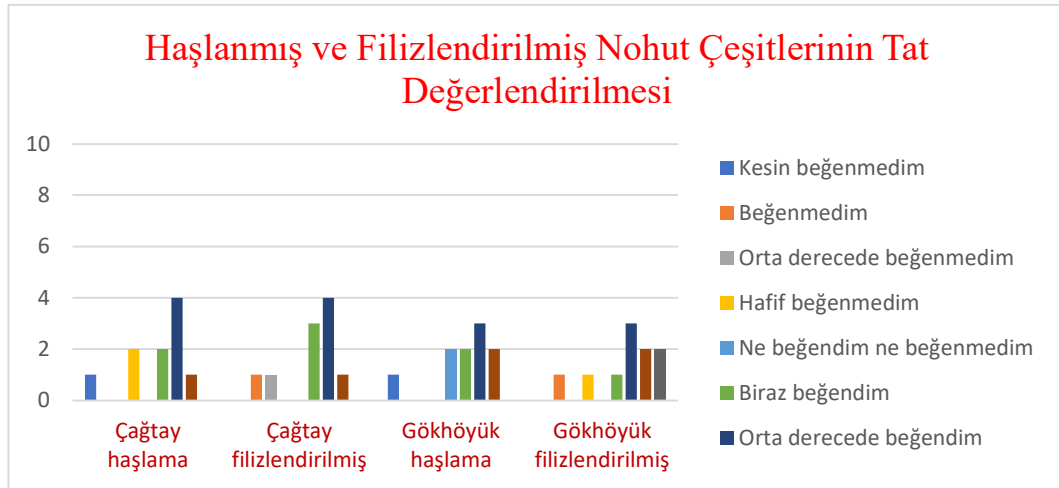
Yaptığımız mikrobiyolojik analizlerde maya ve küf miktarında önemi bir artış olmayıp bakteri sayısı sayılamayacak kadar fazla bulunmuştur. Haşlama işleminden sonra toplam bakteri, maya ve küf sayısının güvenli seviyelere kadar gerilediği saptanmıştır ($<10^3$ kob/g).

Çizelge 5 Çimlendirmeden önce ve sonra nohutlarda kül miktarı %

Nohut cinsi	Çimlendirme öncesi (kuru tohum)	Çimlendirme sonrası	Çimlenme sonrası suda çözünen kül miktarı	Çimlenme sonrası suda çözünmeyen kül miktarı
Çağatay nohut Vd.1.101	3,14	2,87	77,81	22,19
Gökhöyük nohut VD.1.104	3,13	2,72	81,02	18,97

E. Haşlanmış ve Çimlendirilmiş Nohutta Duyusal Analiz Sonuçları

Duyusal analizler sonucunda Çağatay nohut çeşidinin hem haşlanmış hem de filizlendirilmiş formu panelistlerin %10'u tarafından "çok fazla beğendim" olarak değerlendirilirken, %40'ı tarafından "orta derecede beğendim" olarak değerlendirilmiştir. Gökhöyük nohut çeşidinin filizlendirilmiş formu panelistlerin %20'si tarafından "fevkalade beğendim", %20'si tarafından "çok fazla beğendim" ve %30'u tarafından "orta derecede beğendim olarak değerlendirilmiştir. Ayrıntılı sonuçlar Şekil 10 'da verilmiştir.



Şekil 10 Duyusal analiz sonuçları

V. TARTIŞMA

A. Çimlendirilmenin Nohut Bileşenleri Üzerine Etkisi

Çimlendirme, basit, ucuz ve belirli besin bileşenlerinin sindirilebilirliğini ve ulaşılabilirliğini arttıran bir süreç olarak tanımlanmış olsa da, çimlendirilmenin etkisi baklagil türüne ve çimlendirme sürecinin koşullarına ve süresine bağlı olarak değişmektedir (Bains vd., 2014).

Bizim yaptığımız çalışmada çimlendirilmemiş Çağatay nohut çeşidi için ham protein miktarı %25, kül miktarı %3,14 ve nem oranı %7,77 olarak bulunmuştur. Gökhöyük nohut çeşidi için ham protein miktarı %23,41, kül miktarı %3,13 ve nem oranı %6,72 olarak saptanmıştır (Şekil 4.1; Çizelge 4.1) (Alajaji & El-Adawy., (2006) tarafından yapılan çalışmada çimlendirilmemiş nohut örneklerinde %23,64 ham protein miktarı, %3,72 kül miktarı ve %10,35 nem oranı ile benzer sonuçlar bulunmuştur.

Suda bekletme sırasında en yüksek nem oranı dördüncü günde Çağatay nohut çeşidi için %57,73, Gökhöyük nohut çeşidi için %60,86 olarak saptanmıştır. Beşinci günden itibaren her iki nohut çeşidi için nem oranında azalma gözlemlenmiştir (Şekil.4.1). Kırk sekiz saatlik çimlenme işleminin sonunda Çağatay nohut çeşidinde nem miktarı %56,60, Gökhöyük nohut çeşidinde ise %52,36 olarak saptanmıştır.

Benzer sonuçlar Kajihausa vd., (2014) tarafından yapılan çalışmada filizlendirilmiş susam tohumlarından elde edilen unda nem ve protein içeriğinin ıslatma ve filizlendirme ile arttığı gözlemlenmiştir. Tohumlar 16 saat suda bekletilip 36 saat filizlendirilmiş. Islatılmış numunelerde onuncu saatte nem miktarı %3,97 ‘den %4,99’a, protein miktarı ise %26.09’dan %47,64’e yükselmiştir. Protein içeriğinin, ıslatma süresinin artması ile 8 ila 12 saatlik bekletme süresinde %26,09’dan sırasıyla %45,64 ve %48,70 bir değere yükselmiştir ve 14 ve 16 saatlik bekletme süresinde sırasıyla %48,27 ve %47,81’e azaldığı bulunmuştur.

Yaptığımız çalışmada, altı gün süre ile suda bekletilen ve 48 saat çimlendirilen her iki nohut çeşidinde nem ve protein miktarlarında önemli bir artış saptanmıştır (Çizelge. 4.1) (Şekil.4.1). Suda bekletme sırasında en yüksek ham protein miktarı Çağatay nohut çeşidi için beşinci günde %28,83, Gökhöyük nohut çeşidi için ise dördüncü günde %30,53 saptanmıştır. Ayrıca 48 saatlik çimlenme sonrası Çağatay nohut çeşidi için ham protein miktarında %14,20 artış, Gökhöyük nohut çeşidi için %10,40 artış gözlemlenmiştir.

Benzer sonuçlar Ferreira vd., (2019) tarafından rapor edilmiştir. Başlangıçta %18,4 olan protein miktarı 48 saatlik çimlenme sonunda %24,6 olarak saptanmıştır. Xu vd., (2019) tarafından yapılan bir çalışmada 6 günlük çimlenme sonunda ham protein içeriği 3.39g/100 g artış göstermiştir.

Çimlenme sırasında artan ham protein miktarının tohumun çimlenmesi ile birlikte tohum tarafından enzimlerin sentezi ve diğer bileşenlerin degradasyonu ile oluşan kompozisyon değişikliği sonucu yeni protein sentezi ile açıklanmıştır (Xu et al., 2019). Dipnaik ve Bathere., (2017) tarafından yapılan bir çalışmada çığ nohut örneklerine göre 12 saat ıslatma ve çimlendirme sonunda nohutların protein miktarında %32 ‘den %48’e varan artış ve alanine transaminaz aktivitesinde anlamlı bir yükselme (16490’dan 43869 ünite/mL) gözlemlenmiştir.

Fouad ve Rehab., (2015) tarafından mercimek ile yapılan çalışmada çimlendirme nem (%25,42’den %39,25), ham protein (%7,33’ten %12,60), ve kül miktarında (%2,77’den 3.35) artışa, total karbonhidrat (%48,70 ‘ten %41,69) ve yağ (2,2g/100g ‘dan 0,90g/100g) miktarlarında azalmaya neden olmuştur. Çimlenme süresinin artması ile nem miktarında yaşanan artış tohumda hidratlanmış hücre sayısındaki artıştan kaynaklandığı belirtilmiştir. Mercimekteki yağ oranının azalması çimlenme sırasında artan lipolitik enzim aktivitesi ile, kül miktarındaki azalma ise phytase enzim aktivitesinin artması ile ilişkilendirilmiştir. Çimlenme sırasında azalan yağ ve toplam karbonhidrat oranları, filizlenme aşamasında, enerji kaynağı olarak kullanılabilme ihtimallerine bağlanmıştır.

Nohut, maş fasulyesi ve börülce farklı zaman dilimlerinde suda bekletilmiş ve çimlendirilmiştir. Çimlendirme işleminin sonunda baklagillerde nem, ham protein, kül ve karbonhidrat tayinleri yapılmıştır. 12 saat suda bekletilen nohutlarda nem miktarında (9,42’den 8,61’e g/100g km) ve karbonhidrat miktarında (%3,4) azalma

gözlemlenirken, ham protein (%6,1) ve kül miktarında (%9,61) artış saptanmıştır. 48 saat süren çimlendirme sonunda ise nohutta nem oranında (9,42'den 7,11'e gr/100gr km) ve karbonhidrat miktarında (%5,3) azalma, protein (%15,7) ve kül miktarlarında (%23,7) artış gözlemlenmiştir (Uppal ve Bains, 2012) Yazarlar çimlenme sırasındaki protein artışını, kuru ağırlıktaki azalmaya, özellikle karbonhidrat miktarındaki azalmaya ve serbest aminoasitlerin mevcudiyetine bağlı yeni protein sentezine atfetmişlerdir.

Çiğ nohutlardaki kül miktarı Çağatay ve Gökhöyük nohut için sırasıyla %3,14 ve %3,13 olarak tespit edilmiştir. Çimlendirme işlemi her iki nohut çeşidinin kül miktarında azalmaya neden olmuştur (Çizelge. 4.2).

Benzer sonuçlar Ferreira vd., (2019) tarafından nohutun 48 saatlik çimlendirme işlemi sonucunda bulunmuştur. Çiğ nohutta %3,3 olan kül miktarı filizlenme sonunda %3,0'e gerilediği tespit edilmiştir. Xu, M. vd., (2019) tarafından yapılan çalışmada 6 gün süren çimlendirme sonrası nohut ununda yapılan kül analizinde kül miktarında (3,13 g/100g 'dan 3,26 g/100g) küçük bir artış gözlemlenmiştir. Benzer sonuç yine Xu vd., (2020) tarafından yapılan çalışmada çimlendirilmiş nohuttan elde edilen protein izolatlarındaki kül miktarlarında (4,72 g/100g 'dan 5,07g/100g) artış gözlemlenmiştir.

Yine Cornejo vd., (2015) yaptığı çalışmada 48 saat süren çimlendirme işleminin sonunda esmer pirinçteki kül miktarında (2,85g/100g 'dan 2,35g/100g) azalma gözlemlenmiştir. Yaptığımız çalışma ile diğer çalışmalar arasındaki kül miktarları ile ilgili tutarsızlıklar farklı nohut çeşitlerinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Tropikal ve subtropikal bölgelerde yaşayanlar için hayvansal gıdalar sınırlı miktarda tüketildiği için baklagiller vazgeçilmez protein kaynakları olarak beslenmelerinde yer almaktadır. Ayrıca protein gereksinimlerinin çoğunu baklagillerden karşılayan vegan ve vejeteryanlar için nohut iyi bir karbonhidrat, mineral ve vitamin kaynağı olarak kabul edilmektedir. Oghbaei & Prakash., (2020) çalışmasında nohut, demir ve çinko ile takviye edilmiş distile suda çimlendirildikten sonra besin kalitesi açısından incelenmiştir. Kontrol olarak sade suda çimlendirilmiş nohutlar kullanılmıştır. Kontrol grubundaki nohutlarda kül miktarı 2,71g/100g bulunmuştur. 100 mg ve 200 mg Fe ile takviye edilmiş suda çimlendirilmiş nohutlarda kül miktarı sırasıyla 3,11g/100g ve 4,11g/100g olarak tespit edilmiş. 100 mg çinko ile

takviye edilmiş suda çimlendirilen nohutlarda küllük miktarında (3,63g/100g) anlamlı bir artış gözlemlenmiştir.

B. Çimlendirmenin Nohuttaki Mikrobiyal Yük Üzerine Etkileri

2011 ilkbaharında ve yazında Almanya ve Fransa'daki en son salgınları takiben Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) Shiga toksin üreten *Escherichia coli* ve filizlendirilmiş tohumları kirletebilecek diğer patojen bakterilerin, halk sağlığı üzerine riskini değerlendirmiştir ve filizlendirilmiş tohumların belirli mikrobiyal gıda güvenliği endişeleri oluşturduğu ve bu nedenle tohum üretiminden, son filizlendirilmiş ürüne kadar tüm zincirde genel Avrupa Birliği (AB) gıda güvenliği hijyen kurallarının uygulanmasını tavsiye etmektedir (EFSA, 2011).

Bergspica vd., (2020) perakende pazarındaki mikro yeşilliklerde, filizlerde ve tohumlarda, toplam 45 numunede Shiga toksini üreten *Escherichia coli* (STEC), *Salmonella* spp. ve *Listeria* spp. araştırmıştır. *Listeria monocytogenes* test edilen örneklerin hiçbirinde tespit edilmemiştir. Bunun yanında *Listeria innocua* örneklerin ikisinde (%4,4) tespit edilmiştir. Üç (%6,7) kurutulmuş filiz numunesi STEC virülans genleri için pozitif bulunmuştur. *Salmonella* spp. bir ay çekirdeği örneğinde (%2.2) tespit edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre mikrofilizlerin ve tohumların genel olarak güvenli olduğu ancak kurutulmuş filizlerin 3 örneğinde *E.coli* Virülans genleri tanımlandığından, kurutulmuş filiz tüketimi ile ilgili bazı endişeler olabileceği bildirilmiştir.

Bizim yaptığımız çalışmada çimlenme sırasında oluşan mikroflora değişiklikleri incelenmiştir ve sağlık açısından önemli olup gıdalarda bozulmaya neden olan maya, küf ve toplam bakteri sayımı yapılmıştır. Ayrıca çimlendirme işleminden sonra her iki nohut çeşidinden 10 gr örnek alınmıştır ve su banyosunda 95°C sıcaklıkta 5 dakika süre ile haşlanmıştır (Livingstone et al., 1992). Yaptığımız mikrobiyolojik analizlerde maya ve küf miktarında önemi bir artış olmayıp bakteri sayısı sayılamayacak kadar fazla bulunmuştur. Haşlama işleminden sonra toplam bakteri, maya ve küf sayısının güvenli seviyelere kadar gerilediği saptanmıştır (<10³ kob/g).

Kuru tohumlarının yüksek seviyede tripsin inhibitörlerine sahip olması, tohumların bakterilerdeki tripsin benzeri enzimleri inhibe eden bir savunma

mekanizması sağlamaktadır. Tripsin inhibitörlerinin çimlendirme ile azalması, mikrobiyal floranın çoğalmasını neden olmaktadır. Ayrıca kuru tohumlara göre çimlendirilmiş tohumların besin bileşenlerinde artış olması mikrobiyal büyüme için kullanılabilir substratlar sağlamaktadır. Ek olarak yüksek seviyelerde nem ve çimlendirme işleminden kaynaklanan ısı artışı, bakteri büyümesi için uygun ortam yaratmaktadır. 1999 yılında FDA filizlendirilmiş tohumlarla ilişkili hastalıkların artması sonucu filizlendirilmiş tohumların veya filizlerin çiğ tüketilmemesi konusunda bir bildiri ile toplumu uyarmıştır. Tüketicilere yapılan uyarılarda filizlerin pişirilerek tüketilmesi önerilmektedir ve özellikle restoranlarda yiyeceklere çiğ filizlerin eklenmemesi gerektiği yer almaktadır (Thompson & Powell, 2000).

C. Haşlanmış ve Çimlendirilmiş Nohutların Duyusal Analiz Sonuçları

Haşlanmış ve 48 saat boyunca çimlendirilen nohutların tat ile ilgili duyusal analiz sonuçları Şekil.4.2’de verilmiştir. Nohutların tat değerlendirilmesinde, Peryam ve arkadaşlarının 1952’de geliştirdikleri, gıdanın kabul edilebilirliğini ve diğer organoleptik özelliklerini değerlendiren 9- Puanlık Hedonik Skala kullanılmıştır. Ölçek dokuz noktalı bir değerlendirme seçeneği sunmaktadır: Fevkalade beğendim; Çok fazla beğendim; Orta derecede beğendim; Biraz beğendim; Ne beğendim ne beğenmedim; Hafif beğenmedim; Orta derecede beğenmedim; Beğenmedim; Kesin beğenmedim (Osei-djarbeng vd., 2016). Bu ölçeği kullanarak her iki cinse ait nohut örneklerini değerlendiren 10 panelist filizlendirilmiş örnekler hakkında oldukça olumlu yorumlarda bulunmuştur. Haşlanmış Çağatay nohut çeşidini dört panelist orta derecede beğendiklerini, bir panelist çok fazla beğendiğini ve iki panelist biraz beğendiğini belirtmiştir. Çimlendirilmiş Çağatay nohut çeşidini ise dört panelist orta derecede beğendiğini, bir panelist çok fazla beğendiğini ve 3 panelist biraz beğendiğini belirtmiştir. Haşlanmış Gökhöyük nohut çeşidini üç panelist orta derecede beğenmiş, iki panelist çok fazla beğenmiş ve iki panelist biraz beğenmiştir. Çimlendirilmiş Gökhöyük nohut çeşidini ise üç kişi orta derecede beğenmiş, iki kişi çok fazla beğenmiş, bir kişi biraz beğenmiştir. Sadece çimlendirilmiş Gökhöyük nohut çeşidini iki panelist fevkalade beğendim olarak değerlendirmiştir. Genel olarak tüm panelistler çimlendirilmiş nohut örneklerini tat açısından olumlu değerlendirmişlerdir.

Bruno vd., (2019) yaptığı çalışmada filizlendirilmiş ve filizlendirilmemiş nohuttan elde edilen unu (%40) makarna yapımında kullanmıştır ve duyusal etkileri açısından

değerlendirmiştir. Tüketicilerle yapılan duyusal analizlerde filizlendirilmiş nohut ile yapılan makarnalar %20 ile diğer örneklerden daha düşük genel hedonik ölçümler sergilememiştir.

VI. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, nohutta çimlendirme sırasında oluşan nem, protein, karbonhidrat ve kül miktarındaki değişikliklerin incelenmesi için yapılmıştır. Ayrıca çimlendirme sırasında nohutta oluşan mikroflora değişikliklerinin incelenmesi, haşlanmış ve çimlendirilmiş nohutların duyuşal özelliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

A. Çalışmada, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (Samsun) tarafından temin edilen, Çağatay ve Gökhöyük olmak üzere iki farklı nohut çeşidi kullanılmıştır.

B. Çimlendirilmemiş nohutların analizleri sonucunda Çağatay nohut çeşidi için ham protein miktarında %14,20 artış, Gökhöyük nohut çeşidi için %10,40 artış gözlemlenmiştir. Çimlendirme işlemi her iki nohutta kül miktarında azalmaya neden olmuştur.

C. Suda bekletme sırasında en yüksek nem oranı dördüncü günde Çağatay nohut çeşidi için %57,73, Gökhöyük nohut çeşidi için %60,86 olarak saptanmıştır. Beşinci günden itibaren her iki nohut çeşidi için nem oranında azalma gözlemlenmiştir. Kırk sekiz saatlik çimlenme işleminin sonunda Çağatay nohut çeşidinde nem miktarı %56,60, Gökhöyük nohut çeşidinde ise %52,36 olarak saptanmıştır. Çimlendirme işlemi her iki nohut çeşidinin kül miktarında azalmaya neden olmuştur.

D. Suda bekletme sırasında en yüksek ham protein miktarı Çağatay nohut çeşidi için beşinci günde %28,83, Gökhöyük nohut çeşidi için ise dördüncü günde %30,53 saptanmıştır. Ayrıca 48 saatlik çimlenme sonrası Çağatay nohut çeşidi için ham protein miktarında %14,20 artış, Gökhöyük nohut çeşidi için %10,40 artış gözlemlenmiştir.

E. Yapılan mikrobiyolojik analizlerde maya ve küf miktarında önemli bir artış olmayıp bakteri sayısı sayılamayacak kadar fazla bulunmuştur. Haşlama işleminden sonra toplam bakteri, maya ve küf sayısının güvenli seviyelere kadar gerilediği saptanmıştır ($<10^3$ kob/g).

F. Duyusal analizler sonucunda Çağatay nohut çeşidinin hem haşlanmış hem de filizlendirilmiş formu panelistlerin %10'u tarafından "çok fazla beğendim" olarak değerlendirilirken, %40'ı tarafından "orta derecede beğendim" olarak değerlendirilmiştir. Gökhöyük nohut çeşidinin filizlendirilmiş formu panelistlerin %20'si tarafından "fevkalade beğendim", %20'si tarafından "çok fazla beğendim" ve %30'u tarafından "orta derecede beğendim olarak değerlendirilmiştir.

Sonuçlara göre, çimlendirme, nohutta protein miktarını artırarak tohum protein kalitesini ve besin değerini arttırmaktadır. Ayrıca çimlendirilmiş nohutların ısı işlem uygulanan formu mikrobiyal yük açısından güvenli olduğundan tüketim için tercih edilebileceği düşünülmektedir. Ek olarak çimlendirilmiş nohutlar, tat açısından, panelistler tarafından genel olarak olumlu değerlendirilmiştir.

Beslenme kılavuzları, çevresel kaygıları da ele alarak, beslenme ve sağlık ilişkisinde, bilimsel kanıtlara dayanarak, sürdürülebilir beslenme planlarını savunurken, hayvansal gıdaların tüketimini sınırlandırarak bitki temelli beslenmeyi önermektedir. Baklagiller ailesindeki türler, diyet proteinlerinin ve diğer temel besin maddelerinin en iyi bitki bazlı kaynakları olarak bu önerileri karşılamaktadır.

Ev yapımı üretimin ötesinde yenilikçi bir tarım – gıda teknolojisinin hedeflerini takip ederek, çimlenme sırasında tohumların fitokimyasal içeriklerini modüle edilmesi ve geliştirmesi, tohum besin değerini etkilemeden mikrobiyolojik risklerin azaltılması, in vivo denemeler yoluyla çimlendirilmiş tohumların yaşam tarzıyla ilgili hastalıklarda faydaların değerlendirilmesi için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır (Benicasa vd.,2019)

VII. KAYNAKÇA

MAKALELER

- ABBAS, Y. & AHMAD, A. (2018). "Impact of Processing on Nutritional and Antinutritional Factors of Legumes: a Review." **Annals Food Science and Technology**, cilt 19, sayı 2, ss. 199–215.
- AGUILERA, Y., ESTEBAN, R. M., BENÍTEZ, V., MOLLÁ, E., & MARTÍN-CABREJAS, M.A. (2009). "Starch, functional properties, and microstructural characteristics in chickpea and lentil as affected by thermal processing", **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, sayı 57, cilt 22, ss. 10682–10688.
- AİSA, H. A., GAO, Y., YİLİ, A., MA, Q., & CHENG, Z. (2019). "Beneficial Role of Chickpea (*Cicer arietinum* L .) Functional Factors in the Intervention of Metabolic Syndrome and Diabetes Mellitus", **Bioactive Food as Dietary Interventions for Diabetes**, ss. 615–627.
- ALAJAJİ, S. A. & 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**, sayı 19, ss. 806–812.
- ALLEN, L. H. (2013). "Legumes", **Encyclopedia of Human Nutrition**, sayı 3, ss. 74–79.
- ANİTHA, S., GOVİNDARAJ, M., & KANE-POTAKA, J. (2020). "Balanced amino acid and higher micronutrients in millets complements legumes for improved human dietary nutrition", **Cereal Chemistry**, sayı 97, cilt 1, ss. 74–84.
- AUGUSTİN, LS., KENDALL, CWC., JENKİNS, DJA., WİLLETT, WC., ASTRUP, A., BARCLAY, AW., BJÖRCK, I., BRAND-MİLLER, JC., BRİGHENTİ, F., BUYKEN, AE., CERİELLO, A., LA VECCHİA, C., LİVESEY, G., LİU, S., RİCCARDİ, G., RİZKALLA, SW., SİEVENPİPER, JL., TRİCHOPOULOU, A., WOLEVER, TMS., BAER-SİNNOTT, S., POLİ, A. (2015). "Glycemic Index, Glycemic Load and Glycemic Response: an International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC)", **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, sayı 25, ss. 795-815.
- BAİNS, K. (2014). "Optimization of germination time and heat treatments for enhanced availability of minerals from leguminous sprouts", **Journal of Food Science and Technology**, sayı 51, cilt 5, ss. 1016–1020.

- BANTÌ, M. & BAJO, W. (2020). "Review on Nutritional Importance and Anti-nutritional Factors of Legumes", **International Journal of Nutrition and Food Sciences**, sayı 9, cilt 6, ss.138–149.
- BAR-EL DADON, S., ABBO, S., & REİFEN, R. (2017). "Leveraging traditional crops for better nutrition and health - The case of chickpea". **Trends in Food Science and Technology**, sayı 64, ss.39–47.
- BARBANA, C., & BOYE, J. I. (2010). "Angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity of chickpea and pea protein hydrolysates". **Food Research International**, sayı 43, ss.1642–1649.
- BAWLEYL,J,D. (1997). "Seed Germination and Dormancy". **The Plant Cell**, sayı 9, ss.1055-1066
- BENİNCASA, P., FALCİNELLİ, B., LUTTS, S., STAGNARİ, F., & GALİENİ, A. (2019). "Sprouted grains: A comprehensive review". **Nutrients**, sayı 11, ss.1-29.
- BERGSPİCA, I., OZOLA, A., MİLTİNXA, E., ALKSNE, L., MEİSTERE, I., CİBROVSKA, A & GRANTİNXA-İEVİNXA,L. (2020). "Occurrence of Pathogenic and Potentially Pathogenic Bacteria in Microgreens, Sprouts, and Sprouted Seeds on Retail Market in Riga, Latvia". **Foodborne Pathogens and Disease**, sayı 17, ss. 420-428.
- BRUNO, J, A., KONAS, D, W., MATTHEWS, E, L., FELDMAN, C, H., PİNSLEY, K, M., KERRİHARD, 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**, sayı 69, ss.203-209.
- CERNA-CORTES, J. F., GÓMEZ-ALDAPA, C. A., RANGEL-VARGAS, E., RAMÍREZ-CRUZ, E., & CASTRO-ROSAS, J. (2013). "Presence of indicator bacteria, Salmonella and diarrheagenic Escherichia coli pathotypes on mung bean sprouts from public markets in Pachuca, Mexico". **Food Control**, sayı 31, ss.280–283.
- CHANG, S. K. C., & ZHANG, Y. (2017). "Protein Analysis". **Food Analysis**, bölüm 18, ss. 315–331.
- CHENG, A., RAAİ, M. N., ZAİN, N. A. M., MASSAWE, F., SİNGH, A., & WAN-MOHTAR, W. A. A. Q. I. (2019). "In search of alternative proteins: unlocking the potential of underutilized tropical legumes". **Food Security**, sayı11, cilt 6,ss.1205–1215.
- CHİNO, X. M. S., MARTÍNEZ, C. J., VÁSQUEZ, V. R., GONZÁLEZ, I. Á., TREVIÑO, S. V., BUJAİDAR,M. E., ORTÍZ, G. D., & HOYOS, R. B. (2017). "Cooked Chickpea Consumption Inhibits Colon Carcinogenesis in Mice Induced with Azoxymethane and Dextran Sulfate Sodium". **Journal of the American College of Nutrition**, sayı36, cilt 5,ss.391-398
- CORNEJO, F., CACERES, P,J., MARTÍNEZ-VİLLALUENGA,C., ROSELL,C,M & FRÍAS J. (2015). "Effects of germination on the nutritive value and bioactive compounds of brown rice breads". **Food Chemistry**, sayı 173, ss.298-304.

- DİPNAİK, K., & BATHERE, D. (2017). "Effect of soaking and sprouting on protein content and transaminase activity in pulses", **International Journal of Research in Medical Sciences**, sayı 5, cilt 10, ss.4271-4276.
- DOMÍNGUEZ-ARÍSPURO, D. M., CUEVAS-RODRÍGUEZ, E. O., MİLÁN-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**, sayı 55, cilt 2, ss.638–647.
- DURANTÍ, M., & GIUS, C. (1997). "Legume seeds : protein content and nutritional value".**Field Crops Research**, sayı 53, ss.31–45.
- EL-ADAWY, T. A. (2002). "Nutritional composition and antinutritional factors of chickpeas (*cicer arietinum* L.) undergoing different cooking methods and germination". **Plant Foods for Human Nutrition**, sayı 57, ss. 83–97.
- ERBERSDOBLER, H. F., BARTH, C. A., & JAHREIS, G. (2017). "Legumes in human nutrition: Nutrient content and protein quality of pulses". **Ernährungs-Umschau**, sayı 64, cilt 9, ss.134–139.
- FARİDY, J. C. M., STEPHANİE, C. G. M., GABRIELA, M. M. O., & CRİSTIAN, J. M. (2020). "Biological Activities of Chickpea in Human Health (*Cicer arietinum* L.). A Review". **Plant Foods for Human Nutrition**, sayı75, cilt 2, ss.142–153.
- FERNANDO, W. M. U., HİLL, J. E., ZELLO, G. A., TYLER, R. T., DAHL, W. J., & VAN KESSEL, A. G. (2010). "Diets supplemented with chickpea or its main oligosaccharide component raffinose modify faecal microbial composition in healthy adults". **Beneficial Microbes**, sayı 1, cilt 2, ss. 197–207.
- FERREİRA, C. D., BUBOLZ, V. K., DA SILVA, J., DİTTGEN, C. L., ZİEGLER, V., DE OLİVEİRA RAPHAELLİ, C., & DE OLİVEİRA, M. (2019). "Changes in the chemical composition and bioactive compounds of chickpea (*Cicer arietinum* L.) fortified by germination". **LWT- Food Science and Technology**, sayı 111, ss. 363–369.
- FOUAD,A,A& REHAB,F,M,A. (2015). "Effect Of Germination Time On Proximate Analysis, Bioactive Compounds And Antioxiğant Activity Of Lentil (*Lens Culinaris Medik.*) Sprouts".**Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.**, sayı 14, ss. 233–246
- GAN,R,Y., LUI,W,Y., WU,K., CHAN, C,L., DAI, S,H., SUI,Z,Q& CORKE,H. (2016). "Bioactive Compounds and Bioactivities of Germinated Edible Seeds and Sprouts: An Updated Review". **Trends in Food Science & Technology**, sayı 59, ss.1-14.
- GHAVIDEL, R,A & 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**, sayı 40, ss. 1292–1299.

- GIRÓN-CALLE, J., VÍOQUE, J., YUST, M. M., PEDROCHE, J., ALAÍZ, M. & MILLÁN, F. (2004). "Effect of Chickpea Aqueous Extracts, Organic Extracts, and Protein Concentrates on Cell Proliferation". **Journal Of Medicinal Food**, sayı 1, ss. 122–129
- GON, I., & VALENTI, C. (2003). "Chickpea flour ingredient slows glycemic response to pasta in healthy volunteers". **Food Chemistry**, sayı 81, ss. 511–515.
- GOOL J. D., HIRCHE, H., LAX H., SCHAEPPDRIJVER L. (2018). "Folic acid and primary prevention of neural tube defects: A review" . **Reproductive Toxicology**, sayı 80, ss. 73-84.
- GROßKOPF, A., & SIMM, A. (2020). "Carbohydrates in nutrition: friend or foe?" **Zeitschrift Fur Gerontologie Und Geriatrie**, sayı 53, cilt 4, ss.290–294.
- GUPTA, R. K., GANGOLIYA, S. S. & SINGH, N. K. (2015). "Reduction of phytic acid and enhancement of bioavailable micronutrients in food grains." **J Food Sci Technol**, sayı 52, cilt 2, ss. 676–684.
- GUPTA, K. R., GUPTA, K., SHARMA, A., DAS, M., ANSARI, I. A., & PREMENDRA, D. D. (2017). "Health risks & benefits of Chickpea (*Cicer arietinum*) consumption". **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, sayı 65, ss. 6–22.
- HALL, C., HILLEN, C., & ROBINSON J. G. (2016). "Composition, Nutritional Value and Health Benefits of Pulses". **Cereal Chemistry Journal**, sayı 94, cilt 1, ss.11-31.
- HARRIS, G. K., & MARSHALL, M. R. (2017). "Ash Analysis". **Food Analysis**, ss.287–297.
- HSU, T. F., KISE, M., WANG, M. F., ITO, Y., YANG, M. D., AOTO, H., YOSHIHARA, R., YOKOYAMA, J., KUNII, D. & YAMAMOTO, S. (2008). "Effects of Pre-Germinated Brown Rice on Blood Glucose and Lipid Levels in Free-Living Patients with Impaired Fasting Glucose or Type 2 Diabetes". **J Nutr Sci Vitaminol**, sayı 54, ss.163–168.
- HUNG, P. V., MAEDA, T., YAMAMOTO, S. & MORITA, N. (2011). "Effects of germination on nutritional composition of waxy wheat". **Journal of the Science of Food and Agriculture**, sayı 92, ss. 667-672.
- JONES, D. B. (1931). "Factors For Converting Percentages Of Nitrogen In Foods And Feeds Into Percentages Of Proteins". United States Department of Agriculture Washington D.C. circular.183
- 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**, sayı 108, ss. 11-26.
- JUNG, S. RICKET, D. A., DEAK, N. A., ALDIN, E. D., RECKNOR, J., JOHNSON, L., MURPHY, P. A. (2003). "Comparison of kjeldahl and dumas methods for determining protein contents of soybean products". **JAOCs**, sayı 80, cilt 12, ss.1169–1173.

- KAJIHAUSA, O.E., FASASI, R. A., & ATOLAGBE, Y.M.(2014). "Effect of Different Soaking Time and Boiling on the Proximate Composition and Functional Properties of Sprouted Sesame Seed Flour". **Nigerian Food Journal**, sayı 32,ss. 8-15
- KHALİL, A,W., ZEB, A., MAHMOOD, F.,TARIQ, S., KHATTAK,A,B & SHAHA, H.(2007). "Comparison of sprout quality characteristics of desi and kabuli type chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.)". **LWT**, sayı 40, ss.937-945.
- KHATTAK, A. B., ZEB, A., KHAN, M., BİBİ, N., IHSANULLAH, & KHATTAK, M. S. (2007). "Influence of germination techniques on sprout yield, biosynthesis of ascorbic acid and cooking ability, in chickpea (*Cicer arietinum* L.)". **Food Chemistry**, sayı103, ss.115–120.
- KİM, KT.(2015). "T-test as a parametric statistic". **Korean Journal of Anesthesiology**, sayı 68, ss. 540-546.
- KİNFE, E., SİNGH, P & FEKADU,T. (2015). "Physicochemical and Functional Characteristics of Desi and Kabuli Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Cultivars Grown in Bodity, Ethiopia and Sensory Evaluation of Boiled and Roasted Products Prepared Using Chickpea Varieties". **International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology**, sayı 2, cilt 6,ss. 21–29.
- KOURİS-BLAZOS, A., & BELSKİ, R. (2016). "Health benefits of legumes and pulses with a focus on Australian sweet lupins". **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, sayı 25, ss.1–17.
- KUMAR, V., SİNHA, A. K., MAKKAR, H. P. S., & BECKER, K. (2020). "Dietary roles of phytate and phytase in human nutrition: A review". **Food Chemistry**. sayı 120, ss. 945–959.
- KUMAR, S., KAPOOR,V., GİLL,K., SİNGH,K., XESS,I., DAS,S,N., & DEY,S. (2014). "Antifungal and Antiproliferative Protein from *Cicer arietinum*: A Bioactive Compound against Emerging Pathogens". **Hindawi Publishing Corporation BioMed Research International**, 2014.
- LEE, G,Y & HAN S,N. (2018). "The role of vitamin Ein Immunity". **Nutrients**, sayı 10, ss. 1-18.
- LİM, J .(2011). "Hedonic scaling: A review of methods and theory". **Food Quality and Preference**, sayı 22, ss.733-747
- LİMA, F, S., KUROZAWA, L, E. & IDA, E, I. (2014). "The effects of soybean soaking on grain properties and isoflavones loss". **LWT- Food Science and Technology**, sayı 59, ss. 1274-1282.
- LİVİNGSTONE, A.S., SANDHU,J.S & MALLESHİ, N. G. (1992). "Microbiological Evaluation of Malted Wheat, Chickpea, and Weaning Food Based on Them". **Journal of Tropical Pediatrics**, sayı 38, ss.74-77.
- MA, H. R., WANG, J., Qİ, H. X., GAO, Y. H., PANG, L. J., YANG, Y., WANG, Z. H., DUAN, M. J., CHEN,H., CAO,X., & AİSA,H. A. (2013). "Assessment of the estrogenic activities of chickpea (*Cicer arietinum* L) sprout isoflavone extract in ovariectomized rats". **Acta Pharmacologica Sinica**, sayı 34,ss. 380–386.

- MAHADEVAMMA,S & THARANATHAN,R,N. (2003). "Processing Of Legumes: Resistant Starch And Dietary Fiber Contents". **Journal of Food Quality**, sayı 27,ss. 289–303.
- MAPHOSA, Y., & JİDEANİ, V. A. (2017). "The Role of Legumes in Human Nutrition". **Functional Food - Improve Health through Adequate Food**. ss. 103-1221.
- MİTTAL,R., NAGİ, HPS .,SHARMA,P & SHARMA,S. (2012). "Effect of Processing on Chemical Composition and Antinutritional Factors in Chickpea Flour". **Journal of Food Science and Engineering**, sayı 2, ss.180-186
- MITCHELL, C, D., LAWRENCE, F, R., HARTMAN, T. J.& CURRAN, J, M. (2009). "Consumption of Dry Beans, Peas, and Lentils Could Improve Diet Quality in the US Population". **Journal of the American Dietetic Association**, sayı 109, ss.909-913.
- MOONGNGARM, A& SAETUNG,N.(2010)."Comparison of chemical compositions and bioactive compounds of germinated rough rice and brown rice". **Food Chemistry**, sayı 122, ss.782–788.
- NİCOLAS, L., MARQUİLLY, C., & O'MAHONY, M. (2010). "The 9-point hedonic scale: Are words and numbers compatible?" **Food Quality and Preference**, sayı 21,cilt 8, ss.1008–1015.
- NONOGAKİ, H., BASSEL, G. W., & BEWLEY, J. D. (2010). "Plant Science Germination — Still a mystery". **Plant Science**, sayı179, ss. 574–581.
- NOSWORTHY, M. G., MEDİNA, G., FRAN CZYK, A. J., NEUFELD, J., APPAH, P., UTİOH, A., FROHLİCH, P., TAR'AN, B., & HOUSE, J. D. (2020). "Thermal processing methods differentially affect the protein quality of Chickpea (*Cicer arietinum*)". **Food Science and Nutrition**, sayı 8, cilt 6, ss. 2950–2958.
- OGHBAEİ, M & PRAKASH, J.(2020)."Effect of dehulling and cooking on nutritional quality of chickpea (*Cicer arietinum* L.) germinated in mineral fortified soak water". **Journal of Food Composition and Analysis**, sayı 94, ss.1-9.
- OHANENYE, I. C., TSOPMO, A., EJİKE, C. E. C. C., & UDENİGWE, C. C. (2020). "Germination as a bioprocess for enhancing the quality and nutritional prospects of legume proteins". **Trends in Food Science and Technology**, sayı 101, ss. 213–222.
- OSEİ-DJARBENG, S. N., OSAE-AKONNOR, P., BOATENG, R., BOAKYE-KESSİE, V. A., OFFE-EDUSEİ, M., OCRAN, E., FYNN, C., & ADU-AMANKWAH, J. (2016). "Preparation of Ghanaian Dish ‘ Fufu ’ With Evaporated Milk". **American Journal of Food Science and Technology**, sayı 4, cilt 2, ss.48–51.
- PİTTAWAY, J,K., AHUJA, K,D,K., CEHUN, M., CHRONOPOULOS, A., ROBERTSON, I,K., NESTEL, P,J & BALL, M,J. (2006). " Dietary Supplementation with Chickpeas for at Least 5 Weeks Results in Small but Significant Reductions in Serum Total and Low-Density Lipoprotein Cholesterols in Adult Women and Men". **Annals of Nutrition and Metabolism**, sayı 50, ss. 512-518.

- POLESÍ, L. F., SARMENTO, S.B.S., & PRUDENTE DOS ANJOS, C. B., (2011). "Composition and characterization of pea and chickpea starches". **Brazilian Journal of Food Technology**, sayı 14, cilt 1, ss. 74–81.
- RACHWA, D.M.SC., NEBESNY, E & BUDRYN, G. (2015). "Chickpeas Composition, Nutritional Value, Health Benefits, Application to Bread and Snacks: A Review". **Food Science and Nutrition**, sayı 55, cilt 8, ss.1137–1145.
- RİZVİ, A. H., & SARKER, A. (2020). "Origin, distribution, and gene pools". **Chickpea: Crop Wild Relatives for Enhancing Genetic Gains**, ss. 19-36.
- ROSENTAL, L., NONOGAKI, H & SEED, A.F. (2014). "Activation and regulation of primary metabolism during seed germination". **Seed Science Research**, sayı 24, ss.1-15.
- SÁNCHEZ-CHINO, X., JIMÉNEZ-MARTÍNEZ, C., DÁVILA-ORTÍZ, G., ÁLVAREZ-GONZÁLEZ, I., & MADRIGAL-BUJAÍDAR, E. (2015). "Nutrient and nonnutrient components of legumes, and its chemopreventive activity: A review". **Nutrition and Cancer**, sayı 67, cilt 3, ss.401–410.
- SİNGH, P. K., SHRİVASTAVA, N., SHARMA, B., & BHAGYAWANT, S. S. (2015). "Effect of Domestic Processes on Chickpea Seeds for Antinutritional Contents and Their Divergence". **American Journal of Food Science and Technology**, sayı 3, cilt 4, ss.111–117.
- SİNGH, U. (1985). "Nutritional quality of chickpea (*Cicer arietinum* L.): current status and future research needs". **Plant Foods for Human Nutrition**, sayı 35, ss.339–351.
- SİVA, N., THAVARAJAH, P., KUMAR, S., & THAVARAJAH, D. (2019). "Variability in prebiotic carbohydrates in different market classes of chickpea, common bean, and lentil collected from the american local market". **Frontiers in Nutrition**, sayı 6, ss. 1–11.
- SOFİ, S. A., SİNGH, J., CHHİKARA, N., PANGHAL, A., & GAT, Y. (2020). "Quality characterization of gluten free noodles enriched with chickpea protein isolate". **Food Bioscience**, sayı 36, ss.2212-4292.
- THARANATHAN, R. N., & MAHADEVAMMA, S. (2003). "Grain legumes - A boon to human nutrition". **Trends in Food Science and Technology**, sayı 14, cilt 12, ss. 507–518.
- THOMPSON, S., & POWELL, D. A. (2000). "Risks Associated With The Consumption of Fresh Sprouts", **Food Safety Network Technical Rreport**, ss.1–17.
- THORNE, M. J., THOMPSON, L. U., & JENKİNS, D. J. A. (1983). "Factors affecting starch digestibility and the glycemic response with special reference to legumes". **American Journal of Clinical Nutrition**, sayı 38, ss.481–488.
- TİWARİ, U., & CUMMİNS, E. (2011). "Functional and Physicochemical Properties of Legume Fibers". **Pulse Foods: Processing, Quality and Nutraceutical Applications**, ss. 121-156.

- TOKER, C., YADAV, S. S., & FOUNDATION, M. (2010). "Legumes Cultivars for Stress Environments", **ResearchGate**, ss. 213-233.
- TOSH, S. M., & YADA, S. (2010). "Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications". **Food Research International**, sayı 43, ss. 450–460.
- UPPAL, V., & BAİNS, K. (2012). "Effect of germination periods and hydrothermal treatments on in vitro protein and starch digestibility of germinated legumes". **Journal of Food Science and Technology**, sayı 49, ss.184–191.
- WALLACE, T. C., MURRAY, R., & ZELMAN, K. M. (2016). "The nutritional value and health benefits of chickpeas and hummus". **Nutrients**, sayı 8, ss. 1-10.
- WANG, X., GAO, W., ZHANG, J., ZHANG, H., Lİ, 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**, sayı , ss.567–572.
- WINHAM, D.M., HUTCHİNS,A.M. & THOMPSON,S,V. (2017). " Glycemic Response to Black Beans and Chickpeas as Part of a Rice Meal: A Randomized Cross-Over Trial". **Nutrients**, sayı 9, ss.1-12.
- XU, M., JİN, Z., SİMSEK, 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**, sayı 295, ss.79–587.
- XU,M., JİN,Z., GU, Z., RAO,J & CHEN,B. (2020). " Changes in odor characteristics of pulse protein isolates from germinated chickpea, lentil, and yellow pea: Role of lipoxigenase and free radicals". **Food Chemistry**, sayı 314, ss.1-10.
- YANG,Y., MEİER,F., LO,J,A., YUAN, W., SZE, V,L,P., CHUNG, H,J.& YUK,H,G.(2013). " Overview of Recent Events in the Microbiological Safety of Sprouts and New Intervention". **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, sayı 12,ss.265-280.
- ZHANG, Y., SU, D., HE, J., DAİ, Z., ASAD, R., OU, S., & ZENG, X. (2017). "Effects of ciceritol from chickpeas on human colonic microflora and the production of short chain fatty acids by in vitro fermentation". **LWT - Food Science and Technology**, sayı 79, ss.294–299.

ELEKTONİK KAYNAKLAR

- RAWAL, V. & NAVARRO, D.K. (2019)."The Global Economy of Pulses". Food and Agreculture Organization (FAO). <https://doi.org/10.4060/I7108EN>
- GODMAN, H. (2017). "Are sprouted grains more nutritious than regular whole grains?"Harvard Health Blog,1–2. <https://www.health.harvard.edu/blog/2017110612692>
- URL-1 AOAC (2000). Official methods of analysis of the association of analytical chemists. (17th ed.) Arlington, Virginia, USA. (Erişim tarihi: 13.11.2020)

- URL-2 AOAC International (1995) "Ash of flour – direct method" in Official Methods of AOAC International, method 923.03 (Erişim tarihi: 13.11.2020)
- URL-3 Türkiye Cumhuriyeti Tarım Ve Orman Bakanlığı-TAGEM. (2019). "Baklagil Sektör Politika Belgesi 2019-2023", <https://www.tarimorman.gov.tr> (Erişim tarihi: 12.11.2020)
- URL-4 U.S. Department of Health and Human Services; U.S. Department of Agriculture. Dietary Guidelines for Americans 2015-2020. Washington, DC, USA, 2015. (Erişim tarihi: 12.01.2021)
- URL-5 Türkiye Beslenme Rehberi (TÜBER) 2015. T.C. Sağlık Bakanlığı Yayın No:1031, Ankara. <https://dosyasb.saglik.gov.tr/Eklenti/10915,tuber-turkiye-beslenme-rehberipdf.pdf> (Erişim tarihi: 12.01.2021)
- URL-6 United States Department of Agriculture (USDA). National Nutrient Database for Standard Reference. <https://fdc.nal.usda.gov> (Erişim tarihi: 05.04.2021)
- URL-7 <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov> . National Library of Medicine (Erişim tarihi: 08.05.2021)
- URL-8 TÜRKOMP Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı. www.turkomp.gov.tr (Erişim tarihi: 21.03.2021)
- URL-9 Manual of Methods of analysis of foods. (2016). Food Safety and Standards Authority of India (FSSAI). ss. 14-16 <https://fssai.gov.in> (Erişim tarihi: 10.11.2020)
- URL-10 AOAC International. (2002). "Official Method 997.02 Yeast and Mold Counts in Foods", <http://edgeanalytical.com/wp-content/uploads/Food-AOAC-997.02.pdf> (Erişim tarihi: 20.12.2020)
- URL-11 European Food Safety Authority (EFSA). (2011). Assesses the public health risk of seeds and sprouted seeds. <https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/111115> (Erişim tarihi: 12.11.2020)

EKLER

EK 1:

9 Puanlık Hedonik Skala

Tarih: .../...../2020

Panelistin adı soyadı:

Saat:

Örnek 1								
Kesin Beğenmedim	Beğenmedim	Orta derece beğenmedim	Hafif beğenmedim	Ne beğendim ne beğenmedim	Biraz beğendim	Orta derecede beğendim	Çok fazla beğendim	Fevkalade beğendim
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Örnek 2								
Kesin Beğenmedim	Beğenmedim	Orta derece beğenmedim	Hafif beğenmedim	Ne beğendim ne beğenmedim	Biraz beğendim	Orta derecede beğendim	Çok fazla beğendim	Fevkalade beğendim
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Örnek 3								
Kesin Beğenmedim	Beğenmedim	Orta derece beğenmedim	Hafif beğenmedim	Ne beğendim ne beğenmedim	Biraz beğendim	Orta derecede beğendim	Çok fazla beğendim	Fevkalade beğendim
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Örnek 4								
Kesin Beğenmedim	Beğenmedim	Orta derece beğenmedim	Hafif beğenmedim	Ne beğendim ne beğenmedim	Biraz beğendim	Orta derecede beğendim	Çok fazla beğendim	Fevkalade beğendim
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Açıklama: Size verilen ürün hakkındaki hissinizi en iyi tanımlayan kelimenin karşısındaki puan kutucuğunu işaretleyin.