



**Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa  
Bilimleri Dergisi**  
Usak University Journal of Science and Natural Sciences

http://dergipark.gov.tr/usufedbid  
DOI: 10.47137/usufedbid.1126220



*Derleme Makalesi*

**Yemelik Dane Baklagillerde Yer Alan Bazı Besinsel ve  
Antibesinsel Faktörler**

*Feride Öncan Sümer\**

*\* Tarla Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, Türkiye*

*Geliş: 05 Haziran 2022 Kabul: 06 Ağustos 2022 / Received: 05 June 2022 Accepted: 06 August 2022*

**Abstract**

Legumes are important in terms of nutritional factors such as minerals, vitamins, dietary fibers, protein and carbohydrates, on the other hand, there are antinutritional factors such as trypsin and chymotrypsin, saponins, phytic acid and lectins in legumes. Antinutritional factors affect the usefulness of legumes and cause some negativities in nutrition. To eliminate these negativities, methods such as soaking, cooking and germination are used. These methods cause antinutritional factors to become useful. In this study, nutritional and antinutritional factors in edible legumes and some methods used to reduce antinutritional factors will be mentioned.

**Keywords:** *Legume, nutritional factors, antinutritional factors.*

**Özet**

Baklagiller içerdikleri mineraller, vitaminler, diyet lifler, protein ve karbonhidratlar gibi besinsel faktörler açısından önemlidir. Buna karşın baklagillerde tripsin ve kimotripsin, saponinler, fitik asit ve lektinler gibi antibesinsel faktörler de mevcuttur. Antibesinsel faktörler baklagillerin yararlılığını etkilemekte, beslenmede bazı olumsuzluklara sebep olmaktadır. Bu olumsuzlukları gidermek için suda bekletme, pişirme, çimlendirme gibi yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler antibesinsel faktörlerin yararlı hale gelmesine sebep olmaktadır. Bu çalışmada yemelik dane baklagiller bünyesinde yer alan besinsel ve antibesinsel faktörler ile antibesinsel faktörleri azaltmada kullanılan bazı yöntemlerden bahsedilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Baklagiller, besinsel faktörler, antibesinsel faktörler.*

©2022 Usak University all rights reserved.

**1. Giriş**

Bitkisel proteinin ana kaynağı olarak yemelik tane baklagiller uzun yıllardan beri çok önemli bir yere sahiptir [1]. Baklagillerin, tarihi çok eski yıllara kadar uzanmaktadır. Akdeniz ikliminin hakim olduğu, bereketli hilal olarak adlandırılan bölge baklagillerin anavatanı olarak bilinmektedir [2]. Günümüzde yaygın olarak gelişmekte ülkelerde yaşayan pek çok insan beslenmede yemelik tane baklagillerden faydalanmaktadır [2]. Artan nüfus ile birlikte büyüme, gelişme ve hücre sağlığının korunması için gerekli olan

\*Corresponding author:

E-mail: fsumer@adu.edu.tr (ORCID ID: 0000-0002-6087-6966)

protein kaynaklarına talep gün geçtikçe artmaktadır. Böylece yeni protein kaynaklarına ihtiyaç bulunmaktadır.

Ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen baklagiller; nohut, fasulye, mercimek, bakla, börülce, bezelye, soya fasulyesi ve yer fıstığıdır [3]; [4]. Baklagil tanesi protein (%20-45), karbonhidrat (%35-65), yağ (%1,47-4,96), lif (%1,92-7,21) ve kül (%3,33-5,61) içermektedir [5].

Düşük yağ ve yüksek protein içeriği, mineral maddeler, vitaminler, besleme değeri ile diyet lifler baklagiller içerisinde yer alan besinsel faktörlerdir. Baklagillerde yaygın bulunan B grubu vitaminler ve daha az bulunan C vitamini birleştirildiğinde demir emilimini iyileştirir ve kemik sağlığını geliştirir.

Baklagiller besinsel faktörlerin yanı sıra gaz yapan faktörler, enzim inhibitörleri, saponinler, lektinler, polifenoller, fitik asit, tanenler, gibi antibesinsel faktörler içerir [6]. Antibesinsel faktörler, temel olarak, besinlerin emilimini engelleyen, besin yararlılığını, sindirimini ve kullanımını azaltan birçok olumsuz etkilere neden olabilen maddelerle ilişkilidir. Bu faktörler besinlerle birleşir ve besin biyoyararlılığının azalmasına etki eder. Baklagillerde yer alan tripsin inhibitörleri ve fitatlar gibi çeşitli diğer faktörler, proteinlerin sindirilebilirliğini ve mineral emilimini azaltır [7].

İnsan vücudunda antibesinlerin bazıları mide bulantısı, şişkinlik, baş ağrısı, kızarıklık, beslenme yetersizliği gibi semtomlar gösterebilir [8]. Fermantasyon, pişirme, ıslatma ve çimlendirme gibi gıda işleme yöntemleri kullanılarak antibesinsel faktörler azaltılabilir ve protein sindirilebilirliği artırılarak ürünlerin biyolojik değeri iyileştirilebilir [9]. Bu çalışmada baklagillerin besinsel ve antibesinsel içerikleri değerlendirilerek antibesinsel faktörleri azaltmada kullanılan yöntemlerden bazıları hakkında bilgi verilecektir.

## 2. Baklagillerin besinsel içerikleri

Baklagillerin besinsel içerikleri protein, aminoasitler, yağ ve yağ asitleri, mineraller, karbonhidratlar ve lifler olarak gruplandırılır.

### 2.1. Protein

Baklagiller farklı türleri içerisine alır ve tane protein oranı %20-45 arasında değişmektedir [10].

Tablo 1'e göre, baklagillerin protein oranları %7,2-43,2 arasında değişmektedir. Soya fasulyesi, içerdiği yüksek protein oranı (%43,2) ile insan ve hayvan beslenmesinde öne çıkmaktadır. Mercimek (%25,1) protein içeriği en yüksek olan ikinci baklagildir. Mercimekte protein peptitlerinin yüksek enzim aktivitesine sahip olduğu belirlenmiştir [12]. Mercimek proteini yüksek sindirilebilirlik (~%83) ve iyi bir aminoasit içeriğine sahiptir [13]. Tablo 1'e göre en düşük protein içeriğine sahip baklagil yeşil bezelye (%7,9)'dir.

**Tablo 1.** Baklagillerin besinsel içerikleri

Baklagiller	Nem %	Protein %	Yağ %	Mineral %	Ham lif %	Karbonhidrat %	Demir (Fe) (mg / 100 g)
Mercimek	12,4	25,1	0,7	2,1	0,7	59,5	7,58
Nohut	9,8	17,1	5,3	3,0	3,9	60,9	4,6
Barbunya	12,0	22,9	1,3	3,2	4,8	60,6	5,1
Bakla	9,6	24,9	0,8	3,2	1,4	60,1	2,7
Maş	10,4	24,0	1,3	3,5	4,1	56,7	4,4
fasulyesi							
Yeşil bezelye	7,9	7,2	0,1	0,8	4,0	15,9	1,5
Kuru bezelye	16,0	19,7	1,1	2,2	4,5	56,5	7,05
Börülce	13,4	24,1	1,0	3,2	3,8	54,5	8,6
Soya fasulyesi	8,1	43,2	19,5	19,5	3,7	20,9	10,4

Kaynak: [11]

Tanede yer alan depo proteinleri, baklagil proteinlerinin büyük kısmını oluşturur. Tablo 2'de yer alan bu proteinler çözünürlüklerine göre dört gruba ayrılmıştır. 1. Globulinler, 2. Albuminler 3. Gluteninler, 4. Prolaminlerdir [14]. Globulinler tuz çözeltisinde çözünürken, albuminler, suda çözünür, glutelinler yalnızca alkolde ve prolaminler, alkollü suda çözünürler.

**Tablo 2.** Yemelik Tane Baklagillerin içeriğinde bulunan proteinlerin sınıflandırması

Baklagiller	Globulinler %	Albuminler %	Glutelinler %	Prolaminler %
Fasulye	35-39,3	27,6-36,6	0,2-0,4	0,1-0,2
Bakla	71,8	11,2	5,5	1,0
Bezelye	66	21	12	-
Soya fasulyesi	85-95	10	-	-

Kaynak: [15, 16]

Baklagiller içerisinde yer alan proteinler başlıca globulin ve albuminlerden oluşmaktadır, Globulin, vicilin ve legumin olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Globulin miktarı soya fasulyesinde (%90) yüksek bulunmakta bununla birlikte albumin miktarı fasulyede (%27,6-36,6), glutelin miktarı ise bezelyede (%12) en yüksek bulunmuştur. Albuminler, amino asit bileşimi açısından baklagillerdeki en besleyici protein olmasına rağmen [17], tripsin veya kimotripsin inhibitörleri, lektinler, amilaz inhibitörleri gibi bazı antibesinsel faktörleri içermektedir [13]. Baklagillerin glutelin içeriğinin düşük olması özellikle çölyak hastalık tarafından tercih edilebilir ürünler olabileceğini ortaya koymaktadır.

Prolaminler ismini prolin amino asidinden alır, sistin ve lizin içeriği düşük bir proteindir, baklada (%1) yüksek miktarda bulunur.

## 2.2. Amino asit

Amino asitler, esansiyel olmayan amino asitler ve esansiyel amino asitler olmak üzere 2 gruba ayrılır. Protein kalitesi içerisindeki esansiyel amino asitlerin miktarı ve biyolojik değeri ile ilişkilidir [18].

Tablo 3'de yer alan esansiyel amino asitler vücut tarafından sentezlenemeyen ve besinler aracılığıyla alınan aminoasitlerdir. Baklagiller ve tahıllar protein açısından birbirini tamamlar, çünkü beslenme açısından baklagiller depo proteinleri metiyonin, triptofan, sistin, gibi kükürt içerikli amino asit miktarları düşük, lizin içeriği ise tahıllara göre daha yüksektir (Tablo 3) ve genellikle esansiyel amino asitlerden lizin içeriği ile kaliteli protein kaynağıdır.

**Tablo 3.** Baklagillerin Esansiyel Amino asit Bileşenleri (g/100g)

Baklagiller	Lisin	Treonin	Valin	Lösin	İzolösin	Metiyonin	Triptofan	Fenilalanin
Nohut	6,3	3,4	5,5	8,2	6,0	1,2	0,8	4,9
Mercimek	5,1	3,0	5,1	5,5	5,8	0,6	0,6	4,0
Bezelye	8,9	4,2	6,5	9,5	7,4	1,3	0,7	4,6
Börülce	6,7	4,1	5,2	7,2	4,9	1,3	1,0	5,7
Fasulye	6,8	3,3	5,4	8,9	6,0	1,0	1,0	5,5
Soya f.	6,3	4,1	4,7	7,1	4,3	1,2	1,2	4,9

Kaynak: [11]

## 2.3. Yağ ve yağ asidi bileşimi

Baklagiller yapısında doymuş yağ asidi bulundurmaz, önemli miktarlarda tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri bulundurlar. Çoklu doymamış yağ asitleri bazı baklagillerde bulunan temel omega-6, linoleik asit (C18: 2,  $\omega$  6), omega-3 ve alfa-linolenik asit (C18: 3.) tir. Çoklu doymamış yağ asitleri insan sağlığı için gereklidir ve insan vücudu bu yağları sentezleyemediği için beslenmede kullanılması önemlidir [19]. Yağ içeriği %18-20 olan soya fasulyesi ve %40-50 olan yer fıstığı dışında baklagiller bünyesinde %1 ile %4 arasında değişen yağ içeriğine sahiptir [20]. Yapılan bir çalışmada bezelyenin yağ içeriği 1,4, linoleik asit içeriği 0,62, alfa-linoleik asit içeriği 0,11, bakla yağ içeriği 1,6, linoleik asit içeriği 0,64, alfa-linoleik asit içeriği 0,05, soya fasulyesi yağ içeriği 20, linoleik asit içeriği 10, alfa-linoleik asit içeriği 1,3 (g/100g) değerlerinde olduğu belirtilmiştir [21].

## 2.4. Vitaminler

Baklagiller içerisindeki mineraller ve bazı B grubu vitaminler yönünden zengindir, suda eriyebilir vitaminlerden özellikle riboflavin, tiamin ve niasin içermektedir. Tahıllara göre daha iyi bir folik asit kaynağıdır [22]. Baklagiller A, C ve E grubu vitaminler bakımından yetersiz ancak B grubu vitaminler bakımından zengindir. Tane kabuğunun soyulması işlemi B1, B2 ve C vitamini içeriğini azaltır, otoklav tipi pişirme ve basınç altında pişirme vitaminleri kaybetmeden pişirmenin en iyi yöntemleridir.

## 2.5. Karbonhidratlar

Karbonhidratlar, suda çözünen bileşikler (şekerler ve pektinler) ve suda çözünemeyen bileşikler (nişasta ve nişasta yapısında olmayan polisakkaritler, selüloz ve hemiselüloz gibi) olarak iki gruba ayrılır. Baklagillerin bünyesindeki karbonhidrat miktarı %35-65 arasında değişmektedir [23]. Tahıl tanesinde karbonhidrat oranı %75-80'e kadar çıkmaktadır ancak baklagillerdeki karbonhidrat, tahıllar bünyesine göre daha yavaş sindirilir [24].

## 2.6. Mineraller

Baklagiller %0,8 ile %19,5 arasında mineral madde içeriğine sahiptir [11]. Baklagil taneleri insan ihtiyacı olan temel minerallerin tümünü sağlayabilir [25]. Kalsiyum, sodyum, magnezyum, potasyum ve fosfor gibi makro elementler, bakır, manganez, demir ve çinko gibi mikro elementler içerirler. Kalsiyum, bakır, krom, çinko, demir gibi elementler kemik sağlığını iyileştirir, enzim aktivitesini artırır, hemoglobin sentezi, antitoksidan aktivite, protein sentezi gibi faaliyetleri artırır.

## 2.7. Diyet Lifler

Diyet lifler, ince bağırsaktaki sindirilemeyen bileşenlerdir. Diyet lifleri; selüloz, hemiselüloz, pektin gibi polisakkaritler ile dirençli nişastalar ve lignin gibi karbonhidrat olmayan bileşenleri içerir. Toplam diyet lif (TDF), beslenmede önemli yeri olan SDF (çözünabilir diyet lifi) ve IDF'den (çözünemeyen diyet lifleri) oluşur. Proses süresince diyet lifin bileşimi ve fizikokimyasal özellikleri değişebilir. Çözünabilir lif genelde kardiyovasküler hastalıkların azalması ile ilişkilendirilirken, çözünemeyen lifler bağırsak kanserine karşı koruyucu etki gösterirler.

## 3. Baklagillerin antibesinsel içerikleri

Baklagillerin bazı antibesinsel içerikleri, enzim inhibitörleri, fitik asit-fitatlar, tripsin ve kimotripsin, polifenoller, lektinler, galaktozidler, oligasakkaritler, saponinler, tanenler, vicine, convicine olarak gruplandırılır. Türlerle ve çeşitlere bağlı olarak baklagillerdeki antibesinsel faktörler %0,28 ile %2 arasında değişir. Besinlerin emilimi, metabolizma ve belirli minerallerin biyoyararlılığı üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Antibesinsel faktörler, sıklıkla tüketilmesi durumunda sağlık açısından zararlı olarak kabul edilmektedir [26].

**Tablo 4.** Baklagillerin bazı antibesinsel içerikleri

<b>Baklagiller</b>	<b>Polifenoller %</b>	<b>Fitik asit %</b>	<b>Tanenler %</b>	<b>Galaktozitler %</b>	<b>Saponinler g/kg</b>
Fasulye	0,3	1,0	0	3,1	13
Bezelye	0,2	0,9	0,1	5,9	11
Mercimek	0,8	0,6	0,1	3,5	3,7-4,6
Nohut	0,5	0,5	0	3,8	2,3-60
Soya fasulyesi	0,4	1,0	0,1	4,0	43
Bakla	0,8	1,0	0,5	1,9	3,5

Kaynak: [27]

Tablo 4’de baklagillerde bulunun bazı antibesinsel faktörler sunulmuştur. Tanede en yüksek içerikli antibesinler galaktozitler ve saponinlerdir. Galaktozitleri içeren ve şeker familyasından olan oligosakkaritlerin sindirilme zorluğu sebebiyle midede gaz oluşumuna sebep olmaktadır [28]. Tablo 4’e göre galaktozitlerin en yüksek bezelyede (%5,9) bulunduğu görülmektedir. Saponin miktarı en yüksek nohut ve soya fasulyesinde. Fitik asit bakımından bakla, soya fasulyesi ve fasulye yüksek içeriklidir. Çizelgeye göre polifenoller bakımından en düşük içerik bezelyede (%0,2) bulunduğu, tanen içermeyenlerin nohut ve fasulye olduğu görülmektedir.

### 3.1. Tripsin ve kimotripsin

Proteaz enzim inhibitörlerinden tripsin ve kimotripsin baklagillerde yer alan antibesinlerdendir. Bunlar proteinlerle aralarında etkileşim oluşturarak enzim aktivitesini sınırlandırır, protein sindirimini engelleyen doğal bitki inhibitörleridir [29];[30]. En yaygın olarak bilineni bakla ve soya fasulyesindeki tripsin inhibitörleridir. Bitkilerde önemli miktarlarda bulunan bu inhibitörler Bowman-Birk tipi ve Kunitz tipi proteaz inhibitörleri olmak üzere iki ana gruptan oluşur. Bunlar baklagil tanesindeki toplam çözünebilir proteinlerin yaklaşık %0,2-2’sini oluşturmaktadır. Proteaz inhibitörleri amino asit emilimini ve protein yararlanabilirliğini azaltırlar ve sindirim sistemini etkilediği için ishale ve aşırı gaza neden olurlar.

### 3.2. Lektinler

Bir glikoprotein sınıfı olan lektinler, baklagil tohumlarındaki toplam proteinlerin yaklaşık %2-10’unu oluşturur [31]. Lektinler çoğunlukla çiğ olarak tüketilen besinlerde bulunur. Bunların antibesinsel etkisi ince bağırsağa gelen son ürünlerin emilimini engellemek şeklindedir. Karbonhidrat bağlayıcı proteinler olarak da tanımlanmaktadır [32]. Baklagiller genellikle glikoprotein olan lektin içerir [33]. Lektinler, fasulye, bezelye ve mercimekte bulunurlar. Isı yolu ile parçalanabilirler fakat bu parçalanma diğer proteinlere göre daha zordur.

### 3.3. Oligosakkaritler

Baklagil tohumlarında yaygın bulunan oligosakkaritlerden rafinoz, stakiyoz ve verbaskoz’un insan ve hayvanların sindirim sistemlerinde gaz yapıcı faktörler olduğu bilinmektedir. Bunlar, tohum çimlenmesi ve stres toleransı gibi bitkilerin fizyolojik proseslerinde ihtiyaç duyulan bileşiklerdir.

Oligosakkaritler yaygın olarak nohut, güvercin bezelye ve siyah gram fasulyede bulunur. Canlılar, sindirim sistemlerinin mukozalarında alfa-galaktosidaz enzimini bulundurmamaları nedeniyle oligosakkaritleri sindirebilme yeteneğine sahip değildirler [34]. Dolayısıyla oligosakkaritler midede sindirilemez ve bağırsağın içine geçer, burada bağırsak bakterileri tarafından parçalanırlar. Bu sebeple tüketim esnasında gaz, şişkinlik, ishal, kramp mide rahatsızlığı gibi olumsuz etkilere yol açabilir [35].

### 3.4. Tanenler

Tanenler birçok baklagilde bulunan polifenollerden olup antibesinsel bir faktördür. Bazı yüksek molekül ağırlığına sahip tanenler haricinde suda çözünürler, proteinlere bağlanabilirler ve çözünmeyen ya da çözünebilir tanen-protein kompleksi oluşturabilirler. Metal iyonlarıyla, aminoasitler ve polisakkaritlerle daha az kompleks oluştururlar [36]. Proteinler alkaloidler ve aminoasitler gibi diğer çeşitli organik bileşiklere bağlanır veya çökelti oluşturur. Baklagillerdeki tanenlerin varlığı proteini kullanılamaz hale getirir, insan ve hayvanlarda protein sindirilebilirliğini azaltır [37]. Böylece protein kalitesini düşürür ve demir emilimini engeller, bağırsak zarını tahriş edebilir ve mukus salgılanmasını uyarabilir. Tanen içeriği yüksek besinlerle ağırlıklı beslenme sonucu kilo kaybı görülmektedir. Baklagillerde farklı oranlarda bulunurlar. Cins, tür, varyete ve bitkinin değişik vejetasyon dönemleri ile çiçek ve tohum rengi tanen miktarını etkilemektedir. Özellikle tohum kabuğunda ve yoğun olarak baklagillerin çoğunda renkli kabuklu tohumlarda bulunmaktadır [38].

### 3.5. Fitik asit

Fitatlar, bitkilerin tohumlarında fosfatın birincil depolama şeklidir. Hücrenin aleuron tabakasında veya tohumun embriyosunda protein depolama alanlarında tohumlar olgunlaşana kadar birikerek tohumdaki toplam fosforun (P) yaklaşık %60-70'ini oluşturur. Baklagillerde fosforun en önemli depo formunu oluşturmaktadır [39]. Fitik asit ve fitatlar, bitkide tohum, kök ve yumrulara yaygın olarak, farklı düzeylerde (%0,1-6) bulunurlar [40]. Fitik asit çoğu bitki ve baklagillerin ortak bir bileşenidir ve beslenmemizde ihtiyaç duyulan minerallerle ortak bir yapı oluşturarak bu minerallerden faydalanmayı engeller. Fitik asitle birleşen mineraller fitatları oluşturur, fitatlar proteinlerin emiliminde olumsuz rol oynar [41].

Protein, karbonhidrat ve mineral maddelerle erimeyen kompleks bileşiklerin meydana gelmesine yol açarlar. Bunların yanında fitik asitle ilgili yapılan çalışmalarda kolon kanseri ve böbrek taşı oluşumunu engellediği, kandaki kolesterol seviyesini düşürdüğü [42] ve kemoterapide oldukça etkili olduğu [43] ortaya konulmuştur.

### 3.6. Saponinler

Saponinler birçok bitkide üç terpenli bir yapıda, yağda çözünen bir aglikondan (heterozidin hidroliziyle meydana gelen bileşik) oluşan glikozitlerdir. Sulu çözeltilerde köpürmeleri, kırmızı kan hücrelerini hemolize uğratabilmeleri ve acı tatları belirgin özellikleridir. Saponin tüketimi, alyuvar yıkımı olarak adlandırılan hemolize sebep olabilmektedir. Saponinler, baklagil bitkilerinin tüm hücrelerinde yaygın olarak dağılmış, doğal olarak oluşan bileşiklerdir. Kimyasal açıdan bakıldığında karbonhidrat parçası içerir ve hem suda hem yağda çözünebilirler. Bunlar, vitamin emilimini azaltan faktörler olarak kabul edilir. Sindirim enzimleri tarafından kolayca parçalanamaz, bu nedenle sindirim sistemini ciddi şekilde bozabilirler [44]. Baklagillerdeki düşük saponin düzeylerinin sağlığa zararlı olmayabileceği, ancak daha yüksek miktarlarda tüketildiğinde toksik hale gelebileceği belirtilmektedir [45]. Soya fasulyesinde (43 g/kg),

kuru fasulyede (13g/kg), taze bezelyede (11g/kg), nohutta (56g/kg) saponin bulunur [46].

#### 4. Antibesinsel faktörleri azaltmada kullanılan bazı yöntemler

Baklagiller içerisinde yer alan antibesinsel faktörlerin olumsuz etkilerinin tamamını ya da bir kısmını ortadan kaldırmak ve besleyici değerinin artırmak için ıslatma, çimlendirme, kabuk soyma, pişirme, fermantasyon gibi bazı yöntemler kullanılmaktadır [47]. Islatma, mikrodalga ile pişirme, kaynatma ve otoklavlama gibi işlemler baklagillerde toplam esansiyel aminoasitlerin yarayışlılığını artırmaktadır [48].

##### 4.1. Suda bekletme

Yemelik tane baklagillerin pişme sürelerini kısaltmak ve içeriğindeki antibesinsel bileşenleri uzaklaştırmak için suda bekletme işlemi gerçekleştirilir [49]. Bu işlemde, sürenin uzamaması için yüksek sıcaklıktan yararlanılabilir [50]. Fakat artan sıcaklıkla birlikte şeker, oligosakkaritler ve azotlu bileşikler ile bazı suda çözünebilir bileşiklerin azaldığı gözlemlenir [51].

Mercimek, nohut ve fasulye gibi baklagiller, pişirilmesi zor olarak düşünüldüğü için pişirme veya konserveleme işlemlerinden önce suda bekletme önışlemine tabi tutulmaları gerekir [2]. Suda bekletme işleminde sodyum klorür, sodyum bikarbonat ve sodyum tripolifosfat içeren tuz çözeltileri kullanılmasının pişme süresini kısalttığı bazı çalışmalarda belirtilmiştir [52]. Bu çalışmalara bakıldığında kullanılan ıslatma ortamının antibesinsel faktörlerin uzaklaştırılması üzerinde de etkili bir parametre olduğu görülmektedir.

Yapılan bir çalışmada araştırmacılar oda sıcaklığında distile su (pH=5,3), sitrik asit (%0,1, pH=2,6), sodyum bikarbonat çözeltisi (%0,07, pH=8,4) içerisinde 9 saat süre ile bekletme işleminin alfa-galaktosidaz içeriğinde %16-27 oranında azalma sağlarken, tripsin inhibitör aktivitesinde önemli bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir [53]. Bazı araştırmacılar kuru fasulyede sodyum bikarbonat ile suda bekletmenin fitatların yok edilmesinde etkili olduğunu tespit etmişlerdir [54]. Bunun yanında diğer bir çalışmada nohut, fasulye ve soya fasulyesini 4, 8 ve 12 saat hem suda hem de sitrik asit bileşimli suda bekletmiş ve tripsin inhibitörü ile fitik asit miktarının azaldığı bulgulanmıştır [55]. Suda bekletme süresi arttıkça fitik asitte azalma devam etmiştir.

##### 4.2. Çimlendirme

Çimlenme tohumda bulunan embriyonun uygun şartları bulunca gelişerek ana bitkiye benzer bitkiyi oluşturmasıdır. Tohumda bulunan proteinler parçalanır, lipitler okside olur, karbonhidratlar basit şekere dönüşerek kompleks metabolik faaliyetlerle yeni bitkinin büyüme ve gelişmesi için gerekli enerji ve bileşenler sağlanır. Çimlendirilmiş tohumlar genellikle 'filiz' olarak isimlendirilmektedir [56]. Çimlenme sırasında proteaz enzimi ile protein amino asitlere ve peptidlere parçalanır. Proteinlerin albumin ve globulinlere parçalanması protein kalitesini artırır ve antioksidan özelliğe sahip fenolik bileşiklerin miktarı artar. Fenolik bileşikler sayesinde serbest radikallerin vücuttan atılması kolaylaşır [57]. Çimlenme ile baklagillerin taze olarak tüketilmesi için maksimum muhafaza süresi en iyi depolama koşullarında 0°C'de 7-9 gün, 2,5°C'de 5 gün, 10°C'de 2 gün olarak belirlenmiştir [58]. Son yıllarda baklagillerin çimlenmiş tanelerinin fonksiyonel gıda olarak tüketimi yaygınlaşmaktadır.



Maş fasulyesi, börülce, mercimek ve nohutta çimlenme ile protein, tiyamin, in-vitro demir ve kalsiyum biyoyararlılığı ve nişasta ve protein sindirilebilirliğinde önemli ( $P<0,05$ ) artışlar olduğunu belirtmişlerdir [59]. [60], ham soya çeşitlerinde 486-503 mg/100g olan saponin miktarlarının çimlenmiş tanelerde 77,1-78,1 mg/100g düzeylerine indiğini ve soya fasulyesinde yüksek miktarda olan saponinin, çimlenme işlemi ile birlikte yaklaşık %85 oranında azaldığını tespit etmiştir. [61], 48 saat çimlendirilen barbuynadaki tanen içeriği azalırken, tripsin inhibitör aktivitesinin %70,7 oranında, fitat içeriğinin ise %85,9 oranında azaldığını, 48 saat çimlendirilen barbuynaların protein sindirilebilirliğinin %17 oranında arttığını ifade etmişlerdir.

### 4.3. Pişirme

Isıl işlemler baklagil tanelerinin kalitesini ve besinsel değerini iyileştirmek, antibesinsel faktörleri azaltmak için kullanılan etkili yöntemlerden biridir. Baklagil tanelerinde başlıca tripsin inhibitörü ve lektinleri azaltarak protein kalitesini artırmaktadır [22].

Bazı çalışmalar, mikro dalganın tripsin inhibitörleri ile düşük antibesinsel içerikli çığ taneler (bakla, bezelye, nohut ve mercimek) için sindirilebilirlik ve protein verimlilik oranını etkilemeden pişirilmiş benzer derecede yok ettiğini göstermiştir [62]. Mikrodalga ısıtmanın, çoğu baklagil tohumunun protein kalitesini etkilemeden hemaglutininleri ve tripsin inhibitörlerini yok etmek için yeterli bir yöntem olduğu belirtilmiştir. [63], fasulyede (*Phaseolus vulgaris*) sakkaroz, rafinoz, stakioz, fitik asit ve tanen içeriği üzerine farklı pişirme işleminin üzerine 18 saat sodyum bikarbonat solüsyonunda bekletme ve ardından otoklavlama oligosakkaritleri (%65-72), fitik asidi (%51) ve tanenleri (%100) azaltmıştır.

### 4.4. Fermantasyon

Fermantasyon, hayvansal ya da bitkisel ürünlerin doğal yolla ya da maya ilavesiyle ve genellikle ısı verilerek kimyasal olarak işlenmesidir [64]. Fermente yiyecekler, bakteri, maya ve mantarlar gibi mikroorganizmalar ve enzimler vasıtasıyla elde edilir. Biyokimyasal olarak fermantasyon karbonhidrat ve bazı bileşiklerin herhangi bir elektron alıcısının eksikliğinde kısmen okside edilerek enerjinin serbest bırakıldığı metabolik bir süreçtir [65]. Bu işlem antibesinsel faktörlerin ortadan kaldırılmasını besinsel kalitenin iyileştirilmesini, pişirme işlemi için harcanan enerjinin azaltılmasını sağlamaktadır [66]. Fermente baklagillerin %90'ını fermente soya bazlı ürünler, kalanını ise diğer baklagiller oluşturur. Japonya, Çin ve Kore gibi Asya ülkelerinde soya tüketimi uzun yıllardan beri süregelmektedir, diğer fermente baklagiller en çok Afrika'da tüketilmektedir [64,67]. Baklagilleri içeren gıdaların doğal fermantasyonunda rol oynayan mikroorganizmalar, genellikle baklagil tanelerinin yüzeyinde bulunan türlerden oluşmaktadır. Birçok ürünün doğal fermantasyonu bakteri, maya veya bunların karışımından oluşan bir mikroflora tarafından gerçekleştirilir. Laktik asit bakterileri de baklagil ürünlerinin fermantasyonunda etkilidir [68]. Tahılların doğal fermantasyonu sırasında toplam protein miktarında az bir artış olduğu belirtilirken, protein kalitesindeki değişimlerin oldukça önemli olduğu saptanmıştır [69]. Baklagillerde fermantasyon işlemi, antibesinsel madde içeriğini (fitat, tanen) önemli miktarda düşürmesi açısından da önemli bir işlemdir [70]. [71], fermantasyon işlemi ile soya fasulyesinin ham örneklerindeki tanen içeriği 1,93'ten 0,12 mg/g'a, fitat içeriği 1,16'dan 0,04 mg/g'a ve tripsin inhibitörü ve proteaz inhibitörü de sırasıyla 1,20'den 0,010'a ve 1,2'den 0,020'ye düşmüştür.

Bazı araştırmacılar kuru fasulyede doğal fermantasyonun ve kontrollü fermantasyonun antibesinsel faktörlere alfa-galaktozidlerin içeriğini azaltmadaki etkisine ve in-vitro

protein sindirilebilirliğini araştırmıştır [72]. Sonuçta, her iki fermentasyon tipinde de rafinoz oligosakkarit, antibesinsel bileşenler ve pH'da bir düşüş meydana gelmiştir. Öğütülmüş fasulyelerin doğal laktik fermentasyonu, protein sindirilebilirliğinde önemli bir artış göstermiştir.

## 5. Sonuç ve Öneriler

Baklagillerin besinsel içerikleri insan beslenmesinde son derece önemlidir. Baklagiller, yüksek miktarda protein, karbonhidrat, mineral madde içeriğine sahiptir. Bu sayede insanlarda birçok hastalığın önlenmesinde ve tedavisinde kullanılmaktadır. Bu besinlerin yarayışlılığı sahip oldukları antibesinsel faktörler nedeniyle azalmaktadır. Antibesinsel faktörleri azaltmak için birçok araştırma yapılmıştır. Bunun için, ısıtma, pişirme, çimlendirme, fermentasyon gibi yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler sayesinde antibesinsel faktörler uzaklaştırıldığı gibi, esansiyel amino asitlerin yarayışlılığı da artırılmakta ve protein kalitesi iyileştirilmektedir.

## Kaynaklar

1. Gülümser A. Dünyada ve Türkiye'de Yemeklik Dane Baklagillerin Durumu. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. 2016;25(1):292-8.
2. Pirhayati M, Soltanzadeh N, Kadivar M. Chemical and microstructural evaluation of 'hard-to-cook' phenomenon in legumes (pinto bean and small-type lentil). International journal of food science & technology. 2011;46(9):1884-90.
3. Karmas E, Harris RS. Nutritional evaluation of food processing: Springer Science & Business Media; 2012.
4. Aykroyd W, Doughty J. Legumes in human nutrition. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO food and nutrition paper. 1982;20:1-152.
5. Fasoyiro S, Ajibade S, Omole A, Adeniyi O, Farinde E. Proximate, minerals and antinutritional factors of some underutilized grain legumes in south-western Nigeria. Nutrition & Food Science. 2006.
6. Pekşen E, Artık C. Antibesinsel maddeler ve yemeklik tane baklagillerin besleyici değerleri. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi. 2005;20(2):110-20.
7. Samtiya M, Aluko RE, Dhewa T. Plant food anti-nutritional factors and their reduction strategies: An overview. Food Production, Processing and Nutrition. 2020;2(1):1-14.
8. Essack H, Odhav B, Mellem JJ. Screening of traditional South African leafy vegetables for specific anti-nutritional factors before and after processing. Food Science and Technology. 2017;37:462-71.
9. Handa V, Kumar V, Panghal A, Suri S, Kaur J. Effect of soaking and germination on physicochemical and functional attributes of horsegram flour. Journal of food science and technology. 2017;54(13):4229-39.
10. Norton G, Bliss F, Bressani R. Biochemical and nutritional attributes of grain legumes. Grain legume crops/edited by RJ Summerfield and EH Roberts. 1985.
11. Kamboj R, Nanda V. Proximate composition, nutritional profile and health benefits of legumes-a review. Legume Research-An International Journal. 2018;41(3):325-32.
12. García-Mora P, Martín-Martínez M, Bonache MA, González-Múniz R, Peñas E, Frias J, et al. Identification, functional gastrointestinal stability and molecular docking studies of lentil peptides with dual antioxidant and angiotensin I converting enzyme inhibitory activities. Food chemistry. 2017;221:464-72.
13. Boye J, Zare F, Pletch A. Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. Food research international.

- 2010;43(2):414-31.
14. Osborne TB. The vegetable proteins: Longmans, Green and Company; 1924.
  15. Adsule R, Kadam S. Proteins. Nutritional Chemistry, processing Technology, and Utilization (1, pp. 68-89). CRC Handbook of World Food Legumes. 1989.
  16. Segura-Nieto M, Jiménez-Flores R. Genetic modifications of plant seed storage proteins for food production Introduction. Molecular Biotechnology for Plant Food Production: CRC Press; 1999; 427-508.
  17. Boulter D, Croy R. The structure and biosynthesis of legume seed storage proteins: a biological solution to the storage of nitrogen in seeds. Advances in botanical research. 1997;27:1-92.
  18. Robinson G, Balk J, Domoney C. Improving pulse crops as a source of protein, starch and micronutrients. Nutrition bulletin. 2019;44(3):202-15.
  19. Maphosa Y, Jideani VA. The role of legumes in human nutrition. Functional food-improve health through adequate food. 2017;1:13.
  20. Caprioli G, Giusti F, Ballini R, Sagratini G, Vila-Donat P, Vittori S, et al. Lipid nutritional value of legumes: Evaluation of different extraction methods and determination of fatty acid composition. Food chemistry. 2016;192:965-71.
  21. Erbersdobler H, Barth C, Jah-reis G. Legumes in human nutrition. Nutrient content and protein quality of pulses. Ernährungs Umschau. 2017;64(9):134-9.
  22. Sathe SK, Salunke D, Cheryan M. Technology of removal of unwanted components of dry beans. Critical Reviews in Food Science & Nutrition. 1984;21(3):263-87.
  23. Sánchez-Chino X, Jiménez-Martínez C, Dávila-Ortiz G, Álvarez-González I, Madrigal-Bujaidar E. Nutrient and nonnutrient components of legumes, and its chemopreventive activity: a review. Nutrition and cancer. 2015;67(3):401-10.
  24. Hoover R, Hughes T, Chung H, Liu Q. Composition, molecular structure, properties, and modification of pulse starches: A review. Food research international. 2010;43(2):399-413.
  25. Grusak MA. Strategies for improving the iron nutritional quality of seed crops: lessons learned from the study of unique iron-hyperaccumulating pea mutants. Pisum Genetics. 2000;32:1-5.
  26. Bora P. Anti-nutritional factors in foods and their effects. Journal of Academia and Industrial Research. 2014;3(6):285-90.
  27. Gulewicz P, Martinez-Villaluenga C, Kasprowicz-Potocka M, Frias J. Non-nutritive compounds in Fabaceae family seeds and the improvement of their nutritional quality by traditional processing—a review. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. 2014;64(2).
  28. Singh U, Kherdekar M, Jambunathan R. Studies on desi and kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. The levels of amylase inhibitors, levels of oligosaccharides and in vitro starch digestibility. Journal of Food Science. 1982;47(2):510-2.
  29. Otlewski J, Jelen F, Zakrzewska M, Oleksy A. The many faces of protease-protein inhibitor interaction. The EMBO journal. 2005;24(7):1303-10.
  30. Sgarbieri VC, Whitaker JR. Physical, chemical, and nutritional properties of common bean (*Phaseolus*) proteins. Advances in food research. 1982;28:93-166.
  31. Gupta Y. Anti-nutritional and toxic factors in food legumes: a review. Plant foods for human nutrition. 1987;37(3):201-28.
  32. Sharon N, Lis H. History of lectins: from hemagglutinins to biological recognition molecules. Glycobiology. 2004;14(11):53R-62R.
  33. Krupa U. Main nutritional and antinutritional compounds of bean seeds—a review. Polish journal of food and nutrition sciences. 2008;58(2).
  34. Rackis JJ. Oligosaccharides of food legumes: Alpha-galactosidase activity and the

- flatus problem. *Physiological effects of food carbohydrates*. 1975;15:207-22.
35. Guzmán-Maldonado S, Paredes-Lopez O. Functional products of plants indigenous to Latin America: amaranth, quinoa, common beans, and botanicals. *Functional Foods: Biochemical and processing aspects*. 1998;293-328.
  36. Salem HB, Saghrouni L, Nefzaoui A. Attempts to deactivate tannins in fodder shrubs with physical and chemical treatments. *Animal feed science and technology*. 2005;122(1-2):109-21.
  37. Gemedede HF, Ratta N. Antinutritional factors in plant foods: Potential health benefits and adverse effects. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*. 2014;3(4):284-9.
  38. Hill G. *Plant antinutritional factors| characteristics*. 2003.
  39. Gilani GS, Xiao CW, Cockell KA. Impact of antinutritional factors in food proteins on the digestibility of protein and the bioavailability of amino acids and on protein quality. *British Journal of Nutrition*. 2012;108(S2):S315-S32.
  40. Reddy N, Sathe S, Salunkhe D. Phytates in legumes and cereals. *Advances in food research*. 1982;28:1-92.
  41. Bilgiçli N. Fitik asitin beslenme açısından önemi ve fitik asit miktarı düşürülmüş gıda üretim metotları. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*. 2002;16(30):79-83.
  42. Empson KL, Labuza TP, Graf E. Phytic acid as a food antioxidant. *Journal of Food Science*. 1991;56(2):560-3.
  43. Shamsuddin AM. Metabolism and cellular functions of IP6. A review. *Anticancer Research*. 1999;19(5):3733-6.
  44. Amin HAS, Hanna AG, Mohamed SS. Comparative studies of acidic and enzymatic hydrolysis for production of soyasapogenols from soybean saponin. *Biocatalysis and Biotransformation*. 2011;29(6):311-9.
  45. Huisman J, Van der Poel A, Liener I. Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds. *Pudoc, Wageningen*. 1989:118-20.
  46. Khokhar S, Apenten RKO. Antinutritional factors in food legumes and effects of processing. *The role of food, agriculture, forestry and fisheries in human nutrition*. 2003;4:82-116.
  47. Kopaç Kork A. Farklı Pişirme Koşullarının Bazı Nohut Çesitlerinde Fiziksel ve Kimyasal Özellikler Üzerine Etkilerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa; 2009.
  48. Khattab R, Arntfield S, Nyachoti C. Nutritional quality of legume seeds as affected by some physical treatments, Part 1: Protein quality evaluation. *LWT-food Science and Technology*. 2009;42(6):1107-12.
  49. Yildirim A, Öner MD, Bayram M. Fitting Fick's model to analyze water diffusion into chickpeas during soaking with ultrasound treatment. *Journal of Food Engineering*. 2011;104(1):134-42.
  50. Prasad K, Vairagar P, Bera M. Temperature dependent hydration kinetics of *Cicer arietinum* splits. *Food Research International*. 2010;43(2):483-8.
  51. Kon S. Effect of soaking temperature on cooking and nutritional quality of beans. *Journal of Food Science*. 1979;44(5):1329-35.
  52. Rockland LB, Zaragosa EM, Oracca-Tetteh R. Quick-cooking winged beans (*Psophocarpus tetragonolobus*). *Journal of Food Science*. 1979;44(4):1004-7.
  53. Frias J, Vidal-Valverde C, Sotomayor C, Diaz-Pollan C, Urbano G. Influence of processing on available carbohydrate content and antinutritional factors of chickpeas. *European Food Research and Technology*. 2000;210(5):340-5.
  54. Jyothi V, Sumathi S. Effect of alkali treatments on the nutritive value of common bean (*Phaseolus vulgaris*). *Plant Foods for Human Nutrition*. 1995;48(3):193-200.

55. Kuru K. Farklı İslatma Koşullarının Nohut, Fasulye Ve Soya Fasulyesinin Belirli Fiziksel Özellikleri Ve Antibesinsel Faktörleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu; 2019.
56. Yetim H, Öztürk İ, Törnük F, SAĞDIÇ O, Hayta M. Yenilebilir bitki ve tohum filizlerinin fonksiyonel özellikleri. *Gıda*. 2010;35(3):205-10.
57. Karaşahin M. Topraksız Ortamda Yetiştirilen Bazı Tahılların Çim Suyu Verim ve Besin Değerleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2015;5(4):57-64.
58. Özkaynak E. Türkiye’de Yetiştirilen Bazı Yağlık Keten Tohumlarının (*Linum usitatissimum* L.) ve Filizlerinin Biyoaktif Bileşikler Açısından İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir*; 2011.
59. Ghavidel RA, Prakash J. The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, in vitro iron and calcium bioavailability and in vitro starch and protein digestibility of some legume seeds. *LWT-Food Science and Technology*. 2007;40(7):1292-9.
60. Kılınçer FN. Çimlendirilmiş bazı tahıl ve baklagillerin besinsel ve fonksiyonel özellikleri üzerine bir araştırma. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*; 2018.
61. Randhir R, Lin Y-T, Shetty K. Stimulation of phenolics, antioxidant and antimicrobial activities in dark germinated mung bean sprouts in response to peptide and phytochemical elicitors. *Process Biochemistry*. 2004;39(5):637-46.
62. Hernandez-Infante M, Sousa V, Montalvo I, Tena E. Impact of microwave heating on hemagglutinins, trypsin inhibitors and protein quality of selected legume seeds. *Plant Foods for Human Nutrition*. 1998;52(3):199-208.
63. Şat I, Keleş F. Effect of processing on certain antinutrients in seeds of Şeker variety (*P. vulgaris* L.) grown in Turkey. *International Journal of Food Properties*. 2004;7(1):121-8.
64. Tamang JP. Diversity of fermented foods. *Fermented foods and beverages of the world*: CRC Press; 2010. p. 53-96.
65. Kabak B, Dobson AD. An introduction to the traditional fermented foods and beverages of Turkey. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2011;51(3):248-60.
66. Chavan J, Kadam S, Beuchat LR. Nutritional improvement of cereals by fermentation. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*. 1989;28(5):349-400.
67. Chen K-I, Erh M-H, Su N-W, Liu W-H, Chou C-C, Cheng K-C. Soyfoods and soybean products: from traditional use to modern applications. *Applied microbiology and biotechnology*. 2012;96(1):9-22.
68. Kohajdová Z. Fermented cereal products. *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering*: Elsevier; 2017. p. 91-117.
69. Ciesarová Z, Mikušová L, Magala M, Kohajdová Z, Karovičová J. Nonwheat cereal-fermented-derived products. *Fermented foods in health and disease prevention*: Elsevier; 2017. p. 417-32.
70. Pranoto Y, Anggrahini S, Efendi Z. Effect of natural and *Lactobacillus plantarum* fermentation on in-vitro protein and starch digestibilities of sorghum flour. *Food Bioscience*. 2013;2:46-52.
71. Adeyemo S, Onilude A. Enzymatic reduction of anti-nutritional factors in fermenting soybeans by *Lactobacillus plantarum* isolates from fermenting cereals. *Nigerian Food Journal*. 2013;31(2):84-90.
72. Shimelis EA, Rakshit SK. Effect of processing on antinutrients and in vitro protein digestibility of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties grown in East Africa. *Food chemistry*. 2007;103(1):161-72.