

**T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**BAZI BAKLAGİLLERDEKİ TOPLAM PROTEİN VE
AMİNOASİT İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Nursel KÖSE

Yüksek Lisans Tezi

KİMYA ANABİLİM DALI

OCAK, 2025

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kimya Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

BAZI BAKLAGİLLERDEKİ TOPLAM PROTEİN VE AMİNOASİT
İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Tez Yazarı
Nursel KÖSE

Danışman
Prof. Dr. Fikret KARATAŞ

OCAK, 2025
ELAZIĞ

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kimya Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Başlığı:	Bazı Baklagillerdeki Toplam Protein ve Aminoasit İçeriklerinin Belirlenmesi
Yazarı:	Nursel KÖSE
İlk Teslim Tarihi:	25.12.2024
Savunma Tarihi:	29.01.2025

TEZ ONAYI

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına göre hazırlanan bu tez aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından değerlendirilmiş ve akademik dinleyicilere açık olarak yapılan savunma sonucunda OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Danışman:	Prof. Dr. Fikret KARATAŞ Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi	İmza Onayladım
Başkan:	Prof. Dr. Sinan SAYDAM Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi	Onayladım
Üye:	Prof. Dr. Ahmet BAYSAR İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi	Onayladım

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunun/...../20... tarihli toplantısında tescillenmiştir.

Prof. Dr. Burhan ERGEN
Enstitü Müdürü

BEYAN

Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım “Bazı Baklagillerdeki Toplam Protein ve Aminoasit İçeriklerinin Belirlenmesi” Başlıklı Yüksek Lisans Tezimin içindeki bütün bilgilerin doğru olduğunu, bilgilerin üretilmesi ve sunulmasında bilimsel etik kurallarına uygun davrandığımı, kullandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi, maddi ve manevi desteği olan tüm kurum/kuruluş ve kişileri belirttiğimi, burada sunduğum veri ve bilgileri unvan almak amacıyla daha önce hiçbir şekilde kullanmadığımı beyan ederim.

29/01/2025

Nursel KÖSE

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, beslenme açısından büyük öneme sahip nohut, mercimek, fasulye, lobik, bezelye, barbunya ve börülce gibi baklagillerin aminoasit ve protein içeriklerini incelemek amacıyla hazırlanmıştır. Baklagillerin protein kaynağı olarak rolü, hem bireylerin sağlıklı yaşamına katkı sağlaması hem de gıda teknolojisi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda çalışmamız, özellikle beslenme ve gıda bilimi alanında farklı perspektifler sunmayı hedeflemiştir.

Bu çalışmanın hazırlanması sürecinde bilimsel bir yol haritası oluşturulmuş, literatür taraması ve deneysel çalışmalar dikkatle yürütülmüştür. Elde edilen bulguların, hem akademik alanda hem de uygulamalı bilimlerden açısından değerli katkılar sunacağına inanıyorum.

Yüksek lisans tezimin hazırlanması sürecinde, bilgi birikimi ve rehberliğiyle bana yol gösteren, araştırma sürecimin her aşamasında değerli fikir ve önerileriyle destek olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Fikret KARATAŞ'a sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca, tez çalışmam sırasında deneylerin gerçekleştirilmesi ve sonuçların değerlendirilmesi aşamalarında yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Bu zorlu süreçte yanımda olan, desteklerini her daim hissettiğim eşime ve aileme minnettarım. Onların varlığı, bu çalışmanın tamamlanmasında büyük bir itici güç olmuştur. Bu çalışmanın ortaya çıkmasında emeği geçen herkese içten teşekkürlerimi sunarım.

Nursel KÖSE
Elazığ, 2025

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
TABLolar LİSTESİ	viii
EKLER LİSTESİ	ix
SİMGELER	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Baklagiller	2
1.2. Baklagil Proteinleri	4
1.3. Baklagillerin Bileşimi	5
1.4. Baklagillerin Beslenme Açısından Önemi	6
1.5. Ülkemizde Yaygın Olarak Tüketilen Baklagiller	6
1.5.1. Fasulye	6
1.5.2. Nohut	8
1.5.3. Barbunya	9
1.5.4. Mercimek	10
1.5.5. Börülce	11
1.5.6. Soya Fasulyesi	13
1.5.7. Bezelye	13
1.5.8. Lobik	13
1.6. Amino Asitler	14
1.7. İlgili Araştırmalar	20
2. METARYAL VE METOT	26
2.1. Materyal	26
2.2. Toplam Protein Tayini	26
2.3. Amino Asitlerin Tayini	26
2.3.1. Hidroliz	26
2.3.2. Türevlendirme	27
2.3.3. Amino asit analizi	27
2.4. İstatistiksel Analiz	27
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	28
4. SONUÇLAR	33
KAYNAKLAR	35
EKLER	45
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Bazı Baklagillerdeki Toplam Protein ve Aminoasit İçeriklerinin Belirlenmesi

Nursel KÖSE

Yüksek Lisans Tezi

FIRAT ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

Kimya Anabilim Dalı

Ocak 2025, Sayfa: xi + 44

Bu çalışmada, soya fasulyesi, fasulye, nohut, lobik, barbunya, yeşil mercimek ve kırmızı mercimek gibi yaygın olarak tüketilen baklagil çeşitlerinde toplam protein miktarları ile esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit profillerinin belirlenmesi ve bu değerlerin birbiriyle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışma, bu baklagillerin besin değerlerini ortaya koyarak, hem bireylerin protein ihtiyacına yönelik daha bilinçli seçimler yapmasına hem de gıda endüstrisinde baklagillerin daha etkin değerlendirilmesine katkıda bulunmayı hedeflemektedir. Araştırmada tohum örnekleri farklı yetiştirme bölgelerinden alınmış ve laboratuvar analizleri gerçekleştirilmiştir. Protein içerikleri spektrofotometre ile aminoasit miktarları ise yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılarak analiz edilmiştir. Baklagillerdeki toplam protein miktarı 337.75 mg ile 154.15 mg arasında değişmiştir. Yapılan analizler sonucunda soya fasulyesinin (337.75 ± 15.42) protein bakımından en zengin baklagil olduğu tespit edilmiştir. Soya fasulyesinden sonra protein bakımından en zengin olan baklagillerin sırasıyla lobik, börülce ve barbunya olduğu, protein içeriği en az olan baklagilin ise nohut (154.15 ± 7.95) olduğu saptanmıştır. Esansiyel olmayan aminoasitlerden aspartik asit, glutamik asit, asparajin, glisin, glutamin, alanin ve pirolin en fazla soya fasulyesinde bulunurken, tirozin ve serin en fazla barbunyada; sistein ise en fazla ispir fasulyesinde bulunmaktadır. Esansiyel aminoasitlerden histidin, lösin en fazla soya fasulyesinde bulunurken, valin, threonin, izolösin, fenilalalin en fazla barbunyada; arjinin, triptofan lizin ve metiyonin en fazla börülcede bulunmaktadır. Bu durumda esansiyel olmayan aminoasitlerin başta soya fasulyesi olmak üzere daha çok barbunya ve ispir fasulyesinde bulunduğu, esansiyel aminoasitlerin ise soya fasulyesi, barbunya ve börülcede bulunduğu söylenilebilir. Toplam esansiyel amino asitlerin en yüksek miktarının soya fasulyesi, börülce ve barbunyada bulunduğu, en az olanının ise nohutta bulunduğu tespit edilmiştir. Toplam esansiyel olmayan amino asitler, toplam aminoasitler ve toplam protein açısından en zengin olan baklagilin soya fasulyesi, en düşük olanın ise nohut olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Baklagil, Aminoasit, Protein.

ABSTRACT

Determination of Total Protein and Amino Acid Content in Some Legumes

Nursel KÖSE

Master's Thesis

FIRAT UNIVERSITY
Graduate School of Natural & Applied Sciences

Department of Chemistry

January 2025, Page: xi + 44

In this study, it was aimed to determine the total protein amounts and essential and non-essential amino acid profiles in widely consumed legume varieties such as glycine max (soybean), vigna unguiculata (cowpea), vigna radiata (mung bean), cranberry beans (kidney bean), phaseolus vulgaris l. (ispir dry bean), phaseolus vulgaris l. (Gezin dry bean), lens culinaris (red lentil), lens culinaris (green lentils), pisum sativum (pea) and cicer arietinum (chickpeas) and to compare these values with each other. By revealing the nutritional values of these legumes, the study aims to contribute both to making more informed choices for individuals' protein needs and to the more effective evaluation of legumes in the food industry. In the research, seed samples were taken from different growing regions and laboratory analyses were performed. Protein contents were analyzed by spectrophotometer and the amounts of amino acid were analyzed by using high performance liquid chromatography (HPLC). The total protein content in legumes varied between 337.75 mg and 154.15 mg. As a result of the analyses performed, it has soybean (337.75 ± 15.42) determined that glycine max are the most protein-rich legumes. It was found that the legumes that are the richest in protein after glycine max are faba bean, mung bean and kidney bean, respectively, while the legume with the least protein content is chickpea (154.15 ± 7.95). Of the non-essential amino acids, aspartic acid, glutamic acid, asparagine, glycine, glutamine, alanine and pyrroline are found in soybeans the most; while serine and tyrosine are mostly found in kidney beans; cysteine is found mostly in ispir beans. Of the essential amino acids, histidine, leucine are found most often in soybeans; while valine, threonine, isoleucine, phenylalanine are found most often in kidney beans; arginine, tryptophan, lysine and methionine are found most often in cowpeas. In this case, it can be said that non-essential amino acids are mostly found in soybeans, kidney beans and ispir beans; while essential amino acids are found in soy beans, kidney beans and cowpeas. It has been found that the highest amount of total essential amino acids is found in the soybeans, cowpeas and kidney beans, while the least is found in chickpeas. It has been determined that the legume that is the richest in terms of total non-essential amino acids, total amino acids and total protein is soybeans, and the lowest is chickpeas.

Keywords: Legume, Amino acid, Protein.

TABLÖLER LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1. Baklagil Örneklerinin Toplam Protein İçerikleri	28
Tablo 3.2. Baklagil Örneklerinin Esansiyel Olmayan Aminoasit Miktarları (mg/g)	29
Tablo 3.3. Baklagil Örneklerinin Esansiyel Aminoasit Miktarları (mg/g).....	30
Tablo 3.4. Toplam Esansiyel Amino Asit, Toplam Esansiyel Olmayan Amino Asit, Toplam Amino Asit Oranları	31

EKLER LİSTESİ

Sayfa

Ek-1: BSA standart alınarak Toplam protein miktarı tayini için çalışma grafiği.....	45
Ek-2: Aspartik Asit Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği.....	45
Ek-3: Glutamik Asit Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği.....	46
Ek-4: Asparajin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği.....	46
Ek-5: Serin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği.....	46
Ek-6: Glisin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği	46
Ek-7: Glutamin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği	47
Ek-8: Histidin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği	47
Ek-9: Arginin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği.....	47
Ek-10: Tronin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği	48
Ek-11: Alanin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği	48
Ek-12: Prolin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği	48
Ek-13: Tirozin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği	49
Ek-14: Valin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği	49
Ek-17: Lösin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği.....	50
Ek-18: İzolösin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği	50
Ek-19: Fenilalalin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği.....	51
Ek-20: Triptofan Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği	51
Ek-21: Lizin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği.....	51

SİMGELER

Simgeler

AAA	: Amino Asit Analizörü
ACE	: Anjiyotensin Dönüştürücü Enzim
ACN	: Asetonitril
ANOVA	: Varyans Analizi
ATP	: Adenozin Trifosfat
BSA	: Bovine Serum Albumin
Ca	: Kalsiyum
cAMP	: Siklik Adenozin Monofosfat
Cu	: Bakır
Da	: Dekar
DNA	: Deoksiribonükleik asit
Fe	: Demir
H	: Hidrojen
ha	: Hektar
HCl	: Hidroklorik Asit
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
IgA	: İmmünoglobulin A
K	: Potasyum
Kg	: Kilogram
Mg	: Magnezyum
Mg	: Miligram
Mn	: Manganez
Na	: Sodyum
NADPH	: Nikotinamid Adenin Dinükleotit Fosfat
NO	: Nitrik Oksit
Zn	: Çinko

1. GİRİŞ

Günümüzde hızla artan dünya nüfusu, gıda ihtiyacını artırırken, tüketicilerin alternatif gıda kaynakları arayışını ve gıda atık yönetimi ile ilgili sorunları da beraberinde getirmiştir. Sürdürülebilir protein kaynaklarına olan talep, bitkisel proteinlerin günlük beslenmede daha yaygın bir şekilde kullanılmasına olanak tanımıştır. Hayvansal proteinlere karşı alerji, tüketici alışkanlıklarındaki değişimler, dini hassasiyetler ve ekonomik zorluklar gibi faktörler, bitkisel proteince zengin gıdaların daha fazla tercih edilmesinde önemli rol oynamaktadır [1].

Bitkisel proteinler, özellikle hayvansal protein tüketiminin sınırlı olduğu ülkelerde, önemli bir protein kaynağı olarak öne çıkmakta ve gelişmekte olan ülkelere ayrı bir öneme sahip olmaktadır. Hayvansal proteinlerin maliyetinin yüksek olması ve dar gelirli kesimlerin bu kaynaklara erişimde yaşadığı zorluklar, baklagillerin ucuz ve zengin bir protein kaynağı olarak kullanılmasının önemini artırmaktadır. Son yıllarda, birçok gıda firması, kas, yumurta veya süt gibi hayvansal kaynaklı proteinler yerine bitkisel proteinlere yönelmiştir. Bu eğilimin temel nedenleri arasında tüketici talebi ile bitkisel proteinlerin sağlık ve çevresel faydaları yer almaktadır. Baklagiller, protein açısından zengin olmasının yanı sıra vitaminler, mineraller, besinsel lifler, bazı lipidler ve biyoaktif peptitler açısından da zengin bir besin grubudur. Leguminosae veya Fabaceae ailesine ait bu bitkiler, tohum veya meyve formlarında bulunmaktadır. Yaklaşık 13.000 türü içeren Leguminosae ailesi, bitkiler alemindeki en büyük ikinci aile olarak kabul edilmekte ve ekonomik açıdan önemli bir yere sahiptir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ise baklagilleri, Fabaceae ailesinden gelen, kabuk içinde korunan 1 ila 12 tohum içeren, farklı boyut, şekil ve renklerde olabilen bitkiler olarak tanımlamaktadır [2, 3].

Baklagiller, kuru fasulye, bakla, bezelye, yonca, acı bakla, taze fasulye, yer fıstığı, soya fasulyesi, nohut ve mercimek gibi bitkileri kapsayan geniş bir bitki grubudur. Özellikle fasulye (*Phaseolus vulgaris*), bakla (*Vicia faba*), kuru bezelye (*Pisum sativum*), nohut (*Cicer arietinum*), börülce (*Vigna sinensis*), mercimek (*Lens culinaris*) ve maş fasulyesi (*Vigna radiata*) gibi tohumlar, hem besin kaynağı hem hayvan yemi hem de bitkisel yağ üretiminde hammadde olarak önemli bir yere sahiptir. Baklagiller, pek çok kültürde temel bir gıda maddesi olarak tüketilmektedir. İnsan beslenmesindeki bu kritik önemleri nedeniyle, 146. FAO Konseyi tarafından 2016 yılı “Uluslararası Bakliyat Yılı” olarak ilan edilmiş ve bu karar Birleşmiş Milletler’in 68. Genel Kurul Oturumu tarafından da onaylanmıştır [4].

Baklagiller, yapısında biyoaktif protein ve peptit türevleri, fitosteroller, izoflavonlar, saponinler, alkaloidler ve biyoaktif karbonhidratlar gibi çeşitli gruplar barındırmaktadır. Bu biyoaktif bileşenler ve fitokimyasallar, yüksek besin değerleri ve düşük maliyetleriyle baklagilleri önemli bir gıda kaynağı haline getirmektedir. Baklagillerde bulunan biyoaktif bileşenler arasında en çok araştırılanlar lunasin, proteaz inhibitörleri ve soya izoflavonlarıdır. Lunasin, özellikle soya

fasulyesinde yaygın olarak bulunan, bunun yanı sıra buğday, arpa, pirinç, çavdar, tritikale ve amarant gibi diğer bitkilerde de yer alan bir bileşendir. Sağlık üzerindeki olumlu etkileri arasında anti-inflamatuar, kolesterol düşürücü, antikanserojen ve antioksidan özellikler yer almaktadır. Soya, mercimek ve bezelyede bulunan Bowman-Birk inhibitörü (BBI), baklagillerden elde edilen proteaz inhibitörlerinin başlıca sınıflarından biridir. Yaklaşık 8 kDa moleküler ağırlığa sahip olan ve 70-80 amino asitten oluşan BBI, proteaz aktivitesini düzenleyerek tohum çimlenmesinde önemli bir rol oynar. Ayrıca, bitkilerin böcek ve mikroorganizmalara karşı korunmasında etkili olduğu ve prostat, meme ve kolon kanserine karşı koruyucu potansiyel taşıdığına dair araştırmalar bulunmaktadır. Baklagillerde bulunan izoflavonların ise menopoz semptomlarının hafifletilmesinde kullanıldığı ve sağlık açısından çeşitli faydalar sunduğu rapor edilmiştir [5, 6].

Baklagiller, sağlıklı beslenmenin önemli bir parçası olarak, geleneksel diyetlerde kritik bir yere sahiptir. Protein, düşük glisemik indeksli karbonhidratlar, diyet lifi, mineraller ve vitaminler gibi temel besin maddelerini içermeleri, onları beslenme açısından değerli bir gıda grubu haline getirmektedir. Kök nodüllerinde azot bağlayıcı bakterilerin bulunması, baklagillerin diğer bitkilere kıyasla protein bakımından daha zengin olmasını sağlamaktadır. Baklagillerden elde edilen protein kaynaklı biyoaktif peptitler, sağlık açısından faydalı birçok bileşik olarak öne çıkmakta ve aynı zamanda gıdaların besin kalitesine katkıda bulunmaktadır. Bu bileşiklerin, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, kanser ve obezite gibi sağlık sorunları üzerinde olumlu etkiler sağladığı düşünülmektedir. Bu etkilerin, baklagillerdeki biyoaktif bileşenlerin sinerjik kombinasyonlarından kaynaklandığı ifade edilmektedir. Ayrıca, biyoaktif peptitlerin antimikrobiyal özelliklere sahip olduğu, kan basıncı ve kolesterolü düşürdüğü, antioksidan aktivite sağladığı ve mineral emilimini artırarak biyoyararlanımı desteklediği bildirilmektedir [5].

Bu çalışmada, soya fasulyesi, fasulye, nohut, lobik, barbunya, yeşil mercimek ve kırmızı mercimek gibi yaygın olarak tüketilen baklagil çeşitlerinde toplam protein miktarları ile esansiyel ve esansiyel olmayan amino asit profillerinin belirlenmesi ve bu değerlerin birbiriyle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışma, bu baklagillerin besin değerlerini ortaya koyarak, hem bireylerin protein ihtiyacına yönelik daha bilinçli seçimler yapmasına hem de gıda endüstrisinde baklagillerin daha etkin değerlendirilmesine katkıda bulunmayı hedeflemektedir. Ayrıca, baklagillerin aminoasit profilleri arasındaki farklılıkların incelenmesi, tarım, sağlık ve gıda sektörlerinde daha sürdürülebilir ve besleyici gıda üretim stratejilerinin geliştirilmesine ışık tutacaktır.

1.1. Baklagiller

Baklagiller, Fabaceae/Leguminosae familyasına ait anjiyospermilerin ikinci en büyük ailesi olarak bilinmektedir. Baklagiller, sağlıklı bir beslenmenin önemli bileşenleri olup, dünya genelinde

geleneksel diyetlerde önemli bir yer tutmaktadırlar. Baklagil ailesi, gıda olarak tüketilen bezelye, mercimek, fasulye, yer fıstığı ve diğer baklalı bitkileri içermektedir. Protein, düşük glisemik indeksli karbonhidratlar, diyet lifi, mineraller ve vitaminler başta olmak üzere çok önemli temel besinleri sağlayan baklagiller hem protein hem de diyet lifi açısından benzersiz zenginliğe sahiptirler [5]. Dünyada insan beslenmesindeki bitkisel proteinlerin %22'si, karbonhidratların %7'si ve hayvan beslenmesindeki proteinlerin %38'i, karbonhidratların %5'i yemeklik tane baklagillerden sağlanmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerdeki nüfusun önemli bir bölümü, protein bakımından yetersiz beslenmekten muzdariptir. Mevcut çalışmalar insan nüfusu ile protein arzı arasında büyüyen bir uçuruma işaret etmektedir. Bu nedenle, yoğun araştırma çabaları şu anda gelecek için alternatif bitkisel proteinler gibi yeterince kullanılmayan farklı kaynakların belirlenmesine ve değerlendirilmesine yöneliktir. Bu bağlamda, protein kaynağı olarak halen yaygın olarak kullanılmayan baklagillerin kullanımı ve tarımının geliştirilmesi için mevcut potansiyellerini değerlendirmek için çeşitli çalışmalar yürütülmektedir [7]. Baklagil bitkilerinin protein kaynaklı biyoaktif peptitleri, sağlığı geliştirici bileşikler olarak (özellikle hastalıklarla ilgili enzimlerin amino asitleri ile etkileşime girerek) birçok önemli role sahiptirler. Baklagillerde bu biyoaktif peptitlerin varlığı gıda kalitesine katkıda bulunmaktadır [8].

Baklagillerin temel besin katkısı, protein içeriği ile ilişkilidir. Bununla birlikte, son zamanlarda yapılan bazı araştırmalar baklagil yan ürünlerini de (gıdalarda potansiyel içerik olarak) kullanma olasılığını vurgulamaktadır. Baklagil yan ürünleri, "lif tüketim eksikliğini" gidermede, mineral ve antioksidan bakımından fayda sağlamada ve katma değerli yeni ürünler elde edilmesinde olumlu etkileri olan doğal bir "besleyici diyet lifini" ifade etmektedir. Baklagil tohum kabuklarının biyokimyasal ve besinsel özellikleri ile ilgili çalışmalar yetersiz olmasına rağmen, bu dokuların temel olarak yapısal polisakkaritler (selüloz, hemiselüloz, pektin), Ca, Mg, Mn, Cu, Zn, B, Al ve Na gibi mineral elementler, polifenoller (esas olarak fenolik asitler: benzoik/sinamik asitler ve bunların türevleri), flavonoidler, özellikle flavon ve flavonol glikozitler ve yoğunlaştırılmış tanenlerden oluştuğu bildirilmektedir [9].

Baklagiller, iyi birer mikro ve makro besin kaynağı olması, çok sayıda sağlık açısından olumlu faydaları ve zengin bileşimleri nedeniyle "süper gıda" olarak kabul edilmektedir [10].

Baklagiller, dünya üzerinde önemli coğrafi alanlarda yetiştirilmekte olup, gelişmiş /gelişmekte olan ülkelerde çok önemli sosyo-ekonomik etkiye sahip besin gruplarıdır. Baklagil üretimi sürdürülebilir bir üretim olarak, toprak verimliliğini artırmada önemli bir rol oynamaktadır ve azotlu gübrelerle erişimi olmayan veya sınırlı erişimi olan çiftçiler için büyük önem taşımaktadır [11]. Düşük su ve gübreleme gereksinimleri, hastalıklara karşı yüksek dayanıklılık ve zorlu koşullara önemli ölçüde uyum sağlama özellikleri ile karakterize edilmektedirler. Tahılların baklagillerle birlikte ekilmesi, yenilenebilir doğal kaynaklar olarak mahsul sistemlerinin sürdürülebilirliğine ve toprak biyoçeşitliliğine büyük katkı sağladığı bildirilmektedir [10].

Baklagiller ayrıca diğer protein kaynaklarına (örneğin süt, yumurta ve tavuk eti) kıyasla daha düşük su ayak izine (ekolojik ayak izi) sahiptir. Bu nedenle baklagiller, insan ve hayvan besini olmasının yanı sıra toprağın çeşitliliğini korumak/geliştirmek için %100 yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir [10]. Baklagil, düşük gelirli ülkelerde yetersiz beslenme ve dengesiz beslenme sorunlarının önlenmesine büyük katkı sağlamaktadır.

Günümüzde zengin besin içerikleri, çevresel katkıları nedeniyle gıda maddelerinin üretiminde baklagil entegrasyonuna olan ilgi sürekli bir artış göstermeye devam etmektedir. Baklagiller bir tohum olarak tüketilmekte ya da tüketim öncesi çeşitli proseslerle (boyut küçültme öğütme v.s.) işlenebilmekte ya da lif, nişasta ve protein konsantreleri ve izolatları elde etmek için küçük parçalara ayrılabilir [12].

Baklagiller, dünyanın düşük gelirli bölgelerinde yetersiz beslenmede mücadele etmek için güçlü ürünlerdir. Yeni ve sağlıklı gıda ürünleri geliştirmeye yönelik olarak buğday ununu baklagillerle güçlendirmek, takip edilmesi gereken doğru bir eğilim olabilir. Baklagil tohumları, zengin diyet protein kaynaklarıdır. Bununla birlikte, bu proteinlerin biyolojik olarak erişilebilirliği, proteinlerin tohum matriksinin diğer bileşenleri ile etkileşimi sonucu engellenmektedir. Bu nedenle, protein sindirilebilirliğinin iyileştirilmesi, sindirilemeyen proteinlerin hidrolizine, proteaz inhibitörlerinin deaktivasyonuna ve protein çözünürlüğünün iyileştirilmesine bağlıdır. Tohum rejenerasyonunda doğal bir olgu olan çimlenme, çimlenmemiş tohumlarla karşılaştırıldığında tohumların toplam protein içeriğini iyileştirici bir etkidir. Ayrıca, çimlenme işlemi, proteaz inhibitörlerini ortadan kaldırmakta veya baskılamakta, böylece protein sindirilebilirliğini ve biyolojik olarak erişilebilirliğini geliştirmektedir. Birlikte ele alındığında, baklagillerin diyet proteinlerinin kaynağı olarak kullanımı, özellikle iyileştirilmiş protein beslenmesine ihtiyaç duyulan popülasyonlarda, çimlenme başlatılarak artırılabilir.

1.2. Baklagil Proteinleri

Genel olarak baklagiller, önemli miktarda vitamin ve mineral içeren ve yüksek enerji değeri olan kompleks karbonhidrat, protein ve diyet lifi kaynaklarıdır. Baklagil protein içeriği %17 ile %40 arasında değişirken tahıllar için %7-13 civarındadır [13, 14].

Baklagillerde başlıca proteinler globulinler ve albüminlerdir. Globulinler, baklagil tohum proteinlerinin kabaca %70'ini temsil eder ve esas olarak 7S, 11S ve 15S proteinlerinden oluşur. Bu proteinlerin moleküler ağırlıkları 8000 ila 600 000 Da olup genellikle pH 4-5 arasında minimum çözünürlüğe sahiptirler. Hayvansal proteinler için iyi bir ikame olarak kullanılabildikleri için baklagil proteinlerine artan bir ilgi vardır [15, 16].

Baklagillerde, antinütrisyonel bileşikler olarak bilinen çeşitli enzimler, proteaz inhibitörleri ve lektinler gibi farklı proteinler bulunmakta, bu proteinlerin çoğu suda çözünür albümin sınıfındadır [12].

Son yıllarda, insan sistemindeki sağlığı geliştirici biyolojik faaliyetler ve düzenleyici işlevler, bitki kaynaklı çeşitli protein bileşenleriyle ilişkilendirilmiştir. Bu özellikler, daha önce süt ve süt ürünleri, balık, et ve yumurta gibi hayvansal kaynaklı gıdalarından izole edilen peptitlere atfedilenlere benzemektedir. Farklı boyutlardaki peptitlerin ve bitki proteinlerinin, özellikle baklagiller gibi protein açısından zengin tohumlardan elde edilenlerin, insanlarda özellikle kemik ve kardiyovasküler sağlık, iltihaplanma, kanseri önleme, kilo kontrolü, insülin duyarlılığı gibi çeşitli faydalı etkiler gösterdiği bildirilmiştir. Baklagil tohumlarından elde edilen çeşitli proteinler ve peptitler “nutrasötikler” (veya fonksiyonel bileşenler) kategorisine dâhil edilebilir. Baklagil depo proteinlerinin (7S ve 11S globulinler, prolaminler, glutelinler) hipoglisemik, kolesterol/trigiliserit düşürücü ve anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) inhibisyonu gibi özellikleri bilinmektedir. Ayrıca baklagillerden elde edilen ve antibesinsel bileşikler olarak da adlandırılan Kunitz/Bowman-Birk inhibitörleri gibi proteaz inhibitörlerinin, amilaz inhibitörlerinin ve lektinler gibi bazı protein ve peptitlerin sitotoksik, antibakteriyel etkileri ve antikarsenojik etkileri olduğu bilinmektedir [17, 18, 19].

Protein yapısı, protein kalite değerlendirmesinde ele alınması gereken önemli bir özelliktir. Bitkisel proteinlerin in vivo parçalanması için yapısal ve fizikokimyasal özellikler öneme sahiptir. Baklagil proteinleri ile ilgili olarak, yapısal stabilite sadece in vivo sindirilebilirliği ve esansiyel amino asitlerin mevcudiyetini etkilemez, aynı zamanda biyoaktif dizilerin üretimini de etkilediği bilinmektedir [20].

1.3. Baklagillerin Bileşimi

Baklagiller proteinler (proteaz inhibitörleri, α -amilazlar, lektinler), glikozitler (α galaktozitler, vicin ve convicin), fenolik bileşikler, tanenler, saponinler veya alkaloidler gibi çok sayıda biyoaktif bileşik içerir [21].

Fenolik asitler, flavonoidler ve kondanse tanenler, baklagil tohumlarında bulunan başlıca fenolik bileşiklerdir. Fenolik bileşiklerin çoğu baklagil tohumlarında bulunur. Baklagil tohumlarının tohum kabuğu öncelikle fenolik asitler ve flavonoidler (esas olarak kateşinler ve prosiyanidinler) içerir. Kateşinler ve prosiyanidinler, mercimek ve kıvılcık fasulyesindeki (tohum kabuğu) fenolik bileşiklerin neredeyse %70'ini temsil eder. Baklagiller için daha fazla pigmentli çeşitler, daha az pigmentli çeşitlerden daha yüksek seviyelerde fenolik bileşikler (antosiyantinler gibi) içerirler. Fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesi, hidroksil gruplarının sayısı ve konumu gibi kimyasal yapıları ile doğrudan ilişkilidir. İşleme, çoğunlukla kimyasal yeniden düzenlemeler

nedeniyle baklagillerdeki fenolik bileşiklerin azalmasına yol açar. Suda çözünür fenolik bileşiklerin pişirme suyuna sızması nedeniyle fenolik içerik azalır. Fenolik bileşiklerin sağlığa faydaları arasında antikanserojenik, antitrombotik, ülser önleyici, arterojenik, alerji önleyici, iltihap önleyici, antioksidan, bağışıklık düzenleyici, antimikrobiyal, kardiyoprotektif ve analjezik ajanlar olarak işlev görmeleri yer alır [22].

1.4. Baklagillerin Beslenme Açısından Önemi

Bakliyat ürünleri, beslenme açısından hem lezzetleri hem de zengin besin değerleriyle halkımızın mutfağında önemli bir yer tutmaktadır. Olgunlaşmış tohumlardan oluşan baklagiller, karbonhidrat ve protein açısından oldukça zengindir ve bu özellikleri nedeniyle hem taze hem de kurutulmuş olarak sıkça tüketilmektedir. Her ne kadar hayvansal proteinlerin beslenme açısından daha üstün olduğu ifade edilse de, birçok baklagil türü, içerdiği protein ve aminoasit çeşitliliği ile hayvansal proteinlere yakın bir değer sunmaktadır. Geleneksel beslenmede sıkça yer verilen yemeklik tane baklagiller, buğday gibi tahıllara kıyasla 2-3 kat daha fazla protein içermelerinin yanı sıra, yüksek karbonhidrat seviyeleriyle de önemli bir enerji kaynağıdır. Özellikle et ve yumurta bulunmadığında, yemeklik baklagillerin protein ihtiyacını karşılamak için değerli bir alternatif olduğu vurgulanmaktadır [23].

Baklagiller, protein zenginliklerinin yanı sıra sodyum (Na), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), manganez (Mn), bakır (Cu), çinko (Zn) gibi mineraller ve fosfatlar, sülfatlar, klorürler ile B ve E vitaminleri gibi besin öğeleri açısından da önemli bir yere sahiptir. Bununla birlikte, bu besin öğelerinin miktarları, baklagillerin yetiştiği bölgenin toprak yapısı, iklim koşulları, uygulanan gübreleme ve sulama yöntemleri gibi tarımsal faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir [24].

1.5. Ülkemizde Yaygın Olarak Tüketilen Baklagiller

1.5.1. Fasulye

Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) iyi bir protein ve besin kaynağı olup, tüm dünyada özellikle Güney Amerika'da yaygın olarak tüketilmekte olan bir baklagil çeşididir. Diğer baklagiller ile birlikte, uzun zamandan beri kırsal nüfustaki en önemli protein kaynaklarından biri olarak, nüfusun protein gereksinimlerinin önemli bir bölümünü karşılamaktadır. Fasulye yapısal olarak, tohum kabuğu ve kotiledon olmak üzere iki ana bölümden oluşmaktadır. Ayrıca beslenme açısından, fasulye, prebiyotik özelliklere sahip olduğu bildirilen rafinoz gibi dirençli nişasta ve oligosakkaritler dahil olmak üzere pekçok karmaşık karbonhidratları içermektedir [25]. Fasulye çeşitlerinde bulunan protein miktarı, çeşitlerine göre farklılık göstermekle birlikte %15 ile %35

arasında değişmektedir. Fasulyede diyet lifi ve yavaş sindirilebilir nişasta miktarı diğer karbonhidrat açısından zengin gıdalara kıyasla fazla olduğu için, glisemik indeksi düşük olarak kabul edilmektedir [26]. Fasulye, tahılların eksik aminoasitlerini tamamlayan profile sahip proteinler açısından da zengindir. Kuru fasulyede bulunan baskın amino asitler lizin (6.5–7.5 g/100 g protein) ve fenilalanin ile birlikte tirozindir (5.0–8.0 g/100 g protein) [27]. Ayrıca fasulyede bulunan mineral maddeler ve B vitaminleri gibi mikro besinler yüksek besin kalitesine katkıda bulunmaktadır.

Fasulye, son yıllarda hem antioksidan hem de anti kanserojen özellikler gösterdiği bildirilen polifenoller gibi bileşiklerin varlığından dolayı fonksiyonel gıdalar olarak giderek daha fazla ilgi görmektedir [28]. Fasulye, fenolik bileşikler (flavonoidler, tanenler ve antosiyanin), proteaz inhibitörleri, fitik asit ve saponinler gibi biyoaktif bileşenler içermektedir. Bu bileşenlerin kolon kanserinin inhibisyonunda yardımcı olduğu, baklagil tohumlarından elde edilen proteinlerden özellikle albüminler ve globulinlerin, kolon kanseri hücrelerinde hücre göçünü azaltabileceği bildirilmektedir [5]. Flavonoidler gibi polifenolik bileşikler kuru fasulyede tohum kabuğuna renk veren bileşiklerdir ve bu fenolikler kardiyovasküler hastalık ve kanser riskinin azalması da dahil olmak üzere olumlu sağlık yararlarına sahiptir [29].

Bununla birlikte, diğer baklagillerde olduğu gibi, fasulyede de tüketimini sınırlayan ve besinlerin sindirilebilirliğini ve biyoyararlanımını etkileyen çeşitli antibesinsel faktörler bulunmaktadır. Fasulyede bulunan fitik asit, birkaç temel mineralin emiliminin azalmasının ana nedeni olarak kabul edilmektedir ve sözkonusu mineralleri organizmada mevcut olmayan çözünmez formlara dönüştürmektedir. Ayrıca fitik asit, proteolitik ve amilolitik enzimlerle protein kompleksi oluşturmaktadır. Fosfat grupları işlenerek fitattan uzaklaştırıldığında, ara miyo-inositol fosfatlar salınmakta ve minerallere bağlanma gücü azalmaktadır. Islatma ve pişirme gibi termal işlemler, inositol fosfat içeriğini değiştirirken, çimlenme, fitik asit içeriğini önemli ölçüde azaltmaktadır [30]. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) insan tüketimi için en önemli baklagillerdendir. Fizyolojik süreçler için gerekli olan Fe, Zn gibi besin maddelerine yüksek oranda sahiptir ve bu özelliği sayesinde besleyici bir gıda olarak öne çıkmaktadır.

Kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), dünya çapında insanlar tarafından tüketilen en önemli baklagil bitkisidir. Zielinski ve diğ. [26] sağlıklı gıda ürünlerinin formülasyonunda güvenli ve uygun olarak kabul edilen çok düşük lektin (fasulyenin ana toksik bileşeni) içeriğine sahip bir fasulye çeşidi (Almonga) ile ilgili yaptıkları çalışmada, söz konusu fasulye tüketiminin, trigliseridemik açıdan önemli bir azalma sağladığını bildirmişlerdir. Fasulyenin besleyici ve sağlıklı özelliklerine rağmen gıda endüstrisinde bir bileşen olarak kullanımları uzun pişirme süresi ve düşük sindirilebilirlik nedeni ile sınırlıdır [31]. Fasulye pişirildiğinde, hücre duvarları bozulmamış bütün tohumlardan üretilen unlara kıyasla in vitro nişasta ve protein sindiriminde artış gözlenir [32]. Pişmiş fasulyenin (100 g) ortalama olarak 9.0 gr protein, 2.0 mg Fe ve 0.9 mg Zn

içerdiği bildirilmektedir [33]. Geleneksel olarak bütün formda (haşlanmış veya konserve) kullanılmaktadırlar. Ancak hazırlama süresinin uzun olması, artan tüketim için önemli bir dezavantaj oluşturmaktadır Fasulyelerin besleyici faydaları, onları makarnalar, ekmekler ve cipsler gibi gıda ürünlerine dahil edilebilecek bileşenler olarak kabul edilmeye uygun hale getirmektedir. Günümüz tüketicilerinin hızlı tempolu yaşam tarzları, yüksek kaliteli, sağlıklı hazır gıdalara olan talebi artırmaktadır [34]. Fasulye çeşitleri tohum kabuğu renginde, tat profillerinde, protein, nişasta ve lif içeriklerinde farklılık göstermektedir. Bu nedenle, farklı kuru fasulye türü ve çeşitlerinden yapılan gıdaların benzersiz duyuşal özelliklere (tat ve doku) ve beslenme profillerine sahip olması beklenmektedir [35].

1.5.2. Nohut

Nohut (*Cicer arietinum*), baklagillerin serin iklim Fabaceae (*Leguminosae*) ailesinin bir üyesidir. Nohutun besin değeri nedeniyle dünya üretim, ihracat ve ithalatına yüksek talep bulunmaktadır. Nohut protein açısından yüksek değerlere sahipken, yağ ve sodyum açısından düşük içeriğe sahiptir. Hem çözünür hem de çözünmez lif, kompleks karbonhidratlar, vitaminler, folat ve mineraller, özellikle kalsiyum, fosfor, demir ve magnezyum için önemli bir kaynak olduğu söylenebilir. Nohut, iyi dengelenmiş amino asit bileşimi ve protein biyoyararlanımı nedeniyle iyi bir diyet protein kaynağıdır. Nispeten ucuzdur ve kardiyovasküler hastalığın önlenmesi, Tip-2 diyabetin yönetilmesi ve LDL-kolesterol seviyelerinin düşürülmesi ile ilişkilendirilmiştir. Nohutta bulunan çözünmeyen diyet lifi, kolon kanseri oluşma riskini azaltmakla ilişkilendirilirken, çözünür lifin kilo kaybı ve kilo yönetimi üzerinde faydalı bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir [36].

Nohutun protein fraksiyonu (%15-30), esas olarak globulinler (%53-60), glutelinler (%19-25), albüminler (%8-12) ve prolaminlerden (%3-7) oluşur. Nohutta ayrıca nispeten yüksek seviyede özellikle glutamat, aspartat ve arginin varlığının ATP sentezi, kalsiyum salınımı, nörotransmisyon süreçleri, hücresel proliferasyon ve bağışıklık ile ilişkili olduğu bildirilmektedir [37].

Nohut çok sayıda fenolik bileşen içermekte olup iki önemli fenolik bileşik izoflavonlar grubunda yer alan biokanin A (5,7-dihidroksi-4'-metoksi izoflavon) ve formononetin (7- hidroksi-4'-metoksiizoflavon)'dir. Biyokanin A konsantrasyonu, kabuli nohutlarda (1420–3080 µg/100 g), desi nohutlara (838 µg/100 g) kıyasla daha yüksek olup, kabuli ve desi nohutların formononetin miktarı sırasıyla 215 µg/100 g ve 94-126 µg/100 g bulunmuştur. Nohut proteinleri, ACE'yi inhibe etmenin yanı sıra antioksidan ve hipokolesterolemik aktivitelere sahip olduğu kabul edilen iyi bir biyoaktif peptit kaynağı olarak bildirilmiştir [38].

Nohutun protein içeriği %18-22 arasında değişmektedir ve özellikle gelişmekte olan ülkelerde düşük gelir düzeyine sahip bireyler için vazgeçilmez bir protein kaynağıdır [39]. Nohutun protein kalitesi diğer baklagiller ile kıyaslandığında daha üstün niteliklidir [40]. Bu üstünlük,

nohutun daha yüksek biyolojik değere, protein sindirilebilirliğine ve protein verimlilik oranına sahip olmasıyla açıklanmaktadır [41].

Nohutun besinsel bileşiminin büyük bir kısmı karbonhidratlardan meydana gelmektedir. Yüksek amiloz içeriği ve dirençli nişasta nedeniyle düşük glisemik indekse sahiptir ve böylelikle tüketiminde anti-diyabetik etki gösterebilmektedir [42, 43, 44].

α -galaktozidler, nohutta bulunan ve gaza neden olan başlıca oligosakkaritlerdir. İnsan vücudunda α -galaktosidaz enziminin bulunmaması nedeniyle oligosakkaritler sindirilmez ve kalın bağırsakta mikrobiyal fermentasyona uğrarlar ve kısa zincirli yağ asitlerinin oluşumuna yol açarlar [45].

Nohut tohumlarının yağ içeriği %3-10 arasında değişmektedir [46]. Mercimek, barbunya, fasulye ve bezelye gibi baklagiller, nohutla karşılaştırıldığında daha az yağ içeriğine sahiptir [47]. Nohut tohumlarının yağ asidi bileşimi genetik yapısına ve çevresel faktörlere göre değişkenlik göstermektedir [48]. Yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde nohutun, doymamış yağ asitleri (linoleik asit ve oleik asit) bakımında zengin olduğu ve bu durumun nohuta hipokolesterolemik aktivite kazandırdığı bildirilmiştir [49].

Nohut, başta demir, kalsiyum, çinko ve magnezyum olmak üzere çeşitli önemli mineraller bakımından zengin bir kaynaktır. 100 gram nohut tüketimi günlük beslenmedeki demir ve çinko ihtiyacını karşılayabilir. Aynı zamanda önemli miktarlarda tokoferol (E vitamini) ve B vitamini kompleksinden oluşur [49]. Nohutun fonksiyonel özelliklerine katkıda bulunan bileşenlerden bir diğeri biyoaktif bileşenlerdir ve tüketiminde insan sağlığını olumlu yönde etkilemektedir. Nohutta bulunan başlıca fenolik bileşikler izoflavonlardır. Nohutun tohum kabuğu flavonoidler ve fenolik asitler için ana depo görevi görmektedir. Bu bileşikler antikansörejten aktiviteden sorumlu biyoaktif bileşiktir. Betakaroten, ksantofil ve kriptoksantin, nohut tohumlarında bulunan başlıca karotenoidlerdir ve demirin emilimini sağlarlar, böylece insan vücudunda demirin biyoyararlanımını arttırlar [50, 51].

1.5.3. Barbunya

Barbunya fasulyesi (*Phaseolus vulgaris* L.), fasulyenin üç çeşidinden biri olarak kuru fasulye ve taze fasulye ile birlikte sınıflandırılmaktadır. Hem tek yıllık hem de çok yıllık bitki türleri arasında yer alabilir. Tohumları, renk, boyut ve şekil bakımından farklılık gösterebilir; çizgili yüzeylere sahip beyaz tohumlar genellikle barbunya olarak adlandırılır. Araştırmalar, barbunya fasulyesinin zengin bir protein, lif, probiyotik ve B vitamini kaynağı olduğunu ortaya koymuştur [52]. Barbunya fasulyesinin yetiştiği çevresel koşullara ve tür özelliklerine bağlı olarak protein içeriği %20 ile %30 arasında değişebilmektedir [53].

1.5.4. Mercimek

Mercimek (*L. culinaris*) tarihte ilk olarak 8000-10000 yıl önce Güneybatı Asya da yetiştirilmiş bir baklagil ürünüdür. Baklagiller içerisinde değişken iklim koşullarına uyum sağlayabilme özelliği ile ön plana çıkan mercimeğin anavatanı olarak Güneybatı Asyadan sonra Türkiye ve Suriye tarihte yerini almıştır [54]. Ancak yapılan arkeolojik kazılar incelediğinde özellikle Güneybatı Asya bölgelerinde mercimeğin yetiştirilmek üzere hangi sıklıklarda ekimi yapıldığına ve Lens cinsindeki yabancı türlerin gen havuzuna katkıda bulunup bulunmadığına dair verilere ilişkin çalışmalar devam etmektedir [55].

Mercimek (*L. culinaris*) Fabaceae familyasına ait tek yıllık otsu bir bitkidir. Lens cinsi dört tür içerir: *L. culinaris* (ssp. *culinaris*, *orientalis*, *tomentosus* ve *odemensis*), *L. ervoides*, *L. lamottei* ve *L. nigricans* [56]. Bitki tipik olarak 20-45 cm boylarına olup meyveleri 1-2 tohum içeren keseciklerden meydana gelir ve kesecikler içerisindeki taneler mercimek adını alırlar [54]. Mercimek tohumlarının yapısı mercem şeklidir ve kabuk renkleri sarı, kırmızı, turuncu, yeşil, kahverengi ve siyah olabilmektedir [57].

Zengin besinsel bileşime sahip mercimeğin kimyasal kompozisyonu genetik ve çevresel faktörlere bağlı olarak önemli düzeyde değişmekte olup ucuz bir protein kaynağı olmasından dolayı (%21-31) [58], gelişmekte olan ülkeler, düşük gelir düzeyine sahip bireyler, vejetaryenler ve veganlar için önemli bir besin kaynağıdır [59]. Mercimek tohumlarının toplam karbonhidrat içeriği %62-69 aralığındadır ve düşük glisemik indeks değerine (21-22) ve yüksek konsantrasyonlarda diyet lif içeriğine sahiptir [60, 61]. Ayrıca vitaminler (B9/folat), çinko (4.8 mg/100g) ve demir (7.5 mg/100g) gibi mikro besin öğeleri bakımından zengindir [62].

Mercimek birçok potansiyel kemopreventif bileşikler olarak tanımlanan fitokimyasallar bakımından zengindir. Bunlar arasında, diğer baklagil türlerinden çok daha yüksek konsantrasyonlarda bulunan fenolikler (760 mgGAE/100g), yüksek antioksidan, antidiyabetik, antiobezite, antikanser ve antiinflamuar özelliklerine katkıda bulunabilmektedir [63].

Tüketiciler tarafından son yıllarda eşsiz besinsel bileşimi ve özellikle kronik hastalık riskinin azalmasındaki etkin rolü (Obezite, Tip 2 diyabet, hipertansiyon, kanser ve kardiyovasküler hastalıklar) nedeniyle mercimek tüketimine karşı artan bir eğilim mevcuttur [64].

Mercimeğin besinsel bileşimi incelenecek olursa, yüksek oranlarda makro ve mikro besin öğelerini birarada içermekte olan glutensiz bir üründür. Yapısında barındığında bileşenler mercimeğin çeşidine, yetiştirilme ve çevresel koşullarına göre önemli ölçüde değişmektedir. Bireylerin beslenme alışkanlıkları incelendiğinde genel olarak bitkisel bazlı yüksek kaliteli protein kaynaklarına ilgi gösterildiği saptanmıştır. Mercimeğin protein içeriği ile tahılların protein içeriği kıyaslandığında mercimeğin protein miktarı buğday proteininden yaklaşık 2 kat fazladır ve tahıl tanelerinin aksine mercimek özellikle lizin, lösin, arginin, aspartik ve glutamik asit aminoasitleri bakımından oldukça zengindir [65, 66].

Diğer baklagil ürünlerine benzer şekilde mercimek, anti-besinsel (tripsin inhibitörleri ve tanenler) bileşenler içermektedirler. Bu bileşenler temel sindirim enzimlerini inaktive ederler (tripsin inhibitörü) veya proteinler ile kompleks oluşturarak (tanenler) sindirilebilirliği azaltarak proteinlerin biyoyararlılığını etkileyebilirler. Bu nedenle mercimeklerin işlenmesi, proteinlerin sindirilebilirliğini ve aminoasit oranını arttırmak için oldukça önemlidir [67].

Mercimek baklagiller içerisinde önemli bir karbonhidrat kaynağıdır ve yapısında barındırdığı sindirilebilir nişasta, diyet lif, dirençli nişasta ve oligosakkaritlerin varlığı nedeniyle insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir [68, 69]. Özellikle prebiyotik karbonhidrat olarak adlandırılan oligosakkaritlerin varlığı mercimeği iyi bir prebiyotik kaynak haline getirmiştir. Böylelikle mercimek bağırsak mikrobiyotasını korumada ve bağırsakla ilgili oluşabilecek hastalıkların önlenmesinde etkin rol oynamaktadır [70].

Obezite ve kardiyovasküler hastaların beslenmesinde mercimek, düşük yağ ve sodyum içeriğinden dolayı besleme uzmanları tarafından diyetin bir parçası haline getirilmiş ve sıklıkla tüketilmesi tavsiye edilmiştir. Mercimek tohumları mükemmel bir bitkisel demir kaynağıdır [71]. Yapılan çalışmalarda beslenmede pişmiş mercimek tüketiminin, özellikle ergenler ve hamile kadınlar için günlük olarak alımı gerekli olan demirin anemiyi engellediğini bildirilmiştir [66]. Ayrıca mercimeklerin çeşitli mineraller (çinko, bakır, manganez, selenyum ve bor) ve vitaminler (tiamin, riboflavin, niyasin, pantotenik asit, piridoksin, folat, α , β ve γ tokoferoller) bakımından da önemli bir kaynak olduğu araştırmalarda kanıtlanmıştır [27, 72, 73].

1.5.5. Börülce

Meksika'nın Yucatan eyaletinde "*xpelón*" olarak bilinen börülce (*Vigna unguiculata* L.), dünya üzerinde Amerika, Hindistan, Afrika, Avustralya ve birçok tropik bölgede yetiştirilen bir baklagil türüdür. Börülce, kuraklığa dayanıklı, yüksek verimli (1.690-2.000 kg/ha) zengin protein (%18–35) ve karbonhidrat (%55–63) içeriğine sahip bir baklagil türüdür [74].

Diğer baklagiller gibi, börülce tohumları da nispeten yüksek protein içeriği (%25) sayesinde, tahıllar ile birarada tüketildiğinde besin değeri olarak tamamlayıcı karışımlar oluşturarak, gıdalardaki protein kalite düzeyine önemli katkıda bulunmaktadır [7].

Börülce Kore'de geleneksel tören pastaları için ekmek ve reçel gibi gıda ürünlerinde yaygın olarak kullanılmakta ve pirinçle birarada pişirilmektedir. Beslenme açısından, börülce tohumları nişasta (%45-55), proteinler (%20-25) (esansiyel amino asitler dahil), vitaminler (folat, tiamin, piridoksin, lutein, niyasin, askorbik asit) ve mineraller (potasyum, kalsiyum, demir, çinko) bakımından zengindir [75]. Börülce tohumlarında en fazla bulunan karbonhidrat nişasta olup, şekerler sadece küçük bir miktarı oluşturmaktadır. Börülce tohumlarının diğer bir önemli bileşeni prebiyotik olarak işlev gören galaktosidlerdir. Dirençli nişasta ve amiloz, toplum sağlığı açısından

faydalı olan önemli bileşenleridir. Yüksek dirençli bir nişasta ve amiloz seviyesi, kan dolaşımına salınan glikoz miktarını düşürerek sindirimi yavaşlatmakta, bunun sonucunda, bağırsak hücrelerinin glikoz alımı azalmaktadır. İnsan beslenmesindeki önemli makro ve mikro besin kaynağı olarak kullanılan börülce, aynı zamanda çeşitli mutfaklarda ve atıştırmalıklarda da kullanılabilir. Farklı formlarda tüketime sunulan börülce, bütün olarak yenebilmekte, konserve edilebilmekte veya dondurulup pişirme amacıyla un haline getirilebilmektedir. Börülce tohumlarının çok iyi bir ikame bileşen olduğu rapor edilmektedir [76]. Tahıl ve kök bitkilerine göre 2 ila 4 kat daha fazla protein içeren börülce, lizin amino asiti bakımından zengin bir baklagil türüdür [77]. Börülce lizin, lösin, triptofan ve arginin gibi insan beslenmesinde önemli yeri olan amino asitleri içermektedir. Bileşiminde az miktarda folat içermekle birlikte, A ve C vitaminleri, tiamin, riboflavin, niasin, B6 vitamini ve pantotenik asit bakımından oldukça önemli bir besindir.

Yapısında barındırdığı bu bileşenler insan ve hayvan fizyolojisinde kas kasılması, nöron aktivitesi, kan pıhtılaşması, bağırsak aktiviteleri ve asit baz dengesi için elzem yapılar olarak bildirilmektedir [76]. Bununla birlikte, börülce ve bileşenleri, tahıllar ve hayvansal ürünlerle karşılaştırıldığında metiyonin ve sistein gibi kükürt içeren amino asitlerden yoksundurlar; bu nedenle dengeli beslenmek için tahıllar, sebzeler, et ve süt ürünleri ile birarada tüketilerek, tamamlanmalıdırlar [78].

Börülce, diğer çoğu baklagilde olduğu gibi, proteinlerin sindirilebilirliğini azaltan ve protein kalitesini düşüren tripsin inhibitörleri ve lektinler gibi anti-besinsel faktörler içermektedir [79]. Sindirimi zorlaştıran bu bileşenlerin olumsuz etkilerini azaltmak veya ortadan kaldırmak için çeşitli işleme prosedürleri kullanılmaktadır. Börülcenin bütün taneleri, kabukları ve yaprakları kaynatma gibi ısı işlemlere tabi tutulmakta, ardından insan tüketimi için kullanılmaktadır [80]. Börülce yapraklarında ve tohumlarında bulunan lektinler, tripsin inhibitörleri, tanenler, proantosiyoninler, fitikler, hemaglutininler, siyanojenik glikozitler, oksalik asit, dihidroksifenilalanin ve saponinler insanlar için sindirim açısından zararlı olarak bildirilmektedir [81]. Börülce tohumlarında bulunan fitatların varlığı, fitat proteini ve fitat mineral komplekslerinin biyoerişilebilirliğini engellemektedir. İşlenmemiş ham börülcenin 836 mg/100 g fitik asit içeriğine sahip olduğu bildirilmektedir. Fitosistatinler, baklagillerin tohum gelişimi ve çimlenmesinde yer alan proteaz inhibitörlerini içermektedir [76]. Bebekler ve çocuklar için tüketilmeden önce, antibesinsel faktörlerin uzaklaştırılması için uygun işleme yöntemleri kullanılmaktadır [81]. Sağlığa yararlı bir gıda kaynağı olarak kabul edilen börülce taneleri sadece karbonhidrat (yaklaşık %60) ve protein (%25) değil, aynı zamanda fitokimyasalları da içermektedir. Yapılan çalışmalarda, börülce tohumu ve börülce protein izolatlarının tüketiminin, plazma toplam kolesterol değeri ve yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) kolesterol değerlerinde önemli azalmalar oluşturduğu bildirilmektedir. Bileşiminde proteine ilaveten çeşitli fenolik bileşikler, protokateşik asit, p-hidroksibenzoik asit, kafeik asit, p-kumarik asit, ferulik asit ve sinamik asit, folasin, niasin, riboflavin ve fitokimyasallar

barındırmaktadır [82]. Börülce içerikli gıda ürünlerinin, özellikle kırsal bölgelerde yaşayan gelir seviyesi düşük topluluklar için ucuz birer protein kaynağı olduğu rapor edilmektedir [83]. Börülcenin sahip olduğu düşük glisemik indeks (GI) değeri ve tokluk glukoz konsantrasyonu ve insülin hormonunu dengeleme yeteneklerinden dolayı diabetli bireylerde diyabeti kontrol etmek için kullanıldığı rapor edilmektedir [84].

1.5.6. Soya Fasulyesi

Baklagiller familyasından olan soya fasulyesi (*Glycine max* (L.) Merrill), içeriğinde %18-24 yağ, %35-42 protein, %30 karbonhidrat, %5 mineral madde ve fazlaca vitamin bulundurmasıyla insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir [85]. Anavatanı Çin ve Kore olan soyanın önemi günümüzde her geçen gün daha da artmakta ve 400'e yakın kullanım alanı ile dikkat çekmektedir [86]. Soya fasulyesi doğrudan veya dolaylı olarak pek çok alanda kullanılmaktadır. Ülkemizde de gıda ve hayvancılık sektörü için stratejik bir öneme sahiptir.

1.5.7. Bezelye

Bezelye (*Pisum sativum* L.), içerdiği karbonhidrat ve protein bakımından insan beslenmesinde oldukça büyük bir öneme sahiptir. Ayrıca şeker, A ve C vitaminleri, kalsiyum ve fosfor bakımından zengin bir bitki olup, içinde az miktarda demir de bulunmaktadır [87]. Bezelye protein açısından zengindir içerisinde %58 nişasta ve %23 protein içerir [88]. Bezelye, mercimek, bakla ve fasulye gibi baklagillerin yağ içeriği genellikle %1-2 arasında değişir [89]. Bezelye, insan gıdası ve hayvan yemi olarak küresel talebi karşılamak için tarımsal üretim sistemlerinde baklagil ara ürün olarak kullanılmaktadır [90].

1.5.8. Lobik

Lobik (*Vigna radiate*), baklagiller familyasına ait bir tür olup diyet lifi, protein, vitamin ve mineraller yönünden oldukça zengin bir içeriğe sahiptir. Lobiğin protein içeriğinin %20.91-31.32 aralığında değişim gösterdiği ve bu miktarın tahılların yaklaşık üç katı kadar olduğu bildirilmektedir [91]. Yapılan bir çalışmada, lobik çorbasının iki majör flavonoid (vitexin ile isovitexin) içerdiği ve yüksek antioksidan aktivitesine sahip olduğu belirlenmiştir [92]. Lobiğin yüksek antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik madde içeriği ile çorba ve makarna gibi çeşitli gıdalarda fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılabileceği rapor edilmiştir [93].

1.6. Amino Asitler

Amino asitler, proteinlerin temel yapı taşlarıdır ve yapılarında bir amino grubu ($-NH_2$), bir karboksil grubu ($-COOH$), bir hidrojen atomu (H) ve her amino asite özgü bir R grubu bulunmaktadır. Amino asitlerin fizikokimyasal özellikleri, örneğin çözünürlükleri, kimyasal reaktivlikleri ve hidrojen bağlama kapasiteleri, R grubunun kimyasal yapısına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. R grubu yalnızca bir hidrojen atomundan oluşan glisin, amino asitler arasında en basit yapıya sahip olanıdır [94]. Bu nedenle, glisin aynı zamanda en düşük moleküler ağırlığa sahip amino asit olarak kabul edilir.

Amino asitler, esansiyel (dışarıdan alınması gereken) ve esansiyel olmayan (vücut tarafından sentezlenebilen) olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Esansiyel amino asitler, insan vücudunun sentezleyemediği ve bu nedenle gıdalar yoluyla alınması gereken amino asitlerdir. Aynı zamanda, bu amino asitler esansiyel olmayan amino asitlerin sentezlenmesinde de rol oynamaktadır. Proteinlerin biyolojik değeri, içerdiği esansiyel amino asitlerin miktarına bağlı olarak "yüksek biyolojik değerli" veya "düşük biyolojik değerli" şeklinde değerlendirilmektedir [95]. Ayrıca, Saldamlı [94], bir proteinin beslenme açısından kalitesinin, esansiyel amino asitleri yeterli miktar ve çeşitlilikte içermesiyle ölçüldüğünü ifade etmiştir.

Proteinlerin yapısında yer alan lisin, treonin, metiyonin, valin, lösin, izolösin, fenilalanin ve triptofan gibi amino asitler, esansiyel amino asitler olarak adlandırılmaktadır. İnsan vücudu bu amino asitleri kendisi sentezleyemediği için bunların dışarıdan, besinlerle alınması zorunludur. Bileşiminde esansiyel amino asitleri dengeli bir şekilde içeren inek sütü, besinsel açıdan yüksek kaliteli veya "tam protein" olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, yüksek protein kalitesi nedeniyle inek sütü proteini, diğer gıda proteinlerinin besleyici değerini değerlendirmek için standart referans proteini olarak kullanılmaktadır [96].

Besinlerle alınan proteinler, sindirim sırasında çeşitli kimyasal reaksiyonlarla amino asitlerine ayrılarak metabolizmanın farklı ihtiyaçlarına yönelik olarak kullanılır [97, 94, 98]:

- **Lisin:** Vücut proteinlerinin temel yapı taşıdır. Kalsiyum emilimi, kas protein oluşumu, yaraların iyileşmesi ve hormon-enzim üretimi gibi birçok hayati süreçte görev alır. Tahıllar lisin açısından fakirken, baklagiller, yumurta, süt ve et gibi besinler zengin lisin kaynaklarıdır.
- **Glutamin:** Kan plazmasında miktar olarak en fazla bulunan aminoasittir. Glutamin, iskelet kası, akciğerler ve yağ dokusunda sentezlenir. Yakın zamanlarda ortaya çıkmış net glutamin sentezi ve salınım bölgesi adipoz dokudur. Glutamin kanser hücrelerinde de birçok aracı metabolizmayı düzenleyen çok yönlü bir besin ögesidir. Glutamin, hem bitkisel hem de hayvansal protein içeren gıdalarda diğer aminoasitlere göre yüksek konsantrasyonlarda bulunur [99].

- **Metiyonin:** Vücudun temel kükürt kaynağıdır ve hemoglobin sentezinde rol oynar. Eksikliği, bitkisel proteinlerin besin değerini sınırlayan önemli bir faktördür. Metiyonin, yapısında tiyoeter grubu barındıran bir amino asittir ve protein sentezi sürecinde, özellikle metilasyon reaksiyonlarındaki rolüyle önemli bir yere sahiptir. Metiyonin ve sistein alımı, bağışıklık proteinlerinin sentezi için gereklidir [100]. Ayrıca metiyonin, S-adenosilmetiyonin gibi dekarboksilatlı bileşiklerin üretimi yoluyla DNA ve proteinlerin metilasyonunda, spermidin ve sperm üretiminde ve gen ekspresyonunun düzenlenmesinde metil grubu donörü olarak görev yapar [101]. Poliaminlerin önemi ise lenfositlerin çoğalması ve farklılaşmasındaki etkilerinden kaynaklanmaktadır [102]. Metiyonin, yalnızca bir protein bileşeni olmakla sınırlı kalmaz; aynı zamanda kolin sentezinde bir substrat olarak sinir fonksiyonları ve lökosit metabolizması açısından hayati öneme sahip fosfatidilkolin ve asetilkolin oluşumunda kritik bir rol oynar [103].
- **Treonin:** Antikor ve immünoglobulin üretiminde yer alır, bağ dokusunun önemli bir bileşenidir ve karaciğerde yağ birikimini önleyerek lipid metabolizmasında rol oynar. Treonin, hayvanlarda bağırsak müsin ve plazma γ -globulinlerinin temel bileşenlerinden biri olarak bilinir [103]. Diyetle alınan treoninin miktarındaki artış, antikor üretimini, serum IgG seviyelerini ve jejunal mukozada bulunan IgG ve IgA konsantrasyonlarını artırabilmektedir [104]. Bu veriler, diyet yoluyla alınan treoninin insan bağışıklık fonksiyonlarını destekleyebileceği olasılığını ortaya koymaktadır. Glisin ise T ve B lenfositleri gibi hücrelerde, seramid ve fosfatidilserin gibi yapısal bileşenlerin ve sinyal moleküllerinin sentezinde rol oynar [103]. Fosfatidilserin, bağışıklık sisteminin bir stres faktörüne yanıt olarak IL-2 üretimini ve T-lenfositlerin aktifleşmesini düzenlemede işlev görür. Ayrıca glikoz, lenfositler ve makrofajlar için temel bir enerji kaynağıdır [105, 106].
- **Valin:** Kas dokularının onarılmasını destekler ve özellikle hayvansal gıdalarda bol miktarda bulunur. Valin, vücutta sentezlenemediği için dışarıdan besinler yoluyla alınması gereken temel aminoasitlerden biridir. İsmi, valerian bitkisinin özütünden elde edilmesiyle almıştır. Valin, yan zincirinde herhangi bir yük taşımadığı için nötr aminoasit olarak sınıflandırılır [107].
- **Asparajin:** Doğada en çok bulunan amino asitlerden biridir. 1806 yılında kuşkonmaz bitkisinden elde edilmiş ilk amino asittir. Kuşkonmazda (asparagus) bol miktarda bulunduğu için adını bu bitkiden almıştır. Merkezi sinir sistemi dengesinin korunması için gereklidir. Aşırı sinir ve asabiyet oluşumunu engelleyerek, yatıştırıcı özelliği vardır [108].
- **Lösin:** Doku ve kemiklerde yara iyileşmesini teşvik eder, insülin salgısını artırır ve kan şekeri seviyesini düzenler. Tahıl proteinlerinde yaygın olarak bulunur. Lösin, protein sentezinde önemli miktarda bulunması gereken temel aminoasitlerden biridir. Bebek ve

çocuklarda büyümeyi desteklerken, yetişkinlerde vücut azot dengesinin sağlanmasında kritik bir rol oynar [107].

- **İzolösın:** Hemoglobin üretiminde kritik bir rol oynar ve bitkisel besinlerde genellikle sınırlı miktarda bulunur. İzolösın, proteinlerin yapısında bulunan ve DNA'daki genetik kodla sentezlenen 20 aminoasitten biridir. Lösın ve izolösın birbirinin izomeridir, yani her iki aminoasit de aynı tür ve sayıda atoma sahip olmasına rağmen, bu atomların bağlanma düzenleri birbirinden farklıdır [107].
- **Alanin:** Aynı zamanda 2-aminopropanoik asit olarak adlandırılır. Protein sentezinde en sık kullanılan aminoasitlerdendir. Şeker ve asit metabolizmasında görev alır, bağışıklığı artırır, kas dokusu, beyin ve merkezi sinir sistemi için enerji sağlar. Alanin, R değişken grubunda metil içerir. Hidrokarbon yapısının değişken gruplarla bağlı aminoasitlerin diğerleri; valin, lösın, izolösın ve prolindir. Alanin, lökositlere enerji oluşturan glikozun hepatik sentezi için ana substrat olmaktadır [103, 118].
- **Fenilalanin:** Tirozin amino asidine dönüşebilir ve sinir sistemi için önemli görevler üstlenir. Fenilketonüri gibi metabolik hastalıklar, bu amino asidin metabolizmasındaki bozukluklarla ilişkilidir. Fenilalanin, önemli işlevlerinden biri olan NOS için ana kofaktör tetrahidrobiopterinin sentezlenmesini destekler. Bu süreç, hız sınırlayıcı enzim olan GTP siklohidrolaz I'nin ekspresyonu ve aktivitesini artırarak gerçekleşir [109]. Bu şekilde fenilalanin, lökositler aracılığıyla NO sentezini düzenler. Aktifleşmiş makrofajlar ve diğer lökositlerde iNOS tarafından NO üretimi için yeterli tetrahidrobiopterin sağlanmasını sürdürmek amacıyla diyetle yeterli miktarda fenilalanin alınması gereklidir [104]. Fenilalaninin parçalanmasıyla oluşan tirozin ise katekolamin hormonlarının (epinefrin ve norepinefrin), tiroid hormonlarının (triiodotironin ve tiroksin) yanı sıra dopamin ve melanin sentezinin öncüsüdür [103]. Norepinefrin, sempatik sinir sisteminden salgılanarak bağışıklık sisteminin işleyişini destekleyen bir sinyal görevi görür. Th1 ve B hücrelerinin β 2-adrenerjik reseptörlerini eksprese ettiği ve norepinefrin ile epinefrinin bu reseptörlere bağlanmasının ATP'den cAMP üretimini tetiklediği bilinmektedir. Bu süreç, Th1 ve B hücrelerinin farklılaşması ve çoğalmasını sağlayan protein kinaz A'nın aktifleşmesiyle sonuçlanır [102]. Bunun yanında fenilalanin, gen ekspresyonu, tiroid hormonlarının düzenlenmesi ve lökositlerin metabolik farklılaşması gibi birçok önemli fizyolojik süreci etkiler [110]. Dopamin ve melanin de bağışıklık sistemi üzerinde önemli rol oynar. Bu bileşikler, monositler ve makrofajlar aracılığıyla proinflamatuvar sitokinlerin (örneğin TNF- α , IL-1 β , IL-6 ve IL-10) üretimini azaltırken, lökositler vasıtasıyla anti-inflamatuvar mediatörlerin üretimini teşvik eder. Aynı zamanda lenfosit proliferasyonunu, trombosit agregasyonunu ve nötrofillerin fagositöz etkinliğini artırır [111].

- **Aspartik Asit:** Hayvanlarda ve bitkilerde, özellikle şeker kamışı ve şeker pancarında bulunur. Vücutta; bağışıklık sistemini güçlendirmek, hücrelerde enerji üretimini başlatmak ve kas kütlesini artırmaya yardımcı olan erkeklik hormonu olan testosteron üretimini artırır. Aspartik asit esas olarak et, balık, tavuk ve yumurta gibi protein bakımından zengin gıdalarda bulunur [112].
- **Tirozin:** Esansiyel aminoasit olmadığından beslenme ile dışarıdan alınabilir veya vücut tarafından sentezlenebilir. Tirozin; katekolaminlerin, melanin ve tiroid hormonlarının üretilmesinde temel amino asittir. İnsan metabolizmasında önemli rol oynadığından eksikliği durumunda ciddi fizyolojik olumsuz etkileri vardır [113].
- **Triptofan:** Normal büyüme süreçleri için gerekli olan ve çeşitli biyoaktif bileşiklerin öncüsü olarak görev yapan bir amino asittir. Triptofan katabolizması sonucunda serotonin, N-asetilserotonin, melatonin ve antranilik asit gibi çeşitli biyolojik aktif moleküller üretilir [103]. İnflamasyon ve hücrel stimülasyon durumlarında, lipopolisakkarit (LPS) ya da belirli sitokinler aracılığıyla indoleamin 2,3-dioksijenaz (IDO) enziminin aktivitesi artar ve bu enzim, antranilik asit üretimi için triptofan katabolizmasını hızlandırır. N-asetilserotonin, serotonin ve melatonin gibi metabolitlerin süperoksit üretimini engellediği, serbest radikalleri temizlediği ve TNF- α üretimini azalttığı, bu sayede konak bağışıklığını güçlendirdiği belirlenmiştir. Tetrahidrobiopterin, N-asetilserotonin sentezinde görev alan sepiapterin redüktaz enzimini inhibe ederek bu süreçte rol oynar. Ayrıca, bu metabolit, indüklenebilir nitrik oksit (NO) üretimini düzenler ve hem doğal hem de adaptif bağışıklık sistemlerini etkiler. Son çalışmalar, antranilik asidin proinflamatuvar Th1 sitokinlerinin üretimini engellediğini ve otoimmün nöroinflamasyonun önlenmesinde etkili olduğunu göstermiştir. İnflamasyon yaşayan hayvanlarda triptofan konsantrasyonlarının azalması, katabolizmanın makrofajlar ve lenfositlerin işlevleri üzerinde önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Ek olarak, triptofanın bir metaboliti olan N-(3,4-dimetoksisinnamoil) antranilik asidin, deneysel otoimmün enflamasyondan kaynaklanan felci önlediği ve bu etkisini oral yoldan gösterdiği tespit edilmiştir. Triptofan katabolizmasının, inflamasyon sırasında T hücre homeostazını ve kendi kendine tolerans mekanizmasını destekleyerek lokal bir immünoşüpresif ortam oluşturduğu ve bağışıklık yanıtlarını düzenlediği bulunmuştur [114].
- **Glutamik Asit:** Glutamik asit (Glu-E), proteinlerin tümünün ana yapıtaşdır. Buğday gluteninde ve mısır prolaminlerinde, melasta ve soyada bulunmaktadır. Beyin metabolizmasında önemli rol oynadığından ve zeka gücünü artırdığından dolayı “zeka asidi” olarak bilinir [115].
- **Glisin:** en basit yapıdaki aminoasit olarak bilinir ve R grubu yerine bir hidrojen atomunun bağlanmasıyla oluşur. Bu nedenle, glisinin α karbonu simetrik yapıdadır. Glisin, pürin

nükleotitleri ve glutatyon gibi birçok fizyolojik açıdan önemli molekülün sentezinde rol oynar. Aynı zamanda güçlü bir antioksidan özellik göstererek serbest radikallerin vücuttan temizlenmesine katkı sağlar. Bu özellikleri sayesinde glisin, lökositlerin çoğalmasını destekler ve antioksidan savunma mekanizmasını güçlendirir. Lökositlerde glisine duyarlı klorür kanallarının varlığına dair moleküler ve farmakolojik kanıtlar mevcuttur. Bu kanalların aktifleşmesi, L tipi voltaj bağımlı Ca^{2+} kanallarının agonistler tarafından uyarılarak açılmasını engelleyerek hücre içi Ca^{2+} seviyelerini azaltır. Sonuç olarak, glisinin lökositler aracılığıyla sitokin üretimini düzenleme ve bağışıklık fonksiyonlarını destekleme gibi kritik rolleri olduğu anlaşılmıştır. Glisin, peptidoglikan polisakkaritlerin neden olduğu artrite karşı koruma sağlamış ve kimyasal ya da stres kaynaklı gastrointestinal mukozal hasarın önlenmesinde etkili olmuştur. Ayrıca, organların iskemi-reperfüzyon hasarına, kanama ve sepsis kaynaklı şok etkilerine karşı koruyucu bir rol oynadığı görülmüştür. Bu bulgular, glisinin yeni bir anti-inflamatuvar, sitoprotektif ve immünmodülatör bir besin maddesi olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir [116, 117].

- **Sistein:** Yalnızca protein sentezi için değil aynı zamanda ana antioksidan kaynağı glutatyon için bir yapı taşı olan yarı esansiyel bir aminoasittir. Özellikle metionin, tiamin, biotin, koenzim A ve demir/kükürt (Fe/S) arasındaki dengenin kurulmasında vücut metabolizması için önemli yere sahiptir. Sistein, çeşitli türlerin saç ve tırnaklarındaki ve dış iskeletindeki ana protein olan keratinin önemli bir parçasıdır. Deri ve saç yaklaşık %10-14 oranında sistein içerir [119]. Sisteinin yapısında var olan SH grubunun ayrı olarak araştırılmasının, elzem bir önemi vardır. Zayıflamış asidik özellik bulunduran sülfhidril yahut tiyol olarak isimlendirilen grupların reaksiyona girme isteği oldukça fazladır. Sistein az oranda olsa dahi ağır metal iyonuyla karşı karşıya kaldığında merkaptanlar meydana gelir. Fe tuzları varlığındaki iki sistein atomu SH gruplarının üzerinden oksitlenip diğer deyişle yükseltgenip, disülfid (-S-S-) bağları meydana getirir. Sistein çoğu enzimin, aktifleşme ve katalizleşme bölgelerinde hayati bileşeni olarak görev yapar. Enzim tiplerinin 'Ag⁺' yahut 'Hg²⁺' benzeri ağır metal iyonlarına maruz bırakılırsa '-SH' bağından merkaptanların oluştuğu görülür, ayrıca bunun sonucunda enzim aktifliğini yitirmektedir. Sistein, proteinin yapısını oluşturan çapraz bağ oluşmasında rolü büyüktür. Proteinlerin zincirlerindeki ayrımlı yerlerdeki sistein üniteleri -SH gruplarının üstünden yükseltgenmesiyle disülfid bağları oluşturup, zincirin içindeki kovalent çapraz bağlarını oluşturmaktadırlar [107].
- **Serin:** Proteinlerin yapısında bulunur ve fonksiyonel olarak önemlidir. Bir alkol grubu ile yağların, yağ asitlerinin ve hücre zarlarının metabolizması, kas geliştirme ve sağlıklı bir bağışıklık sistemi için gereklidir. Serin; soya fasulyesi, fındık (özellikle yer fıstığı, badem ve ceviz), yumurta, nohut, mercimek, et ve deniz ürünlerinde bol miktarda bulunur [120].

- **Prolin:** diğer aminoasitlerden farklı olarak birincil amin grubu içermez. Yapısındaki değişken grup, üç karbon atomunun halkasal bir yapı oluşturacak şekilde amino grubu ile bağlanması sonucu siklik bir şekil alır ve bu nedenle azot atomu ikincil amin olarak adlandırılır. Prolin, karaciğer, böbrek, ince bağırsak, lenfoid organlar ve plasenta gibi birçok organda prolin oksidaz enzimi aracılığıyla pirolin-5-karboksilat (P5C) ve hidrojen peroksit (H_2O_2) üretiminde rol oynar. P5C, NADPH bağımlı P5C redüktaz enzimi sayesinde yeniden prolini oluşturmak üzere indirgenebilir. Prolin-P5C döngüsü, hücresel redoks durumunu ve lenfositler dahil hücrelerin çoğalma süreçlerini düzenler. Prolin, lenfositlerin apoptoza karşı korunmasında, hücre büyümesini teşvik etmede ve antikor üretimini desteklemede etkili bir mekanizma sunar. Aynı zamanda kollajen yapısının yaklaşık üçte birini oluşturur ve bağışıklık sisteminin yara iyileşmesinde kritik bir rol oynayan hücreleri destekler. Son araştırmalar, prolin oksidazın bağışıklık sisteminde önemli bir işlevi olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle bağırsak prolin oksidaz eksikliği, prolin metabolizmasında aksamalara yol açarak bağırsak bağışıklık fonksiyonlarını olumsuz etkileyebilir. Prolin oksidasyonu sırasında üretilen H_2O_2 , patojenik bakterilere karşı sitotoksik bir ajan olarak işlev görür ve aynı zamanda sinyal molekülü olarak hücresel süreçlerde görev alır [121, 122].

Bazı besinlerde eksik veya yetersiz miktarda bulunan amino asitler, gıdayı zenginleştirmek amacıyla ilave edilebilir. Bu amaçla kullanılan yapay amino asitler, kimyasal sentez, protein hidrolizati veya mikrobiyolojik yöntemlerle üretilabilmektedir [94].

Dünya nüfusunun hızlı artışı, yüksek kaliteli protein talebini de artırmıştır. Otter [123], protein kalitesinin büyümeyi ve sağlığı desteklemek için önemli bir ölçüt olduğunu ve artık genellikle amino asit bileşim analizleriyle değerlendirildiğini vurgulamaktadır. Amino asitler polar yapıya sahip oldukları için alkol gibi çözücülerde düşük çözünürlüğe sahiptir. Ancak genellikle suda çözünebilmekte, ortama asit veya baz ilavesi ile çözünürlükleri artırılabilir.

Aminoasitler, birçok organik yapının temel bileşenleridir ve hafıza fonksiyonları, iştah kontrolü ve ağrı iletimi gibi çeşitli nörolojik süreçlerde önemli roller üstlenirler. Antioksidanların temel özelliği ise serbest radikalleri etkisiz hale getirebilme kapasitesidir. Serbest radikaller, hücresel dejenerasyonun bir sonucu olarak vücutta oluşabilir ve hastalıklara yol açabilir. Antioksidan bileşikler, serbest radikallerin zararlı etkilerini engelleyerek organizmayı korur ve böylece oksidatif stresin neden olabileceği zararları hafifletir [124]. Grosser ve ekibinin araştırmaları, aminoasitlerin antioksidan özelliklere sahip olduğunu ortaya koymuştur [125].

1.7. İlgili Araştırmalar

Genişel'in [126] çalışmasında, tuz (NaCl) stresi altında bırakılan fasulye bitkisinin (*Phaseolus vulgaris* L.) yaprak dokularındaki protein miktarları, fotosentetik pigment içerikleri, antioksidan enzim aktiviteleri (CAT, POD ve SOD), lipid peroksidasyonu ve hidrojen peroksit seviyeleri üzerinde CaCl₂ ve kemik tozu solüsyonu uygulamalarının etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, NaCl uygulamasının bitki yaprak dokularındaki protein miktarını azalttığı görülmüştür. Buna karşın, kemik tozu solüsyonu ve CaCl₂ uygulamaları farklı konsantrasyonlarda kullanıldığında protein içeriğinde artış sağladığı tespit edilmiştir. Özellikle, kemik tozu solüsyonlarının protein içeriği üzerindeki etkisinin, CaCl₂ uygulamalarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Yığitarıslan [127] ise Göynük 98 kuru fasulye çeşidini kullanarak yaptığı çalışmada, %3 ve %5 kaolin çözeltilerini vejetatif dönem, çiçeklenme öncesi dönem ve bakla bağlama dönemi olmak üzere üç farklı zamanda bitkinin yaprak yüzeyine uygulamıştır. Araştırma sonuçlarına göre, kontrol bitkilerinde protein oranları vejetatif, çiçeklenme öncesi ve bakla bağlama dönemlerinde sırasıyla %20.11, %20.15 ve %20.17 olarak ölçülmüştür. %3 kaolin uygulamasında bu oranların aynı dönemler için sırasıyla %20.88, %20.77 ve %21.07 olduğu tespit edilmiştir. %5 kaolin uygulamasında ise protein oranlarının vejetatif dönemde %21.32, çiçeklenme öncesi dönemde %21.37 ve bakla bağlama döneminde %21.46 olduğu belirlenmiştir.

Cengiz ve arkadaşları [128] 2005-2006 yılları arasında Sakarya ve Eskişehir lokasyonlarında 13 farklı bodur kuru fasulye çeşidinin protein oranlarını incelemiştir. Çalışmada, Eskişehir ve Sakarya'daki protein oranları karşılaştırıldığında; Eskişehir-855 çeşidinde %19.1 ve %19.5, Karacaşehir-90 çeşidinde %20.7 ve %21.5, Şehirali-90 çeşidinde %19.8 ve %20.8, Şahin-90 çeşidinde %22.1 ve %23.5, Yunus-90 çeşidinde %23.3 ve %24.0, Göynük-98 çeşidinde %19.9 ve %21.4, Akman-98 çeşidinde %23.5 ve %23.6, Önceler-98 çeşidinde %19.7 ve %21.1, Noyanbey-98 çeşidinde %23.2 ve %23.1, Yakutiye-98 çeşidinde %21.0 ve %20.7, Aras-98 çeşidinde %24.1 ve %20.7, Zülbiye çeşidinde %19.9 ve %21.0, Akdağ çeşidinde ise %19.8 ve %18.9 protein oranları tespit edilmiştir.

Hamurcu [129], Eskişehir-855 genotipinde en yüksek tane protein oranını (%26.0) belirlemiş, ardından sırasıyla May Gina (%24.6), Yalova-17 (%23.8), Şahin-90 (%23.7), Seminis Gina (%23.3), Efsane (%23.2), Karacaşehir-90 (%23.0), Terzibaba (%22.9), Sarıkız (%22.9), Akman-98 (%22.7) ve Yunus-90 (%22.6) genotiplerinin geldiğini bildirmiştir.

Ceyhan ve arkadaşları [130], bor içeriği 0.19 mg/kg olan toprakta altı bodur kuru fasulye çeşidi kullanarak yaptıkları tarla denemesinde, farklı dozlarda bor (kontrol, 3 kg/ha topraktan ve 0.3 kg/ha yaprakdan) uygulamışlardır. Denemelerde, fasulye çeşitlerinin bor uygulamalarına genetik varyasyon gösterdiği, bor uygulamasının tane verimini %10 ile %20 oranında artırdığı ve en yüksek verimin 3 kg/ha toprak uygulamasıyla sağlandığı belirlenmiştir. Ayrıca, Karacaşehir-90

çeşidinde en yüksek, Önceler-98 çeşidinde ise en düşük protein oranlarının elde edildiği rapor edilmiştir.

Gülümser ve arkadaşları [131], fasulyede yaptıkları denemelerde 0, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 kg/ha bor uygulamalarının protein içeriği üzerindeki etkilerini araştırmış ve uygulamaların fasulye tanelerinin protein içeriği üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını bildirmiştir.

Şat [132], Türkiye'de üretilen Aras-98, Terzibaba-98 ve Yakutiye-98 kuru fasulye çeşitlerinin kimyasal içeriklerini incelemiştir. Aras-98 çeşidinde su içeriği %9.03, ham protein %26.66, ham yağ %1.92, kül %4.24, ham selüloz %5.86, nişasta %41.33, sakaroz %2.18, rafinoz %0.68, stakioz %2.63, tanen 11.60 mg ke/100g ve fitik asit 9.57 mg/g olarak bulunmuştur. Terzibaba-98 çeşidinde bu değerler sırasıyla %9.37, %26.17, %1.64, %4.97, %6.43, %38.85, %2.55, %1.06, %3.31, 48.70 mg ke/100g ve 12.14 mg/g iken, Yakutiye-98 çeşidinde ise %8.90, %26.90, %1.76, %4.17, %5.28, %42.71, %3.09, %0.96, %2.92, 20.70 mg ke/100g ve 11.72 mg/g olarak tespit edilmiştir.

Dölek [133] tarafından yapılan çalışmada, *Phaseolus vulgaris* L.'nin olgun tohum embriyoları, farklı NaCl konsantrasyonları (%0.0, 0.6, 1.0 w/v NaCl) içeren Murashige ve Skoog (MS) besi ortamında çimlendirilmiştir. Kültürler, 25 °C'de 12 saat aydınlık ve 8 saat karanlık periyotları içeren büyütme kabinlerinde tutulmuştur. Çimlenme sürecinde 3, 4, 7, 9, 10 ve 16. günlerde embriyo çimlenme sayıları kaydedilmiş ve çimlenme yüzdeleri hesaplanmıştır. Tuz stresi altında embriyoların çimlenme yüzdelerinde önemli farklılıklar gözlenmiş ve tuz koşullarının bitki gelişimini belirgin bir şekilde azalttığı tespit edilmiştir. Göynük-98 varyetesi tuza en hassas, Akman-98 ise tuza en dirençli varyete olarak belirlenmiş ve sonraki analizlerde bu iki varyete kullanılmıştır. SDS-poliakrilamid jel elektroforezi ile total protein analizleri ve nativ jel elektroforezi ile peroksidaz aktiviteleri incelenmiş; spektrofotometrik ölçümler sonucunda tuzun total protein miktarını azalttığı gözlenmiştir.

Top [134], sera ve tarla koşullarında yetiştirilen *Phaseolus vulgaris* L. bitkilerine farklı salisilik asit (SA) konsantrasyonlarının (50, 100 ve 200 ppm) yaprak proteinleri, toplam azot, klorofil ve karotenoid pigment içeriği üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmada, 100 ppm SA uygulamasının, sera bitkilerinin trifoliat yapraklarında ve tarla bitkilerinin primer ve trifoliat yapraklarında protein miktarını artırdığı belirlenmiştir. SDS-Jel Elektroforezi ile serada yetiştirilen bitkilerin primer yapraklarında 14, trifoliat yapraklarında 15 farklı protein bandı tespit edilmiştir. Tarla koşullarında ise primer yapraklarda 18, trifoliat yapraklarda 14 farklı protein bandı bulunmuştur. Ayrıca, 100 ppm SA uygulamasının toplam azot ve klorofil miktarını artırdığı, 200 ppm SA uygulamasının ise azalma eğilimi gösterdiği rapor edilmiştir. Karotenoid miktarındaki değişiklikler ise serada 50 ve 100 ppm SA uygulamalarıyla artış göstermiş, ancak tarlada bu etkinin belirgin olmadığı ifade edilmiştir.

Karahan [135], Şehirali-90 bodur fasulye çeşidinde bakteri aşılması ve farklı azot dozlarının etkilerini incelemiştir. Bu çalışmada, protein oranlarının %21.04 ile %23.50 arasında, protein veriminin 38.7 ile 76.6 kg/da arasında ve tane veriminin 181.7 ile 337.6 kg/da arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Perez [136], kırmızı tohum kabuğuna sahip dokuz fasulye çeşidinin dokuz farklı özelliğini incelemiş ve en yüksek protein oranını %27.52 ile M-112 varyetesinde, %25.46 ile Guiro çeşidinde belirlemiştir.

Akçin [137], Erzurum'da kuru fasulye yetiştirme teknikleri üzerine yaptığı çalışmada, kullandığı çeşitlerde kuru madde oranının %90.8–92.3, ham protein oranlarının %18.29–31.46, ham yağ oranlarının %0.8–3.14 ve ham kül oranlarının %1.59–5.20 arasında olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca kabuk oranlarının %7.78–9.77, su emme kapasitesinin ise %12.5–95 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Karayel [138], Samsun ekolojik koşullarında yerel bezelye genotiplerinin tanımlanması ve agronomik özellikleri üzerine yaptığı çalışmada, protein oranlarının %16.3 ile %23.6 arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Timuroğlu ve arkadaşları [139], Ankara'da yem amacıyla geliştirilmiş bazı bezelye hatlarında ham protein oranlarının %16 ile %23.5 arasında değiştiğini belirlemiştir. Seyis [140], Samsun'da yaptığı çalışmada bu oranları %18.72 ile %24.37 arasında bulmuş; Pekşen ve arkadaşları [141] ise Samsun'da ilkbahar ve sonbaharda ekilen bezelye (*Pisum sativum* L.) çeşitlerinin farklı sıra aralıklarında taze tane verimini ve diğer bazı özelliklerini incelemiştir. Çalışmada, sonbahar ekiminde tohumda protein içeriği %30.13 olarak bulunmuş; 20, 30 ve 40 cm sıra aralıklarında protein oranları sırasıyla %27.24, %26.40 ve %28.10 olarak tespit edilmiştir.

Özdemir [142], Cousin ve arkadaşlarının [143] çalışmalarına dayanarak kuru bezelye tohumlarının %23–33 protein, %58.5 karbonhidrat, %1 yağ, %4.4 selüloz ve %3.3 kül içerdiğini aktarmıştır. Açıkgöz [144], tanenin kimyasal bileşimini %26.5 ham protein, %1.7 ham yağ, %7.3 ham selüloz ve %59.8 azotsuz öz maddeler olarak rapor etmiştir. Yem bezelyesinin otunun, hem kurutularak hem de yeşilken silo yemi olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. Samanın kimyasal bileşimi ise %8.4 ham protein, %0.9 ham yağ, %39.7 ham selüloz ve %42.6 azotsuz öz maddelerden oluşmaktadır.

Ceyhan ve Önder [145], Konya ekolojik koşullarında yemeklik bezelye çeşitlerinin farklı ekim zamanlarında verim ve kalite üzerine etkilerini incelemiş; protein oranını ekim zamanları ve çeşitlerin ortalaması olarak %22.80 olarak belirlemiştir. Yem bezelyesi, hem taneleri hem de samanıyla çiftlik hayvanları için besleyici bir enerji kaynağıdır ve taneler %20–30 arasında ham protein içermektedir. Sulanabilir alanlarda yem bezelyesinin tane verimi 150–300 kg/da arasında değişmektedir [146].

Gülümser ve arkadaşları [147], Samsun'da bezelyenin tane verimi ve konservecilikle ilgili özelliklerine farklı ekim zamanlarının etkisini incelemiştir. Kışlık ekim yapılan çeşitlerde protein oranlarının %19.75 ile %24.01 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Soya ve arkadaşları [148], farklı ekim zamanları ve sıra arası mesafelerin yem bezelyesindeki (*Pisum sativum* L.) tane verimi ve bazı özelliklere etkisini araştırmıştır. Çalışmada, 40 cm sıra aralığında ham protein oranı %24.22, 60 cm sıra aralığında ise %24.05 olarak tespit edilmiştir.

Bezelyenin, havanın serbest azotunu bitkilerin kullanabileceği forma dönüştürmesi ve tanelerindeki %20–30 gibi yüksek protein oranı, karbonhidrat, kalsiyum, demir, fosfor ve çeşitli vitamin içerikleri nedeniyle değerli bir bitkisel protein kaynağı olduğu ifade edilmiştir [149].

Gülümser [150], Erzurum koşullarında azot gübreleme ve sulamanın bezelye verim ve protein içeriğine etkilerini incelemiştir. Valör ve WR-195 çeşitleri üzerinde yürütülen çalışmada 1978 yılında; çiçeklenme süresi 49.50–69.25 gün, gelişme süresi 100.75–124.75 gün, bitki boyu 60.92–115.07 cm, bakla sayısı 5.75–11.62 adet, bakla uzunluğu 6.70–7.68 cm, baklada tane sayısı 5.50–7.90 adet, 1000 tane ağırlığı 206.40–228.07 g, ham protein oranı %28.75–32.92, tane verimi 121.6–300.1 kg/da, sap verimi ise 164.3–355.9 kg/da arasında bulunmuştur. 1980 yılında ise bu değerlerde küçük farklılıklar gözlenmiş, çiçeklenme süresi 43.25–57 gün, gelişme süresi 95.75–126.50 gün ve diğer parametrelerde benzer değişimler kaydedilmiştir.

Farklı çalışmalar, bezelyenin protein oranlarının geniş bir aralıkta değiştiğini göstermektedir. Timuroğlu ve arkadaşlarına [139] göre %17–23.5, Seyis'e [140] göre %28.75–32.92, Gülümser'e [150] göre %29.52–31.45, Gülümser ve arkadaşlarına [147] göre %19.75–24.01 arasında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Tekeli ve Ateş [151] ile Uzun ve Aşık [152] tarafından yapılan araştırmalarda, yem bezelyesinin ham protein oranının %16.9–26.3 arasında değiştiği ifade edilmiştir.

Topal [153], farklı kültürel uygulamalarla yetiştirilen bakla (*Vicia faba* L.) genotiplerinde L-dopa içeriğini araştırmıştır. Kışlık ekimde yaprak protein oranı %42.01 olarak belirlenirken, yazlık ekimde bu oran %32.28'e düşmüştür. Çiçeklerdeki ham protein oranı kışlık genotiplerde %36.26, yazlık genotiplerde %45.33 olarak tespit edilmiştir. Taze baklada ise yazlık ekimlerde %36.07, kışlık ekimlerde %32.30 ham protein oranı kaydedilmiştir.

Duc [154], baklanın protein içeriğinin kuru tanede %27–34 arasında değiştiğini ve bu proteinin %80'inin globulin (vicilin ve legumin fraksiyonları) olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca, soya fasulyesiyle karşılaştırıldığında baklanın lizin açısından zengin, ancak sülfür aminoasitleri ve triptofan bakımından daha düşük değerlere sahip olduğunu vurgulamıştır.

Doğan [155], Aziziye-94, ILC-482 ve Canitez-87 nohut çeşitlerinde farklı ekim sıklıklarının (35, 50, 65 cm) ve ekim yöntemlerinin (serpme, sıraya) protein oranına etkisini incelemiştir. Çalışmada ham protein oranlarının %21.99 ile %27.15 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Yağmur ve Kaydan [156], Van koşullarında gerçekleştirdikleri araştırmada, rhizobium aşılması yapılmadan farklı azot dozları ve sulama uygulamalarının nohut tohumundaki protein oranı ve verim üzerine etkisini incelemişlerdir. Protein oranlarının %10.3 ile %15.3 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Değirmenci ve arkadaşları [157], nohudun besin bileşenlerini inceledikleri çalışmalarında, nohut tanelerinin %20–25 protein, %40–60 karbonhidrat ve %4.5–5.5 yağ içerdiğini rapor etmişlerdir.

Tayyar ve arkadaşları [158], kuzeybatı Türkiye’de 14 nohut genotipi üzerinde sonbahar ve ilkbahar ekimlerinin etkilerini araştırmışlardır. Sonbahar ekimlerinden elde edilen ortalama verimin 205 kg/da, ilkbahar ekimlerinden elde edilen verimin ise 158 kg/da olduğu bulunmuştur. Ayrıca, 99-59C hattı en yüksek verim sağlayan genotip olarak belirlenmiştir. Protein oranları ise ilkbahar ekiminde %23.2, sonbahar ekiminde ise %20.5 olarak tespit edilmiştir.

Şanlı [159], Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği’nde yaptığı çalışmada, Gökçe ve Akçin 91 nohut çeşitleri ile İspanyol nohut popülasyonunu materyal olarak kullanmıştır. Çalışmada, üç farklı ekim zamanı (31 Mart, 16 Nisan, 2 Mayıs 2006) ve altı tohum muamelesi (kontrol, saf su, 100 ppm GA3, 200 ppm GA3, 300 ppm GA3, 400 ppm GA3) uygulanmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre, çeşitler, ekim zamanları ve tohum uygulamaları arasında önemli farklılıklar tespit edilmiş, ham protein oranı %20.1 ile %27.3 arasında değişmiştir.

Kara [160], Eskişehir Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nde Gökçe, Akçin 91 ve İzmir 92 nohut çeşitlerinde farklı ekim yöntemlerinin (sıraya ekim, yüzeye serpme, ekim derinliğine serpme, çapraz ekim) verim ve kalite unsurlarına etkisini incelemiştir. Araştırmada, bitkide tane verimi 12.23–18.04 g, birim alanda tane verimi 314.50–406.75 g/m² ve tanede protein oranı %19.76–22.05 arasında değişmiştir. En yüksek verim ve hasat indeksi değerleri sıraya ekim yönteminde gözlenmiş, İzmir 92 çeşidi ise bitki boyunda en yüksek değeri göstermiştir.

Yağmur ve Engin [161], 1997-1998 yıllarında Van’da gerçekleştirdikleri çalışmalarında, farklı fosfor (0, 3, 6, 9 kg P₂O₅/da) ve azot (0, 2, 4, 6 kg N/da) dozları ile Rhizobium ciceri aşılmasının ILC 482 nohut çeşidinde verim ve ilgili unsurlar üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışmada, azot dozlarının tane verimi, biyolojik verim ve ham protein oranı üzerinde önemli etkiler yarattığı tespit edilmiştir. Aynı araştırmacılar [162], nohutun tane verimi ve bazı verim özellikleri üzerinde fosfor ve azot dozlarının etkisini değerlendirmiştir. Fosfor uygulamalarıyla tane verimi 1997 yılında 103.49–122.75 kg/da, 1998 yılında ise 64.57–78.96 kg/da arasında değişirken, azot uygulamalarında en yüksek tane veriminin 6 kg N/da dozunda sırasıyla 132.87 kg/da ve 87.95 kg/da olduğu belirlenmiştir.

Akdağ ve Şehirli [163], Tokat’ta yürüttükleri çalışmada, tane verimi ile bitki sıklığı ve dekara protein verimi arasında önemli bir ilişki olduğunu belirtmiştir. Path analizi sonucunda,

nohutta dekara tane verimi açısından biyolojik verim ve bitkideki tane sayısının belirleyici unsurlar olduğu ifade edilmiştir.

Akdağ [164], Tokat'ta gerçekleştirdiği bir başka çalışmada, Yerli İspanyol nohut çeşidinde bakteri aşılama, dört azot dozu (0, 2.5, 5.0, 7.5 kg N/da) ve üç farklı sıra arası açıklığının (20, 30, 40 cm) etkilerini incelemiştir. Araştırmada, bakteri aşılmasının bitkide bakla ve tane sayılarını, biyolojik verimi ve dekara protein verimini olumlu etkilediği, azot dozlarının ise biyolojik verimi ve dekara protein verimini artırdığı tespit edilmiştir.

Elkoyunu [165], mercimek çeşitleri üzerinde yaptığı çalışmada Meyveci 2001 çeşidinin en yüksek protein oranına (%25.62) ve su alım kapasitesine sahip olduğunu bulmuştur. Ankara Yeşili çeşidinin ise %26.09 protein oranıyla en zengin çeşit olduğu belirtilmiştir. Ceren çeşidinin ise daha düşük 100 tane ağırlığı (%21.71 protein) tespit edilmiştir.

Kaya [166], Türkiye'de yetiştirilen 10 mercimek çeşidinin kimyasal özelliklerini incelemiştir. Çeşitler arasında ham protein oranları %26.6 ile %27.85 arasında değişmiştir. En yüksek protein oranı Sazak 91 çeşidinde (%27.85) bulunmuştur.

Wang ve arkadaşları [167], mercimeğin kabuğunun soyulması ve pişirilmesinin, besin öğeleri üzerindeki etkilerini incelemiş; kırmızı mercimeğin kabuğunun soyulmasından sonra protein miktarının arttığını ve kaynatma sırasında protein, nişasta ve minerallerin bir kısmının kaybedildiğini rapor etmiştir.

Wang ve Daun [168], Kanada ve Avustralya'da yetiştirilen kırmızı ve yeşil mercimek çeşitlerini kimyasal içerikleri açısından karşılaştırmıştır. Kanada'da yetişen yeşil mercimeklerin protein içeriği %26.3, Avustralya'da yetişenlerin ise %24 olarak belirlenmiştir. Kırmızı mercimeklerin protein içeriği ise Kanada'da %25.7, Avustralya'da %24.0 olarak tespit edilmiştir.

2. METARYAL VE METOT

2.1. Materyal

Piyasadan alınan baklagil örnekleri yıkandıktan sonra nem içeriklerinin sabit kalmasını sağlamak için 12 saat boyunca 50°C'de bir fırında bekletildi. Fırından alınan 20 gramlık örnekler bir blenderda (Fakir Hausgrate 220 Watt) iyice ezilerek toz haline getirildi. Bu toz halindeki örneklerin 1.0 gramı toplam protein tayini için plastik bir tüpe, 1.0 gramı ise amino asit analizi için cam tüplere eklendi.

2.2. Toplam Protein Tayini

Toplam protein içerikleri Lowry ve diğerlerine [169] göre belirlendi. Bu yöntemde, önce numunelerin 1.0 gramı plastik tüpe alındı, her bir numuneye 5.0 mL tris tamponu ilave edildi. Daha sonra ultrasonik su banyosunda çözündürüldü, vortekslendi ve santrifüj işlemi yapıldı. Süzüntüden 1.0 mL alınarak 5.0 mL C çözeltisi ilave edildi. Daha sonra numuneler oda sıcaklığında 10 dakika tutuldu. Bu sürenin sonunda örnekler 0.5 mL folin çözeltisi ilave edildi. Kompleks oluşumu için oda sıcaklığında 30 dakika karanlıkta tutuldu. Daha sonra bu örneklerden 0.3 mL alınarak 2.7 mL distile su ilave edildi. Toplam protein analizi için UV-görünür spektrofotometre ile absorbans 760 nm'de okundu.

Kullanılan Kimyasallar:

Tris Tamponu: 8.8 g tris asit; 5.4 g tris baz; 0.14 g EDTA; 100 mL distile su (pH:8)

A Çözeltisi: 2 g Na₂CO₃; 0.4 g NaOH; 100 mL distile su

B Çözeltisi: 0.1 g CuSO₄.5H₂O; %1 Sodyum Sitrat (0.1 g); 10 mL distile su

C Çözeltisi: 100 mL A çözeltisi; 2 mL B çözeltisi

Folin Çözeltisi: 5.0 mL folin; 5.0 mL distile su (1:1)

2.3. Amino Asitlerin Tayini

2.3.1. Hidroliz

Kuru ağırlığa göre homojenize edilmiş numunelerin 1.0 gramı cam tüpe alındı, 5.0 mL 6.0 N HCl eklendi ve vortekslendi ve 24 saat boyunca 110 °C'de tutuldu [170]. Daha sonra numuneler oda sıcaklığına soğutuldu, süzüldü ve süzüntü hacmi distile su ile 10 mL'ye tamamlandı.

2.3.2. Türevlendirme

50 µL standart amino asit çözeltileri veya hidrolize edilmiş numuneler 5.0 mL'lik cam tüplere aktarıldı ve vakum altında 65 °C'de kurutuldu. Daha sonra, 50 µL reaktif 1 çözeltisi [(2:2:1 etanol: su: trietilamin (TEA) (v/v)] eklendi, vortekslendi ve tekrar 65 °C'de vakum altında kurutuldu. 50 µL reaktif 2 çözeltisi [7: 1: 1: 1 etanol: su: TEA: fenil izotiyosiyanat (PITC) (v/v)] kurutulmuş örneklerle eklendi ve kompleks oluşumu için oda sıcaklığında 30 dakika karanlıkta tutuldu. Bu sürenin sonunda örnekler tekrar 35 °C'de vakum altında kurutuldu [162]. 1.0 mL mobil faz A ve asetronitril (ACN) karışımı (8:2 v/v) eklendi, vortekslendi ve analiz için HPLC şişelerine yerleştirildi.

2.3.3. Amino asit analizi

Amino asit analizleri bir Nucleodur 100-5 C18 kolonu kullanılarak gerçekleştirildi (250x4.6 mm, 5µm) HPLC'de (SHIMADZU Prominence-I LC- 2030C 3D Model PDA dedektörü) Elkin ve Wasynczuk [170] ve Kwanyuen ve Burton [171] yöntemlerini değiştirerek. Analizler 40°C'de, 254 nm dalga boyunda, 0.8 mL/dakika akış hızında, A ve B çözeltilerinden oluşan mobil faz kullanılarak gerçekleştirildi. Çözelti A; 0.07 M CH₃COONa (CH₃COOH ile pH = 6.4) ve çözelti B; Asetonitril (ACN) ve su (60:40 v/v) karışımıydı.

2.4. İstatistiksel Analiz

Tüm ölçümler beş paralelde yapıldı ve sonuçlar Ortalama ± Standart sapma olarak verildi. Sonuçların istatistiksel değerlendirilmesi SPSS versiyon 26 ile tek yönlü ANOVA testi kullanılarak yapıldı. Grup ortalamaları arasındaki farklar Tukey HSD testi kullanılarak anlamlılık açısından analiz edildi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi p<0,05 olarak seçildi.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tüm gıda ürünlerinin besin değeri ve güncel kalite standartlarına uygunluğunun belirlenmesine yönelik bu bölümde toplam protein miktarları belirlenmiş ve Tablo 3.1'de sunulmuştur.

Tablo 3.1. Baklagil Örneklerinin Toplam Protein İçerikleri

Baklagiller	Toplam protein (mg/gram)
Bezelye (<i>Pisum sativum</i>)	165.43 ± 8.27
Nohut (<i>Cicer arietinum</i>)	154.15 ± 7.95
Gezin Fasulye (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	236.50 ± 10.89
İspir Fasulye (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	263.03 ± 11.53
Börülce (<i>Vigna unguiculata</i>)	307.37 ± 13.57
Barbunya (<i>Cranberry beans</i>)	271.85 ± 12.01
Lobik (<i>Vigna radiate</i>)	281.83 ± 12.21
Soya Fasulyesi (<i>Glycine max</i>)	337.75 ± 15.42
Kırmızı Mercimek (<i>Lens culinaris</i>)	206.55 ± 9.96
Yeşil Mercimek (<i>Lens culinaris</i>)	177.23 ± 8.55

Tablo 3.1’de görüldüğü üzere incelenen baklagillerdeki toplam proteinin 337.75 ile 154.15 mg/g kuru ağırlık arasında olduğu saptanmıştır. Elde edilen bulgular sonucunda soya fasulyesinin (337.75 ± 15.42) protein bakımından en zengin baklagil olduğu tespit edilmiştir. Soya fasulyesinden sonra protein bakımından en zengin olan baklagillerin sırasıyla börülce (307.37 ± 13.57), lobik (281.83 ± 12.21) ve barbunya (271.85 ± 12.01) olduğu fark edilmiştir. Protein içeriği en az olan baklagilin ise nohut (154.15 ± 7.95) olduğu anlaşılmıştır.

Tablo 3.2. Baklagil Örneklerinin Esansiyel Olmayan Aminoasit Miktarları (mg/g)

Aminoasit	Bezelye	Nohut	Gezin Fasulye	İspir Fasulye	Lobik	Barbunya	Börülce	Soya Fasulyesi	Kırmızı Mercimek	Yeşil Mercimek
Aspartik Asit	17.59±0.40	17.17±0.36	24.07±0.63	25.12±0.66	25.29±0.67	26.44±0.70	28.59±0.77	35.83±1.24	21.70±0.65	20.14±0.60
Glutamik Asit	22.75±0.66	26.86±0.62	36.36±1.19	34.25±1.18	36.38±1.22	36.23±1.23	39.32±1.35	53.99±1.63	30.64±1.14	29.99±1.11
Asparajin	2.78±0.04	0.92±0.06	3.61±0.09	4.84±0.11	7.20±0.16	6.89±0.18	7.29±0.15	11.61±0.22	3.52±0.07	2.92±0.06
Serin	7.31±0.14	8.89±0.16	11.36±0.21	16.66±0.35	12.74±0.23	17.08±0.36	16.45±0.36	17.07±0.35	11.60±0.23	10.05±0.21
Glisin	4.64±0.10	5.71±0.11	10.66±0.17	10.89±0.24	15.35±0.33	11.75±0.26	12.01±0.22	19.94±0.50	10.16±0.21	8.51±0.16
Glutamin	5.84±0.12	3.49±0.10	4.41±0.11	9.08±0.17	7.87±0.12	10.31±0.23	9.50±0.17	14.44±0.30	5.18±0.10	4.55±0.09
Alanin	8.18±0.17	7.12±0.12	11.40±0.22	16.69±0.39	19.32±0.42	7.87±0.14	14.98±0.32	22.38±0.46	10.16±0.21	10.09±0.20
Pirolin	10.25±0.22	7.62±0.13	9.65±0.19	12.26±0.23	12.98±0.23	9.65±0.18	12.44±0.22	15.85±0.33	9.16±0.16	7.43±0.10
Tirozin	3.84±0.10	3.32±0.07	8.98±0.14	10.76±0.22	9.07±0.15	12.71±0.22	9.95±0.19	10.27±0.21	5.29±0.10	4.11±0.08
Sistein	2.46±0.04	1.37±0.04	2.94±0.05	5.67±0.11	3.69±0.08	2.36±0.04	4.27±0.10	3.57±0.09	2.73±0.06	2.11±0.04

Tablo 3.3. Baklagil Örneklerinin Esansiyel Aminoasit Miktarları (mg/g)

Aminoasit	Bezelye	Nohut	Gezin Fasulye	İspir Fasulye	Lobik	Barbunya	Börtlce	Soya Fasulyesi	Kırmızı Mercimek	Yeşil Mercimek
Histidin	3.76±0.09	2.56±0.08	8.46±0.15	11.58±0.25	11.54±0.22	7.78±0.14	10.28±0.21	12.89±0.24	6.92±0.13	5.71±0.13
Arjinin	15.20±0.35	15.20±0.29	15.55±0.29	7.84±0.11	16.22±0.35	11.13±0.24	18.51±0.35	16.27±0.38	16.26±0.39	9.03±0.19
Thronin	3.84±0.10	3.32±0.07	8.98±0.14	10.76±0.22	9.07±0.15	12.71±0.22	9.95±0.19	10.27±0.21	5.29±0.10	4.11±0.08
Valin	4.34±0.11	7.28±0.11	12.74±0.22	16.30±0.38	18.09±0.36	18.89±0.41	18.45±0.41	11.85±0.23	11.77±0.25	8.90±0.20
Metiyonin	3.86±0.08	1.54±0.06	4.44±0.10	4.62±0.09	5.13±0.11	4.96±0.12	6.17±0.14	4.39±0.10	2.80±0.05	1.88±0.02
Lösin	13.95±0.25	11.73±0.20	18.51±0.39	17.45±0.36	19.13±0.43	20.70±0.45	24.31±0.65	29.25±0.80	13.04±0.28	11.58±0.24
İzolösin	6.11±0.15	6.47±0.13	11.39±0.19	11.59±0.23	13.41±0.25	15.93±0.36	14.21±0.31	12.46±0.21	10.05±0.19	9.93±0.21
Fenilalalin	11.21±0.23	9.30±0.17	12.71±0.21	14.30±0.33	12.87±0.22	19.61±0.43	16.50±0.37	15.64±0.32	10.44±0.23	8.49±0.15
Triptofan	2.49±0.03	0.44±0.03	2.52±0.05	2.56±0.08	2.06±0.03	3.15±0.07	3.82±0.07	2.78±0.04	1.78±0.03	1.50±0.02
Lizin	13.41±0.28	11.00±0.23	17.90±0.36	17.75±0.39	19.80±0.45	2.44±0.61	25.81±0.70	16.03±0.35	15.15±0.31	13.96±0.29

Tablo 3.2’de görüldüğü üzere, esansiyel olmayan aminoasitlerden aspartik asit, glutamik asit, asparajin, glisin, glutamin, alanin ve pirolin en fazla soya fasulyesinde bulunurken; sistein en fazla ıspir fasulyesinde; tirozin ve serin ise en fazla barbunyada bulunmaktadır. Dolayısıyla aminoasit bakımından en fazla çeşitliliğe sahip olan baklagilin soya fasulyesi olduğu görülmektedir.

Tablo 3.3’te görüldüğü üzere, esansiyel aminoasitlerden histidin ve lösin en fazla soya fasulyesinde bulunurken; thronin, izolösin, fenilalalin ve valin en fazla barbunyada; arjinin, triptofan, lizin ve metiyonin en fazla börülcede bulunmaktadır. Bu durumda esansiyel olmayan aminoasitlerin en çok soya fasulyesinde, esansiyel aminoasitlerin ise soya fasulyesi, barbunya ve börülcede bulunduğu söylenilebilir.

Toplam esansiyel amino asit (TEA), toplam esansiyel olmayan amino asit (TNEA), toplam amino asit (TA) oranları Tablo 3.4’te verilmiştir.

Tablo 3.4. Toplam Esansiyel Amino Asit, Toplam Esansiyel Olmayan Amino Asit, Toplam Amino Asit Oranları

Baklagil	TEA	TNEA	TA	TEA/TNEA	TEA/TA
Bezelye	79.96±1.71	85.64±1.99	165.43±8.27	93	48
Nohut	71.69±1.41	82.46±1.76	154.15±7.95	87	47
Gezin Fasulye	113.06±2.14	123.44±3.00	236.50±10.89	92	48
İspir Fasulye	116.81±2.50	146.22±3.64	263.03±11.53	80	44
Börülce	152.57±3.49	154.80±3.86	307.37±13.57	99	50
Barbunya	130.57±2.94	141.28±3.54	271.85±12.01	92	48
Lobik	131.93±2.67	149.90±3.61	281.33±12.21	88	47
Soya Fasulyesi	132.83±2.88	204.94±5.34	337.75±15.42	65	39
Kırmızı Mercimek	96.41±2.01	110.14±2.93	206.55±9.96	88	47
Yeşil Mercimek	77.34±1.58	99.90±2.64	177.23±8.55	77	44

Tablo 3.4’te görüldüğü üzere, toplam esansiyel aminoasitlerin (TEA) en yüksek miktarının börülcede bulunduğu, en az olanının ise nohutta bulunduğu tespit edilmiştir. Toplam esansiyel olmayan aminoasitler (TNEA) ve toplam aminoasitler (TA) açısından en yüksek olan baklagilin soya fasulyesi, en düşük olanın ise nohut olduğu belirlenmiştir. TEA/TNEA oranı baklagil türüne bağlı olarak %65-99 arasında değişiklik göstermektedir. (Aminoasitlerin konsantrasyon ve pik alanı grafiklerine ekler kısmında yer verilmiştir.)



4. SONUÇLAR

Yapılan analizler sonucunda incelenen baklagillerdeki toplam proteinin 337.75 ile 154.15 mg/g kuru ağırlık arasında olduğu saptanmıştır. Elde edilen bulgular sonucunda soya fasulyesinin (337.75 ± 15.42) protein bakımından en zengin baklagil olduğu tespit edilmiştir. Soya fasulyesinden sonra protein bakımından en zengin olan baklagillerin sırasıyla börülce (307.37 ± 13.57), lobik (281.83 ± 12.21) ve barbunya (271.85 ± 12.01) olduğu fark edilmiştir. Protein içeriği en az olan baklagilin ise nohut (154.15 ± 7.95) olduğu anlaşılmıştır.

James ve diğerleri [172], yedi farklı baklagil çeşidinin protein içeriğinin %13.25 ile %29.34 aralığında olduğunu bildirmiştir. Sarıoğlu ve Velioğlu [4], fasulye, nohut, mercimek ve bezelyedeki protein miktarlarının sırasıyla 21.75, 18.56, 23 ve 19.82 g protein/100 g olduğunu bildirmiştir. Aremu ve diğerleri [173] soya fasulyesi, börülce ve lima fasulyesindeki protein yüzdelerinin sırasıyla 40-42, 20.24-23.4 ve 19.8-23.7 arasında değiştiğini tespit eden bir makale yayınlamıştır. Mercimek, nohut, börülce, mung fasulyesi, bezelye, börülce ve soya fasulyesinde protein yüzdesinin sırasıyla 25.1, 17.1, 22.9, 24, 19.7, 24.1 ve 43.2 olduğu bildirilmiştir [174]. Farklı baklagillerdeki toplam protein için bulgularımız aynı tip baklagillerin literatürüyle tutarlıdır. Dolayısıyla elde edilen bulgular ve incelenen literatür ışığında soya fasulyesinin protein bakımından en zengin baklagil olduğu söylenilebilir.

Araştırma bulguları, incelenen baklagillerin yüksek protein içeriğine ve dengeli aminoasit profiline sahip olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle soya fasulyesi yüksek protein ve temel aminoasit içeriğiyle öne çıkmıştır.

Esansiyel amino asitler arasında, soya fasulyesi histidin ve lösin açısından en zengin olanıdır; börülce arginin, metiyonin, triptofan ve lizin açısından en zengin olanıdır; barbunya valin, izolösin ve fenilalanin açısından en zengin olanıdır. Nohutun histidin, tirozin, metiyonin, triptofan ve lizin açısından en az olduğu gözlemlenmiştir. Valin ve izolösin en az bezelyede bulunurken, lösin ve fenil alanin en az yeşil mercimekte ve arjinin en az ispir fasulyesinde bulunmuştur.

Soya fasulyesi, bezelye, lobik, mercimek ve nohuttaki esansiyel olmayan ve esansiyel amino asit miktarları Aguilera ve diğerlerinin [175] bulgularıyla tutarlıdır. Kamboj ve Nanda [176] tarafından nohut, mercimek, bezelye, lobik, ispir fasulye ve soya fasulyesinde belirlenen esansiyel amino asit miktarlarının bizim bulgularımızla uyumlu olduğu söylenebilir. Khazaei ve diğerleri [177] tarafından belirlenen esansiyel olmayan ve esansiyel amino asit değerlerinin mercimek, bezelye, soya fasulyesi, nohut ve fasulye gibi baklagil örneği de bizim sonuçlarımızla uyumludur. Yedi farklı baklagil çeşidinde toplam amino asit miktarının 47.40 ile 122.88 mg/100 g arasında, TEA içeriğinin 23.29 ile 56.21 mg/100 g arasında, TNEA miktarının ise 24.11 ile 66.67 mg/100 g arasında değiştiği belirtilmektedir [172].

Gıda ve Tarım Örgütü (FAO/WHO) ve Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, iyi bir protein kaynağının %40'ın üzerinde bir TEA/TA (Toplam esansiyel amino asit/toplam aminoasit) oranına ve %60'ın üzerinde bir TEA/TNEA (Toplam esansiyel amino asit/toplam esansiyel olmayan aminoasit) asit oranına sahip olması gerektiği bildirilmektedir [178]. Farklı baklagil çeşitlerinde TEA/TNEA oranlarının %84 ile %101 arasında değiştiği belirtilmektedir [172]. Elde edilen sonuçlar, TEA/TNEA oranının baklagil türüne bağlı olarak %65-99 arasında değiştiğini göstermektedir. Sonuçlar, TEA/TA oranının baklagil türüne bağlı olarak %39-50 arasında değiştiğini göstermektedir. Bu sonuçlardan, incelenen tüm baklagil örneklerinin toplam protein, TEA ve TNEA açısından iyi kaynaklar olduğu, diğer yandan soya fasulyesi, lobik ve börülcenin bu çalışmada incelenen diğer baklagil türlerinden daha iyi olduğu söylenebilir.

Baklagillerdeki en yüksek toplam proteinin soya fasulyesi, börülce ve lobikte; en düşük ise nohutta olduğu söylenebilir. Genel olarak, esansiyel ve esansiyel olmayan amino asitler açısından en iyi kaynağın soya fasulyesi olduğu görülmektedir. Baklagillerin hayvansal protein kaynaklarına kıyasla hem esansiyel hem de esansiyel olmayan amino asitler açısından iyi bir kaynak olduğu sonucuna varılabilir. Çalışma, baklagillerin hem insan beslenmesinde hem de hayvan yemlerinde kritik bir bitkisel protein kaynağı olduğunu göstermiştir. Elde edilen sonuçlar, baklagillerin gıda güvenliğini artırmada, sürdürülebilir tarım uygulamalarında ve sağlıklı beslenme modellerinde daha geniş çapta kullanılmasının önemini ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Mustafa, R., He, Y., Shim Y. Y., & Reaney, M. (2018). Aquafaba, wastewater from chickpea canning, functions as an egg replacer in sponge cake. *International Journal of Food Science and Technology*. DOI: 10.1111/ijfs.13813
- [2] Dai, T., Li, T., Li, R., Zhou, H., Liu, C., Chen, J., & McClements, D. J. (2020). Utilization of plant-based protein-polyphenol complexes to form and stabilize emulsions: Pea proteins and grape seed proanthocyanidins. *Food Chemistry*, 329(March). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127219>
- [3] Pina-Pérez, M. C., & Ferrús Pérez, M. A. (2018). Antimicrobial potential of legume extracts against foodborne pathogens: A review. *İçinde Trends in Food Science and Technology* (C. 72, ss. 114–124). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.12.007>
- [4] Sarioğlu, G., & Velioğlu, Y. S. (2018). Baklagillerin Bileşimi. *Akademik Gıda*, 16(4), 483– 496. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.505547>
- [5] Çakir, Ö., Uçarlı, C., Tarhan, Ç., Pekmez, M., & Turgut-Kara, N. (2019). Nutritional and health benefits of legumes and their distinctive genomic properties. *Food Science and Technology*, 39(1), 1–12. <https://doi.org/10.1590/fst.42117>
- [6] Li, L., Lv, Y., Xu, L., & Zheng, Q. (2015). Quantitative efficacy of soy isoflavones on menopausal hot flashes. *İçinde British Journal of Clinical Pharmacology* (C. 79, Sayı 4, ss. 593–604). <https://doi.org/10.1111/bcp.12533>
- [7] Rangel, A., Saraiva, K., Schwengber, P., Narciso, M. S., Domont, G. B., Ferreira, S. T., & Pedrosa, C. (2004). Biological evaluation of a protein isolate from cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds. *Food Chemistry*, 87(4), 491–499. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.12.023>
- [8] Lidia, L., Guti, J. A., & Serna-sald, S. O. (2014). Bioactive Peptides and Hydrolysates from Pulses and Their Potential Use as Functional Ingredients. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12365>
- [9] Bessada, S. M. F., Barreira, J. C. M., & Oliveira, M. B. P. P. (2019). Trends in Food Science & Technology Pulses and food security: Dietary protein, digestibility, bioactive and functional properties. *Trends in Food Science and Technology*, 93(228), 53–68. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.022>
- [10] Boukid, F., Zannini, E., Carini, E., & Vittadini, E. (2019). Pulses for bread fortification: A necessity or a choice *Trends in Food Science and Technology*, 88(June 2018), 416–428. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.04.007>
- [11] Maikhuri, R. K., Dangwal, D., Negi, V. S., & Rawat, L. S. (2016). Rhizosphere Evaluation of symbiotic nitrogen fi xing ability of legume crops in Central Himalaya, India. *Rhizosphere*, 1, 26–28. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2016.06.001>
- [12] Roy, F., Boye, J. I., & Simpson, B. K. (2010). Bioactive proteins and peptides in pulse crops: Pea, chickpea and lentil. *İçinde Food Research International* (C. 43, Sayı 2, ss. 432–442). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.09.002>
- [13] Tharanathan, R., Mahadevamma, S., 2003. Grain legumes a boon to human nutrition. *Trends in Food Science & Technology*, 14 (12): 507-518.
- [14] Genovese, M. I., Lajolo, F. M., 2001. Atividade inibitoria de tripsina do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): Avaliação crítica dos métodos de determinação. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 51 (4): 386-394.
- [15] Freitas, L. F., Ferreira, R. B., Teixeira, A. R., 2000. Use of a single method in the extraction of the seed storage globulins from several legume species. Application to analyse structural comparisons within the major classes of globulins. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 51 (5): 341-352
- [16] Alsohaimy, S., Sitohy, M., El-Masry, R., 2007. Isolation and partial characterization of chickpea, lupine and lentil seed proteins. *World Journal of Agricultural Sciences*, 3 (1): 123-129
- [17] Carbonaro, M., Maselli, P., Nucara, A., 2015. Structural aspects of legume proteins and nutraceutical properties. *Food Research International*, 76: 19-30.

- [18] Rebello, C., Greenway, F., Finley, J. W., 2014. A review of the nutritional value of legumes and their effects on obesity and its related co-morbidities. *Obesity Reviews*, 15 (5): 392-407.
- [19] Caccialupi, P., Ceci, L. R., Siciliano, R. A., Pignone, D., Clemente, A., Sonnante, G., 2010. Bowman-Birk inhibitors in lentil: Heterologous expression, functional characterisation and anti-proliferative properties in human colon cancer cells. *Food Chemistry*, 120 (4): 1058-1066.
- [20] Segura-Campos, M., Chel-Guerrero, L., Betancur-Ancona, D., HernandezEscalante, V. M., 2011. Bioavailability of bioactive peptides. *Food Reviews International*, 27 (3): 213-226.
- [21] Pedrosa, M. M., Cuadrado, C., Burbano, C., Allaf, K., Haddad, J., Gelencsér, E., Takács, K., Guillamón, E., Muzquiz, M., 2012. Effect of instant controlled pressure drop on the oligosaccharides, inositol phosphates, trypsin inhibitors and lectins contents of different legumes. *Food Chemistry*, 131 (3): 862-868.
- [22] Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., Singh, N., 2017. Phenolic composition and antioxidant potential of grain legume seeds: A review. *Food Research International*, 101: 1-16.
- [23] Baysal, A. (1996). *Beslenme*, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara.
- [24] Kaçar, B. (1972). *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II*, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, Ankara.
- [25] Berg, T., Singh, J., Hardacre, A., & Boland, M. J. (2012). The role of cotyledon cell structure during in vitro digestion of starch in navy beans. *Carbohydrate Polymers*, 87(2), 1678– 1688. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.09.075>
- [26] Zielinski, F., Los, F. G. B., Wojeicchowski, P., & Nogueira, A. (2018). ScienceDirect Beans (*Phaseolus vulgaris* L.): whole seeds with complex chemical composition. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.01.010>
- [27] Ganesan, K., & Xu, B. (2017). Polyphenol-Rich Dry Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L .) and Their Health Benefits. <https://doi.org/10.3390/ijms18112331>
- [28] Wainaina, I., Grauwet, T., Wafula, E., Sila, D., Loey, A. Van, Hendrickx, M., & Kyomugasho, C. (2021). Thermal treatment of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.): Factors determining cooking time and its consequences for sensory and nutritional quality. December 2020, 3690–3718. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12770>
- [29] Campos-Vega, R., Loarca-Piña, G., & Oomah, B. D. (2010). Minor components of pulses and their potential impact on human health. *Içinde Food Research International* (C. 43, Sayı 2, ss. 461–482). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.09.004>
- [30] Granito, M., Frias, J., Doblado, R., Guerra, M., Champ, M., & Vidal-Valverde, C. (2002). Nutritional improvement of beans (*Phaseolus vulgaris*) by natural fermentation. *European Food Research and Technology*, 214(3), 226–231. <https://doi.org/10.1007/s00217-001- 0450-5>
- [31] Arribas, C., Pereira, E., Barros, L., José, M., Calhella, R. C., Guillamón, E., Pedrosa, M. M., & Ferreira, I. C. F. R. (2019). Healthy novel gluten-free formulations based on beans, carob fruit and rice: Extrusion effect on organic acids, tocopherols, phenolic compounds and bioactivity. 292(September 2018), 304–313.
- [32] Hooper, S. D., Glahn, R. P., & Cichy, K. A. (2019). Single Varietal Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Pastas: Nutritional Profile and Consumer Acceptability. 342–349.
- [33] Lima, J. D. De, Rivadavea, W. R., Antonio, S., & Kavalco, F. (2021). Nutritional characterization of bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L.). 6(July), 932–944. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2021056>
- [34] Sissons, M. (2021). Sissons, M. J. Pasta In *Encyclopedia of Grain Science*. 2004. January 2004. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394437-5.00123-6>
- [35] Rocchetti, G., Lucini, L., Chiodelli, G., Giuberti, G., Montesano, D., Masoero, F., & Trevisan, M. (2017). Impact of boiling on free and bound phenolic profile and antioxidant activity of commercial gluten-free pasta. *Food Research International*, 100(August), 69–77. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.08.031>
- [36] Maiti, R., Wesche Ebeling, P., 2001. *Advances in chickpea science*. Science Publishers.

- [37] Boye, J., Zare, F., Pletch, A., 2010. Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Research International*, 43 (2): 414-431.
- [38] Jukanti, A. K., Gaur, P. M., Gowda, C., Chibbar, R. N., 2012. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *British Journal of Nutrition*, 108 (S1): S11-S26.
- [39] Kaur, R., and Prasad, K., 2021. Nutritional Characteristics and Value-Added Products of Chickpea (*Cicer arietinum*) A review. *Journal of Postharvest Technology*, 9(2): 1-13.
- [40] Sahu U., Prasad K., Sahoo P., and Sahu B. B., 2014. Studies on Engineering Properties of Raw and Roasted Pulses. *International Journal of Processing and Post Harvest Technology*, 5(2): 184-188.
- [41] Liu, L. H., Hung, T. V., and Bennett, L., 2008. Extraction and Characterization of Chickpea (*Cicer arietinum*) Albumin and Globulin. *Journal of Food Science*. 73(5): C299-C305.
- [42] Mudryu, A. N., Yu, N., and Aukema, H. M., 2014. Nutritional and Health Benefits of Pulses. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(11): 1197- 1204
- [43] Foster-Powell, K., Holt, S. H. A., and Brand-Miller, J. C., 2002. International Table of Glycemic Index and Glycemic Load Values. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 76(1): 5-56.
- [44] Fredriksson, H., Björck, I., Andersson, R., Liljeberg, H., Silverio, J., Eliasson, A. C., and Aman, P., 2000. Studies on α -amylase Degradation of Retrograded Starch Gels from Waxy Maize and High-Amylopectin Potato. *Carbohydrate Polymers*, 43(1): 81-87.
- [45] Han, I. H., and Baik, B. K., 2006. Oligosaccharide Content and Composition of Legumes and Their Reduction by Soaking, Cooking, Ultrasound, and High Hydrostatic Pressure. *Cereal Chemistry*, 83(4): 428-433.
- [46] Ghavidel, R. A., and Prakash, J., 2006. Effect of Germination and Dehulling on Functional Properties of Legume Flours. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(8): 1189-1195.
- [47] Bhatia, T., Sharma, R. K., Prasad, K. K., and Prasad, K., 2009. Studies on Some Physical Properties of Protein-Rich Legume (*Lens esculantus*) splits. *Asian Journal of Chemistry*, 21(10): 103-107.
- [48] Gül, M. K., Egesel, C. Ö., and Turhan, H., 2008. The Effects of Planting Time on Fatty Acids and Tocopherols in Chickpea. *European Food Research and Technology*, 226(3): 517-522.
- [49] Wang, N., and Daun, J.K., 2004. The Chemical Composition and Nutritive Value of Canadian Pulses: Lentil (*Lens culinaris*). *Canadian Grain Commission Grain Research Laboratory*. Winnipeg, Canada, p.8-18.
- [50] Segev, A., Badani, H., Kapulnik, Y., Shomer, I., Oren-Shamir, M., and Galili, S., 2010. Determination of Polyphenols, Flavonoids, and Antioxidant Capacity in Colored Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Food Science*, 75(2): 2-6.
- [51] Welch, R.M., House, W.A., Beebe, S., and Cheng, Z., 2000. Genetic Selection for Enhanced Bioavailable Levels of Iron in Bea (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 48: 3576-3580.
- [52] Câmara, C., Urrea, C. and Schlegel, V., 2013, Pinto beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as a functional food: Implications on human health, *Agriculture*, 3(1), 90-111 pp
- [53] Sathe, S.K., 2002, Dry bean protein functionality, *Critical Reviews in Biotechnology*, 22(2), 175-223 pp.
- [54] Cubero, J. I., Perez de la Vega, M., and Fratini, R., 2009. Origin, Phylogeny, Domestication And Spread (W. Erskine, F. J. Muehlbauer, A. Sarker and B. Sharma, Editors), *The lentil: Botany, Production and Uses*, Wallingford, pp. 13–33.
- [55] Liber, M., Duarte, I., Maia, A.T., and Oliveira, H. R., 2021. The History of Lentil (*Lens culinaris* subsp *culinaris*) Domestication and Spread as Revealed by Genotyping-Bysequencing of Wild and Landrace Accessions. *Frontiers in Plant Science*, 355.
- [56] Wong, M. M. L., Gujaria-Verma, N., Ramsay, L., Yuan, H. Y., Caron, C., Diapari, M., and Bett, K. E., 2015. Classification and Characterization of Species within the Genus *Lens* Using Genotyping-by-Sequencing (GBS). *PLoS ONE*, 10: 1-16.

- [57] Joshi, M., Timilsena, Y., and Adhikari, B., 2017. Global Production, Processing and Utilization of Lentil: A review. *Journal of Integrative Agriculture*, 16(12): 2898-2913.
- [58] Saricaoglu, F. T., 2020. Application of High-Pressure Homogenization (HPH) to Modify Functional, Structural and Rheological Properties of Lentil (*Lens Culinaris*) Proteins. *International Journal of Biological Macromolecules*, 144: 760-769.
- [59] Argel, N. S., Ranalli, N., Califano, A. N., and Andres, S. C., 2020. Influence of Partial Pork Meat Replacement by Pulse Flour on Physicochemical and Sensory Characteristics of Low-Fat Burgers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(10): 3932-3941.
- [60] Revilla, I., Lastras, C., Gonzalez-Martín, M. I., Vivar-Quintana, A. M., MoralesCorts, R., Gomez-Sanchez, M. A., and Perez-Sanchez, R., 2019. Predicting the Physicochemical Properties and Geographical Origin of Lentils Using near Infrared Spectroscopy. *Journal of Food Composition and Analysis*, 77: 84-90.
- [61] Graf, D., Monk, J. M., Wu, W., Wellings, H. R., Robinson, L. E., and Power, K. A., 2020. Red Lentil Supplementation Reduces the Severity of Dextran Sodium Sulfate-Induced Colitis in C57BL/6 Male Mice. *Journal of Functional Foods*, 64: 103625.
- [62] Nosworthy, M. G., Medina, G., Franczyk, A. J., Neufeld, J., Appah, P., Utioh, A., and House, J. D., 2018. Effect of Processing on the in Vitro and in Vivo Protein Quality of Red and Green Lentils (*Lens culinaris*). *Food Chemistry*, 240: 588-593.
- [63] Mo'ez Al-Islam, E. F., Mohammad, M. G., and Soliman, S., 2020. Lentils (*Lens culinaris* L.): A candidate Chemopreventive and Antitumor Functional Food. *Functional Foods in Cancer Prevention and Therapy*, 99-120.
- [64] Papandreou, C., Becerra-Tomas, N., Bullo, M., Martinez-Gonzalez, M. A., Corella, D., Estruch, R. and Salas-Salvado, J., 2019. Legume Consumption and Risk of All-Cause, Cardiovascular, and Cancer Mortality in the Predimed study. *Clinical Nutrition*, 38(1): 348-356.
- [65] Alrosan, M., Tan, T. C., Easa, A. M., Gammoh, S., and Alu'datt, M. H., 2022. Recent Updates on Lentil and Quinoa Protein-Based Dairy Protein Alternatives: Nutrition, Technologies, and Challenges. *Food Chemistry*, 132386.
- [66] Sharma, H., Ramawat, N., ve Gupta, C., 2022. Nutritive Content of Lentil. *Journal of Nutritional Health and Food Engineering*, 12(1): 27-32.
- [67] Pattanaik, A. K., and Kore, K. B., 2022. Partial Replacement of Soybean Meal with Red Gram and Lentil As Vegetable Proteins in Limited Ingredients Homemade Diets for Pet Dogs. *Legume Science*, 4(2): e119.
- [68] Portman, D., Dolgow, C., Maharjan, P., Cork, S., Blanchard, C., and Naiker, M., 2020. Frost-Affected Lentil (*Lens culinaris* M.) Compositional Changes Through Extrusion: Potential Application for the Food Industry. *Cereal Chemistry*, 97: 818–826.
- [69] Prajapati, A., Singh, R. P., Kumar, B., Kewat, R. N., and Bahadur, R., 2020. Biochemical Studies and Anti-Nutritional Factors of Lentil (*Lens culinaris* medik) Varieties. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(4): 1490-1493.
- [70] Queiroz-Monici, K. D. S., Costa, G. E., da Silva, N., Reis, S. M., and de Oliveira, A. C., 2005. Bifidogenic Effect of Dietary Fiber and Resistant Starch from Leguminous on the Intestinal Microbiota of Rats. *Nutrition*, 21(5): 602- 608.
- [71] Bouhlal, O., Taghouti, M., Benbrahim, N., Benali, A., Visioni, A., and Benba, J., 2019. Wheat-Lentil Fortified Flours: Health Benefits, Physicochemical, Nutritional and Technological Properties. *Journal Materials Environmental Science*, Oujda, 10(11): 1098-1106.
- [72] Ryan, E., Galvin, K., O'Connor, T.P., Maguire, A.R., and O'Brien, N.M., 2007. Phytosterol, Squalene, Tocopherol Content and Fatty Acid Profile of Selected Seeds, Grains, and Legumes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 62: 85–91.
- [73] Rodriguez, C., Frias, J., Vidal-Valverde, C., and Hernandez, A., 2008. Correlations between Some Nitrogen Fractions, Lysine, Histidine, Tyrosine, and Ornithine Contents During the Germination of Peas, Beans, and Lentils. *Food Chemistry*, 108:245–252.

- [74] Lecuona-Villanueva, A., Torruco-Uco, J., Chel-Guerrero, L., & Betancur-Ancona, D. (2006). Physicochemical characterization of mexican cowpea (*Vigna unguiculata*) tailing starch. *Starch/Staerke*, 58(1), 25–34. <https://doi.org/10.1002/star.200500440>
- [75] Gonçalves, A., Goufo, P., Barros, A., Domínguez-perles, R., Trindade, H., Rosa, E. A. S., & Rodrigues, M. (2016). Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp), a renewed multipurpose crop for a more sustainable agri-food system: nutritional advantages and constraints. November 2015. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7644>
- [76] Abebe, B. K., & Alemayehu, M. T. (2022). A review of the nutritional use of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) for human and animal diets. 10(September).
- [77] Trehan, I., Benzoni, N. S., Wang, A. Z., Bollinger, L. B., Ngoma, T. N., Chimimba, U. K., Stephenson, K. B., Agapova, S. E., Maleta, K. M., & Manary, M. J. (2015). Common beans and cowpeas as complementary foods to reduce environmental enteric dysfunction and stunting in Malawian children: study protocol for two randomized controlled trials. *Trials*, 1–12. <https://doi.org/10.1186/s13063-015-1027-0>
- [78] Iqbal, A., Khalil, I. A., Ateeq, N., & Khan, M. S. (2006). *Food Chemistry*. 97, 331–335. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.011>
- [79] Segura-Campos, M., Ruiz-Ruiz, J., Chel-Guerrero, L., & Betancur-Ancona, D. (2013). Antioxidant activity of *Vigna unguiculata* L. walp and hard-to-cook *Phaseolus vulgaris* L. proteinhydrolysates. *CYTA-Journal.of.Food*, 11(3), 208–215. <https://doi.org/10.1080/19476337.2012.722687>
- [80] Xu, B., & Chang, S. K. C. (2012). Comparative study on antiproliferation properties and cellular antioxidant activities of commonly consumed food legumes against nine human cancer cell lines *Food Chemistry*. 134(3), 1287–1296. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.212>
- [81] Edvar, J., Júnior, M., Fonseca, N., Muniz, H. D., Henrique, F., José, A., Ferreira, A., Silva, A., Oliveira, D., Paiva, C., & Barbosa, T. (2017). International Journal of Biological Macromolecules Expression in *Escherichia coli* of cysteine protease inhibitors from cowpea (*Vigna unguiculata*): The crystal structure of a single-domain cystatin gives insights on its thermal and pH stability. *International Journal of Biological Macromolecules*, 102, 29–41. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.04.008>
- [82] Ha, T. J., Lee, M. H., Jeong, Y. N., Lee, J. H., Han, S. I., Park, C. H., Pae, S. B., Hwang, C. D., Baek, I. Y., & Park, K. Y. (2010). Anthocyanins in cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp. Ssp. *unguiculata*]. *Food Science and Biotechnology*, 19(3), 821–826. <https://doi.org/10.1007/s10068-010-0115-x>
- [83] Amonsou, E., Sakyi-Dawson, E., & Saalia, F. (2010). Effects of cowpea flour fractionation on sensory qualities and acceptability of kpejigaou (a griddled cowpea paste food). *Journal of Food Quality*, 33(SUPPL. 1), 61–78. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2010.00298.x>
- [84] Oboh, H. A., & Agu, K. (2010). The Effects Of Various Traditional Processing Methods On The Glycemic Index And Glycemic Load Of Cowpeas (*Vigna Unguiculata*). *Journal of Food Biochemistry*, 34(6), 1332–1342. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2010.00423.x>
- [85] Güneş, A., 2006, İkinci ürün soya (*Glycine max* L. Merrill) tarımında farklı azot doz ve uygulama zamanlarının verim ve verim unsurlarına etkisi (Yüksek Lisans Tezi), Harran Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- [86] Öner, T., 2006. Soya Sektör Raporu, İTO.
- [87] Kumari, T, ve Deka, S. C. (2021). Potential health benefits of garden pea seeds and pods: A review. *Legume Science*, 3(2), e82.
- [88] Fröleke, H., Sebastian, K. ve Fehnker, U., 2018, Einführung in die Ernährungslehre, Neuer Umschau Buchverlag GmbH, p.
- [89] Pekşen, E. ve Artık, C., 2005, Antibesinsel Maddeler ve Yemeklik Tane Baklagillerin Besleyici Değerleri, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (2), 110-120.
- [90] Ambrose, S. H., Butler, B. M., Hanson, D. B., Hunter-Anderson, R. L. ve Krueger, H. W., 1997, Stable isotopic analysis of human diet in the Marianas Archipelago, Western Pacific, *American Journal of Physical Anthropology*, 104 (3), 343-361.

- [91] Anwar, F., Latif, S., Przybylski, R., Sultana, B. & Ashraf, M. (2007). Chemical Composition and Antioxidant Activity of Seeds of Different Cultivars of Mungbean. *Journal Of Food Science*, 72(7), S503-S510.
- [92] Li, H., Cao, D., Yi, J., Cao, J. & Jiang, W. (2012). Identification of the flavonoids in mungbean (*Phaseolus radiatus* L.) soup and their antioxidant activities. *Food chemistry*, 135(4), 2942-2946.
- [93] Orak, H. H., Karamac, M., Orak, A., Amarowicz, R. & Janiak, M. (2018). Phenolics Content and Antioxidant Capacity of Mung Bean (*Vigna radiata* L.) Seed. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28, 199-207.
- [94] Saldamlı, İ. (2007). Gıda kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları.
- [95] Kavas, G., & Kınık, Ö. (2005). İnek sütü ve peynir suyu proteinindeki esansiyel amino asitlerin beyin fonksiyonları, psikiyatrik hastalıklar ve süte uygulanan teknolojik parametrelerle olan ilişkileri. *Gıda*, 30(3).
- [96] Miller, GD., Jarvis, KJ., McBean, LD. (2000). Handbook of Dairy Foods and Nutrition. In: Jensen RG, Kroger M, editors. The Importance of Milk and Milk Products in the Diet. CRC Press, New York, p 4-24.
- [97] Nollet, L. M., & Toldrá, F. (Eds.). (2012). Handbook of analysis of active compounds in functional foods. CRC Press.
- [98] Friedman, M. (2018). Analysis, nutrition, and health benefits of tryptophan. *International Journal of Tryptophan Research*, 11, 1178646918802282.
- [99] Çalapkorur, S. E. M. A., & Akbulut, G. (2019). İmmünonütrisyon ve kanser. *ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 6(1): 93-101.
- [100] Mohagheghpour, N., Waleh, N., Garger, S. J., Dousman, L., Grill, L. K., & Tuse, D., "Synthetic melanin suppresses production of proinflammatory cytokines." *Cellular Immunology* 199.1 (2000): 25-36.
- [101] Grimble, Robert F. "The effects of sulfur amino acid intake on immune function in humans." *The Journal of nutrition* 136.6 (2006): 1660S-1665S.
- [102] Wu, G., Bazer, F. W., Wallace, J. M., & Spencer, T. E., "Board-invited review: intrauterine growth retardation: implications for the animal sciences." *Journal of animal science* 84.9 (2006): 2316-2337.
- [103] Keha, E. E., and Ö. İ. Küfrevioğlu. "Biyokimya, muhtelif kısımlar." Şafak yayınevi, Erzurum (1997).
- [104] Shi, W., Meininger, C. J., Haynes, T. E., Hatakeyama, K., & Wu, G., "Regulation of tetrahydrobiopterin synthesis and bioavailability in endothelial cells." *Cell biochemistry and biophysics* 41.3 (2004): 415-433.
- [105] Jones, D. R., Gonzalez-Garcia, A., Diez, E., Martinez-A, C., Carrera, A. C., & Merida, I., "The identification of phosphatidylinositol 3, 5-bisphosphate in T-lymphocytes and its regulation by interleukin-2." *Journal of Biological Chemistry* 274.26 (1999): 18407-18413.
- [106] Pelassy, C., Breittmayer, J. P., Mary, D., & Aussel, C., "Inhibition of phosphatidylserine synthesis by phosphatidic acid in the Jurkat T cell line: role of calcium ions released from intracellular stores." *Journal of lipid mediators* 4.2 (1991): 199-209.
- [107] Wang, M., Gui, X., Wu, L., Tian, S., Wang, H., Xie, L., & Wu, W., "Amino acid metabolism, lipid metabolism, and oxidative stress are associated with post-stroke depression: a metabonomics study." *BMC neurology* 20.1 (2020): 1-10
- [108] Bürücü, D. K. (2018). Asparajın içeren bazı bileşiklerin sentezlenmesi, spektroskopik özelliklerinin teorik ve deneysel olarak incelenmesi.
- [109] Melchior, D., Bernard Sève, and Nathalie Le Floc'H. "Chronic lung inflammation affects plasma amino acid concentrations in pigs." *Journal of Animal Science* 82.4 (2004): 1091-1099
- [110] Kin, Nicholas W., and Virginia M. Sanders. "CD86 stimulation on a B cell activates the phosphatidylinositol 3-kinase/Akt and phospholipase C γ 2/protein kinase C α signaling pathways." *The Journal of Immunology* 176.11 (2006): 6727-6735.
- [111] Basu, Sujit, and Partha Sarathi Dasgupta. "Dopamine, a neurotransmitter, influences the immune system." *Journal of neuroimmunology* 102.2 (2000): 113-124.

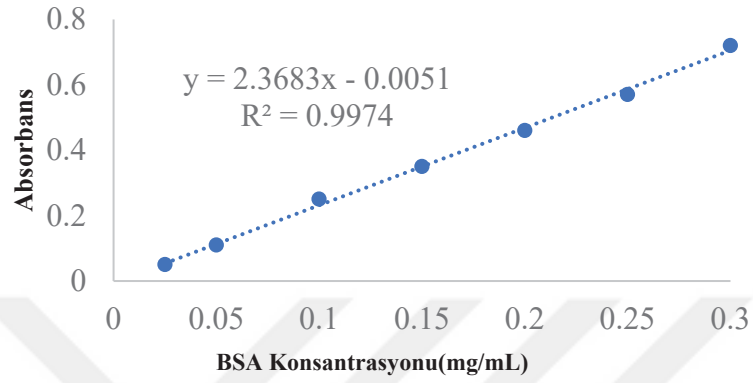
- [112] Krall, A. S., XU, S., Graeber, T.G., Braas, D., & Christofk, H. R. (2016). Asparagine promotes cancer cell proliferation through use as an amino acid exchange factor. *Nature Communications*, 7(1).
- [113] D'Andrea, G., D'Amico, D., Bussone, G., Bolner, A., Aguggia, M., Saracco, M. G., Galloni, E., de Riva, V., Colavito, D., Leon, A., Rosteghin, V., & Perini, F. (2013). The role of tyrosine metabolism in the pathogenesis of chronic migraine. *Cephalalgia*, 33(11): 932–937.
- [114] Franěk, František, and Karolína Šrámková. "Cell suicide in starving hybridoma culture: survival-signal effect of some amino acids." *Cytotechnology* 21.1 (1996): 81-89
- [115] Fidanbaş, Z. U. C., Bilgin, E. & Ertan, M. O. (2016). Bazı Deniz Balıklarının Aminoasit-Yağ Asiti İçerikleri ve Beslenme Açısından Önemi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 11(2), 45.
- [116] Kim, S. W., Mateo, R. D., Yin, Y. L., & Wu, G., "Functional amino acids and fatty acids for enhancing production performance of sows and piglets." *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 20.2 (2007): 295-306.
- [117] Wu, F. Y., Lee, Y. J., Chen, D. R., & Kuo, H. W., "Association of DNA-protein crosslinks and breast cancer." *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis* 501.1-2 (2002): 69-78.
- [118] Zhong, Z., Wheeler, M. D., Li, X., Froh, M., Schemmer, P., Yin, M., & Lemasters, J. J., "L-Glycine: a novel antiinflammatory, immunomodulatory, and cytoprotective agent." *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care* 6.2 (2003): 229-240.
- [119] Paul, B. D., Sbodio, J. I., & Snyder, S. H. (2018). Cysteine Metabolism in Neuronal Redox Homeostasis. *Trends in Pharmacological Sciences*, 39(5): 513–524.
- [120] Kapalka, G. M. (2010). Anxiety Disorders. *Nutritional and Herbal Therapies for Children and Adolescents*, 219–258.
- [121] Wu, G., Bazer, F. W., Johnson, G. A., Herring, C., Seo, H., Dai, Z., Wang, J., Wu, Z., Wang, X., "Functional amino acids in the development of the pig placenta." *Molecular Reproduction and Development* 84.9 (2017): 870-882
- [122] Ha, E.M., Oh, C.T., Bae, Y. S., Lee, W.J., "A direct role for dual oxidase in Drosophila gut immunity." *Science* 310.5749 (2005): 847-850
- [123] Otter, D. E. (2012). Standardised methods for amino acid analysis of food. *British Journal of Nutrition*, 108(S2), S230-S237.
- [124] Schuller-Levis, G. B., Gordon, R.E., Wang, C., & Park, E. (2003). Taurine reduces lung inflammation and fibrosis caused by bleomycin. *Taurine 5: Beginning the 21st Century*, 395-402.
- [125] Tidjani-Rahmouni, N., el Houda Bensiradj, N., Djebbar, S., & Benali-Baitich, O., "Synthesis, characterization, electrochemical studies and DFT calculations of amino acids ternary complexes of copper (II) with isonitrosoacetophenone. Biological activities." *Journal of Molecular Structure* 1075 (2014): 254-263.
- [126] Genişel, M., 2010. Kemik tozu solüsyonu, CaCl₂ ve IAA uygulamalarının tuz stresi altındaki fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkisinin fizyolojik parametreleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 93s.
- [127] Yiğitarslan, U., 2010. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)'de kaolin uygulamasının verim, verim öğeleri ve tane kalitesine etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 48s
- [128] Cengiz, B., Dağlıoğlu, O., Geçgel, Ü., 2008. Erzurum, Sakarya ve Eskişehir Lokasyonlarında Yetiştirilen Bazı Kuru Fasulye Çeşitlerinin Kalite Özellikleri Sakarya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ Bülent Cengiz'in Yüksek Lisans Tezinden Üretilmiştir.
- [129] Hamurcu, M., 2007. Türkiye'de yetiştirilen bazı bodur fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bor ve çinko uygulamalarına tepkilerinin belirlenmesi. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 164s.

- [130] Ceyhan, E., Önder, M., Hamurcu, M., Harmankaya, M., Gökmen, F. ve Gezgın, S., 2006. Response of Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivars to Foliar and Soil Applied in Boron Defficient Calcareous Soils.
- [131] Gülümser, A., Odabaş, M. S., Özturan, Y., 2005. Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) Yapraktan ve Toprakdan Uygulanan Farklı Bor Dozlarının Verim ve Verim Unsurlarına etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 18 (2) 163-168.
- [132] Şat, İ.G., 2002. Kuru fasulye'nin (*Phaseolus vulgaris* L.) antinütrisyonel faktörlerini azaltmada bazı hazırlama işlemlerinin etkisi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 104s.
- [133] Dölek, B., 2001. Tuz stresinin *Phaseolus vulgaris* L.'in çimlenmesi ve gelişmesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 45s
- [134] Top, B., 1999. *Phaseolus vulgaris* L. (fasulye)'de protein ve fotosentetik pigment içeriği üzerine salisilik asitin etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 91s.
- [135] Karahan, A., 1997. Trakya koşullarında Şehirali-90 (*Phaseolus vulgaris* L. namus dekap) bodur fasulye çeşidinde bakteri aşılama ve değişik azot dozlarının verim ve verim unsurlarına etkisi. Doktora Tezi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, 91s.
- [136] Perez, J.A., 1987. Phisical Approach to the Postlarval *Penaeus* Immigration Mechanism in Mexican Coastal Lagoon. An Inst. Cienc. Del. Mary Limnol Univ. Nal. Auton. Mexico 14, 2, 142 – 155.
- [137] Akçın, A., 1974. Erzurum şartlarında yetiştirilen kuru fasulye çeşitlerinde gübreleme, ekim zamanı ve sıra aralığının tane verimine etkisi ile bu çeşitlerin bazı fenolojik, morfolojik ve teknolojik karakterleri üzerine bir araştırma. Atatürk Üniv. Yay. No: 324. Ziraat Fak. Yay. No: 157.
- [138] Karayel, R., 2012. Samsun'da ekilen bezelye genotiplerinin bazı fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve ıslah materyali olarak uygunluğunun değerlendirilmesi, Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 83s.
- [139] Timuroğlu, K. A., Genç, A. ve Altınok, S., Ankara koşullarında yem bezelyesi hatlarında yem ve tane verimleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 2004, 10 (4) 457-461.
- [140] Seyis, F., 1994. Samsun Ekolojik Şartlarında Yazlık Olarak Ekilen Bezelye Çeşitlerinin Tane Verimi ile Bazı Önemli Özellikleri ve Bunlar Arasındaki İlişkiler Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun. 75 s.
- [141] Pekşen, E., Bozoğlu, H., Pekşen, A. and Gülümser A., 2002. Determination of the effects of different row spacings on yield and some other properties of pea (*Pisum sativum* L.) cultivars sown in spring and autumn. 2nd Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes 11-15 October 2000.
- [142] Özdemir, S., Yemeklik Baklagiller. 2002, Altan Matbaası, İstanbul. 49-69 s
- [143] Cousin, R., Messenger, A., ve Vingere, A., 1985. Bredding for yield in combining peas, pp.115-129, in the Pea Crop (Ed. PD. Hebbletnwaite). Butterworhts: London.
- [144] Açıkgöz, E., 2001. Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182 Vipaş AŞ Yayın No: 58 (3. Baskı) Bursa. 584 s.
- [145] Ceyhan, E. ve Önder, M., 1999. Konya ekolojik şartlarında farklı ekim zamanlarının yemeklik bezelye (*Pisum sativum* L.) çeşitlerinde verim ve kalite üzerine etkileri. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım 1999 Cilt III, Çayır-Mera Yem Bitkileri ve Yemeklik Tane Baklagiller, Adana. 377-382.
- [146] Manga, İ., Acar, Z. ve Ayan, İ., 1995. Baklagil Yembitkileri. OMÜ Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notu No:7, Samsun. 342 s.
- [147] Gülümser, A., Seyis, F. ve Bozoğlu, H., 1994. Samsun ekolojik şartlarında kışlık ve yazlık olarak ekilen bezelye çeşitlerinin konservecilik özellikleri ile tane veriminin tespiti. E.Ü.Z.F. Tarla Bitkileri Bölümü Tarla Bitkileri Bilim Derneği TUBİTAK ve ÜSİGEM. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-29 Nisan 1994 Cilt I Agronomi Bildirileri, İzmir. 87-90.
- [148] Soya, H., Tosun, M. ve Çelen A. E., 1989. Değişik ekim zamanı ve sıra arası mesafesinin yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.)'nde tane verimi ve bazı verim özelliklerine etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt: 26 Sayı: 2. 207- 219.

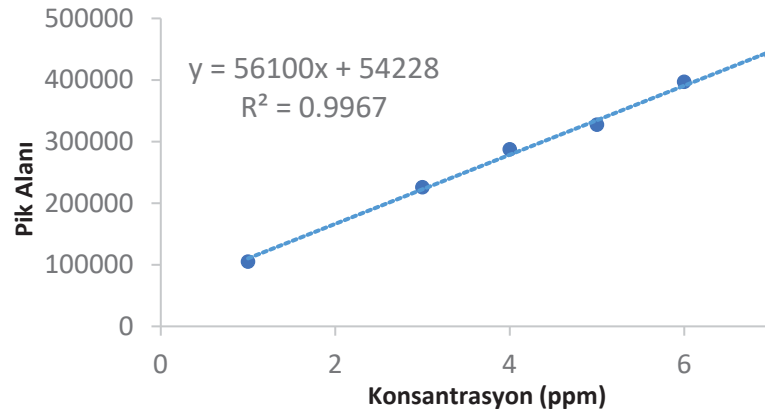
- [149] Akçin, A., 1988. Yemeklik Dane Baklagiller. Selçuk Üniversitesi Yayınları: 43. Ziraat Fakültesi Yayınları: 8. Konya. 377 s.
- [150] Gülümser, A., 1981. Bezelyede Azotla Gübreleme ve Sulamanın Verim ve Verim Unsurları ile Tanenin Protein Oranına Etkileri. Doçentlik Tezi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum, 103 s.
- [151] Tekeli, A.S. ve E. Ateş. 2007. Farklı biçim dönemlerinin yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.)-buğday (*Triticum aestivum* L.) karışımının yem verimi ve kalitesi ile tetani oranına etkileri. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi. 106-109. 25-27 Haziran 2007, Erzurum.
- [152] Uzun, A. ve F. F. Aşık. 2009. Bezelye+yulaf karışımında farklı karışım oranları ile biçim zamanlarının otun verimi ve kalitesi üzerine etkisi. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi. 584-588. 19-22 Ekim 2009, Hatay.
- [153] Topal, N., 2012. Farklı kültürel uygulamalarla yetiştirilen bakla (*Vicia faba* L.) genotiplerinin L-dopa (1-3, 4-dihydroxyphenylalanine) içeriklerinin tespiti, Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 108s.
- [154] Duc, G., 1997. Faba bean (*Vicia faba* L.) Field Crops Research 53, 99-109.
- [155] Doğan, Y., 2011. Van ekolojik koşullarında farklı bitki sıklıklarının ve ekim yöntemlerinin nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde verim ve bazı verim öğelerine etkisi. Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 111s.
- [156] Yağmur, M., ve Kaydan, D., 2010. Plant growth and protein ratio of spring sown chickpea with various combinations of rhizobium inoculation, nitrogen fertilizer and irrigation under rainfed condition. African Journal of Agricultural Research Vol. 6 (12), pp. 2648-2654.
- [157] Değirmenci V, Kırnak H, Anlağan M (2009). Harran ovası koşullarında nohut sulama programının belirlenmesi. VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 19-22 Ekim, Hatay, s. 375-377.
- [158] Tayyar, Ş., Egesel C, Ö., Gül, K. M., and Turhan, H., 2008. The effect of autumn and spring planting time on seed yield and protein content of chickpea genotypes. African Journal of Biotechnology, 7 (11), 1655- 1661, 3.
- [159] Şanlı, A., 2007. Tohum muameleri ile farklı ekim zamanlarının nohutun verim ve verim unsurlarına etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 70s.
- [160] Kara, G., 2003. Üç nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşidinde farklı ekim yöntemlerinin verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 66s.
- [161] Yağmur, M., Engin, M., 2005. Nohut (*Cicer arietinum* L.)' ta fosfor ve azot dozları ile bakteri (*Rhizobium ciceri* L.) aşılamanın bazı morfolojik özellikler ile tane verimi üzerine etkileri ve bazı bitkisel özellikler arasındaki ilişkiler. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 15 (2): 103-112.
- [162] Yağmur, M., Engin, M., 2005. Farklı fosfor ve azot dozları ile bakteri (*Rhizobium ciceri* L.) aşılamanın nohut (*Cicer arietinum* L.)' un tane verimi ve bazı verim öğeleri ile ham protein oranı üzerine etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 15 (2): 93-102.
- [163] Akdağ, C., ve Şehirali, S., 1992. Nohut (*Cicer arietinum* L.)'ta Özellikler Arası İlişkiler ve Path Katsayısı Analizi Üzerinde Bir Araştırma. Doğa-Tr. J. Of Agricultural Forestry (TÜBİTAK), 16:763-772.
- [164] Akdağ, C., 1990, Bakteri (*Rhizobium* ssp.) aşılama, azot dozları ve ekim sıklığının nohut (*Cicer arietinum* L.) un verim ve verim unsurlarına etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 93s.
- [165] Elkoyunu, R., 2013. Mercimek'te farklı klor tuzlarının çimlenme ve fide gelişimine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta. 97s.
- [166] Kaya, F., 2010. Ülkemizde yetiştirilen bazı mercimek çeşitlerinin bileşimlerinin belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 50s.
- [167] Wang, N., Hatcher, D.W., Toews, R., and Gowalko, E.J., 2009. Influence of Cooking and Dehulling on Nutritional Composition of Several Varieties of Lentils (*Lens culinaris*). Food Science and Technology, 42(4):842-848.

- [168] Wang, N., and Daun, J.K., 2006. Effects of Variety and Crude Protein Content on Nutrients and Anti-Nutrients in Lentils (*Lens culinaris*). *Food Chemistry*, 95(2006):493-502.
- [169] Lowry, O.H., N.J. Rosebrough, A.L. Farr, R.J. Randall, Protein measurement with the Folin phenol reagent (PDF). *Journal of Biological Chemistry*. 1951.193 (1): p. 265-75.
- [170] Elkin, R.G. and A.M. Wasynczuk, Amino acid analysis of feedstuff hydrolysates by precolumn derivatization with phenylisothiocyanate and reversed-phase high-performance liquid chromatography. *Cereal Chemistry*. 1987. 64(4): p. 226-229.
- [171] Kwanyuen, P. and J.W. Burton, A Modified amino acid analysis using PITC derivatization for soybeans with accurate determination of cysteine and half-cystine. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2010. 87(2): p.127-132.
- [172] James, S., T.U. Nwabueze, G.I. Onwuka, J. Ndife, M. A. Usman, Chemical and nutritional composition of some selected lesser known legumes indigenous to Nigeria. *Heliyon*. 2020. 6: e05497. p.1-8.
- [173] Aremu, M.O., S.S. Audu, B.L. Gav, Comparative review of crude protein and amino acid composition of some leguminous seeds grown in Nigeria. *International Journal of Sciences*. 2017. 6: p. 88- 96.
- [174] Öncan Sümer, F., Yemeklik Dane Baklagillerde Yer Alan Bazı Besinsel ve Antibesinsel Faktörler. *Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 2022. 2: p. 81-93.
- [175] Aguilera, J.F., M. Bustos, and E. Molina, The degradability of legume seed meals in the rumen: effect of heat treatment. *Animal Feed Science and Technology*. 1992. 36 (1-2): p.101–112.
- [176] Kamboj, R. and V. Nanda, Proximate composition, nutritional profile and health benefits of legumes-a review. *Legume Research-An International Journal*. 2018. 41(3): p. 325-32.
- [177] Khazaei, H., Subedi, M., Nickerson, M., Martinez-Villaluenga, C., Frias, J., Vandenberg, A., Seed Protein of Lentils: Current Status, Progress, and Food Applications. *Foods* 2019, 8, 391; doi:10.3390/foods8090391
- [178] Zhou, W., Y. Wang, F. Yang, Q. Dong, H. Wang, N. Hu, Rapid Determination of Amino Acids of *Nitraria tangutorum* Bobr. from the Qinghai-Tibet Plateau Using HPLC-FLD-MS/MS and a Highly Selective and Sensitive Pre-Column Derivatization Method. *Molecules*. 2019. 24(9): p. 1-14.

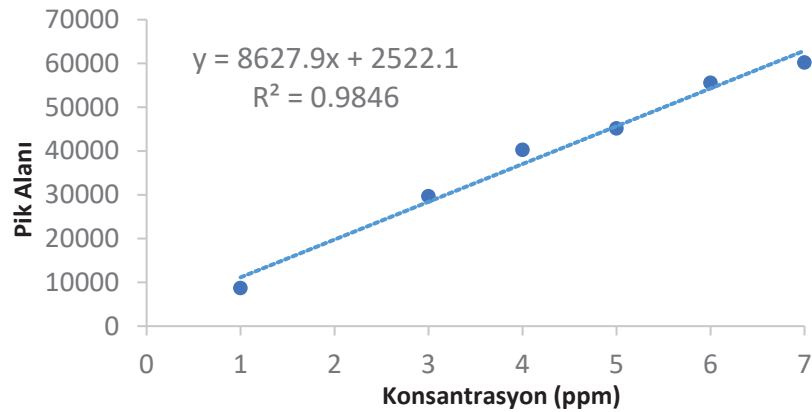
EKLER



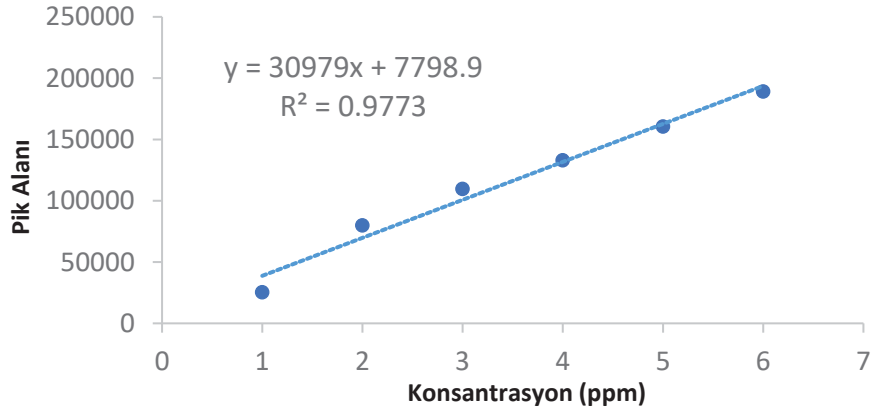
Ek-1: BSA standart alınarak Toplam protein miktarı tayini için çalışma grafiği



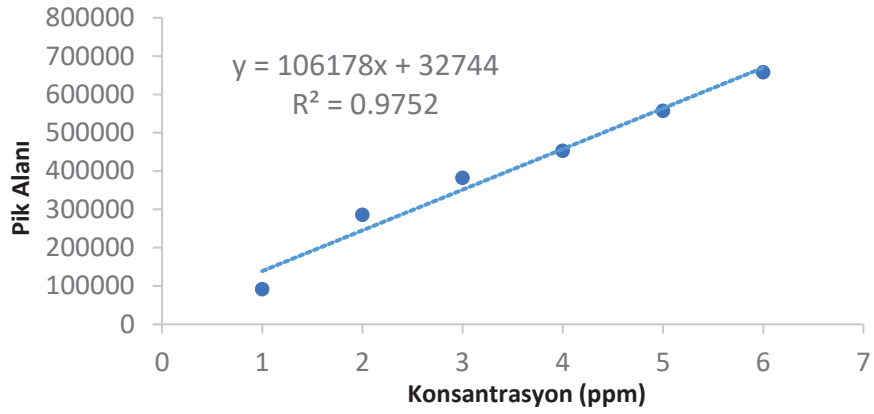
Ek-2: Aspartik Asit Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği



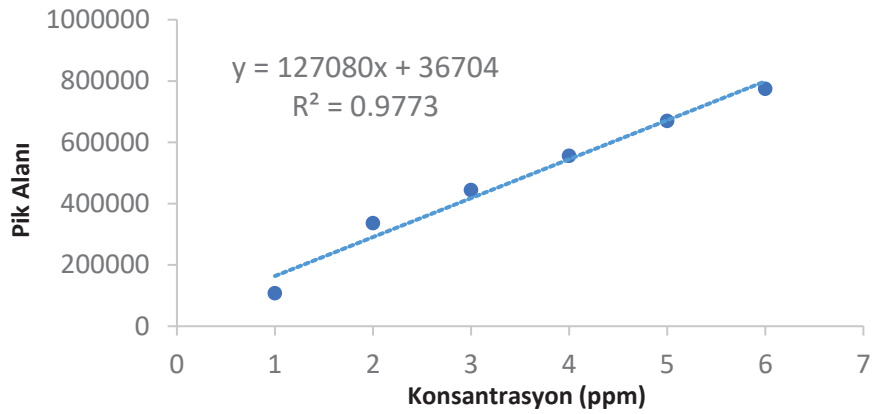
Ek-3: Glutamik Asit Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği



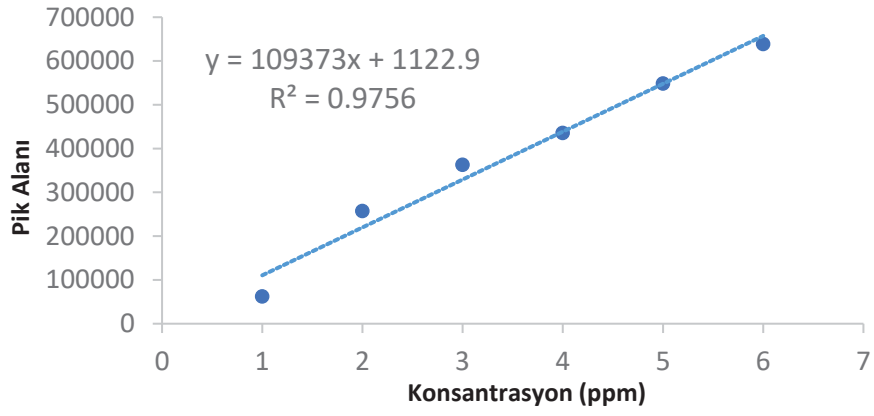
Ek-4: Asparajin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği



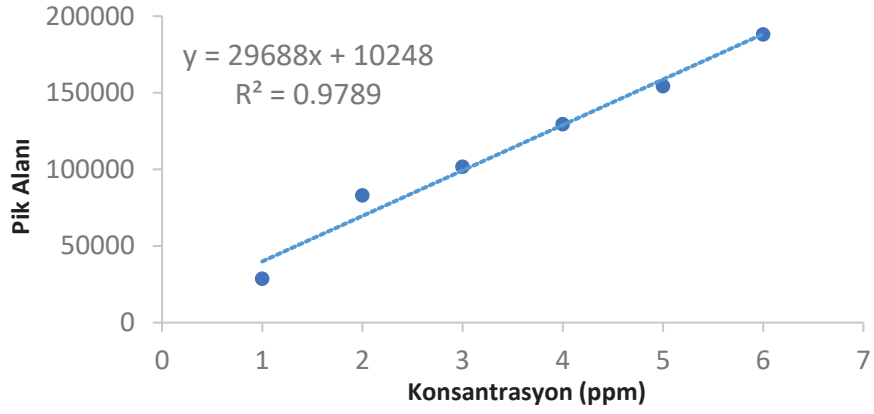
Ek-5: Serin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği



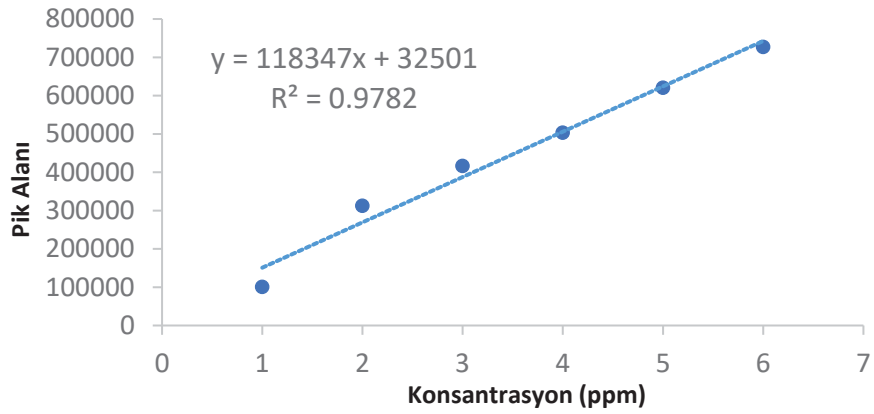
Ek-6: Glisin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği



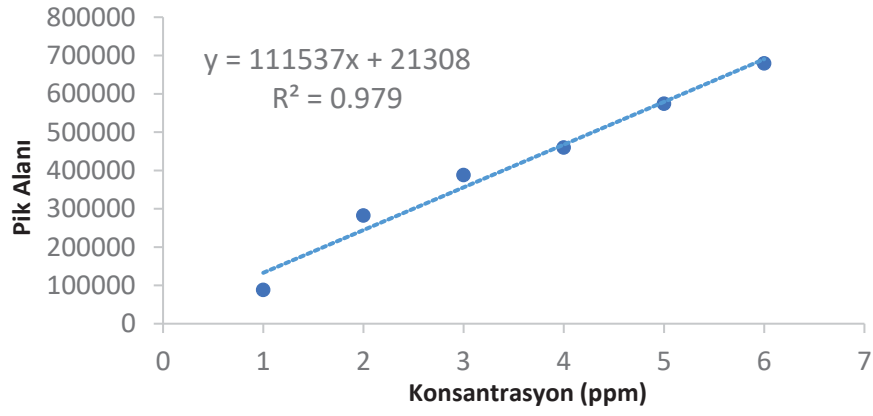
Ek-7: Glutamin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği



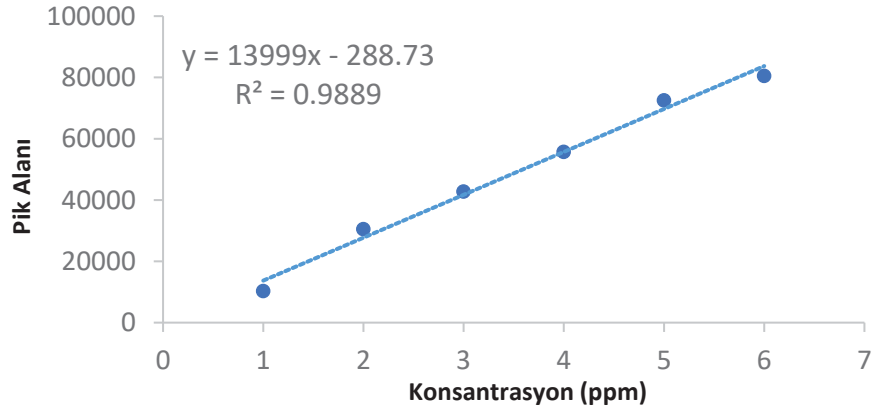
Ek-8: Histidin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği



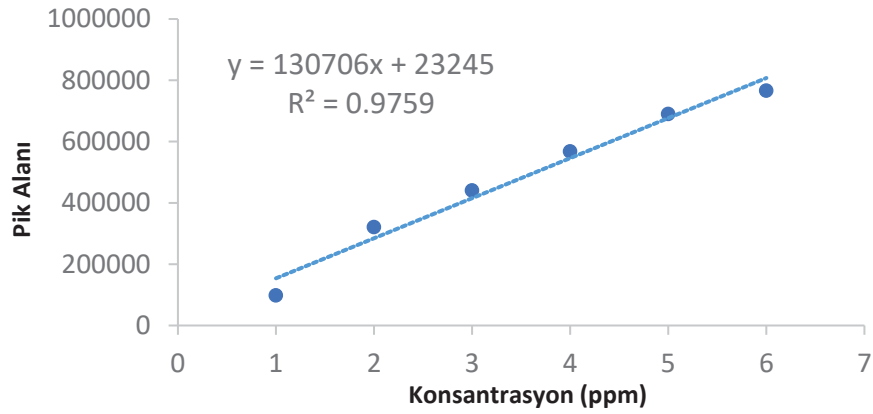
Ek-9: Arginin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği



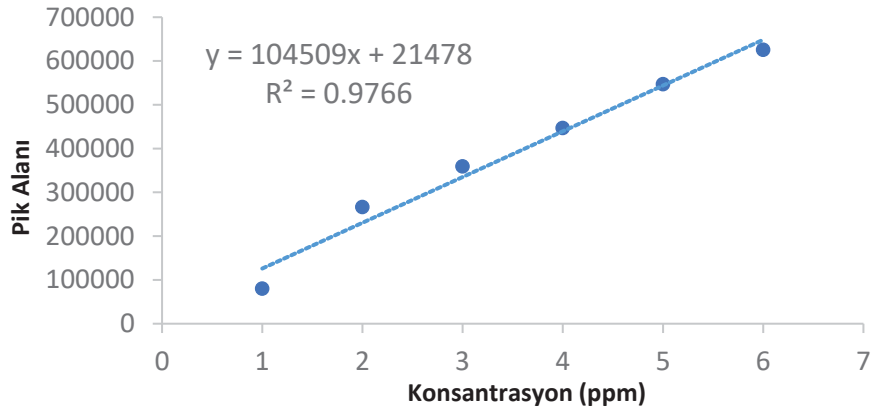
Ek-10: Tronin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği



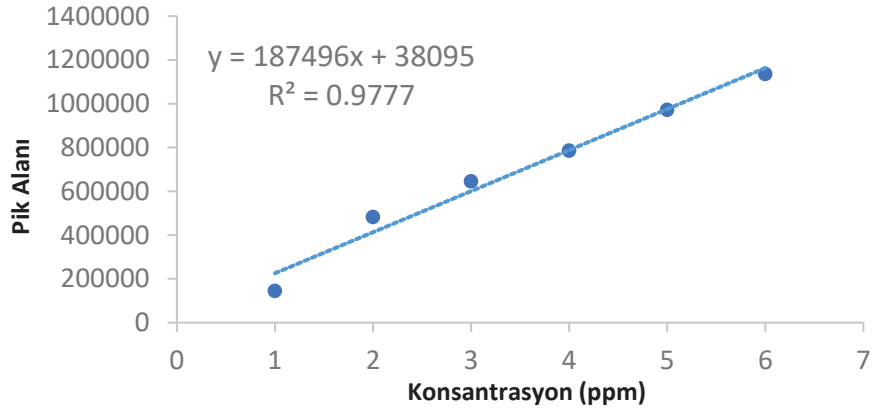
Ek-11: Alanin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği



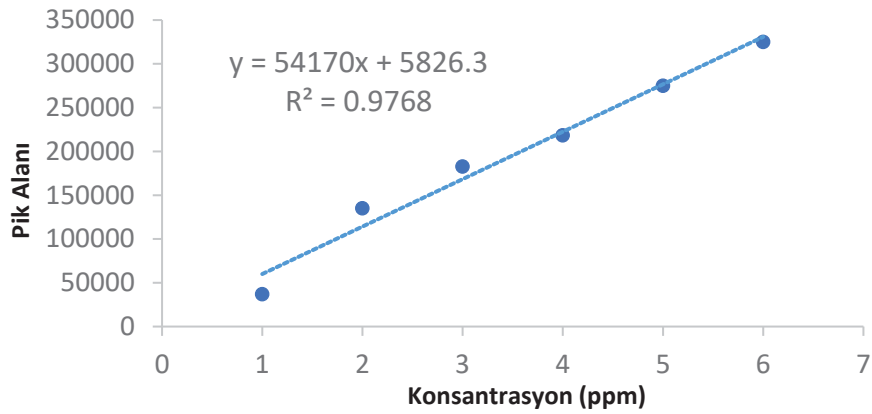
Ek-12: Pirolin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği



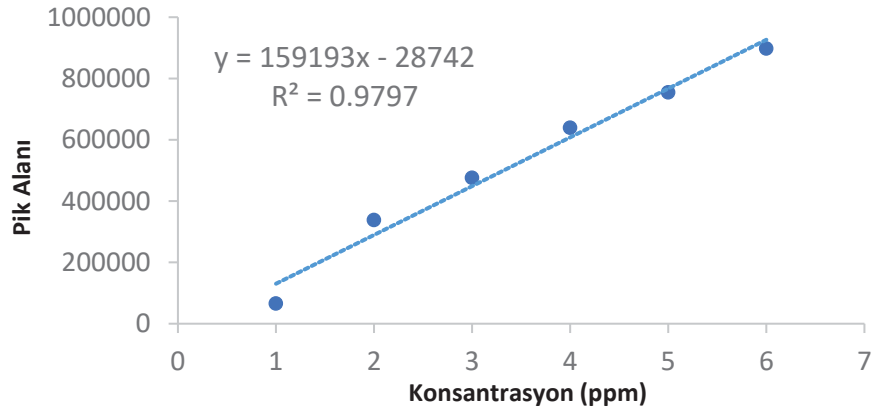
Ek-13: Tirozin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği



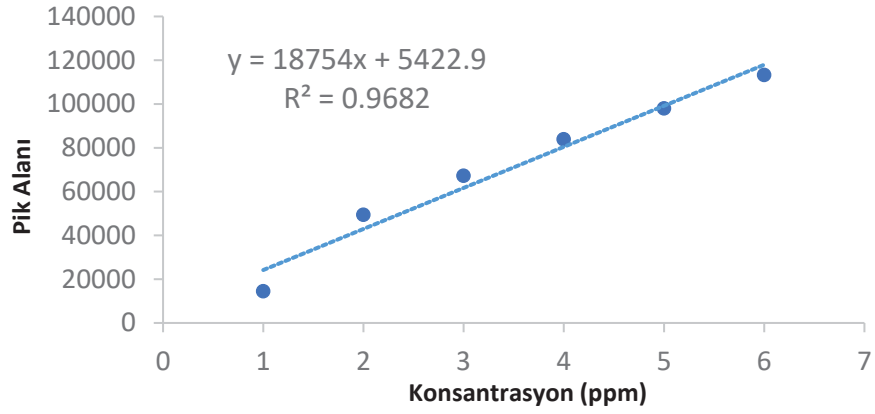
Ek-14: Valin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği



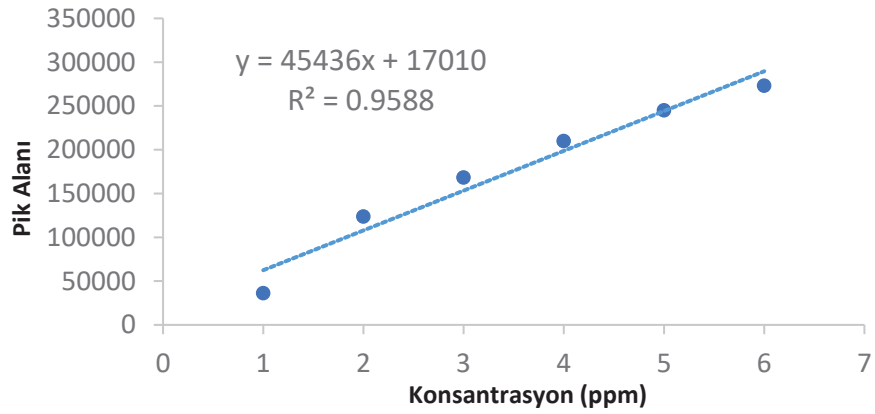
Ek-15: Metiyonin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği



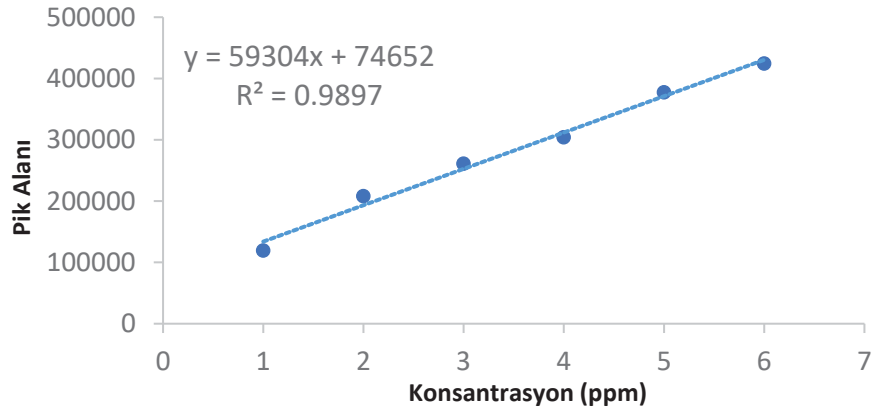
Ek-16: Sistein Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği



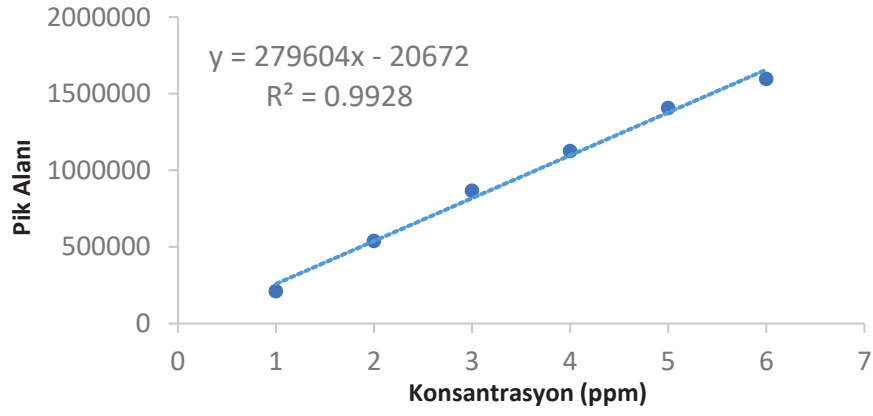
Ek-17: Lösin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği



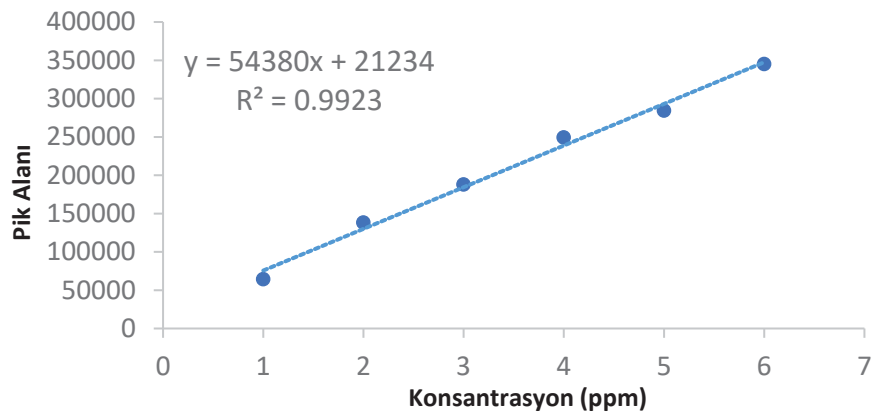
Ek-18: İzölösin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği



Ek-19: Fenilalalin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği



Ek-20: Triptofan Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği



Ek-21: Lizin Doğru Denklemi İçin Çalışma Grafiği