

**T.C.**  
**İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI**

**SİYEZ UNU İLE ÜRETİLEN BEBE BİSKÜVİLERİNDE**  
**PROTEİN VE KARBONHİDRAT**  
**SİNDİRİLEBİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Yasemin KIZILASLAN**

**İstanbul**  
**Ocak, 2020**

**T.C.**

**İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI**

**SİYEZ UNU İLE ÜRETİLEN BEBE BİSKÜVİLERİNDE  
PROTEİN VE KARBONHİDRAT SİNDİRİLEBİLİRLİĞİNİN  
İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Yasemin KIZILASLAN**

**Tez Danışmanı**

**Dr. Öğr. Üyesi Halime PEHLİVANOĞLU**

**İstanbul**

**Ocak, 2020**

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren, desteklerini esirgemeyen değerli tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Halime PEHLİVANOĞLU'na, laboratuvar çalışmalarında yol gösteren Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YAMAN'a ve çalışmamda yardımcı olan Arş. Gör. Muhammed ÖZGÖLET'e çok teşekkür ederim.

Eğitimimin her anında sabırla bana maddi manevi yardımını esirgemeyen anneme, tez çalışmam boyunca bana destek olan eşime, bir yetişkin olgunluğuna sahip, anlayışlarından ötürü çocuklarıma ve bütün laboratuvardaki arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Yasemin KIZILASLAN

## ÖZET

### SİYEZ UNU İLE ÜRETİLEN BEBE BİSKÜVİLERİNDE PROTEİN VE KARBONHİDRAT SİNDİRİLEBİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

Yasemin KIZILASLAN

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Halime PEHLİVANOĞLU

Ocak-2020, 94 Sayfa

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de başta obezite olmak üzere birçok sağlık problemi mevcuttur. Günümüzde tüketicilerin sağlıklı ve güvenli gıda talebi sürekli artmaktadır. Siyez buğdayı, antik çağlardan günümüze kadar gelen, genetik yapısı bozulmadığı düşünülen, buğday çeşitlerinden biri olup, son zamanlarda birçok bilimsel çalışmaya konu olmuştur. Bu nedenle çalışmamızda beş farklı marka siyez unu ile normal buğday unu kullanılarak beş farklı konsantrasyonda (0:100, 20:80, 40:60, 60:40, 80:20, 100:0), katkı maddesi kullanmadan bebe biskivisi, laboratuvar ölçeğinde üretilmiş ve üretilen bebe bisküvilerinin in vitro ortamda protein ve nişasta sindirilebilirliği ile glisemik indeks değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yapmış olduğumuz çalışma sonucunda protein sindirilebilirliği en yüksek %100 siyez formülasyonlu, B5 (% 82) kodlu ürüne ait numunede, nişasta sindirilebilirliği ve GI indeks değeri ise en düşük % 100 siyez formülasyonlu, E5 (% 62) kodlu ürüne ait numunede tespit edilmiştir. GI değerinde beyaz ekmek ve kontrol bebe biskivisi referans alınarak değerlendirilmiştir. Toplam 26 adet numunede 3 adet E ürün kodlu formülasyonuna ait numunede GI değerleri (E5:53,0±2,2; E4:53,2±1,3; E3:54,6±1,7), literatürde düşük GI'li bisküvi 59,1-69,9 değerinden daha düşük olarak tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmamızda 0 ve 120. dakika arasındaki glikoz salınımı, hızlı ve yavaş nişasta sindirilebilirliği de incelenmiştir. RDS en düşük E5:0,057±0,01 ilişki değerlendirildiğinde formülasyonlarda siyez un oranı arttıkça, numunelerin GI değeri ve buna paralel % PS oranlarının da düştüğü tespit edilmiştir. GI oranını düşüren faktörlerden çözünmez lif içeriği, işlenmiş gıdalardaki SDS miktarındaki arttma, fitik

asit ve polifenol varlığının, çözünmeyen kompleksler oluşturan proteinlerle ilişkilendirildiği bilinmektedir ve % PS oranını da düşürücü etkisi olduğu düşünülmektedir. PS değeri en düşük sırası ile E kodlu numunelerden E5:% 62; E4:% 74; E3:% 75.



Anahtar Kelimeler: Siyez unu, bebe bisküvisi, protein sindirilebilirliği, karbonhidrat sindirilebilirliği ve glisemik indeks.

## **ABSTRACT**

### **INVESTIGATION OF PROTEIN AND CARBOHYDRATE DIGESTABILITY IN BABY BISCUITS PRODUCED WITH EINKORN FLOUR**

Yasemin KIZILASLAN

Master of Science, Food Engineering

Supervisor: Assoc. Dr. Halime PEHLIVANOĞLU

January-2020, 94 Page

As in the rest of the world, there are many health problems, especially obesity, in our country. Today, consumers' demand for healthy and safe food is constantly increasing. Siyez wheat is one of the wheat varieties that have been preserved since antiquity and whose genetic structure is not degraded, and has been the subject of many scientific studies recently. Therefore, in our study, five different concentrations (0: 100, 20:80, 40:60, 60:40, 80:20, 100: 0), baby biscuits without additives, on a laboratory scale, using normal wheat flour and five different brand siyez flour. It is aimed to determine the protein and starch digestibility and glycemic index values of the produced and produced baby biscuits in vitro.

As a result of our study, protein digestibility has been determined in the sample of the product with the highest 100% digestion formulation, B5 (82%) code, and starch digestibility and the GI index value in the sample with the lowest 100% formulation formulation, E5 (62%). GI value was evaluated with reference to white bread and control baby biscuits. GI values (E5:  $53.0 \pm 2.2$ ; E4:  $53.2 \pm 1.3$ ; E3:  $54.6 \pm 1.7$ ) in the sample of 3 E product codes formulation in a total of 26 samples, low GI in the literature li biscuits were found to be lower than 59.1-69.9.

In addition, glucose release between 0 and 120 minutes and fast and slow starch digestibility were also examined in our study. RDS lowest E5: When  $0.057 \pm 0.01$  relationship was evaluated, it was determined that as the ratio of siyez flour increased in the formulations, the GI value of the samples and parallel% PS ratio also decreased. The

insoluble fiber content, the increase in SDS in processed foods, the presence of phytic acid and polyphenol, are known to be associated with proteins that form insoluble complexes, and are thought to have a lowering effect on PS%. PS value has the lowest order of E code samples: E5: 62%; E4: 74%; E3: 75%.



**Key words:** Einkorn, baby biscuit, protein digestibility, carbonhyrat digestibility ve glycemic index.

## İÇİNDEKİLER

<b>BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ</b> .....	<b>ii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>viii</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	<b>x</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>BİRİNCİ BÖLÜM</b> .....	<b>3</b>
<b>LİTARATÜR TARAMASI</b> .....	<b>3</b>
1.1. Siyez buğdayı .....	3
1.1.1. Siyez Buğdayının Tarihçesi .....	5
1.1.2. Coğrafi Olarak Siyez Buğdayı Üretimi.....	6
1.1.3. Siyez Buğdayının Besin Değeri .....	8
1.1.4. Siyez Buğdayının Biyoyararlılığı .....	10
1.1.5. Siyez Buğdayının Sağlıkla İlişkisi .....	11
1.1.6. Siyez Buğdayı Ürünleri.....	15
1.2. Siyezli Bebe Bisküvisi.....	17
1.2.1. Bisküvi .....	17
1.2.2. Bebe Bisküvisi .....	19
1.2.3. Bebeklerde Sağlıklı Beslenmenin Önemi .....	23
1.3. Gıda Maddelerinin Sindirimi.....	25
1.3.1. İn Vitro Sindirim.....	25
1.3.2. Amino Asitler.....	26
1.3.3. Protein Sindirimi .....	28
1.3.4. Nişasta.....	29
1.3.5. Enzime dirençli nişasta (EDN) .....	29

1.3.6. Karbonhidrat Sindirimi .....	30
1.3.7. Glisemik İndeks .....	31
<b>İKİNCİ BÖLÜM.....</b>	<b>33</b>
<b>MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>33</b>
2.1. Materyal.....	33
2.1.1. Protein Sindirilebilirliğinde Kullanılan Alet ve Ekipmanlar .....	33
2.1.2. Karbonhidrat Sindirilebilirliğinde Kullanılan Alet ve Ekipmanlar.....	35
2.2. METOT .....	36
2.2.1. Hamurun Hazırlanması ve Pişirilmesi .....	36
2.2.2. Protein Sindirilebilirliği .....	39
2.2.3. UFLC Yöntemi ile Amino Asit Profillerinin Tanımlanması (6N HCl).....	39
2.2.4. HPLC’de Triptofan Analizi (5N NaOH) .....	40
2.2.5. İn Vitro Triptofan Analizi .....	42
2.2.6. Karbonhidrat Sindirilebilirliği.....	45
2.2.7. İn Vitro Glisemik İndeks Analizi.....	46
<b>ÜÇÜNCÜ BÖLÜM .....</b>	<b>50</b>
<b>BULGULAR ve TARTIŞMA .....</b>	<b>50</b>
3.1. Protein Sindirilebilirliği.....	50
3.1.1. Esansiyel Amino Asit Kompozisyon Bulguları .....	50
3.1.2. Sindirim Öncesi Triptofan Bulguları .....	54
3.1.3. Sindirim Sonrası İn-Vitro Triptofan Bulguları .....	57
3.1.4. % Protein Sindirilebilirliği Bulguları.....	60
3.2. Karbonhidrat Sindirilebilirliği .....	64
3.2.1. Nişasta Fraksiyon Bulguları.....	64
3.2.2. Glisemik İndeks Sindirilebilirlik Bulguları .....	67
3.3. GI ve % Protein Sindirilebilirlik Aralarındaki İlişki .....	73
<b>DÖRDÜNCÜ BÖLÜM .....</b>	<b>76</b>
<b>SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>76</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>78</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>93</b>

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. Yıllara göre Türkiye’de siyez buğday ekimi (TÜİK, 2016) .....	8
Tablo 1.2. Bebe Bisküvisi Bileşen Değerleri (100 g’ı içindir) (TürKomp, 2017). .....	21
Tablo 2.1. Hamurun %’lik Formülasyon Tablosu.....	36
Tablo 3.1. % 100 Siyezli Bebe Bisküvi Formülasyonlarının EAA Kompozisyon Değerleri (mg/100g).....	52
Tablo 3.2. Sindirim Öncesi Triptofan Değerleri (mg/100g) .....	55
Tablo 3.3. Sindirim Sonrası İn-Vitro Triptofan Değerleri (mg/100g) .....	58
Tablo 3.4. % Protein Sindirilebilirlik Oranları.....	62
Tablo 3. 5. Nişasta Fraksiyonları RDS, SDS, RS, TS Değerleri.....	65
Tablo 3.6. HI, pGI, pGI*0,7 Değerleri.....	69
Tablo 3.7. GI ve PS arasındaki ilişki.....	74

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil.1.1. Siyez buğdayı.....	4
Şekil. 1.2. Bereketli Hilal Olarak bilinen bölge (Tarihsel olarak) (Charmet, 2011).....	6
Şekil 1.3. Farklı Siyez Buğdayı örnekleri (sağdan sola sırasıyla): İsrail, Türkiye, Romanya, Ermenistan ve Macaristan (Zaharieva ve Monnevuex, 2014).....	7
Şekil 1.4. Triptofan $C_{11}H_{12}N_2O_2$ .....	27
Şekil 1.5. Glutamik asit $C_5H_9NO_4$ .....	28
Şekil 2.1. HPLC Cihazı .....	34
Şekil 2.2. UV-Spektrofotometri Cihazı.....	35
Şekil 2.3. Siyezli Bebe Bisküvisi üretim akış şeması .....	37
Şekil 2.4. Araştırmada kullanılan siyez ve normal un çeşitlerinin görüntüsü.....	38
Şekil 2.5. Siyezli Bebe Bisküvisi hamur görüntüsü.....	38
Şekil 2.6. Siyezli bebe bisküvisi görüntüsü.....	38
Şekil 2.7. Esansiyel Amino asit kompozisyonu kromatogramı .....	40
Şekil 2.8. HPLC’de Triptofan Kromatogram görüntüsü.....	42
Şekil 2.9. Gıda alımıyla zaman içinde kan glikoz konsantrasyon eğrisi.....	48
Şekil 3.1. % 100 Siyezli Bebe Bisküvi EAA Kompozisyon Değerleri (mg/100g).....	53
Şekil 3.2. Sindirim Öncesi Triptofan Değerleri m/100g .....	56
Şekil 3.3. İn Vitro Triptofan Değerleri.....	59
Şekil 3.4. % Protein Sindirilebilirlik Oranları.....	63
Şekil 3.5. Nişasta Fraksiyonları RDS,SDS,RS,TS Değerleri.....	66
Şekil 3.6. HI, GI, pGI*0,7 değerleri.....	70
Şekil 3.7. A Firması 20 ve 120 dk arası absorbands değerleri .....	70
Şekil 3.8. 20 ve 120 dk arası absorbands değerleri .....	71
Şekil 3.9. C Firması 20 ve 120 dk arası absorbands değerleri .....	71
Şekil 3.10. D Firması 20 ve 120 dk arası absorbands değerleri .....	72
Şekil 3.11. E Firması 20 ve 120 dk arası absorbands değerleri.....	72
Şekil 3.12. GI ve PS arasındaki ilişki.....	75

## **SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ**

<b>AOAC</b>	Uluslararası Bilimsel Gıda Analiz Standardı (Nişasta Analizi)
<b>AMG</b>	Amiloglikolidaz Enzimi
<b>DPT</b>	Devlet Planlama Teşkilatı
<b>EAA</b>	Esansiyel Amino Asit
<b>EDN</b>	Enzime Dirençli Nişasta
<b>EFSA</b>	Avrupa Birliği Gıda Güvenliği Danışma Kurulu
<b>FAO</b>	Gıda ve Tarım Örgütü
<b>FDA</b>	Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi
<b>GI</b>	Glisemik İndeks
<b>GOPOD</b>	Glikoz Oksidaz Peroksidaz Enzimi (Reagent çözeltisi)
<b>HI</b>	Hidroliz İndeksi
<b>HPLC</b>	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
<b>PITC</b>	Fenilizotiyosiyanat
<b>pGI</b>	Tahmini Glisemik İndeks
<b>RDS</b>	Hızlı Sindirilebilir Nişasta
<b>SDS</b>	Yavaş Sinirilebilir Nişasta
<b>TCA</b>	Triklorikasetikasit
<b>TEA</b>	Trietilenamin
<b>TGK</b>	Türk Gıda Kodeksi
<b>TÜİK</b>	Türkiye İstatik Kurumu
<b>TSE</b>	Türk Standartları Enstitüsü
<b>TÜBİTAK</b>	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
<b>Türkomp</b>	Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı
<b>WHO</b>	Dünya Sağlık Örgütü

## GİRİŞ

Buğday ve buğday ürünleri geçmişten günümüze insanoğlu için daima temel besin ögesi olmuş, toprakları ve iklimi ekime uygun olmayan ülkeler için dahi mısır ve pirinçten sonra en çok üretilen temel tahıl bitkisi olmuştur (Özberk, F. vd., 2016; Şanal, 2016; Elgün, 2018; Anonim, 2019). Buğday dünya nüfusunun büyük kısmı için karbonhidrat, enerji, protein, besin lifi kaynağı olan bir yıllık bitki türüdür (Abdel-Aal, 2002; Cooper, 2015; Zengin, 2015). İnsanoğlu 10.000 yıldan fazla süredir beslenmesinde ilkel ve evcilleştirilmiş buğdayı kullanmıştır. Buğdayın kavuzlu atalarından, genetiği değişmediği düşünülen ve kromozom sayısı  $2n=14$  olan, doğal siyez buğdayı (*Triticum monococcum* L.) yeryüzünün biyolojik çeşitliliğe sahip, en değerli yapı taşlarından, kültürel miraslarından biridir (Kilian vd., 2008; Özberk, İ vd., 2016).

Fonksiyonel gıdanın öneminin anlaşılması ve besinlerin kalitesine artan ilgi geleneksel beslenmeyi gündeme getirmiştir. Biyoyararlılığı daha fazla olan demir, fitosterol, lutein, B1, B2, B6 gibi vitamin, mineral, lif yönünden zengin, GI oranı düşük olan siyez gibi ilkel buğdayların insan sağlığına ve beslenmesine ciddi katkı sunacağı her geçen gün biraz daha anlaşılmaktadır ve yapılan araştırmalarla desteklemektedir (Şanal, 2012; Hidalgo ve Brandolini, 2014; Pirgozliev vd., 2015; Dimov ve Stamatovska, 2018). Diyetetik besleyici özellikleriyle karşımıza çıkan siyez buğdayının, özellikle obezite, alerji, kanser, diyabet ve kronik hastalıkların önlenmesinde önemli rol alabileceği düşünülmektedir (Nakov vd., 2018).

Siyez buğdayı ile günümüz buğdayları karşılaştırıldığında uygun protein, yağ, vitamin, mineral yapısıyla diğer buğdaylara üstünlük sağladığı, fonksiyonel bileşenler olarak fenolik bileşikler, tokoferoller ve karotenoidler açısından oldukça zengin ve buna bağlı olarak besin değerinin de daha iyi düzeyde olduğu görülmektedir. (Abdel-Aal ve Hucl, 2002).

Siyez buğdayı unu ile bebe bisküvisi hazırlanırken, bebek ve küçük çocukların sağlığını olumsuz yönde etkileyen katkı maddelerinden kaçınılmıştır. Piyasada üretilenlerin haricinde, farklı formülasyon oluşturularak, besin içeriği daha zengin doğal, katkısız,

bebeğin gelişimine uygun malzemelerin kullanıldığı bebe bisküvileri hazırlanmıştır. Ayrıca formülasyonda sindirime yardımcı olan dirençli nişasta da kullanılmıştır.

Bu çalışmada beş farklı marka siyez unu ile normal buğday unu kullanılarak, beş farklı konsantrasyonda (0:100, 20:80, 40:60, 60:40, 80:20, 100:0), katkı maddesi kullanmadan bebe bisküvisleri laboratuvar ölçeğinde üretilmiş ve üretilen bebe bisküvilerinin in vitro ortamda protein ve nişasta sindirilebilirliği ile glisemik indeks değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Hazırlanan bebe bisküvilerinin HPLC’de esansiyel amino asit profilleri, in vitro protein sindirilebilirliği, in vitro nişasta sindirilebilirliği ve Spektrofotometre cihazında glisemik indeks oranları belirlenmiştir. Ayrıca beyaz ekmeğe (Referans olarak) karşı GI ile 20. ve 120. dakikalarda yavaş ve hızlı glikoz salınımları tespit edilmiştir (Goni, Garsia ve Calixto, 1997). Triptofan gıdada proteinin kalitesini gösteren bir parametredir. Protein sindirilebilirliği belirlenirken gıdadaki kalite belirleme ölçütü olan triptofan oranlarını, in vitro ve alkali hidroliz yönteminin birbirine oranlanması ile tespit edilip, protein sindirilebilirliği triptofan miktarıyla hesaplanmıştır (Çevikkalp vd., 2016).

Glisemik indeksin sağlık üzerine etkileri ile ilgili yapılan birçok çalışma mevcuttur. Yapılan çalışmalar ile glisemik indeksin, obezite, kanser, kardiyovasküler, diyabet, bağırsak temelli çeşitli kronik hastalıklarla ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Roberts, 2000; Ludwig, 2002; Barret, 2013).

Siyez unlu bebe bisküvilerinde glisemik indeks değerleri, formülasyonda siyez un miktarı arttıkça normal buğday unundan elde edilen bisküvilere göre düştüğü tespit edilmiştir. Bu sonuçlar çalışmamızın başta çocuklar olmak üzere tüm bireylerde faydalı bir çalışma olduğunu göstermektedir. Nişasta sindirim yavaş olması ve GI değerinin düşük olmasının sağlık açısından önemli katkıları olduğu bildirilmektedir (Vujic vd., 2014).

Dünyanın çeşitli bölgelerinde farklı besin, maddelerinin ikamesiyle zenginleştirerek, sağlıklı, yeni tür bisküvi çalışmaları bulunmaktadır (Zulfa, Iliaka ve Ninik, 2014). Son dönemde siyez buğdayıyla ilgili literatürde birçok araştırmalar da mevcuttur. (Abdel-Aal ve Hucl, 2014; Hidalgo ve Brandolini, 2014; Nakov vd., 2018). Siyez buğdayının öneminin anlaşılması için daha çok araştırma ve çalışmaya ihtiyaç vardır. Araştırmalar sonucunda hassas bünyeli bebekler için önemli bir gıdanın hazırlanışında multidisipliner yaklaşımlara ihtiyaç olduğu bilinmektedir. Yapılacak yeni çalışmalarla ürün geliştirme ve modellemelerle siyezden bebe bisküvilerinin hazırlanabileceği, böyle bir ihtiyaca katkı sunacağı düşünülmektedir.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### LİTARATÜR TARAMASI

#### 1.1. Siyez buğdayı

Siyez (Einkorn) (*Triticum monococcum* L.), adını her başakçıkta tek bir tanenin bulunmasından alan,  $2n=14$  kromozom sayısına sahip en ilkel buğday türüdür. Günümüz buğdaylarının da atası olarak kabul edilen siyez buğdayı, orjini ‘Bereketli Hilal’ olarak adlandırılan Dicle ve Fırat Nehirlerinin arasında, Mezopotamya ve Türkiye’nin dağlık bölgelerinde yetiştirilmesine, yaklaşık 10.000 yıl öncesinde başlamıştır (Hidalgo ve Brandolini, 2014; Özberk, İ. vd., 2017). Kendiliğinden oluşan evrimler, insanların eliyle yapılan seleksiyon veya doğal yolla olan melezlemeler sonucu, Türkiye’de ve bütün dünyada, bu buğdayın tüm akrabalarından önce kavuzlu kültür formları gelişmiştir. Siyez, orijinal Mezopotamya Yazıtlarında ve aynı anlamda kullanılan Hitit Metinlerinde sıklıkla belirtilen “ZIZ” terimi, günümüzde çatal siyez olarak ifade edilir (Bayram, 2013). Dış kabuk itibarıyla kavuzlu yapısı, günümüzdeki buğdaylarla karşılaştırıldığında daha ince ve mat bir görünüme sahiptir (Özberk, F. vd., 2016). Siyez Buğdayı bir kaplıca grubu buğdayı olup, kavuzlu atalarından olan Kavılca, Gernik, ‘nesilden nesile geçen’ anlamıyla heirlom çeşitleriyle tanımlanır (Anonim, 2006). Halk arasında yöresel ağız farklılıkları olsa da “Kaplıca” veya “kapulca da” denmektedir. Siyez buğdayının yabani ve evcilleştirilmiş formları mevcuttur. Karabuğday, kavılca, karakılıçık, uveyik, kızılca bunlardan bazılarıdır (Özberk, İ. vd., 2016).

Siyez (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) kavuzlu bir buğday olarak, ( $2n=2x=14$ ) diploiddir (Hidalgo ve Brandolini, 2011). Siyez buğdayının antik çağlardan günümüze kadar genetik formunu koruyarak ulaşması, kavuzlu yapısından kaynaklanmaktadır. Günümüzde kullanılan ekmeklik (*Triticum aestivum*)  $2n=4x=28$  tetraploid, makarnalık buğday (*Triticum durum*) ise  $2n=6x=42$  kromozomlu ve heksaploiddir (Pekol, Baloğlu ve Altunoğlu, 2016). Siyez buğdayının diploid olma özelliği araştırmacılar için ekmeklik ve makarnalık buğday ıslahında kullanımını gündeme getirmektedir. Son yıllarda dünyanın birçok bölgesindeki araştırmacılar, siyez buğdayı ve ürünleri üzerine yoğun bir şekilde çalışmaktadır (Demirel, 2013). Ülkemizde

yetiştirilen yerel türler yüzyıllar boyu doğal aktarımla varlığını sürdürmüşlerdir. Daha sonraki dönemlerde, genler üzerinde yapılan seçimler veya kendi aralarında doğal melezlenmeler sonucu, önce kendiliğinden olan kavuzlu kültür formları ve daha sonra taneli kültür formları oluşmuştur. Araştırmalara göre Türkiye’de 2016 yılı itibariyle 28 ilkel buğday grubu olduğu düşünülmektedir (Özberk F. vd, 2016).

Munss vd. (2012) yaptığı çalışmaya göre siyez buğdayında bulunan Na<sup>+</sup> transporter geni, makarnalık buğdaylara (*Triticum durum*) biyoteknolojik aktarım yoluyla ıslah edildiğinde, zor arazilerde daha fazla verim elde edilmiştir.

Heun vd., 1997 yılında topladıkları yaklaşık 1400 kadar ilkel kaplıca buğdayının DNA’larının arasında yaptıkları karşılaştırma sonucunda, kültür ve ıslaha en uygun olanlarının (kültür formuna en uygun popülasyonun) Karacadağ/Urfa bölgesinde siyez buğdayı olduğu fikrine varılmıştır. Şekil 1.1’de de görüldüğü üzere siyez buğdayının taneleri diğer ekmeklik ve makarnalık buğdaylara göre daha küçük, daha ince, renk olarak, daha koyu ve tat olarak da oldukça lezzetlidir.



**Şekil.1.1.** Siyez buğdayı

Güçlü proteinler, lipitler (çoğunlukla doymamış faydalı yağ asitleri), iz elementler (Zn ve Fe dahil), fruktanlar, bazı antioksidan bileşikler (karotenoidler, tokoller, konjüge

polifenoller) ve düşük  $\beta$ -amilaz ve lipoksigenaz aktiviteleri bu buğdaya olan ilgiyi artırmaktadır. Bu sıkı kavuzlu yapı, avantaj olarak başakların genellikle de tek taneli olması nedeniyle siyez buğdayını çevresel zorluklara karşı daha dayanıklı hale getirmektedir. Kuraklık, soğuk, verimsizlik, tuz yoğunluğunun fazla olduğu topraklarda, diğer buğdaylara göre dayanma gücü daha fazladır. Biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanıklı olması araştırmacıların, bilim adamlarının ıslah çalışmaları yapmalarına olanak sağlamaktadır (Demirel, 2016). Aslan vd. (2017) yaptıkları bir araştırmaya göre kuraklık dönemlerinde siyez buğday popülasyonlarının, topraktaki stres koşullarına karşı direnç ve performanslarının, diğer türlere göre daha iyi sonuçlar gösterdiği bildirilmiştir.

Siyez buğdayının kavuzlu yapısı sayesinde, gıda işleme esnasında oluşabilecek ısı hasarından kaynaklı antioksidan kayıpları daha az olmaktadır (Hidalgo vd., 2006; Hidalgo, Yılmaz ve Brandolini, 2016). Kalın kavuzlu yapısı kimyasal ilaçtan etkilenme oranını düşürmekle beraber, haşarelere karşı daha koruma sağlamaktadır. Siyez buğdayının birçok avantajlarına rağmen kavuzlu olması (taneyi sıkıca saran örtü) nedeniyle taş değirmenlerde öğütülme zorunluluğu getirmektedir. Hasat ve harman zamanında kavuzun ayrılmaması, daha fazla teknoloji gerektiren sistemlere gerek duyulması, buna ek olarak ciddi maliyet getirmesi, birim alandan elde edilen verimin düşük olması, işleme zorlukları, zaman içinde yerini modern buğdaylara bırakmıştır (Emeksizoglu, 2016).

### **1.1.1. Siyez Buğdayının Tarihçesi**

Siyez buğdayının sağlık, ekonomik, sosyal, kültürel değerinin yanında tarihsel yönü de oldukça önemlidir. Siyez, buğdayın atası olarak bilinmektedir (Heun vd., 1997). Arkeo-botanik bulgulara göre, siyez buğdayının tarihinin 10.000-12.000 yıl olduğunu söylemektedirler (Zengin, 2015). Siyez buğdayı dünyada ilk olarak Şekil 1.2.'da görüldüğü gibi, "Bereketli Hilal" olarak adlandırılan (bugün Göbekli Tepe'nin de bulunduğu bölge) Mezopotamya'nın yukarı kısımlarındaki (Urfa Karacadağ eteklerinde), antik yaşam alanlarının bulunduğu bölgede rastlanmaktadır. Neolitik Çağda yaklaşık olarak 10.000 yıl öncesinde yerleşik yaşama geçen insanların temel besinini oluşturmuştur (Özberk, İ. vd., 2017). Birçok araştırmacıya göre ilk kez burada kültüre alınıp, bütün dünyaya bu bölgeden yayıldığı ve evcilleştirdiği düşünülmektedir

(Heun vd., 1997; Kilian 2007; Charmet, 201; Zaharieva ve Monneveux, 2014). Çatalhöyük bölgesinde kalıntılarda izlerine rastlanmaktadır. Tarihin ilk tarım bölgelerinden olan Anadolu’da, köylerde ekilen ve bir dönem hüküm süren Hitit Medeniyeti’ni (M.Ö. binli yıllar) anlatan İvriz Kaya kabartmalarında, siyez (*Triticum monococcum*) ve gernik (*Triticum dicoccum*) buğdaylarını gösteren ikonografilere rastlanılmıştır. Bunlar yabani atalarına göre daha iri ama yine de kavuzlu yapıda, başları yana dönmüş şekilde çizilmiştir. Dil bilimciler orijinal Mezopotamya metinlerinde (Sümer ve Hitit) siyez buğdayını ifade eden “ZIZ” terimine de yer verildiğini belirtirilmektedir (Bayram, 2013).

Antik çağlardan itibaren formunu koruyarak günümüze kadar gelen nadir tarım kültür miraslarıdır. Tarihi olarak Türkiye’den başka Lübnan, Suriye (the Levant), Filistin, Mısır ve Etiyopya’da ekilmiştir (Cooper, 2015). Daha sonraki dönemlerde Ortadoğu, Balkanlar, Kafkasya, Orta, Güney ve Kuzey Avrupa’ya kadar yayılmıştır (Hidalgo ve Brandolini, 2014).



Şekil. 1.2. Bereketli Hilal Olarak bilinen bölge (Tarihsel olarak) (Charmet, 2011)

### 1.1.2. Coğrafi Olarak Siyez Buğdayı Üretimi

Türkiye’nin bölgesel olarak 20’den fazla yabani buğday, 400’den fazla ıslah ya da genetiği değiştirilmiş buğday türüne ev sahipliği yaptığı bilinmektedir (Özberk F. vd., 2016). Türkiye toprakları siyez buğdayı yetiştirilmesine oldukça elverişli olmasına

rağmen oldukça kısıtlı alanlarda yetiştirilmektedir (Aslan vd., 2017). Günümüzde Kastamonu, Karabük, Kars, Bolu, Sinop, Bilecik gibi sınırlı bir alanda yetiştirilmektedir (Karagöz ve Zencirci, 2005). Ülkemizde özellikle Kastamonu ilinin İhsangazi, Seydiler, Devrekani, Daday İlçeleri ve etrafında, az bir yüz ölçüm alanında ekimi gerçekleşmektedir (Kün, 1996; Heun vd.,1997; Anonim, 2016). Mardin, Siirt, Hakkari, Şırnak, Tunceli ve Amonos dağlarının uzantısı Karadağ'da az ölçüde de olsa geleneksel olarak ekilmektedir (Aktaş vd., 2018). Siyez buğdayı Ülkemizde yetiştiği bölgelere göre farklı verim, nitelik ve kalitededir (Zengin, 2015). Dünya genelinde İtalya, Fransa, İspanya, Balkan Ülkeleri, Fas ve Hindistan'da ekimi mevcuttur (Emeksizoglu, 2016). Özellikle son yıllarda İtalya, Fransa ve Almanya konuya daha fazla sahiplenip ekim alanlarını genişletmektedir (Kilian, 2007).

Tarımsal olarak binlerce yıl Türkiye'de siyez buğdayı 1950'lerde 1.3 milyon dekar arazide ekilmekte iken, günümüzde ise 22 bin dekara kadar düşmüştür. Son dönemde siyez buğdayıyla ilgili TÜBİTAK projeli ekim alanları oluşturulmuştur. Ülkemizde 60 yıldır birçok nedenle büyük ölçüde kaybedilen ekim arazileri ve kötü senaryolar düşünülerek 200'den fazla siyez buğdayı tohumu toplanıp gen bankasında saklanmaktadır (Akar ve Taner, 2017).



**Şekil 1.3.** Farklı Siyez Buğdayı örnekleri (sağdan sola sırasıyla): İsrail, Türkiye, Romanya, Ermenistan ve Macaristan (Zaharieva ve Monnevuex, 2014).

FAO'nun 2016 yılı verilerine göre 221.616 bin hektar alanda buğday ekimi gerçekleştirilmektedir. Dünya buğday üretimi ise, 728,967 bin tondur. Kaplıca grubu olarak Türkiye ekim alanı 22,701 dekar, üretim 4,700 tondur (Yılmaz, Ezici ve Alparslan, 2016). Tablo 1.1.'de de görüldüğü gibi, yıllar boyunca ekim alanları ve

üretim de azalmıştır. Kastamonu genelinde 2018 yılında bu rakam 31 bin 390 dekar alana yükselirken ürün miktarı 7 bin 33 tona çıkmıştır.

**Tablo 1.1.** Yıllara göre Türkiye’de siyez buğday ekimi (TÜİK, 2016)

Yıllar	Ekim (ha)	Üretim (ton)	Verim (kg/ha)
1953	137.300	129.700	945
1963	132.000	137.000	1.038
1973	65.000	80.000	1.231
1983	38.000	50.000	1.316
1993	12.900	16.000	1.240
2003	7.600	1.366	1.980
2013	6.900	8.200	1.080
2015	2.270	4.700	2.080

### 1.1.3. Siyez Buğdayının Besin Değeri

Siyez buğdayı ile günümüz buğdayları karşılaştırıldığında uygun protein, yağ, vitamin, mineral yapısıyla diğer buğdaylara üstünlük sağladığı, fonksiyonel bileşenler olarak fenolik bileşikler, tokoferoller ve karotenoidler açısından oldukça zengin ve buna bağlı olarak besin değerinin de daha iyi düzeyde olduğu görülmektedir. (Abdel-Aal ve Hucl, 2002). Yapılan bir çalışmada siyez buğdayının protein miktarının % 15,8 ile 24,2 arasında, ekmeklik buğdayda ise %11,6 ile 15,1 arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmaya göre siyez buğdayı (g/100g KM’de) yağ oranı % 2,8-4,2 iken, ekmeklik buğday yağ oranı % 1,8-2,1, siyez buğdayında kül miktarı % 2,5-2,8 arasında iken, ekmeklik buğdayda kül miktarı % 1,1-1,5 olarak bulunmuştur (Abdel-Aal vd., 2004). Akar, Cengiz ve Tekin (2019) 36 adet siyez buğdayı, 49 adet antik emmer buğdayı (*Triticum turgidum dicoccum*), 3 adet durum buğdayda (*Triticum durum*) protein içeriği ve amino asit kompozisyonları incelenmiştir. Siyez buğdayı, emmer buğdayı ve durum buğdayının sırasıyla protein içeriği ortalama %  $21,29 \pm 1,59$ ; %  $17,35 \pm 2,49$ ; %  $16 \pm 1,93$  olduğu bildirilmiştir.

Siyez buğdayının nişasta şeker içeriği konusunda yapılan çalışmalarda; nişasta oranı siyez buğdayında 61,2 g/100g ekmeklik buğdayda 62,4-70,0 g/100g civarındadır. Siyez buğdayının toplam şekerin 26,7 (g/kg) ; ekmeklik buğdayın şeker oranının ise 33,3 (g/kg) olarak bildirilmektedir. Soğuk ve donmuş olarak 7 gün süre ile depolanan siyez buğdayı nişasta jel stabilitesinin, oldukça yüksek olduğu ve bunun da bazı gıda uygulamaları açısından olumlu sonuçlar verebileceği bildirilmiştir (Hidalgo ve

Brandolini, 2014). Mohammadkhani, Stoddard ve Marshall, 1999 yılında 247 adet siyez buğday türünde yapmış oldukları çalışmada amiloz içeriğinin %15- %28 arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Siyez buğdayı ve ekmeklik buğdayın karşılaştırıldığı in vivo bir çalışmada, 120 dakikalık glisemik analizinde, GI ve insülinemik olarak 15 ve 105. dakikalarda, siyez buğdayı ekmeklik buğdaya göre GI'si daha düşük çıkmıştır. Yapılan bu çalışmada intestinal mikrobiyotayı da faydalı yönde artırdığı gözlemlenmiştir (Barone vd., 2019). Pasini vd. 2015 yılında yaptıkları bir çalışmada, siyez buğdayı ve durum buğdayının in vitro olarak farklı işleme koşulları altında (NMR sonuçlarına göre), siyez buğdayının nişasta hidroliz oranının daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Buna karşılık gluten oranı az olduğu için hamur bağlayıcılığı daha az bulunmuştur.

Siyez buğdayı yağ oranı 2,8-4,2 g/100g arasında olup, ekmeklik buğdaydan % 50 daha fazladır. Hidalgo, Brandolini ve Pompei, (2009) yapmış oldukları çalışmada yağ asidi sırasıyla, linoleik, oleik ve palmitik asit (sırası ile) %50,9-54,0; 24,8-26,4; 13,9-16,7 tespit etmişlerdir. Siyez buğdayı, tekli doymamış yağ asitlerin daha yüksek, çoklu doymamış yağ asitleri ve doymuş yağ asitleri daha düşüktür.

Siyez buğdayının antioksidan içeriği açısından da oldukça zengin olduğu bildirilmektedir. Farklı bilim adamlarının yaptıkları araştırmalara göre, toplam tokol miktarı ortalama 77,96 µg/g olduğu sırasıyla; β-tokotrienol 48,22 µg/g, α-tokotrienol 12,77 µg/g, α-tokoferol 12,18 µg/g ve β-tokoferol ise 4,79 µg/g bulunduğu tespit edilmiştir. (Loje vd., 2003; Hidalgo vd., 2006; Hidalgo ve Brandolini, 2008; Zengin, 2015). Siyez buğdayı, modern buğdaylarla karşılaştırıldığında, 2 kat karotenoid, 3-4 kat lutein içermektedir (Zaharieva ve Monneveux, 2014). Abd-el Aal ve Hucl'in (2014) yaptığı çalışmada, karotenoid oranı siyez buğdayında 0,13 µg/g, ekmeklik buğdayda 0,05 µg/g; siyez buğdayının sarı lutein oranı 7,4 µg/g ekmeklik buğdayın ise 1,8 µg/g olduğu belirlenmiştir (WWF-Türkiye, 2016).

Hidalgo vd., (2006) tarafından yapılan bir çalışmada 4 çeşit siyez buğdayının karotenoid miktarı, durum ve ekmeklik buğdaylarla karşılaştırıldığında siyezlerde ortalama ve maksimum lutein miktarlarının sırasıyla 8,41-13,4 µg/g (KM'de) olduğu gözlemlenmiştir. Siyez buğdayının % 47'sini sitosterolün oluşturduğu, fitosterol miktarının ise 1054 mg/kg değerle diğer buday çeşitlerinden % 25 kat daha fazla olduğu bildirilmektedir (Nurmi vd., 2008). Yapılan bir araştırmaya göre siyez buğdayında fitik

asiti oranının 2666,82 mg/kg olduğu, diğer buğdaylara göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Diğer buğdaylardaki fitik asit oranı ortalama 2205,75 mg/kg'dır (Zengin, 2015).

Siyez buğdayının vitamin olarak 4-5 kat daha fazla riboflavin ve pridoksin içerdiği ve  $\beta$ -karoten miktarının da yüksek olduğu yapılan çalışmalarla bildirilmiştir. Niasin, prioksidin, A vitamininin sentezlenmesini sağlayan provitamin  $\beta$ -karoten düzeyinin daha yüksek olduğu görülmüştür (Akar ve Eser, 2012). Analiz edilen 5 siyez buğdayının folik asit (folat) konsantrasyonu 429-678  $\mu$ g/kg, 150 ekmeklik buğdayda ise ortalama 323-774  $\mu$ g/kg aralığında bulunmuştur (Hidalgo ve Brandolini, 2014).

Yapılan çalışmalar siyez buğdayının mineral madde bakımından oldukça zengin olduğu gösterilmektedir (P 415 mg/100g) (Abdel-Aal, Hucl ve Sosulski., 1995). Siyez buğdayı Fe 47,04 mg/kg; Zn 54,81 mg/kg; Mn 49,29 mg/kg; Cu 6,40 mg/kg; K, Ca, S, ve Se mineralleri ekmeklik buğdaydan fazla olarak bulunmuştur (Zaharieva ve Monneveux, 2014). Erba vd. (2011) yaptıkları bir araştırmaya göre siyez buğdayı çeşitlerinin, ekmek buğdayından daha yüksek Zn:  $7,18 \pm 0,76$  mg/100 g, Fe:  $5,23 \pm 0,47$  mg/100 g, Mn:  $4,6 \pm 0,23$  mg/100 g, Cu:  $0,90 \pm 0,08$  mg/100 g, Mg:  $151,2 \pm 9,00$  mg/100 g ve P:  $541,1 \pm 35,37$  mg/100 g içerdiğini tespit etmişlerdir.

#### **1.1.4. Siyez Buğdayının Biyoyararlılığı**

Biyoyararlılık, vücuda alınan besinin biyoaktif maddesinden, olabildiğince faydalanılması olarak tanımlanır. Biyolojik süreçlerde katı gıda matrisinden açığa çıkan besinlerin biyolojik etkilerinin, bağırsak engelini geçerek metabolizma tarafından faydalanım, emilim sürecidir. FDA biyoyararlılık tanımını, ilaç içerisinde bulunan aktif matrisin ya da tedavi edici kısmın emilim hızı ve etkinliğini, yararlılık derecesi olarak ifade eder (Shi ve Maguer, 2010). Biyoyararlılık kapsamı içerisinde olan biyoerişilebilirlik kavramı, sindirim sisteminde kalan maddenin, gıdada bulunan madde miktarına oranı olarak tanımlanır (Sağbasan, 2015). “Biyoeerişilebilirlik” terimi, insan sağlığını iyileştirmek amacıyla geliştirilen gıda ve gıda formülünün beslenme verimliliğini tespit etmek için oluşturulmuş bir kavramdır (Fernández, Carvajal, ve Pérez, 2009).

Biyoyararlılığı bileşiğin besin değeri, içerisinde bulunduğu gıdanın kompozisyonu, alınan doz, alım şekli, beslenme sıklığı ve biçimi, cinsiyet farklılıkları, genetik

özellikler, kolondaki mikrobiyota ve tüketilen gıdanın mevcut diğer bileşenlerle olan ilişkisini etkiler. Biyoaktif maddelerin sindirim sistemi içerisindeki sıvı içerisinde çözünür özelliğinin olması gibi bazı faktörlerin etkilediği de tespit edilmiştir (Sandstrom, 2001). Bir gıda veya besin miktar olarak ne kadar bulunduğundan çok, alınan besin ögesinin biyoyararlılık derecesi önemlidir. (Şengül, 2013). Gıdanın besin değeri ve bileşenlerinin yanı sıra biyoyararlılığı etkileyen başka etmenler de söz konusudur. Gıda üretimi esnasında uygulanan birtakım yöntemler ve işlemler, besinin bileşimini, biyoyararlılığını ve antioksidan yönünden içeriğini etkiler (Hidalgo, Yılmaz ve Brandolini, 2016). Biyoyararlılığın daha fazla olması için gıda maddesine bazı işlemler uygulanması gerekir. Atasoy ve Ertop'un (2006) siyez buğdayıyla yaptığı bir çalışmaya göre gıdaya uygulanan ısıtma işlemi ve asitle muamelelerin biyoyararlılık oranını artırdığı gözlemlenmiştir. Siyez buğdayının ısıtma ile oluşan fermentasyonu, fitaz enzimini aktive eder ve hem fiziksel hem de kimyasal olarak olumlu etkiler. Isıtmanın fitik asit seviyesini değiştirerek siyez buğdayının biyoyararlılığını artırdığı, ısıtma işlemi ve mikrodalga uygulamasının ise biyoyararlılığı olumsuz etkilediği bildirilmektedir.

### **1.1.5. Siyez Buğdayının Sağlıkla İlişkisi**

İkinci Dünya Savaşı sonrası dünya nüfusunun artması, bu oranda da açlığın, fakirliğin, yiyecek kıtlığının oluşmasıyla yeni gıdalara yönelimde artış oldu. Dr. Norman Borlaug'a Nobel ödülünü kazandıran "Yeşil Devrim" kavramı ile bu dönemde tanışıldı. Yeşil devrimle yüksek verim hedeflenerek, ilkel tarım yöntemleriyle buğday üretimi yerini, modern teknolojik yöntemler kullanılarak küresel bazda, verimin iki katına çıkarıldığı yöntemlerin benimsendiği tarım şekli aldı. Buradaki hedef hibrit tohumlarla buğday verimini artırmaktı ve hedefe ulaşıldı. Ancak zaman içinde toplum sağlığı ciddi şekilde etkilenmişti. İstatistikler obezite, buğday alerjisi, çölyak, diyabet, kardiovasküler rahatsızlıklar gibi sağlıksız besin ve beslenmeyle ilgili hastalıkların bu dönemden sonra arttığını göstermektedir (Barret, 2013).

Obezite gelişmekte olan ülkelerde en önemli sağlık sorunu olarak yer almaktadır. Obezite, enerji tüketiminin enerji alımından daha az olması, vücuttaki yağ dokusunun normalin üzerinde olmasıdır. Bu durum psikolojik, sosyolojik ve ciddi sağlık sorunları oluşturabilen tıbbi problemlerin en önemlilerindedir. Çocukluk dönemindeki obezitenin tanımlanması ve kaçınılması, yetişkin dönemdeki obeziteyle ilgili sağlık

problemlerinin önlenmesi noktasında oldukça önemlidir. Obezitenin sadece kalıtsal nedenlerle açıklanamadığı, çevresel etmenlerin de etkili olduğu ortadadır. Yaşam tarzı ve beslenme şekli son 30 yıldaki obezite artışında etkili olmuştur (Janssen, Katzmarzyk ve Ross, 2004). Obezitenin, WHO (2009) tarafından en riskli 10 hastalıktan biri olduğu ve aynı örgüt tarafından yürütülen son araştırmalarda diyabet, kardiyovasküler, kanser, endokrin sistemi gibi tüm vücudu etkileyen hastalıklarla yakın ilişkisi olduğu da belirtilmiştir. TÜİK, 2016 yılı Türkiye sağlık araştırması verilerine göre vücut kitle indeksi (BMI) boy ve kilo değerleri kullanılarak hesaplandığında 2014 yılı için 15 yaş ve üstü obez bireylerin oranı % 19,9 iken, 2015 yılında ise % 20 olmuştur (TÜİK, 2017).

Buğday dünyada en çok tüketilen ve tahıllar arasında da en çok alerjiye sebep olan besindir. Alerji, ciddi bir halk sağlığı sorunudur. Araştırmacılara ve uzmanlara göre her geçen gün artarak toplum sağlığını önemli düzeyde etkilemektedir (Van Bilsen vd., 2017). Buğday alerjisi, IgE antikorlarının buğday proteinlerine maruz kalındığında, bağışıklık sisteminin bulunduğu bölgeye bağlı olarak vücudun ters bir immünolojik reaksiyon göstermesidir ve deride oluşan lezyonlara, gastrointestinal sistemde veya solunum sisteminde oluşan komplikasyonlara neden olmaktadır (Sapone vd., 2012). Buğday allerjisi daha çok çocukluk döneminde olmakla beraber yaşamın ilerleyen dönemlerinde de görülmektedir (Güneş, Kutlu ve Öztürk, 2012). Boukid vd. (2017) yaptıkları araştırmaya göre makarnalık buğdayda (*Triticum durum*) immüjenik ve toksik peptitlerin olması, alerjik reaksiyonlara sebep olur. Yapılan bir araştırmada gösterilmiştir ki, siyez buğdayındaki yüksek lutein içeriği alerjinin neden olduğu cilt hastalıklarında iyileştirici etkiye sahiptir (Abdel-Aal ve Hucl, 2014).

Çölyak, buğdayda bulunan proteine (gluten ve gliadin) karşı hassasiyet nedeniyle bağırsakta meydana gelen ve emilim bozukluğuna sebep olan immün sistem hastalığıdır. Buğday proteini insan nüfusunun yaklaşık % 99'u tarafından kolayca sindirilebilir. Hastalığın nedenini oluşturan temel etken gluten proteininin  $\alpha$ -gliadin adlı alt grup fraksiyonu olup, tahıl ürünü içeren gıdaların tüketilmesi sonucunda başta vitamin ve mineraller olmak üzere vücudun gereksinim duyduğu çeşitli besin maddelerinin emilimi azalmaktadır. Çölyak hastalarında gluten ve gliadin, hücreler üzerinde sitotoksik etki gösterir. Gliadine maruz kalındığında, ince bağırsağın üst yüzeyinin düzleşme olur, transglutaminaz proteini değişir ve bağışıklık sistemi bağırsak dokusu ile çapraz reaksiyona girerek inflamatuvar bir reaksiyona ve sitotoksik etkiye neden olur. Çölyak hastalığının son yıllarda batı ülkelerinde görülme sıklığı artmaktadır. Özellikle, çölyak

hastaları diyetlerinde gluten içeren bütün gıdalardan kaçınmalıdır ve birkaç eski tahıl önemli bir alternatif sunabilir (Cooper, 2015). Buğday yanı sıra arpa, çavdar, yulaf, tiritikale gibi hububat çeşitleri de zararlıdır. Karabuğday gibi gluten oranı daha düşük olan buğdaylar çölyak hastaları için alternatif oluşturabilir (Yıldız, 2012; Olgun vd., 2015). Siyez ürünlerinin çölyak hastalığına sebep olan toksisiteye çeşide bağlı olarak az neden olduğu veya neden olmadığı yönünde çalışmalar da mevcuttur (De Vincenzi vd., 1996; Pizzuti vd., 2006; Vincentini vd., 2007).

Siyez buğdayı ve ekmeklik buğday çeşitlerinden elde edilen gliadinler, gastrointestinal enzimler (pepsin ve kimotripsin) kullanılarak in vitro sindirim gerçekleştirilmiş ve sindirilen örneklerin bağışıklık uyarıcı özellikleri, çölyaklı hastalardan alınan T hücre hatları ve jejunal biyopsiler üzerinde araştırma yapılmıştır. Siyez buğdayı gliadini T hücresi yanıt profili, kısmi sindirimden sonra ekmeklik buğday gliadin ile elde edilene benzerliğinin aksine, geniş gastrointestinal hidroliz sonucu siyezli buğday gliadini bağışıklık uyarıcı özelliklerini önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Siyezli peptidlerin birçoğu sindirimde parçalandığı, ekmeklik buğdaydaki gliadinin ise birçoğunun sindirimden parçalanmadan kaldığı görülmüştür. Siyez buğdayı gliadin toksisitesinin daha düşük olduğu belirlenmiş ve ekmeklik buğday modelinden farklı olduğu sonucuna varılmıştır. (Giafrani vd., 2015).

Siyez buğdayının 26 çeşidiyle yapılan bir çalışmada, çölyak hastalarında siyez buğdayındaki gliadin proteininin, daha az toksik etki gösterdiği belirtilmiştir. Siyezli ürünlerde glutenle ilgili çalışmalar devam ettiği ve bir sonuca varılmadığı için henüz bu yönde beslenme diyetinde önerilmemektedir. (Cooper, 2015).

Pizzuti vd., (2006), çölyak hastalığı ve tedavisi üzerine yaptıkları çalışmada, 12 adet çölyak hastasında siyez buğdayının, gluten tüketimine bağlı olarak ortaya çıkan toksitenin daha az olduğu ve yapılacak yeni araştırmalarla gelecekte, siyez türü karabuğdayların çölyak beslenmesinde daha da önem kazanabileceği düşünülmektedir (Vaccino vd., 2009; Gianfrani vd., 2015).

Glisemik indeksin sağlık üzerine etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde glisemik indeksin, obezite, kanser, kardiyovasküler, diyabet, bağırsak temelli çeşitli kronik hastalıklarla ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Roberts, 2000; Ludwig, 2002; Barret, 2013). Bütün sağlık otoriteleri, özellikle WHO 2004 raporlarına göre toplumdaki beslenme değişimleri, hareketsiz yaşam tarzıyla birlikte, birçok kronik metabolik sağlık

problemlerini oluşturduğu konusunda hemfikirdirler. Tip 2 diyabet bunların arasında en endişe verici olanıdır, bunun dünya çapında yaklaşık 171 milyon olduğu ve bu rakamın 2030 yılına kadar 366 milyona ulaşacağı ve 7 ölümden birine bu hastalığın sebep olacağı tahmin edilmektedir (Wild vd., 2004). Bazı gıdalar, temel olarak sindirim enzim aktivitesini ve bağırsak geçiş hızını etkileyerek yapısındaki biyoaktif bileşiklerden dolayı antidiyabetik özellikler gösterebilmiştir. Bu nedenle, düşük sindirilebilir karbonhidratların, glisemik indeks tip 2 diyabetin azaltılmasında etkili olabileceği düşünülmektedir (Salmeron vd., 1997).

Yüksek karbonhidratlı besinler, birçok işlemde geçmiş gıdalar, glikoz ve früktoz gibi şekerin yüksek seviyelerde olması, beynin küçülmesine sebep olup, beyin fonksiyon bozukluğunun ana nedeni olarak gösterilmektedir. Yüksek glisemik indeks, beyin ve doğal antioksidanları etkileyen reaksiyonlarla, bilişsel kapasiteyi azalttığı alzheimer, demans, depresyon, epilepsi gibi hastalıklara neden olduğu ve diğer inme gibi hastalıkların da endişe verici düzeyde olduğu görülmektedir (Shewry, 2009; Kasarda 2013; Brouns, Buul ve Shewry, 2013). Glisemik indeksi düşük olan siyez buğdayı inmenin ve birçok beyin hastalığının önlenmesine katkıda bulunacağı düşünülmektedir (Jones vd., 2002).

Siyez buğdayındaki fitik asitin yüksek değerlerde olması vücutta oluşan serbest radikalleri yok ederek DNA ve hücre komponentlerinde oluşabilecek hasarlara engel olur (Karakaş, 2016). Bitkisel steroller, fitosterol yapısal olarak kolesterole benzer ve fitosteroller tanede en fazla germ ve kepek tabakasında bulunmaktadır (Nurmi vd., 2009). Siyez buğdayının antioksidan özelliği bağışıklık sistemini güçlendirir, kanser riskini azaltır. Yüksek fitosterol içeriği sayesinde kanda kolesterol düzeyinin azalmasına yardımcı olduğu ve kalp sağlığını korumada, yaygın kanserlerden kolon, barsak, mide, rahim ve göğüs kanserini önlemede etkili olduğu bildirilmiştir (Zaharieva ve Monneveux, 2014).

Siyez buğdayındaki minerallerin önemli oranlarda olması vücut işleyişine katkıda bulunur. Hemoglobinin (kırmızı kan hücreleri için) ve miyoglobinin (kaslar için) üretilmesinde  $Fe^{++}$  en önemli minerallerdendir. İkisi de oksijen taşımada ve depolamaya  $Fe^{++}$  yardımcı olur. Mn vücutta karbonhidratların, amino asitlerin ve kolesterolün metabolizması için birçok önemli enzimi aktive eder. Aynı zamanda sağlıklı kıkırdak ve kemik oluşumu için de gereklidir (Mihaylova ve Popova, 2018).

folik asit kan hücrelerinin oluşması ve aneminin önlenmesinde rol oynar ve siyez buğdayında fazla miktarda bulunur (Zengin, 2015).

### 1.1.6. Siyez Buğdayı Ürünleri

İnsanlar son dönemde sağlık yönünden bilinçlenme ile diyetlerinde daha doğal, biyoyararlılık yönü daha etkili olan, sağlığa faydalı besinleri tercih etmektedirler. Gıdaların besin özelliklerini iyileştirmeye yönelik farklı yaklaşımlar, bu şekliyle de fonksiyonel bir gıda olarak karşımıza çıkan siyez buğdayı, besinsel biyoyararlılığıyla üstünlükleriyle, siyez buğdayı gibi tahılların yeniden değerlendirilmesi fikrini ortaya çıkarmıştır (Nakov vd., 2018). Düşük glisemik indeksli siyez buğdayı ve tam tahıllı buğdaylar, tokluk hissi oluşturarak, obeziteyi de önleyebilecek bir diyet değişikliği olarak, ürünlerde alternatif oluşturmaktadır. (Roberts, 2000). Besin değeri yüksek buğday çeşitlerinin, un üretimindeki proses aşamalarında, kepek ve germden arındırılması esnasında önemli miktarda polifenol kaybına karşı, antioksidan özelliği yüksek siyez buğdayının fırıncılık ürünlerinde önemi artmaktadır. (Ragae, Seetharaman ve Abdel-Aal, 2014). Birçok çalışma sonucunda diyet lifli, karotenoid ve tokoferol içeriği yüksek siyez buğdayı, unlu mamuller, makarna, bisküvi, bebek besinleri gibi yeni ve özel gıdaların geliştirilmesinde umut verici bir aday olabileceği düşüncesine varılmıştır (Borghini vd., 1996; Corbellini vd., 1999; Loje vd., 2003). Siyez buğdayının diğer besinlerden daha faydalı ve fonksiyonel özellikleri gözönünde bulundurularak, özellikle üstün besin kalitesine sahip yiyeceklerde veya özel yiyeceklerde önemli bir rol oynaması gerektiği düşünülmektedir (Hidalgo, Yılmaz ve Brandolini, 2016).

Siyez buğdayının, besin değeri, sağlık açısından önemi anlaşıldığından beri siyez ürünleri bilinçli tüketicinin sofrasında yerini almaya başlamıştır. Siyez ürünlerine olan ilgi her geçen gün biraz daha artmakta, piyasadaki karşılığı ve çeşitliliği çoğalmaktadır. Siyez buğdayının halkın arasında en çok tüketim şekli kavuzu alındıktan sonra bulgur olarak yenilmesidir. Özellikle ülkemizde pilavlık ve köftelik olarak oldukça fazla tüketilmektedir (Yılmaz, 2012). Temel besinimiz ekmeğin yanı sıra, ekmeğin ürünlerinden bazlama (Kastamonu'da hamurlu olarak adlandırılmakta) tüketici tarafından tercih edilmektedir. Aşurelik buğday, makarna, erişte, siyez ezmesi, tarhana, kuskus, bisküvi son dönemde modern unla yapılan bütün pastacılık mamülleri,

kahvaltılık atıştırma malzemeleri, kavurma, diyet ekmeği, diyet bisküvisi ve hayvan yemi olarak kullanılmaktadır (Mihaylova ve Popova, 2018). Talebe bağlı olarak siyezli ürünler fırın ve market raflarında yerini almakta, özellikle internet üzerinden satışlar da yapılmaktadır. Gıda endüstrisindeki, siyez unundan direk ya da paçal şeklinde yeni ürün geliştirme çalışmaları ümit verici olarak devam etmektedir (Akar ve Uzun, 2016; Hidalgo ve Brandolini, 2011; Emeksizoglu, 2016; Abdel-Aal, 2002; Pirgozliev vd., 2015; Atasoy ve Ertop, 2006). Şeker hastalığı, fenilketonuri, çölyak ve alerji gibi kronik sağlık sorunları olanlar için geliştirilmiş gıdalar mevcuttur (Uzuner, 2012). Siyez unlu ürünlerin raf ömrü daha uzundur, makarnalık ve ekmeklik buğdaylara göre daha fazla tokluk hissi verdiği görülmüştür. 16 farklı ülkeden toplanan 65 farklı siyez buğdayı (*Triticum monococcum*) örneğinde; tane ile ilgili fiziksel, kimyasal analizlerin yanısıra ve ekmek yapım özelliklerinin de belirlendiği analizler yapılmıştır. Sonuçlar ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*) ve makarnalık buğday (*Triticum durum*) türleri ile karşılaştırılmıştır Buna göre siyez buğdayının besleyici değerinin, protein ve antioksidan içeriğinin daha yüksek olduğu, siyezden elde edilen unun bayatlama özelliklerinin daha az olduğu tespit edilmiştir (Hidalgo ve Brandolini, 2010).

## 1.2. Siyezli Bebe Bisküvisi

### 1.2.1. Bisküvi

Bisküvi atıştırma olarak Türkiye’de ve dünyada çokça tüketilen, çocukların ve yetişkinlerin beğeniyle yedikleri ve günlük her zaman diliminde tüketilebilecek bir üründür. Tahıla dayalı en fazla katma değer girdisi olan ürünlerin başında bisküvi gelmektedir (Önder, 2016). Sürekli gelişen bir endüstriye ve yükselen ekonomiye sahiptir. Bisküvi iki kere pişirilmiş anlamına gelen Latince “biscotus” kelimesinden türetilmiştir (Uzunlu ve Herken, 2016). Bu tanıma ek olarak Türk Standartları Enstitüsü 2383 no’lu tanımlamasında ise, ilgili tüzükte izin verilen diğer maddelerin bir veya birkaçı eklendikten sonra uygun bir şekilde işlenip, şekil verilerek elde edilen unlu mamul şeklindedir (Anonim, 2013b). Bisküvi ve türevlerinin üretimi ilk olarak millattan önce 2600 yıllarına Mısırlılar’a kadar dayanmaktadır. Romalılarla birlikte M.S. II. ve III. yüzyıllarda çeşitlilik artmış ve üretim prosesleri gelişmiştir. Karakteristik yapıda bisküvi elde etmek için, hamurun yüksek ısıda pişirilerek, suyunun buharlaştırılması ve oldukça kuru bir kıvamda tutulması gerekmektedir. Son dönemde pişirme esnasında sıcaklığın etkisiyle oluşabilecek HMF ve akrilamid gibi kanserojenik etkiler, biyoyararlılığında azalma olup olmadığına dair araştırmalar da yapılmaktadır (Hidalgo ve Brandolini, 2011; Uzunlu ve Herken, 2016). Hidalgo ve Brandolini’nin (2011) yaptığı başka bir çalışmada siyez, durum ve ekmeçlik buğday unlarıyla hazırlanan bisküvilerde ısı işlem etkisi incelenmiş ve sonuç olarak ısıdan etkilenme oranının en az siyez unuyla yapılan bisküvide olduğu tespit edilmiştir.

Bisküvi, un, şeker/tuz, yağ, su ve bir takım kimyasal kabartıcıların, bazı aroma ve tekstür sağlayıcı maddelerin de eklenip yoğurularak çeşitli tekstürel şekiller verilerek, tekniğe uygun olarak pişirilmesiyle elde edilir. Doku olarak sert ve kırılabilir kıvamlı bir hamurdur (Ayo vd., 2007). Bisküvi, besin değeri farklı tahıl lifleri, meyve ve sebze lifleriyle de zenginleştirilebilmektedir (Beğen, 2012). Çok çeşitli hammaddeler kullanılabilir, bazen sade olarak da tüketicinin beğenisine sunulmaktadır. Endüstride bisküvi hammaddeleri her geçen gün, değişen dünyayla birlikte isteğe ve de hassasiyetlere bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Bisküvi çeşitleri sıralanacak olursa, tatlı, tuzlu, kakaolu, çeşitli baharatlı, bebe bisküvileri, kraker türünde olanlar, tahıl ağırlıklı olanlar, peksimet şeklinde, kremalı, kuru yemişli, meyve parçacıklı ya da

aromalı, vegan, son dönemde lifli şeklindedir. Alongi, Melchior ve Anese (2019) şeker yerine elma posası ile ikame edilmiş bisküvilerin, in vitro sindirilebilirlik araştırmasına göre GI oranında önemli ölçüde düşüş gözlenmiştir. Bu konuda, biyoaktif bileşikler ve ikame edicilerin fonksiyonu yönünden daha fazla araştırmalara ihtiyaç vardır. Keçiyoynuzu ve soya ile ikame edilmiş karabuğdayla yapılan başka bir bisküvi çalışmasında ise lif oranı, antioksidan ve fenolik bileşik yüksekliği, nişasta salınım hızı yavaşlığının GI oranını düşürmede etkili olduğu görülmüştür (Vujik vd., 2014). Araştırmacılar glutensiz ve daha az alerjiye sebep olacak yeni ürünlerin üzerinde de çalışmaktadır (Yıldız, 2012).

Bisküvinin birçok kesime hitap etmesi, ayaküstü yenilebilen bir atıştırılabilirlik olması, çocuklar için hem besleyici, hem de eğlenceli olması tercih sebeplerindedir. Piyasada her kesime hitap eden bisküvinin yanı sıra bir ihtiyaç olarak bebe bisküvisi de bulunmaktadır (Sakoğlu, 2015). Her geçen gün bisküvi konusunda insan sağlığına daha uygun biçimde iyileştirmeler araştırılmakta ve yüksek oranda katma değer oluşturan ürünler eldesi için çalışılmaktadır. Bisküvi ve bisküvi nevi ürünler genellikle yumuşak ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*) unundan yapılırlar. Bunun sebebi olarak da içinin daha homojen, daha yumuşak, yayılma özelliğinin daha fazla olması, daha düşük oranda nem (su) çekmesinin istenilmesinden kaynaklanmaktadır (Alpan, 2012). Bu yüzden bisküvinin nemi en fazla %5 beklenmektedir. Son dönemde dirençli nişastanın (EDN) ilave edildiği çalışmalar yapılmakta ve yeni ürünler elde edilmektedir (Ergin, 2011).

Bisküvi endüstrisi tahıla dayanan ürünler bakımından en fazla katma değer oluşturan, özellikle ihracata yönelik yatırımların odağı haline gelen bir sektördür (ATB, 2013). Türkiye Kalkınma Bankası tarafından oluşturulan 110 sektör arasında bisküvi 22. sıradadır (Önder, 2016). Dünyada bisküvi üretimi büyük bir pazar oluşturarak, Avrupa Birliği Ülkeleri önemli üretici konumdadır. Türkiye’de ilk olarak 1924 yılında bisküvi üretimi başlamıştır. DPT Raporlarına göre Türkiye’nin yıllar itibariyle ihracatı 1988’de 240.000 ton, 1998’de 540.000 ton, 2018 yılına gelindiğinde TÜİK verilerine göre (Son Raporlama Tarihi: 20/05/2019) Türkiye’de yıllık bisküvi ihracatı (Dünyanın çeşitli bölgelerine yapılan) 39.726.565 tondur (TÜİK, 2019). Buradaki veriler tatlı bisküvi ve gofreti kapsar (TÜİK, 2019). Dünya bisküvi pazarı sürekli artış grafiği göstermekte ve Euromonitor’ün araştırmasına göre kişi başı baz alındığında tüketim anlamında sırasıyla Hollanda, Birleşik Krallık, İrlanda, Yeni Zelanda, Uruguay, Brezilya şeklinde sıralanmaktadır. Yine Uzak Doğu geleceğin ciddi bir pazar potansiyelini

oluşturmaktadır (Anonim, 2019-bbm). Türkiye’de toplamda bisküvi üretiminin % 81’ini büyük şirketler, %19’unu ise KOBİ’ler oluşturmaktadır. Sektörde gelinen nokta itibariyle, çoğunluğu modern teknolojiye sahip 40 civarı fabrikanın olduğu söylenebilir. Bu rakamlar ışığında da bisküvi pazarı devamlı büyüyen ve iyi organize olmuş bir şekilde Türkiye’nin ekonomisine ciddi katkı sunmaktadır.

Bisküvi besin değerleri protein oranı ortalama % 8-11, yağ oranı % 5,4-16,1; karbonhidrat oranı % 57,85-74,20; kül miktarı % 0,45-1,10; nem oranı % 4,3-5’den az olması, lif oranı % 0,93-2,5, enerji oranı ise 431,00-497,77 kkal/100g; aroma miktarı % 0,01-5, % 7-8 gluten (kuru öz), tuz miktarı da % 0,18-2,75 aralıklarında olması istenilir (Sertkan, 2006; Alpan, 2012). Bisküvide, ekmek ve kek gibi diğer fırınlanmış ürünlerdeki gibi, mikrobiyal bozulma çok azdır. Bu da ürünün, düşük nem içeriğinden kaynaklanmaktadır. Düşük nem içeriğinden dolayı son ürünün gevrekliği artmakta ve tüketici tarafından tercih edilmektedir (Kabuo vd., 2018).

Son dönemde bütün dünyada sağlıklı ürünler üretme eğilimi bisküvi endüstrisinde de görülmektedir. Sektörde standart çeşitlerin yanı sıra belirli tüketici gruplarına hitap eden ürünler de üretilmektedir. Günümüzde her üründe olduğu gibi, sağlığa yönelik fonksiyonel bisküvi üretimi daha çok tercih edilmektedir. Şeker hastaları için özel diyet bisküviler, çocuklar için bisküviler, çölyak hastaları için glutensiz, alerjik bünyeliler için katkısız bisküviler, diyabetliler için diyet bisküviler, karabuğday, yulaf, çavdar, arpa ve siyez unu ilaveli bisküvilerle ürün geliştirme çalışmaları TÜBİTAK tarafından da desteklenmektedir Siyez unu ile yapılan bisküvilerin, diğer bisküvilere göre lif, antioksidan ve fenolik bileşikler oranları daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Ergin, 2011; Alpan, 2012; Hidalgo, Yılmaz ve Brandolini, 2016; Karaduman vd., 2018). Dimov ve Stamatovska’nın (2018) siyez unu ile bazı bisküvi üretimine yönelik yaptıkları araştırmalarında % 100 siyez unuyla yapılan bisküvilerde pişirme kayıplarının, hacim, renk, tat değerlerinin ve pişirmeye yönelik endüstri kayıplarının daha az olduğu saptanmıştır

### 1.2.2. Bebe Bisküvisi

Bebe bisküvisi, Türk Gıda Kodeksi (madde 4) tanımına göre “İşlem Görmüş Tahıl Bazlı Bebek ve Küçük Çocuk Ek Besinleri olarak; 4-6 aylıktan sonra bebeklerin beslenmesinde anne sütü ve bebek formüllerinin tamamlayıcısı olarak veya çocukları ileri yaşlardaki günlük diyetlerine alıştırmak için kullanılan ek besinler” şeklinde tanımlanır. Ürün özellikleri olarak tebliğdeki ifadesi ise “Doğrudan veya su, süt ve diğer uygun sıvıların eklenmesi ile ezildikten sonra kullanılan bisküvi, peksimet gibi yiyecekler” şeklindedir. Protein, yağ, karbonhidrat, vitamin, makro ve mikro mineral miktarları ise EK-1,2,3,4’te verilmiştir (TGK, 2001). Şehirleşmenin arttığı, hızlı yaşamın kaçınılmaz olduğu, günümüz şartlarında anne sütünden sonra ek gıdaya geçişte çocuklar için oldukça öneme sahip bebe bisküvisi bu ihtiyaçtan dolayı üretilmektedir. Bebeklerin ve küçük çocukların büyüme ve gelişimleri için, yeterli besin içeriğine sahip gıdaların tüketilmesi sağlıkları açısından önemlidir (Sholihah, Agustina ve Nugroha, 2018). Besleyici yönü yüksek olan buğdaylara her geçen gün ilgi artmakta ve buna bağlı olarak, siyez buğdayı ile bebek ve küçük çocuklar için fonksiyonel bisküvilere yönelim artmaktadır (Dimov ve Stamatovska, 2018). Düşük GI ürünlere yönelik eğilim de hızla artmakta, üreticiler, sağlıklı ve besleyici ürünleri araştırıp, geliştirmektedirler (Anonim, 2019-bbm).

Siyez buğdayının besleyici değerinin, protein ve antioksidan içeriğinin yüksek olması, siyezden elde edilen unun bayatlama özelliklerinin daha az olması nedeni ile siyez ununun bebe bisküvisi, bebek mamalarının ve özel ürünlerin üretimi için uygun olduğu bildirilmiştir (Brandolini, Hidalgo ve Moscaritolo, 2008). Bebe bisküvi hammaddelerinde kullanılan rafine buğday unu, yüksek miktarlarda rafine şeker, aroma vericiler, katkı maddelerinin bulunması sağlığı konusunda hassas olunması gereken bebek ve küçük çocuklar için problem oluşturabilmektedir. Bebe bisküvisinde kullanılan başlıca hammaddeler un, şeker, yağ (palm, pamuk, ayçiçek, kanola), nişasta, pirinç unu, yağsız pastörize süt, mısır unu, yumurta, bazı mineraller (Ca, K, Mg, Fe, Zn, Cu, I), tuz, vitaminler (A, E, C, D3, B1, B2, B6, B12, folik acid, biotin), bazı aroma vericiler, sodyum hidrojen karbonat gibi kabartıcılar, peynir altı suyu, süt tozu, emülgatör, oligofruktoz ve bazı tahıl, meyve, kuruyemiş gibi maddelerdir (Anonim, 2019). Bu maddelerin yüksek oranda kullanılması, bebek ve çocuklar için sağlık problemleri oluşturabilmektedir. Ancak üretimde kullanılan tüm maddeler ve limitleri

EFSA, Avrupa Birliği ve Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenmiştir (Sakoğlu, 2015).  
Bebe bisküvisinin bileşen değerleri Tablo 1.2’de verilmiştir.

**Tablo 1.2.** Bebe Bisküvisi Bileşen Değerleri (100 g’ı içindir) (TürKomp, 2017).

Bileşen	Biri m	Ortalama	Minimum	Maksimum
<b>Enerji</b>	kcal	459	459	459
<b>Enerji</b>	kJ	1920	1920	1920
<b>Su</b>	G	3,23	3,23	3,23
<b>Kül</b>	g	1,79	1,79	1,79
<b>Protein</b>	g	4,10	4,10	4,10
<b>Azot</b>	g	0,72	0,72	0,72
<b>Yağ, toplam</b>	g	17,19	17,19	17,19
<b>Karbonhidrat</b>	g	70,21	70,21	70,21
<b>Lif, toplam diyet</b>	g	3,48	3,48	3,48
<b>Nişasta</b>	g	34,14	34,14	34,14
<b>Tuz</b>	mg	496	496	496
<b>Demir</b>	mg	7,02	7,02	7,02
<b>Fosfor</b>	mg	257	257	257
<b>Kalsiyum</b>	mg	358	358	358
<b>Magnezyum</b>	mg	101	101	101
<b>Potasyum</b>	mg	111	111	111
<b>Sodyum</b>	mg	198	198	198
<b>Çinko</b>	mg	4,99	4,99	4,99
<b>Selenyum</b>	µg	4,4	4,4	4,4
<b>C vitamini</b>	mg	52,3	52,3	52,3
<b>Tiamin B1</b>	mg	0,588	0,588	0,588
<b>Riboflavin B2</b>	mg	0,608	0,608	0,608
<b>Niasin B3</b>	mg	9,859	9,859	9,859
<b>Pridoksin B6 (toplam)</b>	mg	0,786	0,786	0,786
<b>Folik asit B9 (sentetik)</b>	µg	46	46	46
<b>Kobalamin B12</b>	µg	0,52	0,52	0,52
<b>Retinol</b>	µg	416	416	416
<b>D vitamini, IU</b>	IU	282	282	282
<b>D-3 vitamini (kolekalsiferol)</b>	µg	7,1	7,1	7,1
<b>E vitamini, IU</b>	IU	7,84	7,84	7,84
<b>α-tokoferol</b>	mg	5,26	5,26	5,26
<b>Yağ asitleri, toplam doymuş</b>	g	6,020	6,020	6,020
<b>Yağ asitleri, toplam tekli doymamış</b>	g	3,795	3,795	3,795
<b>Yağ asitleri, toplam çoklu doymamış</b>	g	1,597	1,597	1,597
<b>Triptofan</b>	mg	68	68	68
<b>Glutamik asit</b>	mg	539	539	539

EFSA NDA Panel 3408 sayılı bilimsel görüşünde bebekler, küçük çocuklar ve devam formülleri için araşidonik asit, eikosapentaenoik asit, Cr, P, taurin, nükleotidler, sindirilemeyen oligosakkaritler, probiyotikler ve sinbiyotiklerin ilave edilmesine gerek olmadığı bildirilmiştir (EFSA NDA, 2013).

Çocuk Sağlığı Vakfı ve Erken Beslenme Akademisiyle, Avrupa Çocuk Gastroenteroloji, Hepatoloji ve Beslenme Derneği (2012) ortaklaşa düzenledikleri bilimsel bir çalıştayda, bebek maması kalitesi ve güvenliği ile ilgili kavramlar, standartlar ve uygulamalar tartışılarak konsensüs sağlanmıştır. Bebek ve erken çocukluk dönemi, küçük çocuk beslenmesinin kalite ve güvenlik yönleri, çocuk sağlığı için kilit öneme sahip olduğu, bileşimi, kalitesi, hammadde ve üretim süreçleri dahil olmak üzere, ürünlerinin güvenliği ve uygunluğunun birincil sorumluluğunu taşıma gerekliliği, gıda ürünleri yüksek standartlar sağlamanın önemine göre bazı şartlar şöyle sıralanabilir.

- İstenilen makro ve mikro bileşenlerin yeterli miktarda olması,
- Alerjen maddeler varsa etikette belirtilmesi,
- Enerji oranlarının hesaplanıp içeriğinde yazılması,
- Bebeğin günlük yeterli besininin alımında katkıda bulunması,
- İçeriğinin doğru olarak yazılması,
- Vitamin ve minerallerin belirtilenin üzerinde kullanılmaması,
- GDO kullanılmaması, doğal ürünlerin kullanılması
- Kalite standartlarına uyma zorunluluğu,
- Kalıntı ve bulaşlara dikkat edilmesi, toksik madde içermemesi,
- Furan, akrilamid, HMF oranlarının kabul edilebilir oranda olması,
- Ambalajın tüzükte belirtildiği şekilde olup, migrasyon olmaması,
- Gıda Katkı Maddelerinin WHO/FDA tarafından belirlenen ölçünün dışına çıkılmaması.
- Hijyen kurallarına dikkat edilmesi,
- Mikrobiyal kontaminasyona dikkat edilmesi,

- Taşıma, depolama sırasında oluşabilecek sorunlara karşı önlem alınması (Anonim, 2019-bbm; Cengiz ve Gündüz, 2013; Koletzko, Shamir ve Ashwell, 2012; Calabretti vd., 2017; TGK, 2001)

### 1.2.3. Bebeklerde Sağlıklı Beslenmenin Önemi

Yeni doğan bebekler için en önemli besin kaynağı bütün dünyada da kabul gördüğü gibi anne sütüdür (Sakoğlu, 2015). Yaşamın ilk yılları olan bebeklik çok hızlı bir büyüme dönemidir ve bu dönemde uygun beslenme şarttır. Bebekler yeterli beslenmeleri ve günlük enerji harcamalarını temel besin öğeleri olan protein, yağ, karbonhidrat, vitamin ve minerallerden alırlar (Shulman ve Philip, 2003). Yetersiz besin alan çocuklar beklenen büyüme ve gelişim oranlarını gösteremezler (Stephen vd., 2012). Temel Sağlık Araştırması (Riskesdas)'ın ulusal düzeyde 2010 yılında yaptığı araştırmaya göre, beş yaşın altındaki çocuklarda kısa boyluluk prevalansı 2007 (% 35,6) yılına göre % 1,2 oranında düşüş göstermiş olmasına rağmen, beslenme gelişimine bağlı olarak hedeflenen büyüme düzeyine ulaşamamıştır. Term Kalkınma Planı (RPJMN) tarafından 2015 yılında % 20 oranında, mikrobeyin eksikliğinden kaynaklı birçok zihinsel ve gelişimsel zayıflığa sebep olduğu bildirilmektedir (Zulfa Iliaka ve Ninik, 2014). Amino asit gereksinimleri, büyüme dönemindeki bebekler için  $\geq 2,5$  g/kg\*d iken yetişkinler için 0,75 g/kg\*d arasında değişmektedir Yetersiz beslenme ile ilişkili immun yetmezlik, enerji yetersizliğinin aksine, büyük ölçüde protein yetersizliğiyle ilişkilidir. Doğru beslenmenin reçetelenmesinde ilk olarak amino asit gereksinimlerine dikkat edilmelidir. Enerji ve amino asitlerin beraber, yeterli düzeyde alınması, en yüksek protein kazanımı ile sonuçlanır. (Brunton, Thunberg ve Pencharz, 2000; Shulman ve Phillips, 2003).

Bebeklerde günlük enerji alımının aşımı, ileriki yaşlarda da sorun olan obeziteye sebep olabilir. Bebe bisküvisinde kullanılan undaki glutenin zararlılarının yanı sıra, yüksek orandaki şekerin zararları, katkı maddeler, kimyasal kontaminasyonun olması, gerekenden fazla olması, gıda işleme aşamasındaki oluşabilecek ısıl işleme ilgili olumsuzluklar, katkı maddeleri bebeklerde sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Piyasadaki bebe bisküvilerinde raf ömrünü uzatmak için kullanılan katkı maddelerinin bebek ve küçük çocuk sağlığını tehdit ederek, ciltte alerjilere neden olduğu, astım ataklarını tetiklediği araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Altuğ, 2009). Isının

etkisi ile de bazı riskler oluşmaktadır. Piyasadaki bebe bisküvileri ile yapılan bir çalışmada, bisküvilerde akrilamid seviyelerinin yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir (Gündüz, 2017). Ayrıca ağır metal kontaminasyonları da, hızlı büyüme ve gelişim sürecinde olan bebeklerde, erişkinlerden daha fazla toksik etkiye neden olmaktadır (Järup, 2003; Wong ve Lye, 2008). Çocuklarda uzun süreli düşük dozlarda dahi Pb, Hg teması bebeğin nörolojik bozukluklara, entellektüel kapasitesinde azalmalara yol açacağı bildirilmiştir (WHO, 2006).

Bebeklerde obezite sorunu her geçen büyüyen bir tehlikedir (Burke, 2006). Obezite ve tip 2 diyabet gibi hastalıklar, 1970'li yıllardan beri bebeklerde ve küçük çocuklarda daha da çoğalmaktadır (Janssen, Katzmaryk ve Ross, 2004). 24 aydan küçük çocuklarda aynaya göre olması gereken kilonun  $>85\%$ 'i kilolu olarak nitelendirilmekte, daha üzeri ise obezite olarak adlandırılmaktadır. Sağlıksız kilo alımının doğum ağırlığı, erken süttten kesme, biberon besleme, enerji içeriği yüksek karbonhidrat alımı, hızlı kilo alımı risk faktörlerini oluşturur (Önal ve Adal, 2014). Epidemiyolojik çalışmalar perinatal ve erken çocukluk döneminde (24-54 ay arası) alınan fazla kiloların 12 yaş daha sonraki yıllarda obezite riskini artırdığını gösteren bir dizi faktöre işaret etmiştir (Nader vd, 2006; Rudolf, 2010). Litaratürde her ne kadar bebek ek gıdaları, mamaları ile ilgili çalışmalar olsa da yeteri kadar olmadığı düşünülmektedir (Yaman vd., 2019).

### 1.3. Gıda Maddelerinin Sindirimi

Metabolizmanın sağlıklı işleyişi için gıdaların vücuda alınıp emilmesi çok önemlidir. Gıdaların alımıyla birlikte sindirimde emilim ve eliminasyon başlar. Emilim süreci gastro intestinal sistemde (GİS), bütün kompleks mekanizmaları harekete geçirir. İlk olarak gıdadaki yapısal değişiklikler ve besin maddelerinin emilimi ağız yoluyla başlanılır, sonra mide ve ince bağırsakta devam eder (Menard vd., 2014). Vücuda gıda alımıyla birlikte bazı endokrin enzimleri uyarıldıktan sonra, proteinlerin gastrointestinal kanaldaki amino asitlere, karbonhidratların glikozlara, yağların yağ asitlerine hidrolizi gerçekleşir ve besin öğeleri epitel hücreleri tarafından ince bağırsak lümeninden içeri girer, santral sistemi harekete geçirir. Pek çok bağışıklık sistemini etkileyecek faktör de etkili olur, besin ögesi transferi başlar ve diğer doku organlara taşınır, sindirim gerçekleşmiş olur (Jordi vd., 2013; Akyüz ve Demir, 2009). Sindirim sisteminde vücut biyolojik molekülleri olan sindirim enzimlerini (pepsin, tripsin, kimotripsin, peptidaz,  $\alpha$ -amilaz, lipaz ve pankreatin), safra tuzları ve müsini kullanır (Minekus vd., 2014).

#### 1.3.1. İn Vitro Sindirim

İn vitro sindirim modelleri, simüle edilmiş gastrointestinal sistemin şartlarına benzetilerek, gıda maddelerinde oluşan yapısal değişikliklerle vücut sistemlerinde meydana gelen değişikliklerini, sindirilebilirliğini ve salınımını incelemek için yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Besinlerin biyoerişilebilirlikleri genellikle gastrointestinal sistemin bileşenleri örnek alınarak hazırlanan in vitro sistemlerin kullanımı ile incelenir. Birçok çalışmayla gösterilmiştir ki, in vivo ve in vitro sindirim modelleri arasında iyi bir korelasyon vardır ve bu yöntemler birçok bilimsel çalışmada kullanılmaktadır (Dupont vd., 2010; Barbé vd., 2013; Ménard vd., 2014). İn vitro sindirim modellerinin sonuçları, hayvan ve insan sindirim kanallarında meydana gelen oldukça karmaşık fizikokimyasal ve fizyolojik olayları doğru şekilde simüle etmedeki zorluklardan dolayı, in vivo modellere karşılık tercih edilmektedir. İn vivo çalışmalar yapılırken zaman, maliyet ve etik problemler açısından zorlanması in vitro yöntemlerin tercih edilmesini neden olur. İn vitro çalışmalar araştırmacıya basitlik, kolay uygulanabilirlik ve düşük maliyet, tekrarlanabilirlik, kontrollü koşulların seçimi ve hipotez oluşturma kolaylığı in vitro modelleri avantajlı hale getirir (Minekus vd., 2014). İncelenen tüm in vitro

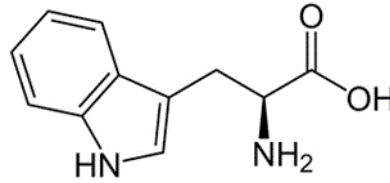
sindirim modellerinde, farklı türlerde ve konsantrasyonlarda, uygun enzimler olan amilaz, pepsin, pankreatin kullanılarak sindirim sıcaklığı (vücut sıcaklığı olan) 37°C’de gerçekleşmektedir. pH derecesi asidik ya da nötr ortama göre belirlenerek, sabit bir değerde tutulur. Sindirim süreleri, belirli zaman aralıklarına göre yapılır. Aşamaların her birinde simüle edilmiş ağız, mide, ince bağırsak şeklinde enzimler ve substrat önceden belirlenmiş süre boyunca inkübe edilir. İnsan sindirim sisteminden simüle edilmiş in vitro gastrointestinal sindirim modeli, protein sindirilebilirliğini, karbonhidrat sindirilebilirliğini, GI tayin etmek için en çok kullanılan bir yöntemdir (Englyst vd.,1992; Fernánde, Carvajal, ve Pérez, 2009; Hur vd., 2011; Lee vd., 2016; Minekus vd., 2014; Sopade ve Gidley, 2009).

### **1.3.2. Amino Asitler**

Proteinlerin temel yapı taşlarını amino asitler oluşturur ve gıdaların kalite ve besleyici yönünün belirlenmesindeki en önemli belirleyici kriterlerdendir (Ayaz vd., 2007). Metil grubu hidrojenlerinden birinin yerine, amin (NH<sub>2</sub>) grubunun monokarboksilli organik asit grubundaki karbon (C) zincirine bağlanmasıyla oluşan organik bileşiklerdir. Proteinlerin yapısında yaklaşık 20 amino asit olduğu tespit edilmiştir daha fazla olduğu da belirtilmelidir. Amino asitlerin dışında da protein olan maddeler vardır (Demirci, 2014). Amino asitler Alanin, Arginin, Asparagin, Aspartik asit, Sistein, Glutamin, Glutamik asit, Glisin, Histidin, İzolösin, Lösin, Lizin, Metionin, Fenilalanin, Prolin, Serin, Treonin, Triptofan, Tirozin, Valine şeklinde sıralanır (Jimenez-Martin vd., 2012). Her bir amino asit vücut proteinlerinin bir bileşeni olmasının yanı sıra önemli fonksiyonlara da sahiptir. Ana bileşenleri olan 20 çeşit amino asit insan beslenmesindeki rolüne göre gruplara ayrılır. Bazı amino asitleri vücut sentezleyemez ve günlük olarak gıda ile dışardan alınması gerekir. Esansiyel (Ekzojen, Elzem) amino asitlerin dışarıdan alınması zorunludur vücut sentezleyemez ve esansiyel amino asitlerin biyolojik değeri, yüksek kalitede proteinler olduğunu gösterir. Birçok hayvansal protein bu gruptadır. Esansiyel olmayanları ise vücut sentezleyebilmektedir. Protein sindirilebilirliği ve biyoyararlanımı, alınan diyetle esansiyel amino asitlerin ve esansiyel olmayan amino asitlerin N<sup>+</sup> miktarları ve oranları, protein kalitesini belirlemede temel öğedir (Gilani, 2012).

## **Triptofan**

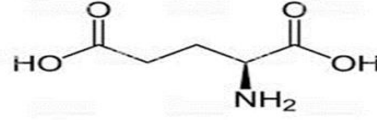
Esansiyel amino asit olan triptofan, vücutta farklı moleküllerin üretim sürecinde de yer alır. Canlı organizmanın gelişimi ve metabolizmanın normal işlevi için gerekli olan bir polar ve aromatik amino asitlerdendir. Triptofanın en önemli özelliklerinden biri tüm amino asitler içinde en büyük yan zincire (indol) sahip olması ve girmiş olduğu proteine o bölgede büyük bir hacim kazandırır. Proteinin besin değerini belirleyen birincil faktör esansiyel amino asitlerdir ve proteinin kalitesini belirleyen en önemli kalite kriteridir. Triptofan gıdanın besleyiciliğinde, protein biyosentezi yaparken proteinin kalite değerlendirilmesinde, ve canlının büyümesinde etkin rol alan amino asittir. Triptofan besin bileşimi yönünden veri tabanı içinde önemli bir yere sahiptir. (Majumdar, 1982). Triptofanın yüksek değerlerde olması aminoasitlerin daha çok ortaya çıkması, pH oranını düşürür ve bu düşüş sindirilebilirlik oranının artışı bize bildirir. Triptofanın yüksek olması sindirilebilirlik açısından önemlidir ve sindirilebilirliğini de gösterir (Çevikkalp vd., 2016).



**Şekil 1.4.** Triptofan  $C_{11}H_{12}N_2O_2$

## **Glutamik asit**

Glutamik asit esansiyel olmayan asidik amino asitlerden olup, en bol hücre içi amino asittir ve yan zinciri amidlerden oluşur. 2 ila 20 mM arasında konsantrasyonlarda olabilmektedirler (Newsholme vd., 2003). Protein sentezinde ve bozulmasında, azot metabolizmasında, etkili olan fizyolojik öneme sahiptir. Beyindeki en önemli transmitterlerden, öğrenme gibi temel nörolojik süreçlerde rol alan ve belleği oluşturan, alifatik amino asittir. Amonyanın temizlenmesi, hücre büyümesi, dokuların onarımı ve aralarında nitrojen taşınması, gibi işlevleri vardır. ATP üretimi için gastrointestinal sistem ve immun hücrelerde bir substrat olarak görev alarak, sebest radikallere karşı hücreleri oksidatif hasardan koruyan antioksidandır (Urschel ve Lawrence, 2013).



Şekil 1.5. Glutamik asit C<sub>5</sub>H<sub>9</sub>NO<sub>4</sub>

### 1.3.3. Protein Sindirimi

Gıda alımıyla sindirim sonrası bağırsak emiliminde kullanılacak protein miktarını tahmin etmede önemli bir faktördür ve diyetteki protein kullanımının etkinliğini belirtir (Almeida vd., 2015). Midenin ana hücreleri tarafından salgılanan pepsin enzimi protein sindirimini başlatır. Pepsin, pH'ı düşük asidik mide ortamında en aktif durumdadır ve protein kaynaklı gıdaların ana bileşeni olan kollajeni sindirir (Akyüz ve Demir, 2009). Protein sindiriminin mideden sonraki aşaması, ince bağırsak proksimalinde pankreatik proteolitik enzimlerce (pankreatin, tripsin, kimotripsin, proelastaz ve karboksipolipeptidaz) gerçekleştirilir. İnce bağırsak aşamasında ise, bu enzimler yüksek asitleri ortaya çıkarır ve amino asitlerin hepsi intestinal hücrelerce emilirler. Kişi başı günlük amino asit emilim ihtiyacı 200 gramdır (Şengül, 2013). Bir gıdanın protein sindirilebilirliğinin biyoyararlılığı belirlenirken, tek başına amino asit bileşimi (amino asit kompozisyonu), yeterli değildir. Toplam protein sindirilebilirliği ve hangi aminoasitlerin sindirildiği, sindirilme oranları biyoyararlanım emilimi etkileyen etmenlerdir. Amino asitler kovalent olarak modifiye edilmiş yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) ile ayrılabilir. Gıdanın biyoyararlanımında protein içeriği, kişilerin incebağırsağının fizyolojik mekanizma emilimleri, amino asit kompozisyonu gibi parametreler de etkilidir (Clark, 2004).

Bitkisel kaynaklı proteinlerin, hayvan proteinine karşı sindirilebilirlik oranları daha azdır (Becker ve Yu, 2013). Protein sindirilebilirliği olumsuz etkileyen etmenler;

- Bitkilerdeki sert hücre çeperi,
- Az etki gösteren bazı proteaz inhibitörleri,
- İnhibe eden tanenlerin sindirim enzimleri,
- protein kompozisyonun ve çözünürlüğünün düşük olması,

- Protein çözünlüğü, enzimatik aktivite, ve protein sindirilebilirliğini engelleyen fitat (Harpaz vd., 2010).
- Sindirilebilirliği azaltan proteinlerdeki disülfid bağı (Duodu vd., 2003).

#### **1.3.4. Nişasta**

İnsan beslenmesindeki en önemli temel bitkisel karbonhidrat bileşenlerinden olan nişasta vücutta temel enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Nişasta kimyasal yapısı incelendiğinde, amiloz, amilopektinden (D-glikozun homopolimerlerinden) oluşan bitkisel besinlerde bulunan polisakkarittir. Amilopektinin zincir üzerinde dallı ve amilozun da lineer bir yapısı olduğu bilinmektedir. Amilopektinin her dalı 20-30 glikoz ünitesinden oluşmaktadır (Kotancılar, 2009). Amilozun ana bileşenlerini ise glikozdur. Amiloz granülünde çok düşük miktarlarda protein, fosfor, lipit ve mineral bulundurmasından dolayı besleyici, enerji verici değerinin yanında, birçok gıdanın bileşiminde yer alması nedeniyle, gıdalara önemli fonksiyonel özellikler kazandırmaktadır. Isıl işlem sonucunda bağlar açılarak jelatinizasyon oluşur. Bu yapı yüksek viskozitelidir, stabil değildir zamanla jel halini alır (Candal, Kılıç ve Erbaş, 2016). Araştırmalar nişasta alımıyla nişasta jelatinleştirildiği için hızlı bir şekilde sindirilir ve emilip ve hızlı bir şekilde glikozun kana karıştığını göstermektedir (Odenigbo vd., 2012)

Gıdada tamamen sindirilemeyen maddelerin varlığının yanısıra, nişastanın bazı maddeleri de tamamen sindirilemez. Sindirilebilirlik ilk kez 1987'de Englyst ve vd. tarafından tarif edilmiş ve sindirilebilirliği hızı ve büyüklüğü gibi alt bölümlere ayırmışlardır. Çabuk sindirilebilenler (glikoz salınımı hızlı), yavaş sindirilebilenler (glikoz salınımı yavaş), sindirilemeyenler (dirençli nişastalar) şeklindedir (Stephen vd., 2012).

#### **1.3.5. Enzime dirençli nişasta (EDN)**

Enzime direnç gösteren, ince bağırsakta enzimatik hidrolize uğramayıp, kalın barsakta fermente olabilen nişasta fraksiyonu olarak tanımlanan ve dolayısıyla sindirime direnç gösteren nişasta türüdür (Candal, Kılıç ve Erbaş, 2016). EDN, sağlıklı insanların ince bağırsaklarında sindirilmeyen ve bu nedenle “sindirilemeyen karbonhidratlar”

etiketi altında değerlendirilir. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA), 2011 yılı itibariyle dirençli nişasta için fonksiyonel sağlık beyanlarını onaylamış, tokluk kan şekeri ve insülin düzenlenmesine fırıncılık ürünlerinde belli oranlarda kullanımının katkı sunabileceğini bildirmiştir. Türk Gıda Tebliğinde 1413 koduyla “Fosfatlandırılmış dinişasta fosfat” olarak ifadelendirilmiş olup ve yönetmelikte % 5’e kadar gıdalara ilave edilmesine izin vermiştir (TGK, 2017). EDN'nin ekmek, bisküvi kraker, muffin, atıştırılmalıklar gibi bazı hububat ürünlerinde kullanımına yönelik çalışmalar mevcuttur (Yue ve Waring 1998; Şeker vd., 2006). EDN bulunma formu gıdanın kendi doğal olarak yapısından veya proses şartlarından kaynaklanabilir. EDN dört farklı şekilde bulunur;

- 1) Sindirim enzimleri tarafından fiziksel olarak ulaşılamayan yani lif materyali içinde paketlenmiş formda bulunan nişasta granülleri, örneğin tohum vb.,
- 2) Ham patates ve yeşil muzda bulunan ham nişasta granülleri,
- 3) Retrograde olmuş nişasta (pişirilmiş ve soğutulmuş patatesteki nişasta),
- 4) Kimyasal modifikasyonla üretilmiş nişasta.

EDN, "fonksiyonel lif" gibi tanımlanmakta ve analizleri besinsel lif gibi yapılmaktadır. EDN'nin BL ile karşılaştırıldığında en önemli üstünlüğü insan metabolizmasında hızlıca fermente edilebilmesidir. Gıdaların glisemik indeksini azaltan EDN' nin etkisi, esas olarak sindirim sistemi üzerinde kalın bağırsakta besinsel liflere göre daha kolay fermente edilebilmekte, prebiyotik olma potansiyelinin yanında bütirat ve kolonda bol miktarda kısa zincirli yağ asitleri üretmesi ( faydalı metabolitlerin üretimini) nedeniyle bağırsak sağlığı, özellikle kolon kanserinin önlenmesi açısından da önem kazanmaktadır (Şeker vd., 2006; Stephen vd., 2012).

### **1.3.6. Karbonhidrat Sindirimi**

Karbonhidratların sindirimi ağızla başlar ve nişasta ve glikojen tükürükteki  $\alpha$ -amilaz etkisiyle ağızda enzimatik olarak hidroliz olup sildilmeye başlar. Bazı modeller aynı zamanda, enzim çiğnemeyi taklit eden ilk olarak amilaz varlığında oral sindirim fazını da içerir (Kamiloğlu, 2016). Mide ve ince bağırsakta devam eden emilim de özellikle burada gerçekleşip sonlanır (Şengül, 2013) Oligosakaritler ve polisakaritler, sindirimle birlikte monosakaritlere parçalanır ve emilim gerçekleşir. Karbonhidrat sindiriminin

emilimi esas geçekleştiği yer ince bağırsaktır. Karbonhidrat emilimi ve absorpsiyonu, bağırsağın tđm uzunluğu boyunca meydana gelir. (Horton ve ark., 1995). İlk gastrik faz sırasında, numuneler mide fazında pepsin gibi gastrik enzimlerin varlığında gastrik pH'da (1,5-3), 37°C'de inkübe edilir. İnce bağırsağın üst kısmı duodenum daha sonra pH 7 olarak ve pankreas enzimleri ve safra tuzlarının sindirime katılmasıyla 37°C toplamda 2 saat inkübasyon sürecinden sonra karbonhidrat sindirimi gerçekleşmiş olur. Karbonhidrat sindiriminde görev alan pepsin mide için, pankreatin, tripsin, kimotripsin, proteaz ve karboksipolipeptidaz başlıca pankreas kaynaklı proteolitik bağırsak sindirimi enzimlerdir. (Venn ve Green, 2007).

### 1.3.7. Glisemik İndeks

Glisemik indeks (GI) kavramı, gıdanın tüketiminin ardından 2 saat içinde besinlerin gösterdiği glikoz yanıtlarının, standart olarak belirlenmiş bir gıdayla (genelde glikoz veya beyaz ekmekle) alanların karşılaştırılması, oranının yüzde değeridir ( Frost ve Dronhorst, 2000). Her bir gıdadaki karbonhidratın sadece belirli bir şekere (glikoza) ne kadar hızlı dönüştüğünü gösteren ölçüdür. GI kavramı Jenkins vd. 1980'lerin başında, karbonhidratların sindiriminden sonra kandaki en hızlı glikoz seviyelerinin belirleme sistemi olarak ifadelendirmişlerdir. FAO/WHO (2009), tarafından gıdaların kan şekerini yükselten ölçü birimi olarak glisemik indeks kavramını oluşturulmuştur ve referans sindirilebilir karbonhidrat miktarları için 50 g olarak belirlenmiştir (Mızrak, 2016). Hesaplaması altta verilmiştir.

$$GI = \frac{\text{Test edilen gıdanın 50 g oluşan glikoz yanıt için eğri altında kalan alan}}{\text{Referans gıdanın 50 g oluşan glikoz yanıt için eğri altında kalan alan}} \times 100$$

Karbonhidratlı diyetler, glisemik yükselmelere, insülin salgılayan sistemin bozulmasına, kandaki glikoz kontrolünün ayarlanamamasına ve kilo artışına, artan obezite oranlarına neden olur (Şenol, 2018).

Bir gıdanın GI oranı:

< 55 düşük

55-70 orta

≥ 70 yüksek

Bir gıdanın GY oranı:

≤ 10 düşük

11-19 orta

≥ 20 yüksek

Gıdanın glisemik yükü değeri (GY), tüketilen karbonhidret değerinin GI değeri ile çarpılması sonucu bulunur. Nişasta sindirim oranı ile GI arasında açık bir ilişki sözkonusudur (Garsetti vd., 2005). Nişastanın kendi yapısındaki farklılık, gıdadaki lif oranı, nişasta protein ilişkisi, gıdadaki hiçbir besinsel önem taşımayan maddeler, gıdanın biyoyararlılık yönü, gıdaya uygulanan işlemler, gıdanın vücuda yavaş ve hızlı alımı glisemik indeksi etkileyen etmenlerdir (Englyst vd., 1992; Monro, Mishra ve Venn, 2010; Gibson, Schönfeldt, ve Pretorius, 2011).

## İKİNCİ BÖLÜM

### MATERYAL VE METOT

#### 2.1. Materyal

Bebe Bisküvisi üretiminde kullanılan 5 farklı siyez unu Kastamonu, Karabük Bölgelerinde bulunan muhtelif firmalardan, 1 adet normal buğday unu, buğday nişastası, prinç nişastası, esmer şeker, süt, süt tozu, sirke, yağ İstanbul piyasasında bir marketten, Peyniraltı Suyu Tozu (P.A.S.T.), B1 vitamini, kalsiyum karbonat İstanbul'da bebe bisküvi üretimi yapan bir firmadan, enzime dirençli nişasta (EDN) Konya'da EDN üretimi yapan bir firmadan temin edilmiştir.

Tüm analizler İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Laboratuvarlarında aşağıda liste halinde verilen alet, ekipman ve kimyasallar kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

#### 2.1.1. Protein Sindirilebilirliğinde Kullanılan Alet ve Ekipmanlar

-HPLC Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (UV-dedektör) (Foundation Hall, Japan), HPLC'de analitik ters-faz kolon (ACE 5 C18, 250 x 4,6 mm, 40°C), dalga boyu 254 nm, enjeksiyon hacmi 10 µL, akış hızı 1 mL/dk 156 bar

-Etüv 130±3°C (Dedeoğlu, Türkiye)

- Azot uçurucu (Temperature Controller), N % 99,99 saflıkta ve 40-50°C

-pH metre (Hanna Instruments, ABD)

-Ultrasonik su banyosu (SELECTA)

-Manyetik karıştırıcı (ISOLAB)

-Otomatik pipetler (Eppendorf, Almanya)

-Santrifüj makinesi (Eppendorf 5804, Almanya)

-CA filtreler (0,45µm)

-Analitik terazi (±0,0001 g hassasiyette) (RADWAG)

-Laboratuvar Cam Malzemeleri (Mezür, erlenmayer, balon joje vs.)

Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi Cihazı UV ve floresan algılama sistemleriyle çalışır. HPLC bir bileşiğin tanımlanmasını, profilini, çözünürlüğünü, miktarının belirlenmesinde kullanılır. Kromatografi, çeşitli maddelerin hareketli faz yardımıyla, sabit bir faz arasından değişik hızlarla hareket etmeleri esasına dayanır (Matuszawski, Constanzer ve Chavez-Eng, 2003; Giryan, 2016).



Şekil 2.1. HPLC Cihazı

**Mobil A Fazı (NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O):** 0,78 g (NaHPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O) + 0,88 g deionize su ile balon jodede 1 L'ye tamamlanır ve ultrasonik karıştırıcıda karıştırılır. Karışım HPLC cihazına verilir, metot gradientta çalışır.

**Mobil B Fazı:** Asetonitril

#### **Kullanılan Malzemeler**

HCl (0,2 N), HCl (0,1 N), HCl (6 N), NaOH (5 N), (0,1 N) KPO<sub>4</sub>, TCA % 20'lik (trikloroasetik asit C<sub>2</sub>HCl<sub>3</sub>O<sub>2</sub>), TEA (Trietilamin (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>N), MeOH (Metanol), ACN (Asetonitril) amino asit türevlendirme çözeltisi, ACN+MeOH+TEA karışımı, amino asit standardı (Tampon) 100 µg/mL, PITC (Fenilizotiyosinat (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NCS) tampon stoktan), (0,02 M) amonyum asetat tampon (CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>), Triptofan Standardı 100 µg/m. Kullanılan bütün kimyasallar ve Sigma-Aldrich Co., LLC'den satın alındı.

### 2.1.2. Karbonhidrat Sindirilebilirliğinde Kullanılan Alet ve Ekipmanlar

- Spektrofotometre (UV-1280 Shimadzu Japonya)
- Ultrasonik su banyosu (SELECTA)
- Manyetik karıştırıcı (ISOLAB)
- Otomatik pipetler (Eppendorf, Almanya)
- Analitik terazi ( $\pm 0,0001$  g hassasiyette) (RADWAG)
- Laboratuvar Cam Malzemeleri (Mezür, erlenmayer, balonjoje, cam tüpler vs.)

Spektrofotometre Cihazı ışığın dalga mekaniği ve atom-tanecik özelliğini ya da iyonun bir enerji düzeyinden diğerine geçişleri sırasında yayılan veya absorplanan ışığa ve maddenin bileşimini ölçülmesiyle tespit edilir (Alpat, K., Azman ve Alpat, 2018). Çözeltideki madde miktarını veya harcanan solüsyon miktarını belirlemek için elektromanyetik ışığa ve ışık tutma yöntemine ölçüm yapan cihazlardır (Arslan ve Aycan, 2014).



Şekil 2.2. UV-Spektrofotometri Cihazı

#### Kimyasal Malzemeler

Hidroklorik asit (HCl), Etanol ( $C_2O_5OH$ ), Potasyum hidroksit (KOH), Na-asetat ( $CH_3COONa$ ), pepsin (domuz mide mukozundan, 250 IU/mL), pankreatin (domuz pankreasından, 250 x/USP spesifikasyonlarından) ve guar zambakı Sigma-Aldrich Co., LLC'den satın alındı (St. Louis, MO, ABD). Amyloglucosidase AMG (aspergillus niger'den, 3330 U/ mL), D-glikoz termostabil ( $\beta$ -Glukan kit) (Bacillus licheniformis, 3000 U/ mL), invertaz (mayadan, 300 IU/mL), ve glukoz oksidaz-peroksi (GOPOD) regülatörü, Magazyme'den ( Wicklow, İRLANDA) satın aldı.

## 2.2. METOT

### 2.2.1. Hamurun Hazırlanması ve Pişirilmesi

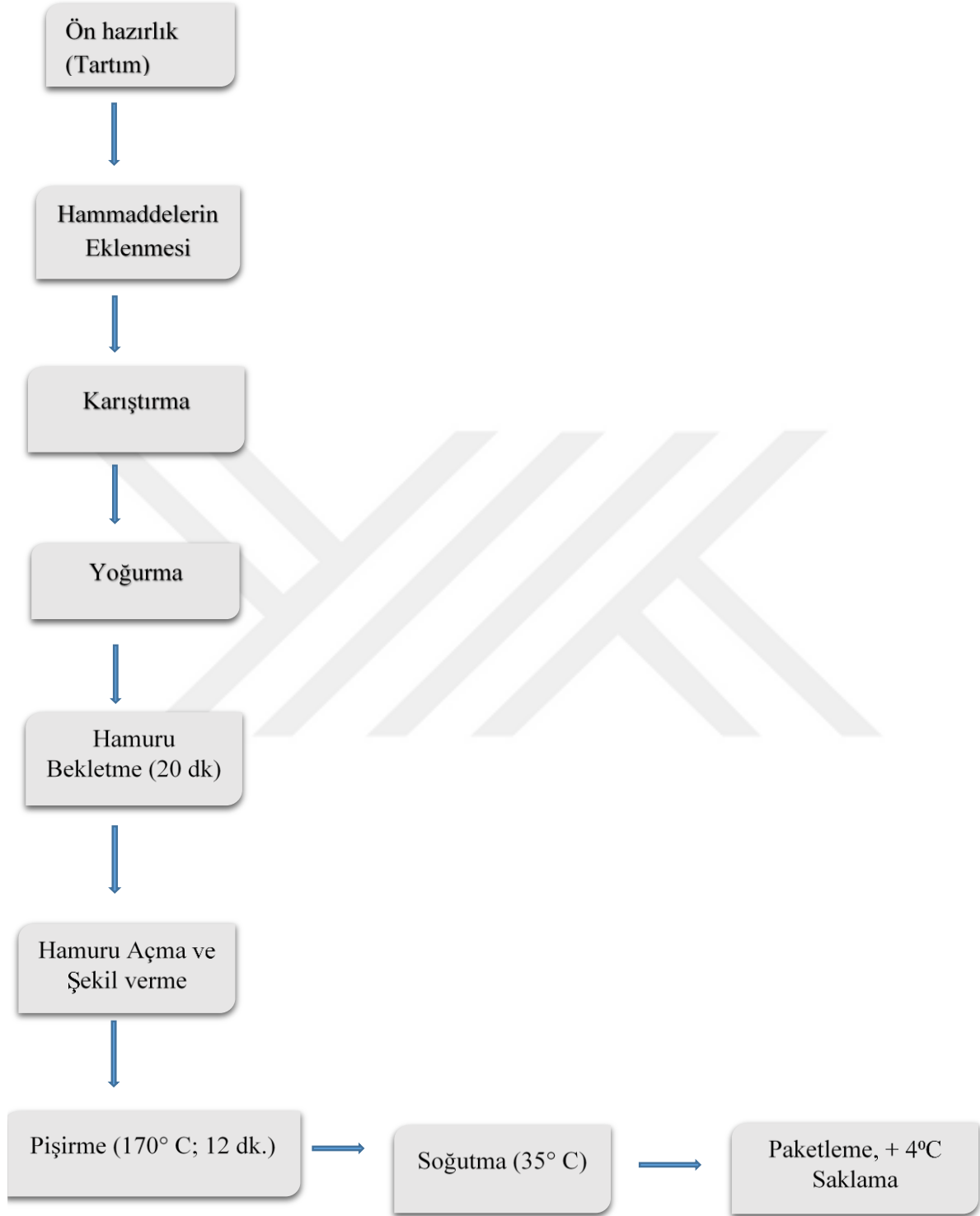
Siyez unlarında ortalama nem 12,3; kül % 2,6 ve protein % 14,6 olarak, normal un nem % 12,0; kül % 0,51 ve protein % 13,4 olarak tespit edilmiştir. Tüm formülasyonlarda kullanılan EDN buğday nişastasından olup, tüzükte müsaade edilen % 5'lik ölçüyü aşmayacak şekilde kullanılmıştır.

Hamurun hazırlanmasında kullanılan un formülasyonları Tablo 2.1'de gösterildiği gibi her bir un numunesi için hazırlanarak içerisinde Şekil 2.1.'deki gibi diğer maddeler (Siyez unu, normal un, buğday nişastası, prinç nişastası, esmer şeker, süt, süt tozu, P.A.S.T., sirke, yağ, B1 vitamini, kalsiyum karbonat, EDN belirli oranlarda) ilave edilerek 26 çeşit (25 çeşidi siyez un formülasyonlu) ve 1 çeşit normal un formülasyonlu bebe bisküvi hamuru akış şemasında gösterildiği gibi hazırlanmıştır. Un numuneleri Şekil 2.2.'de gösterilmiştir. Her biri ayrı yoğurma kaplarında, oda sıcaklığında 10 dk yoğurularak, hamurlar 20 dk. bekletildi. Şekil 2.3.'de görüldüğü gibi elde edilen sert kırılğan hamurlardan 3'er mm kalınlığında, 2 cm uzunluğunda bisküvi şekilleri elde edilmiştir (Ergin, 2011). Bebe bisküvileri 170°C'lik fırında 12 dk pişirilmiş ve oda sıcaklığında 30 dk. bekletilerek soğutulmuştur. Şekil 2.4.'de görüldüğü gibi pişen bebe bisküvileri analiz aşamasına kadar +4° C'de hava almayacak şekilde muhafaza edilmiştir.

**Tablo 2.1.** Hamurun %'lik Formülasyon Tablosu

Paçal No	Siyez Un (%)	Normal Unu (%)	Kısaltma*
1	0	100	F
2	20	80	A1
3	40	60	A2
4	60	40	A3
5	80	20	A4
6	100	0	A5

\*Tez içerisinde kullanılan bir firmanın, karışım % ifadeleriyle siyez un oranlarını gösteren kısaltmalar.



**Şekil. 2.3. Siyezli bebe bisküvisi üretim akış Şeması (Anonim, 2001; Sertkan, 2006)**



**Şekil 2.4.** Araştırmada kullanılan siyez ve normal un çeşitlerinin görüntüsü



**Şekil 2.5.** Siyezli Bebe Bisküvisi hamur görüntüsü



**Şekil 2.6.** Siyezli bebe bisküvisi görüntüsü

### 2.2.2. Protein Sindirilebilirliği

Laboratuvar ortamında üretilen siyezli bebe bisküvileri öğütücüde homojen ve küçük partiküller elde edilecek şekilde 30 sn öğütüldü.

### 2.2.3. UFLC Yöntemi ile Amino Asit Profillerinin Tanımlanması (6N HCl)

Esansiyel amino asit profilleri belirlenirken Dimova (2003) ve Gheshlaghi vd., (2008) oluşturdukları yöntem kullanılmıştır. Güçlü bağlarla bağlı olan amino asitlerin kuvvetli asit olan 6 N HCl asit ile parçalanması prensibine dayanmaktadır. UFLC (Ultra Fast Liquid Cromatography) yönteminde kuvvetli asit olan 6 N HCl hidrolizi ile kovalent bağlar kopar ve amino asitler serbest hale gelir. Amino asit kompozisyon (UFLC-UV dedektör yöntemi ile) analizinde, ultraviyole dedektörlü yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılmaktadır. Kuvvetli asit hidrolizinden sonra türevlendirme aşaması da 'Edman Prensibi' esasında dayanmaktadır. Bu prensibe göre, numuneye eklenen asetonitril:metanol:trietylamin azotla uçurularak, amino asitler fenilizotiyosiyanatla reaksiyona girerek feniltiyokarbamil (PITC) türevlerini oluşturmaları sağlandı ve numuneler UFLC-UV dedektörde okutuldu.

### Amino Asit Kompozisyonu Analiz Aşamaları

50 mL'lik ağzı kapalı cam şişelere, öğütülmüş 0,5 g Siyezli Bebe bisküvisi numunesi konuldu ve üzerine

↓

20 mL 6 N HCl eklenerek ağzı sıkıca kapatıldı

↓

110°C 24 saat Etüvde bekletilerek hidrolize edildi.

↓

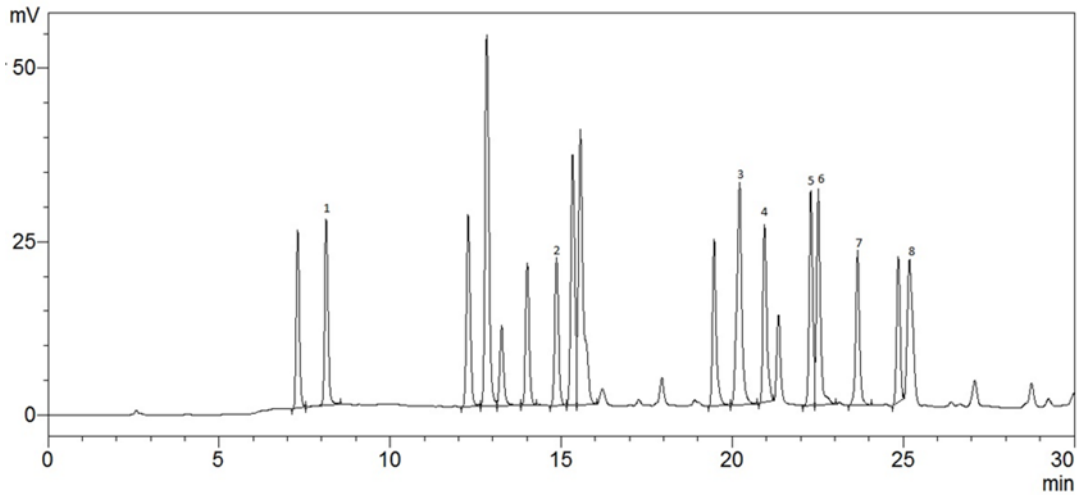
Numuneler oda sıcaklığına getirilip adi filtre kağıtlarından süzüldü

↓

Süzüntüden 0,2 mL alınıp HPLC öncesi bütün türevlendirme aşamaları gerçekleştirililerek HPLC'ye numuneler verildi.

### Türevlendirme :

0,2 mL numune test (cam) tüplere konuldu. Üzerine 0,1 mL acetonitril (ACN) eklendi ve 50°C'lik azot gazı uçuruldu. 0,5 mL ACN tekrar konularak uçurma tekrarlandı. Tüp içindeki kalıntıya 0,5 mL ACN:Metionin:Trietilamin karışımından ve 0,1 mL PITC türevlendirme çözeltisi ilave edildi 40°C etüvde 30 dk türevlendirildi. N gazı altında 40°C'de uçurulduktan sonra üzerine 0,2 mL ACN ilave edildi ve 40°C'de tekrar uçuruldu. 0,2 mL ultra saf su ile yıkandı ve 40°C'de tekrar uçuruldu. Üzerine 5 mL 0,02 M amonyum-asetat çözeltisi eklendi, manyetik karıştırıcıda karıştırıldı. 22 µm CA filtre UFLC'den viallere süzülerek HPLC cihazına uygun koşullarda konuldu ve kromatogram görüntüleri alındı (Dimova, 2003 Gheshlaghi vd., 2008). Şekil 2.6. Esansiyel amino asit (treonin, alanin, prolin, trezin, valin, izö-losin, lösin, fenilalanin, lizin ve glutamik asit) profili.



**Şekil 2.7.** Esansiyel Amino asit kompozisyonu Glutamik asit (1), treonin (2), valin (3), metiyonin (4), izolösin (5), lösin(6), fenilalanin(7) ve lizin (8) HPLC kromatogramı

#### 2.2.4. HPLC'de Triptofan Analizi (5N NaOH)

Amino asit profil tayininde kullanılan asidik hidroliz (6 N HCl) yöntemi, triptofanı tayininde kullanılamaz. Triptofan indol yapısı nedeniyle (bakterilerin kolonda triptofanı parçalayarak asit oluşturması) diğer amino asitlere göre asidik şartlarda

tamamen hidroliz olur ve çok fazla kayıp yaşanır. Bu nedenden dolayı asidik parçalanma analizleri yerine daha iyi sonuç veren bazik hidroliz (5 N NaOH) yöntemi kullanılmıştır (Neilsen ve Hurrell, 1985). Numunedeki triptofanın tamamının % oran olarak tespit edilebilmesi için, kayıpları daha minimize edebilmek, bazik hidrolizde daha fazla mümkün olmaktadır. Üründeki nişasta (5N) NaOH ile parçalanır ve proteinler daha fazla açığa çıkar. Protein konsantrasyonlarının molar hesaplamalarında NaOH protein için kullanılan etkili alkalidir. Doğal floresan ve florometrik yöntemle, yaygın olarak türevlendirme olmadan triptofan içeriğinin belirlendiği metottur (Delgrada vd., 2006).

**Mobil faz A:** 1 L'lik balon jöjeye 0.78 g sodyum dihidrojen fosfat dihidrat ve 0.88 g disodyum hidrojen fosfat dihidrat tartıldı ve deiyonize su ile hacimine tamamlandı. Tampon çözeltisinin pH değeri 6,8-6,9 arasında olacak şekilde ayarlandı ve süzüldü.

**Mobil faz B:** Asetonitril

Kolon sıcaklığı: 40°C, dedektör: Flöresan, dalga boyu: 25 nm, enjeksiyon hacmi: 10 µl, akış hızı: 1 ml/dakika, kolon: ACE 5 C18, 250 x 4.6 mm

#### **Bazik Hidroliz Analiz Aşaması (5 N NaOH)**

0,5 mL örnek 20 mL 5N NaOH ile ağzı 50 mL'lik kapalı cam şişeye alındı

↓  
110°C'de 24 saat hidrolize edildi

↓  
Örnekler oda sıcaklığına gelene kadar soğumaya bırakıldı

↓  
Hacimleri 50 mL ultra saf su ile tamamlandı

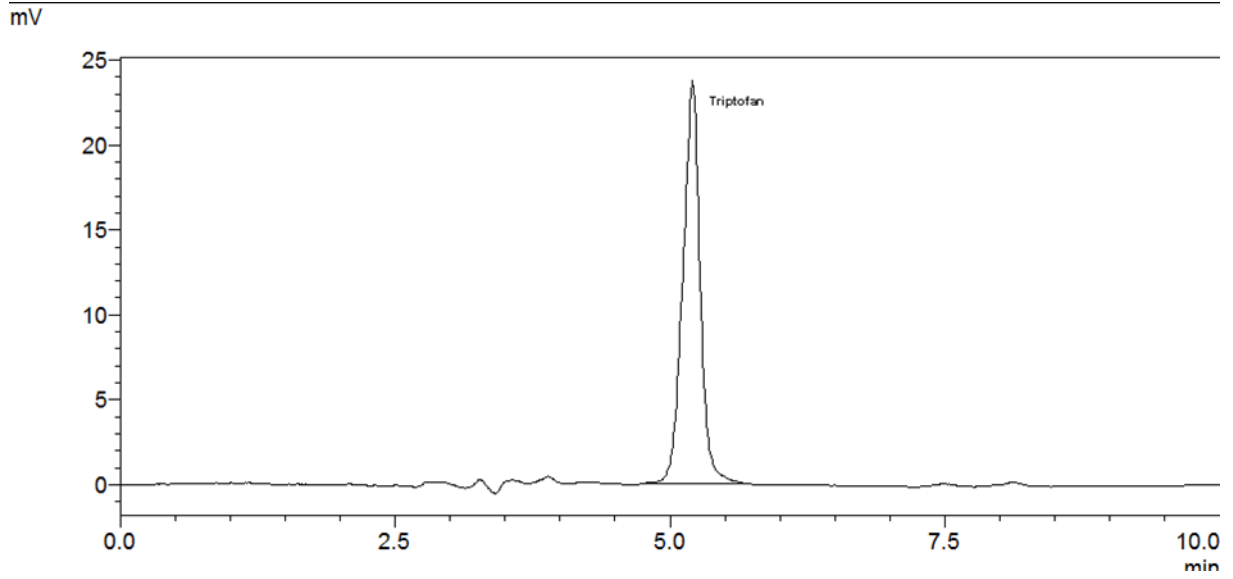
↓  
Filtre kağıdından süzüldü, süzüntüden 1mL test tüpüne alındı ve üzerine üzerine 15

↓  
mL PO<sub>4</sub> tamponu eklendi

↓  
0,1 N HCl çözeltisi ile pH 6,3'e ayarlandı

↓  
Hacmi deiyonize su ile 100 mL tamamlandı 0,45 µm'lik filtreden süzülerek direkt uygun koşullarda viallere enjekte edilerek HPLC'ye yerleştirildi ve oluşan kromatogram pikleri alınarak değerler bulundu

Triptofan flörsan karakterindedir. Diğer amino asitlerde işlem aşaması daha çok olduğu için standart sapma oranı daha yüksek çıkar. Elde edilen aşağıdaki Şekil 2.7.'deki kromotogram görüntüsündeki piklerin alan hesabından sindirilebilirlik oranları hesaplandı. Bu tezde protein kalite kriteri olan triptofan değerleri alkali hidroliz yöntemiyle HPLC cihazında kromotogramları dikkate alınarak hesaplamalar yapıp ve değerleri ortaya konulmuştur. Kromotogramdaki çıkan pik alanı veya konsantrasyon, standardın örnekle ve seçeltme oranın karşılaştırılmasıyla triptofan hesaplanmıştır (Çevikkalp vd., 20016).



Şekil 2.8. HPLC’de Triptofan Kromatogram görüntüsü

### 2.2.5. İn Vitro Triptofan Analizi

Analizi in vitro sindirim metodu prensibine göre yapılmıştır (Clark, 2004). Alkali hidroliz sonucu proteinden sıvıya geçen dipeptidleri ve ondan da açığa çıkan amino asitler sindirilmiş olanlardır. Sindirilmiş olanlar serbest dolaşan amino asitler ve HPLC’de bunlar tespit edilir. Gıdadan sıvıya geçen biyoyararlılık miktarı, sindirilebilirlik olarak hesaplanır

HPLC’de UV dedektör, ters-faz kolon (ACE 5 C18, 250 x 4,6 mm), Kolon sıcaklığı 40°C, dalga boyu 254 nm, emisyon hacmi 10 µL ve Akış hızı 1 mL/dk koşullarıdır 0,05 N HCl, 0,1 N PO<sub>4</sub> tampon, pepsin, pankreatin, %20 TCA Çözeltisi

**Mide Solüsyonu:** 0,6 g (Siyezli bebe bisküvi numune için) 0,2 N HCl pH 1,5 40 mL çözelti manyetik karıştırıcıda karıştırken üzerine 0,02 g pepsin (domuz mide mukozundan, 250 IU/mL) eklenerek ve 4-5 dk karıştırıldı.

**İnce Bağırsak Solüsyonu:** 0,026 g pankreatin (domuz pankreasından, 250 x/USP) + 4 mL ultra saf suyla homojen bir solüsyon olana kadar vortekslenerek karıştırıldı.

**Mide Solüsyonu:** 0,020 g  
Pepsin + 0,2 N 40 ml HCl pH  
1,5

**İnce Bağırsak Solüsyonu:** 0,260 g  
Pankreatin + 4 ml saf su pH 7

### İn Vitro Protein Sindirilebilirlik Analiz Aşamaları

0,6 g örnekten tartıldı ve 2,5 mL ultra saf su ile vortekslenerek çözüldü

Hazırlanan mide solüsyonu (0,2 N 40 mL'lik HCl pH 1,5 getirilerek manyetik karıştırıcıda iken, üzerine 0,020 g) numunelerin her birine konuldu ve tamamen çözündürüldü

37°C çalkalamalı su banyosunda 30 dk inkübe edildi

Numunelere KPO4 tamponu ilave edilerek pH 7

İnce bağırsak solüsyonu (0,260 mg 4 mL su karıştırıcıdayken üzerine ilave edilerek homojen bir karışım elde edildi) numunelere eklendi

37°C 150 dk çalkalmalı su banyosunda inkübasyona tabi tutuldu

Herbir numunelere 0,5 mL TCA ilave edilerek pH 3'e getirilerek en az 1 sa beklendi, enzimlerin reaksiyonu sonlandırıldı

10 dk 6000 rpm santrafij yapıldı, supernatan kısmı tüplere alınarak hacimleri ölçüldü daha sonra HPLC öncesi türevlendirme yapıldı

### **Türevlendirme:**

0,2 mL numune flitrelerden geçirilerek cam tüplere alındı, üzerine 0,1 mL acetonitril konuldu, manyetik karıştırıcıda karıştırılarak N gazı altında 50°C 30 dk uçuruldu. Kalıntı 0,2 mL saf suyla yıkanarak N gazı altında tekrar uçuruldu. Tüp içindeki kalıntıya 0,5 mL asetonitril konularak manyetik karıştırıcıdan sonra N gazı ile uçurma işlemi yapıldı. Tekrar kalıntı üzerine 0,5 mL asetonitril:metanol:triethylamin karışımı ve 0,1 mL türevlendirme çözeltisi (PITC) ilave edilerek manyetik karıştırıcıdan sonra 40°C 30 dk N gazı ile uçurma yapılarak türevlendirildi. 0,2 mL tekrar asetonitril ile ilave edildi, N ile uçuruldu. 0,2 mL ultra saf su ile yıkandı N ile 40°C de uçuruldu. Kalan kalıntının üzerine 5 mL 0,02 M amonyum asetat ( $C_2H_2NO_2$ ) tampon çözelti eklendi. Manyetik karıştırıcıdan sonra N gazı altında uçuruldu. 0,2 µm'lik filtreden süzülerek HPLC cihazına UFLC sistem viallere konuldu ve ölçüm yapıldı (Dimova, 2003; Gheshlaghi vd., 2008). Kromotogramdaki çıkan pik alanının hesabına göre triptofan ve protein sindirilebilirliği hesaplanmıştır (Çevikalp vd., 2016).

## 2.2.6. Karbonhidrat Sindirilebilirliği

Nişasta tayini AOAC Method 996.11 yöntemine göre yapılmıştır. Glisemik indeks analizi Englyst ve ark. (1992) bazı modifikasyonları ile, in vitro yöntem kullanarak yapılmıştır (Yaman, Sargın ve Mızrak, 2019). Karbonhidrat sindirim ve GI süreleri 20, 30, 60, 90, 120 dk'dır.

### Nişasta Tayini

Goni vd. (1996) oluşturdukları metottan esinlenerek analiz yapılmıştır. Hazırlanan örneklerdeki nişasta tayininde AOAC Metot (996.11 metodu) kullanıldı. Metoda göre öğütölmüş numuneden 0,1 g alındı, 50 mL plastik falkon tüplerine konulup, 0,2 mL C<sub>2</sub>O<sub>5</sub>OH (% 80 v/v) eklendi ve dispersiyonu sağlamak için vortekslendi. Hazırlanan karışıma 2M KOH çözeltilisinden 2 mL ilave edildi ve buz/su banyosunda (magnetik stirrer bar 5×15 mm) ile 20 dk bekletildi. Her bir tüp içine 8 mL 1 M Na-asetat (pH 3,8) çözeltilisi eklenip ve tekrar magnetik stirrer bekletilerek karıştırıldı. Üzerine 0,1 mL thermostable  $\alpha$ -amilaz ve 0,1 mL amiloglikozidaz (AMG) enzimleri ilave edilerek 50°C'de çalkalamalı sıcak su banyosunda 30 dk bekletildi ve enzimatik inkübasyon gerçekteştirildi. Hacim deiyonize su ile 50 mL'ye tamamlanarak 10 dk 4000 rpm'de santrifüj edilerek ve supernatan kısmından bir miktar alındı, 45  $\mu$ m CA filtre ile süzöldü. 10 mL'lik cam tüplere süzöntüden 0,1 mL konulup ve 3,0 mL GOPOD reaktifi eklendi. 50°C 20 dk çalkalamalı su banyosunda inkübe edildikten sonra absorbansı spektrofotometrede 510 nm (UV-1280 Shimadzu) ölçöldü ve D-glikoz standart çözeltilisinin (1 g/mL) absorbansı kör numuneyle karışılaştırılarak okundu. Hesaplama da glikozun absorbans değerini 1mg/g cinsindedir. Kör çıkarılıp, glikoz oranlandı ve değerlerin ortalamaları alındı. Ortamdaki toplam glikoz miktarı, ortama salınan glikozdur. Elde edilen sonuçlarla sindirim sırasında salınan glikoz, hidrolize edilmiş nişasta olarak kabul edildi, kaydedilen absorbans 0,9 dönüşüm faktörüyle çarpılarak toplam nişasta miktarı bulunmuş oldu (Yaman, Sargın ve Mızrak, 2019). Sonuçlar, sindirilmif nişastanın yüzdesi olarak rapor edildi. RS'de bu metotla hesaplandı (Chung, Shin, ve Lim, 2008; Nakov vd., 2019).

## Nişasta Fraksiyonlarını Hesaplama Yöntemleri

TS : Toplam nişasta,  $TS = TG \times 0,9$

RDS : Hızlı sindirilebilir nişasta,  $RDS = G20 \times 0,9$

SDS : Yavaş sindirilebilir nişasta,  $SDS = (G120 - G20) \times 0,9$

RS : Enzime Dirençli Nişasta,  $RS = TS - (RDS + SDS)$

RAG : şeker ve nişastanın 20 dakikalık inkübasyonunda glikoz salınımı

SAG : 120 dakika inkübasyonda şeker ve nişastanın glikoz salınımı

### 2.2.7. İn Vitro Gılisemik İndeks Analizi

HCl (0,05 N), Na-asetat (0,5 M)

**Mide solüsyonu:** Her bir örnek için 200 mL (0,05 N) HCl çözeltisinin üzerine 1g pepsin + 1g guar gam manyetik kayırıştırıcıdayken eklendi ve belli kıvam alana kadar karıştırıldı.

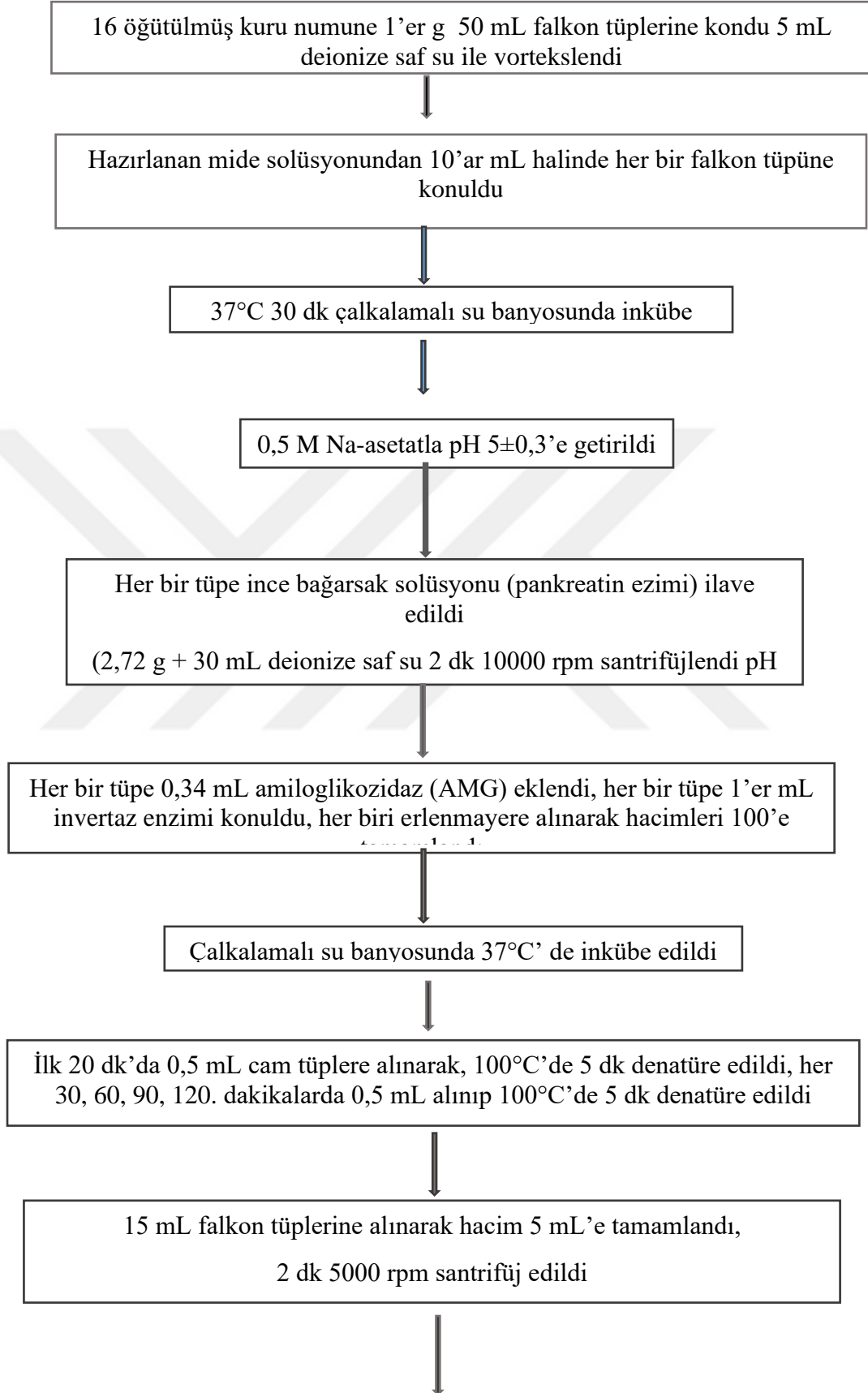
**İnce Bağarsak solüsyonu:** 2,72 g pankreatin 30 mL ultra saf su ile 50 mL'lik falkon tütünde vortekslendi. 2 dk 10000 rpm santrafüt edildi. Süpernatan kısmı analiz için alındı.

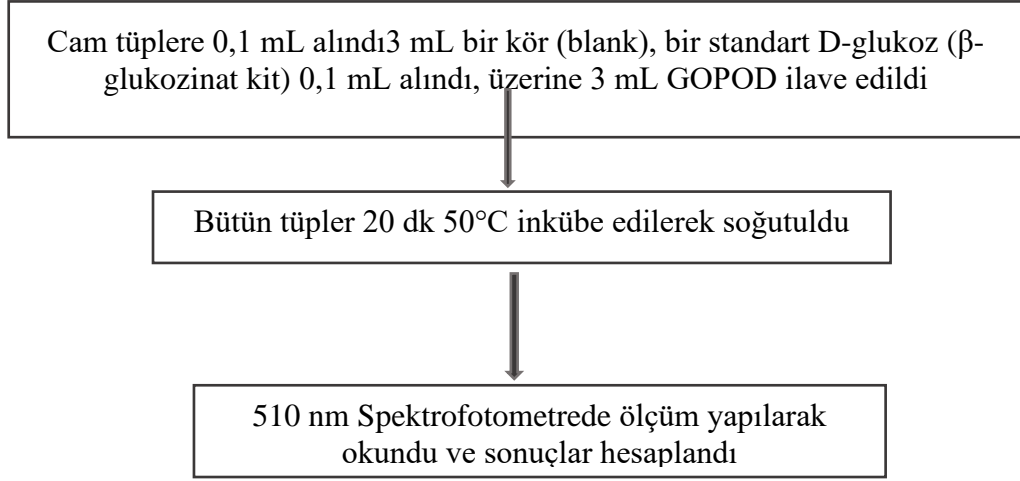
İn vitro nişasta sindirilebilirliği metodu Englyst ve arkadaşları (1992) tarafından oluşturulan metoda göre standartlaştırıp, analizler yapıldı. Sindirim için gerekli olan enzim solüsyonları mide ve ince bağarsak enzimlerini içerecek şekilde 2 farklı ayrı beherlerde bazı değişikliklerle miktarları hesaplanarak hazırlandı. Yöntemin prensibi in vitro olarak mide ve ince bağarsakta simüle edilmesine dayanır ve ortama yayılan glikoz miktarı tespit edildi (Yaman, Sargın ve Mızrak, 2019).

**Mide solüsyonu:** Her bir örnek için 200 mL (0,05 N) HCl çözeltisinin üzerine 1g pepsin + 1g guar gam manyetik kayırıştırıcıdayken eklendi ve belli kıvam alana kadar karıştırıldı

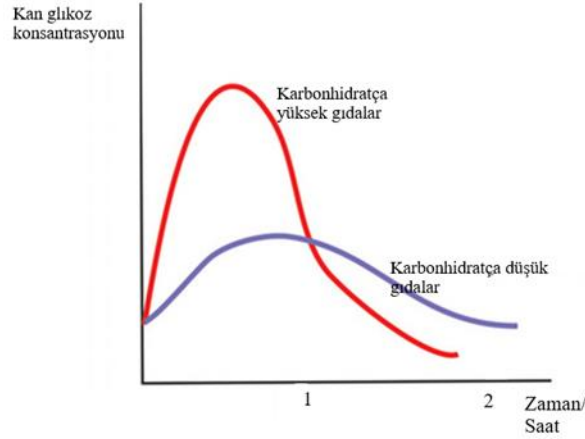
**İnce Bağarsak solüsyonu:** 2,72 g pankreatin 30 mL ultra saf su ile 50 mL'lik falkon tütünde vortekslendi. 2 dk 10000 rpm santrafüt edilir. Süpernatan kısmı analiz için alındı.

## İn Vitro GI Analiz Aşamaları





WHO/FAO tarafından besinlerin glisemik indeks seviyelerinin doğru sonuca ulaşmada eğrinin altındaki alandan hesaplamalardan gidilerek bulunduğunu bildirmişlerdir. GI hesaplamalarında genel olarak tahmini glisemik indeks (pGI) yenildikten 2 saat sonra besinlerin gösterdikleri glikoz yanıtlarının, standart alınan ekmeğin alımından sonraki gösterdiği glikoz yanıtına göre yüzde değeridir (Çiftçi vd., 2008).



**Şekil 2.9.** Gıda alımıyla zaman içinde kan glikoz konsantrasyon eğrisi

pGI değerleri, in vitro sindirim kinetiği Goni, Garsia-Alonso ve Saura-Calixto (1997) tarafından doğrusal olmayan bir modelleme yapılmıştır ve oluşturulan denklem aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$GI = 39,71 + 0,549 \cdot HI$$

Hidroliz indeksinin (HI) her bir test numunelerininin 0-180 dk arasındaki parçalanma davranışları, örnek HI değerinden, test numunesinin hidroliz eğrisi altındaki alanın AUC referans alınan beyaz ekmek için elde edilen alana oranlanması ile elde edilip, değerler de matematik modellemesiyle formülize edilmiştir.

$$AUC = C_{\infty} (tf-t_0) - (C_{\infty}/k)[1 - \exp[-k(tf-t_0)]]$$



## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### BULGULAR ve TARTIŞMA

#### 3.1. Protein Sindirilebilirliği

##### 3.1.1. Esansiyel Amino Asit Kompozisyon Bulguları

Protein sentezinde amino asitlerin önemi büyüktür. Ancak protein sindirilebilirliğinde triptofan dışındaki amino asitler dikkate alınmamaktadır. Bu nedenle bilgi sahibi olmak ve örnek teşkil etmesi amacı ile normal un ve 5 farklı siyez unu ile yapılan bisküvilerin EAA profilleri (valin, lösin, izolösin, treonin, metionin, fenilalanin, lizin ve triptofan), belirlenerek sonuçlar Tablo3.1' de verilmiştir. Tablo 3.1 incelendiğinde valin F (normal un) kodlu numunede  $279\pm 3$  mg/100g iken en yüksek E5:  $292\pm 3$  mg/100g ve A5:  $138\pm 3$  mg/100g ile en düşük olandır. Lösin F:  $680\pm 5$  mg/100g, en yüksek A5:  $620\pm 4$  mg/100g, en düşük D5:  $510\pm 4$  mg/100g'dır. İzolösin F:  $458\pm 4$  mg/100g, en yüksek  $435\pm 3$  mg/100g ile A5, en düşük değer D5:  $340\pm 3$  mg/100g değeridir. Treonin F:  $75\pm 1$  mg/100g, en yüksek A5:  $168\pm 2$  mg/100g, en düşük B5:  $110\pm 1$  mg/100g'dır. Metionin F:  $39\pm 1$  mg/100g, E5:  $135\pm 2$  mg/100g, en düşük B5:  $61\pm 1$  mg/100g. Fenilalanin F:  $487\pm 5$ , en yüksek değer A5:  $580\pm 5$  mg/100g, en düşük B5:  $478\pm 4$  mg/100g. Lizin F:  $579\pm 5$  en yüksek A5:  $579\pm 5$  mg/100g, en düşük B5:  $146\pm 2$  mg/100g. Esansiyel olmayan glutamik asitte ise F:  $1162\pm 11$  mg/100g, en yüksek A:  $1693\pm 11$  mg/100g, D5:  $1352\pm 8$  mg/100g değeriyle en düşük olandır. Bu sonuçlara göre A5 firmasının valin ve metioninin haricinde hepsinde en yüksek olduğu, B5 firmasının ise, treonin, metionin, fenilalanin, lizin ve glutamik asit yönünden en düşük olduğu tespit edilmiştir. Normal una göre firmaların, %100 siyez unu ile yapılan bebe bisküvileri karşılaştırıldığında lösin, izolösin ve lizin değerleri daha yüksek bulunmuştur. TGK, (2001) göre Bebek ve Küçük Çocuk ek besinlerinde EAA referans değer olarak valin 6,7 g/100g; İzolösin 5,4 g/100g; lösin 9,4 g/100g; lizin 8,1 g/100g, metionin 2,8 g/100g; fenilalanin 5,2 g/100g; treonin 4,7 g/100g verilmiştir. Bu çalışmadaki sonuçlara göre siyezli bebe bisküvisi EAA değerleri düşük çıkmıştır. Türkomp Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı'nda (2017)'e göre ise bebe

bisküvisinin; treonin 97 mg/100gr; izolösin 242 mg/100gr; lösin 459 mg/100gr; lizin 184 mg/100gr; metiyonin 125 mg/100gr; fenilalanin 318 mg/100gr; valin 280 mg/100gr; glutamik asit 539 mg/100g'dır. Bu sonuçlara göre siyezli bebe bisküvisi lösin, izolösin, treonin, fenilalanin, lizin, glutamik asit yönünden yüksek, valin, metionin yönünden ise düşük olduğu tespit edilmiştir.

Abd-el Aal vd., 1996 yılında siyez ve diğer buğday çeşitleriyle yaptıkları ürün çalışmasında, siyezli unla yaptıkları ürünlerinde glutamik asit yönünden zengin 3,7; lizin 1,9 ve treoninin 2,6 valin 3,3; fenilalanin 5,4; lösin 5,9 (g/100kg) yönünden düşük olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma ile tez çalışmasındaki siyezli bebe bisküvisi karşılaştırıldığında, kendi arasındaki grupta en yüksek değerler olan valin E5:2,9±3, treonin A5:1,6±2 (mg/100g) daha düşük çıkmıştır.

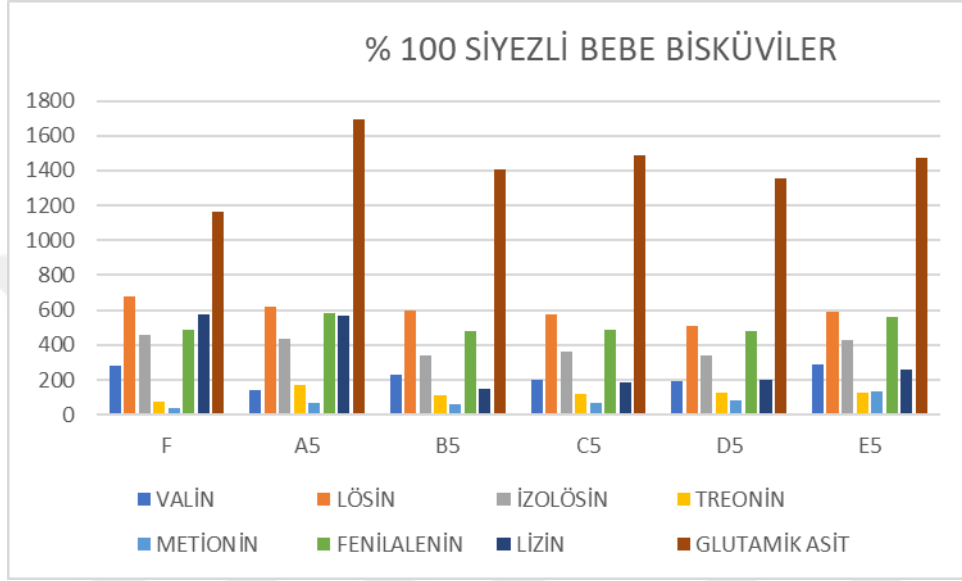
Acquistucci, D'egidio ve Vallega (1995) yaptıkları bir aştırmada 15 adet siyez buğdayı ve 2 adet modern buğdayın amino asit profilini incelemiştir. Tüm numunelerin valin, lösin, izolösin, treonin, alanin değerleri düşük ve birbirinden farklı tespit edilmiştir.

Yapılan birçok çalışma siyez ununun ve ürünlerinin EAA değerlerinin düşük olma nedeninin ürün hazırlanırken amino asitlerin diğer malzemeler ile etkileşime girdiğini ve ısı etkisi ile değiştiğini göstermektedir.

**Tablo 3.1.** % 100 Siyezli Bebe Bisküvi Formülasyonlarının EAA Kompozisyon Değerleri  
(mg/100g)

	<b>VALİN</b>	<b>LÖSİN</b>	<b>İZOLÖSİN</b>	<b>TREONİN</b>	<b>METİONİN</b>	<b>FENİLALENİN</b>	<b>LİZİN</b>	<b>GLUTAMİK*</b>
<b>F</b>	279±3	680±5	458±4	75±1	39±1	487±4	579±5	1162±11
<b>A5</b>	138±2	620±4	435±3	168±2	67±2	580±5	570±5	1693±11
<b>B5</b>	229±2	600±4	342±3	110±1	61±1	478±4	146±2	1408±10
<b>C5</b>	203±3	578±3	359±3	121±2	65±1	489±5	187±2	1485±10
<b>D5</b>	195±2	510±4	340±3	125±2	83±2	480±4	197±3	1352±8
<b>E5</b>	292±3	589±4	428±4	129±2	135±2	558±5	262±3	1470±9

\*Esansiyel Olmayan Amino Asit (mg/100g)



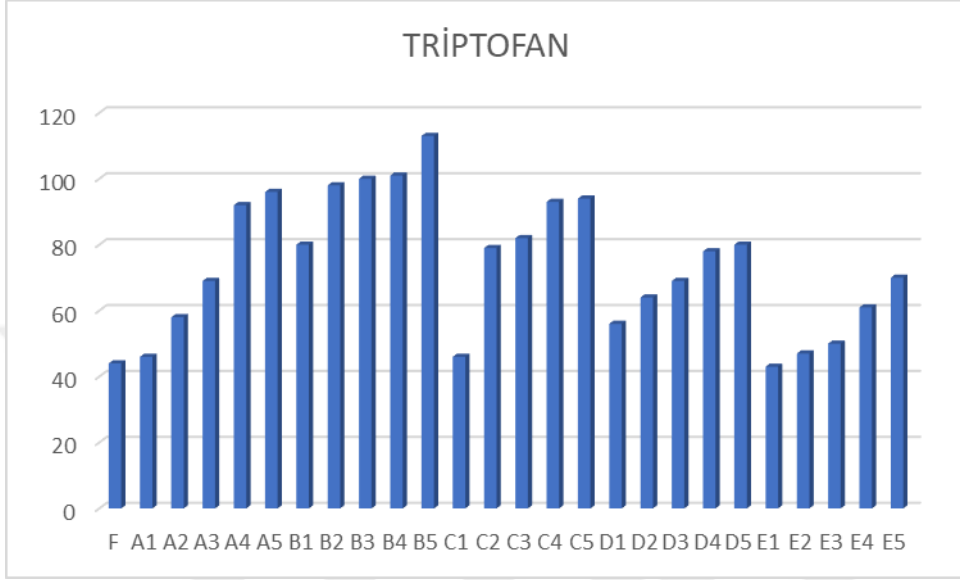
**Şekil 3.1.** % 100 Siyezli Bebe Bisküvi EAA Kompozisyon Değerleri (mg/100g)

### 3.1.2. Sindirim Öncesi Triptofan Bulguları

Proteinlerin yapısındaki EAA'den olan triptofan sindirilebilirlik göstergelerinden biridir (Diem, Bergmann ve Hendrich, 2000). Bu nedenle triptofan analizi tüm numunelerde sindirim öncesi ve sonrası gerçekleştirilerek değerlendirilmiştir. Numunelere ait sindirim öncesi triptofan değerleri tablo 3.2'de verilmiştir. Tablodaki değerler incelendiğinde, tüm numunelerde triptofan değerinin normal undan yüksek olduğu ve siyez un miktarı arttıkça triptofan miktarının da arttığı görülmektedir. Türkomp Veri Tabanı (2017)'nda normal un ile üretilmiş bebe bisküvisinin triptofan değeri 68 mg/100g olarak standartlaştırılmıştır. Türkomp Veri Tabanı'ndaki (2017) bebe bisküvi verilerine göre çalışmamızda kullanılan normal unun triptofan değeri veri tabanı değerinden düşük tespit edilmiş olup, çalışmış olduğumuz 26 numuneden 16 adedinin triptofan değerinin Türkomp standart değerinden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Normal unlu bebe bisküvisi (F) triptofan değeri  $44\pm 5$  mg/100g olup, standart değerden düşük tespit edilmiştir. Yüksekten düşüğe doğru numunelerimize ait triptofan değerleri B5:  $113\pm 10$  mg/100g, A5:  $96\pm 9$  mg/100g, C5:  $94\pm 7$  mg/100g, D5:  $80\pm 7$  mg/100g, E5:  $70\pm 6$  mg/100g'dır. En yüksek triptofan değerine sahip olan B, en düşük olan ise E firmasıdır. Formülasyonlarımızda siyez un oranı arttıkça triptofan değeri artmıştır. Bu sonuçlara göre siyez unu ürünlerindeki triptofan değerlerinin artışı, protein kalite kriteri olan triptofan varlığının göstergesidir ve siyezli ürünlerin besin değeri olarak daha değerli olduğunu bizlere göstermektedir.

**Tablo 3.2.** Sindirim Öncesi Triptofan Değerleri (mg/100g)

<b>TRİPTOFAN</b>	
<b>F</b>	44±5
<b>A1</b>	46±7
<b>A2</b>	58±6
<b>A3</b>	69±6
<b>A4</b>	92±8
<b>A5</b>	96±9
<b>B1</b>	80±9
<b>B2</b>	98±9
<b>B3</b>	100±9
<b>B4</b>	101±11
<b>B5</b>	113±10
<b>C1</b>	46±5
<b>C2</b>	79±8
<b>C3</b>	82±6
<b>C4</b>	93±7
<b>C5</b>	94±7
<b>D1</b>	56±6
<b>D2</b>	64±6
<b>D3</b>	69±7
<b>D4</b>	78±9
<b>D5</b>	80±7
<b>E1</b>	43±2
<b>E2</b>	47±3
<b>E3</b>	50±4
<b>E4</b>	64±4
<b>E5</b>	70±6



**Şekil 3.2.** Sindirim Öncesi Triptofan Değerleri m/100g

### 3.1.3.Sindirim Sonrası İn-Vitro Triptofan Bulguları

İn vitro ortamda numunelere ait sindirim sonrası triptofan sonuçları Tablo 3.3'de verilmiştir. Tablodaki değerler incelendiğinde, tüm numunelerin triptofan değerlerinin sindirim sonrası artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca formülasyonda siyez un miktarı arttıkça sindirim sonrası triptofan miktarında da artış olduğu görülmektedir. Buna göre F değeri  $138\pm 7$  mg/100g değeri iken, en yüksek in vitro triptofan  $195\pm 4$  mg/100g değeriyle B5 firmasıdır. Artışın en az olduğu ise  $132\pm 3$  mg/100g değeriyle E5 kodlu ürünümüz olmuştur.

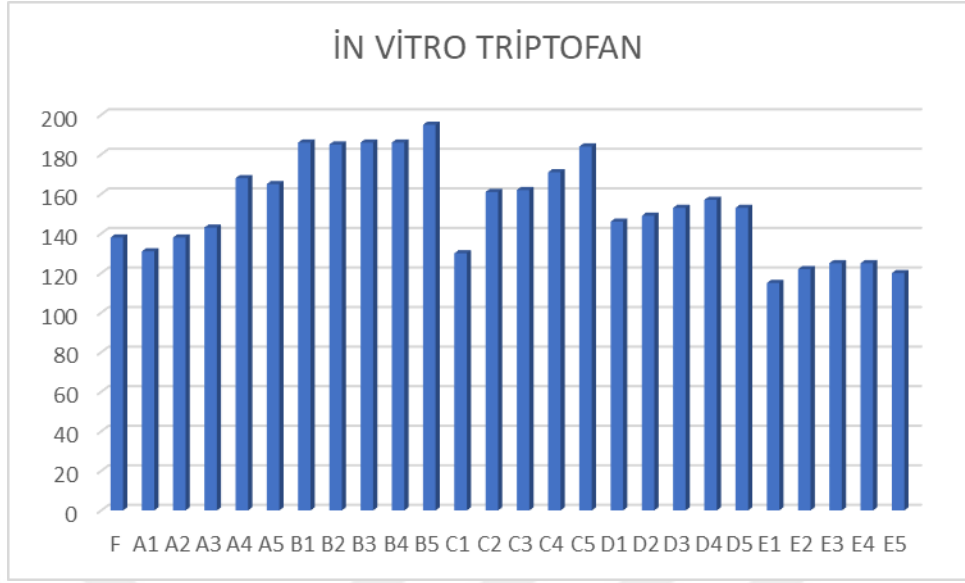
Abd-el Aal ve Hucl 2002 yılında, siyez buğdayı, durum buğdayı, HRS buğdayı, kılçıklı ve kılçıksız buğday ürünleriyle yaptıkları in vitro bir çalışmada, siyezli ürünün ortalama olarak triptofan değeri 86,2 mg/100g iken, sırasıyla in vitro triptofan oran ortalamaları 86,8 mg/100g; 86,7 mg/100g; 86,9 mg/100g; 86,6 mg/100g; 86,9 mg/100g olarak tespit etmişlerdir. Sonuçlar çalışmamız ile nımunelerimize ait triptofan değerleri daha yüksektir.

*T. dicoccum* buğdayı, *T. durum* buğdayı ve *T. polonicum* çeşitleriyle üretilen makarnaların in vitro triptofan tayini yapan bir grup araştırmacı 60, 59, 66 (mg/100g) triptofan değerleri sonuçlarını bulmuşlardır. Bu yönüyle siyezli bebe bisküvisi in vitro değeri daha yüksektir (Simonata, Curioni ve Pasini, 2015).

Çalışmamızdaki in vitro triptofan değerleri, diğer yapılan araştırmalarla kıyaslandığında daha yüksek tespit edilmiştir. Bu da bize siyez un oranı arttıkça in vitro triptofan oranının arttığını göstermektedir.

**Tablo 3.3.** Sindirim Sonrası İn-Vitro Triptofan Değerleri (mg/100g)

<b>Örnek</b>	<b><u>İN VİTRO TRİPTOFAN</u></b>
<b>F</b>	138±7
<b>A1</b>	131±8
<b>A2</b>	138±7
<b>A3</b>	148±4
<b>A4</b>	168±5
<b>A5</b>	165±3
<b>B1</b>	169±5
<b>B2</b>	185±4
<b>B3</b>	186±5
<b>B4</b>	186±3
<b>B5</b>	195±4
<b>C1</b>	130±3
<b>C2</b>	161±3
<b>C3</b>	162±5
<b>C4</b>	171±4
<b>C5</b>	184±7
<b>D1</b>	146±5
<b>D2</b>	149±3
<b>D3</b>	156±3
<b>D4</b>	157±6
<b>D5</b>	158±5
<b>E1</b>	123±4
<b>E2</b>	122±5
<b>E3</b>	125±2
<b>E4</b>	131±2
<b>E5</b>	132±3



**Şekil 3.3.** İn Vitro Triptofan Değerleri

### 3.1.4. % Protein Sindirilebilirliği Bulguları

Bir proteinin biyoerişebilirliği öncelikle sindirilebilirliğine bağlıdır. Protein biyosentezinde görev alan triptofan, protein sindirilebilirliğinin en önemli göstergesidir. % Protein sindirilebilirliği in vitro triptofan değerinin, alkali hidroliz triptofan değerine oranlanmasıyla elde edilir. Numunelere ait % protein sindirilebilirlik değerleri Tablo 3.4’de verilmiştir. Buna göre siyez unlu bebe bisküvilerinin protein sindirilebilirliği siyez oranı arttıkça azalma göstermiştir. F kodlu numunede % 94 iken, Akodlu numunede PS değeri % 85’ten %69’a, B kodlu numunede % 89’dan % 82’e, C kodlu numunede % 84’ten % 70’e, D kodlu numunede % 90’ dan % 65’e ve E kodlu numunede % 80’den % 62’e düşmüştür. Buda siyez ununun GI değerinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır, çünkü GI değeri düştükçe protein sindirimide düşmektedir.

Düşme nedeninin diyet lif oranı ve kepekli yapıda olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Lifli yapı proteinleri tutar ve bağlarından parçalanması daha zor olduğu için proteinler açığa çıkamaz, dolayısıyla sindirilme oranı da düşmüş olur. Antinutrients kompleksleri oluşum esnasında protein ile etkileşime girdiğinden, çapraz bağlanma derecesini artırarak proteinin çözünürlüğünü azaltır ve protein komplekslerini proteolitik çekimlere daha az duyarlı hale getirir ve böylece protein sindirilebilirliğini olumsuz yönde etkiler (Alonso vd., 2000). Gıdaların işlenmesi esnasında buğday proteinleri dahil olmak üzere protein sindirilebilirliği önemli ölçüde değişmektedir. (Brennan, 2012). Çalışmamızda da unun kepek ve lif oranının yüksek olması PS değerinin düşmesine neden olmuştur.

Buğdayın protein sindirilebilirliği % 85 ile % 95 arasındadır (FAO, 2013; Juillet vd., 2008). Bos vd., (2005) yapmış oldukları bir çalışmada buğday içeren kahvaltılık atıştırmalarının protein sindirilebilirliğini % 86 ile % 95 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Yine kahvaltılık gevreklerle yapılan bir çalışmada nişasta içeriği yüksek yulaf ezmesi ve meyveli kahvaltılık gevreğin protein sindirilebilirlikleri araştırılarak tahıl içeren kahvaltılık gevreklerin PS değerlerinin %63 ile %88 arasında olduğu tespit edilmiştir. (Sargın, 2019). Çalışmamıza ait sonuçlar literatür bilgileri ile örtüşmektedir.

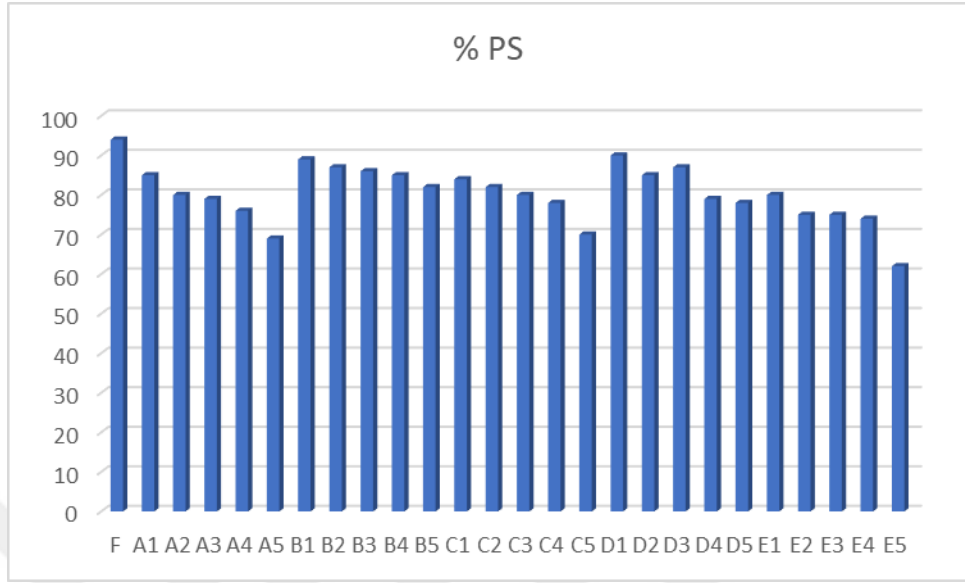
Buğday kepeği literatürde fitat (fitik asit) % 2,1-7,3 belirtilmiştir. Siyez buğdayının % 47’sini sitosterol oluşturan fitosterol, ortalama 1054 mg/kg değerinde olup, diğer buğday çeşitlerinden % 25 daha fazladır (Nurmi vd., 2008). İn vitro çalışmalar, fitat-protein

komplekslerinin proteolitik enzimler tarafından daha az sindirildiğini ve pepsin, tripsin, amilaz gibi sindirim enzimlerinin fitat tarafından inhibe edildiğini göstermiştir (Harpaz vd., 2010). Fitat-protein etkileşimlerinin in vitro olarak protein sindirilebilirliğini olumsuz yönde etkilediğine dair güçlü kanıtlar mevcuttur (Konietzny ve Greiner, 2003).



**Tablo 3.4.** % Protein Sindirilebilirlik Oranları

<b>Örnek</b>	<b>PS (%)</b>
<b>F</b>	94
<b>A1</b>	85
<b>A2</b>	80
<b>A3</b>	79
<b>A4</b>	76
<b>A5</b>	69
<b>B1</b>	89
<b>B2</b>	87
<b>B3</b>	86
<b>B4</b>	85
<b>B5</b>	82
<b>C1</b>	84
<b>C2</b>	82
<b>C3</b>	80
<b>C4</b>	78
<b>C5</b>	70
<b>D1</b>	90
<b>D2</b>	85
<b>D3</b>	83
<b>D4</b>	79
<b>D5</b>	78
<b>E1</b>	80
<b>E2</b>	75
<b>E3</b>	75
<b>E4</b>	73
<b>E5</b>	62



**Şekil 3.4.** % Protein Sindirilebilirlik Oranları

### 3.2. Karbonhidrat Sindirilebilirliği

Karbonhidrat sindirilebilirliğinde, spektrofotometrik ölçümlerde ilk 20 ve 30. dakikalar toplam GI'si, 30 ve 120. dakikalar ise karbonhidrat sindirimi ve nişasta fraksiyon değerlerini verir. Çalışmamızda tüm numunelerin karbonhidrat sindirilebilirliği tespit edilmiştir.

#### 3.2.1. Nişasta Fraksiyon Bulguları

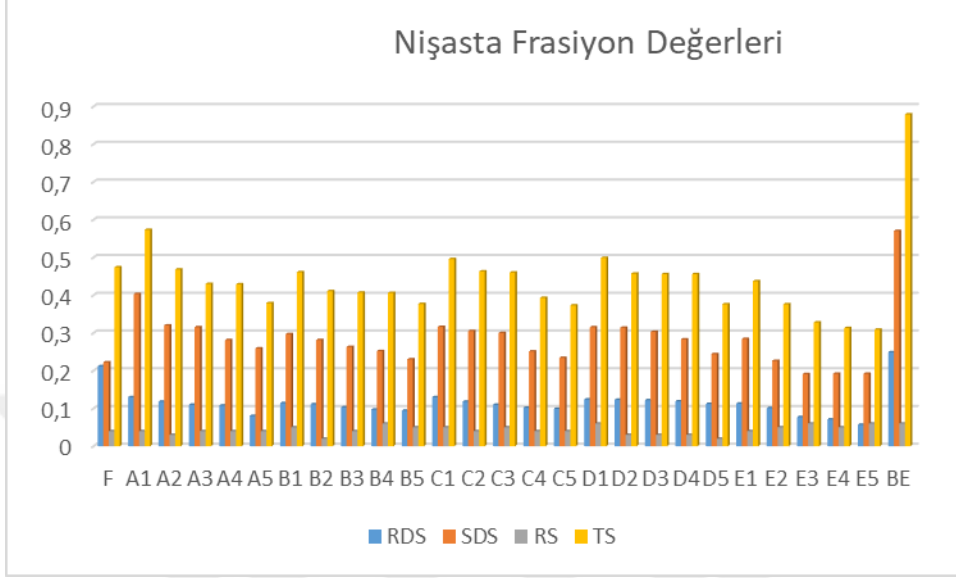
Bebe bisküvilerine ait nişasta bulguları tablo 3.5'de verilmiştir. Tablodaki tüm değerler Goni vd. (1996) metodundan yararlanılarak hesaplanmıştır. Tablo 3.5 incelendiğinde toplam nişasta BE (beyaz ekmek)  $0,879\pm 1,2$ , en yüksek toplam nişasta (TS) içeriği formülasyonda % 20 siyez unu kullanılan A firmasına ait A1 kodlu numunede  $0,573\pm 0,8$  olarak, en düşük TS değeri ise formülasyonda % 100 siyez unu kullanılan E firmasına ait E5 kodlu numunede  $0,307\pm 0,3$  olarak hesaplanmıştır. Sonuçlardan da görüldüğü gibi siyez un oranı arttıkça, TS değeri düşmektedir. Hızlı sindirilebilirlik (RDS) değerinde BE:  $0,249\pm 0,05$  olarak, en yüksek RDS değeri F'den farklı olarak A1 ve C1 kodlu numunelerde  $0,130\pm 0,03$ , en düşük RDS değeri ise E5 kodlu numunede  $0,057\pm 0,01$  olarak tespit edilmiştir. Yavaş sindirilebilirlik (SDS) değeri en yüksek A1 kodlu numunede  $0,403\pm 0,06$ , en düşük ise E5 kodlu numunede  $0,190\pm 0,03$  değeridir. RS değerlerinde ise en yüksek B1, D4, E3 ve E5 kodlu numunelerde  $0,06\pm 0,02$  olarak hesaplanmıştır. Tablo 3.5'teki sonuçlara göre numunelerde siyez un oranı arttıkça, RDS, SDS, TS değerleri azalmaktadır. Değerlerimiz referans olarak alınan BE ile kıyaslandığında siyez un oranı arttıkça nişasta sindirilme oranı da artmıştır, siyez unlu ürünlerdeki orantısal artış, nişasta sindiriminde artış olarak görülmektedir.

Yapılan bir çalışmada siyez buğdayında nişasta oranı (g/100g'da) 61,2-61,8, ekmeklik buğday da ise 62,4-70,0 g/100g olarak tespit edilmiştir. (Hidalgo ve Brandolini, 2014). Mohammadkhani, Stoddard ve Marshall (1999) yaptıkları bir araştırmada, 247 adet siyez buğdayında amiloz içeriğinin %15-%28 arasında olduğunu tespit etmiştir.

Nakov vd. (2018) siyez ile üretilen kurabiyelerde in vitro nişasta sindirimi ile ilgili yapmış oldukları çalışmada % 100 siyez ile üretilen kurabiyelerin nişasta sindiriminin 120 dakikaya kadar % 100 ekmeklik buğday ile benzer olduğu, ancak 180. dakikada daha düşük olduğunu bildirmektedir.

**Tablo 3. 5.** Nişasta Fraksiyonları RDS, SDS, RS, TS Değerleri

<b>Örnek</b>	<b>RDS</b>	<b>SDS</b>	<b>RS</b>	<b>TS</b>
<b>F</b>	0,212±0,05	0,222±0,04	0,04±0,001	0,474±0,7
<b>A1</b>	0,130±0,03	0,403±0,06	0,04±0,001	0,573±0,8
<b>A2</b>	0,118±0,02	0,320±0,05	0,03±0,001	0,468±0,6
<b>A3</b>	0,110±0,02	0,315±0,06	0,04±0,001	0,430±0,6
<b>A4</b>	0,108±0,02	0,281±0,03	0,04±0,001	0,429±0,5
<b>A5</b>	0,080±0,01	0,259±0,04	0,04±0,001	0,379±0,4
<b>B1</b>	0,114±0,02	0,297±0,04	0,05±0,001	0,461±0,7
<b>B2</b>	0,111±0,02	0,281±0,04	0,02±0,001	0,411±0,6
<b>B3</b>	0,103±0,02	0,263±0,04	0,04±0,001	0,407±0,7
<b>B4</b>	0,097±0,02	0,252±0,03	0,06±0,002	0,406±0,6
<b>B5</b>	0,094±0,02	0,230±0,03	0,05±0,002	0,377±0,3
<b>C1</b>	0,130±0,03	0,316±0,05	0,05±0,001	0,496±0,7
<b>C2</b>	0,118±0,02	0,305±0,05	0,04±0,001	0,463±0,5
<b>C3</b>	0,110±0,03	0,300±0,05	0,05±0,002	0,460±0,8
<b>C4</b>	0,102±0,02	0,251±0,03	0,04±0,001	0,393±0,2
<b>C5</b>	0,099±0,02	0,234±0,03	0,04±0,001	0,373±0,3
<b>D1</b>	0,124±0,03	0,315±0,05	0,06±0,002	0,499±0,6
<b>D2</b>	0,123±0,02	0,314±0,04	0,03±0,001	0,457±0,5
<b>D3</b>	0,122±0,02	0,303±0,04	0,03±0,001	0,456±0,5
<b>D4</b>	0,119±0,02	0,283±0,03	0,03±0,001	0,456±0,5
<b>D5</b>	0,112±0,02	0,244±0,03	0,02±0,000	0,376±0,4
<b>E1</b>	0,113±0,02	0,284±0,03	0,04±0,001	0,437±0,5
<b>E2</b>	0,101±0,00	0,226±0,03	0,05±0,002	0,376±0,4
<b>E3</b>	0,077±0,01	0,192±0,03	0,06±0,002	0,319±0,3
<b>E4</b>	0,071±0,01	0,191±0,03	0,05±0,002	0,312±0,3
<b>E5</b>	0,057±0,01	0,190±0,03	0,06±0,002	0,307±0,3
<b>BE</b>	0,249±0,05	0,570±0,07	0,06±0,003	0,879±1,2



**şekil 3.5.** Nişasta Fraksiyonları RDS,SDS,RS,TS Değerleri

### 3.2.2. Glisemik İndeks Sindirilebilirlik Bulguları

Nişasta sindiriminin 0 ila 180 dakika arasında in vitro sindirimi, sindirim süresinin artmasıyla nişasta bozulumu ve parçalanması artmıştır. Çalışmamızda nişasta sindirimi ile siyez un yüzdesi arasında net bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar tablo 3.6'da verilmiştir. Numunelerin hidroliz indeksi (HI), ürünlerden oluşan hidroliz eğrisinin altındaki alanın, refrans (Beyaz ekmek) numuneyle karşılaştırılmasıyla, glisemik indeks (GI) değeri ise hidroliz indeksten yararlanarak hesaplanmıştır (Goni vd. 1997). BE tahmini glisemik indeks (pGI) değeri formülde beyaz ekmek HI 100 olarak kabul edilerek, 94,4 olarak hesaplanmıştır. Çalışmamızdaki numunelere ait sonuçlar beyaz ekmekle karşılaştırılmıştır. F (normal bebe bisküvisi) kodlu numuneye ait hidroliz indeks değeri BE'den yüksek tespit edilmiştir. Bununda formülasyonda şeker, nişasta gibi maddelerin kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Tablo 3.6 incelendiğinde HI ve pGI en yüksek C1 kodlu numunede sırası ile  $110,3 \pm 0,5$ ,  $110,5 \pm 0,5$  olarak, en düşük değer ise E5 kodlu numunede  $65,5 \pm 5,75,7 \pm 3,2$  olarak tespit edilmiştir. Numunelerimize ait GI değerleri ise en yüksek C1 kodlu numunede  $70,9 \pm 0,4$ , en düşük E5 kodlu numunede  $53,0 \pm 2,2$  olarak tespit edilmiştir. Bu da siyez un oranı arttıkça GI oranının düştüğünü göstermektedir. Yine Siyez un oranları üründe arttıkça 20, 30, 60, 90 ve 120. dakikalarda in vitro gerçekleşen sindirimde GI ve pGI değerleri orantısal olarak düşmektedir.

Çatak (2019) yulaflı, şekerli ve şekersiz bisküvilerde yaptığı in vitro glisemik indeks araştırmasına göre bisküvilerin HI değerlerinin 81,5 ile 109,6 arasında, GI değerlerinin ise 59,1 ile 69,9 arasında olduğunu tespit etmiştir. Çalışmamıza ait sonuçlar yukarıdaki literatür ile karşılaştırıldığında numunelerimize ait HI ve GI değerleri daha düşüktür. Bu da ilk 20. dakada sindirimin hızlı bir şekilde, 120. dk ise sindirim bir şekilde gerçekleştirdiğini göstermektedir.

GI değerinin yükselmesini pişirme koşulları etlilemektedir. Pişme esnasında hücre duvarının yapısı ve granül yapısı jelatinizasyonu bozarak glisemik indeks değerini arttırmaktadır (Nayak vd., 2014). Selüloz çözünmez yüksek lif içeriği sayesinde düşük glisemik indekse sahiptir (Foster-Powell vd., 2002). Nakov vd., 2019 yılında nişasta

sindirimi ile ilgili yapmış oldukları çalışmada, arpa ve buğday unu karışımlarından (100:0, 70:30, 50:50, 30:70, 0: 100), çeşitli tatlandırıcılar (sükroz, glikoz çözeltisi ve bir sakkaroz ve glikoz çözeltisi) kullanarak bisküvi üretmiştir. Numunelerin Laboratuvar ortamında nişasta sindirim değerlerinin 0, 60, 120 ve 180 dakikalık hidroliz süresi boyunca arttığını tespit etmişlerdir. Nakov vd. (2018) bir başka in vitro çalışmalarında %100 siyez unlu kurabiyelerin nişasta sindiriminin 120 dakikaya kadar %100 buğday ekmeğine benzer olduğunu, ancak 180 dakikada daha düşük olduğunu bildirmektedir.

Gıda maddesinin karbonhidrat sindirimi ve emilim hızını etkileyen birçok etmen bulunmaktadır. Bu da gıda maddesinin GI değerini etkilemektedir. Bu etmenler, besinin sindirilme oranı, geçiş zamanı, yapısı, hazırlanma şekli, olgunluğu, protein ile yağ içeriği, lifin miktarı ve türü, yapısındaki nişastanın şekli (amiloz veya amilopektin oranının baskın olması), monosakkarit bileşenleri,  $\alpha$ -amilaz inhibitörleri gibi bileşikleri içermektedir (Wong vd., 2010). Siyezün lifli içeriğinin fazla olması,  $\beta$ -glukan gibi bileşenlerden kaynaklanan glukozun hızlı sindirimine engel olmaktadır. Bilindiği gibi, yüksek lif içeren bileşenler glukozun hızlı sindirimini engelleyerek yavaşlatmaktadır (Memiş ve Şanlıer, 2009).

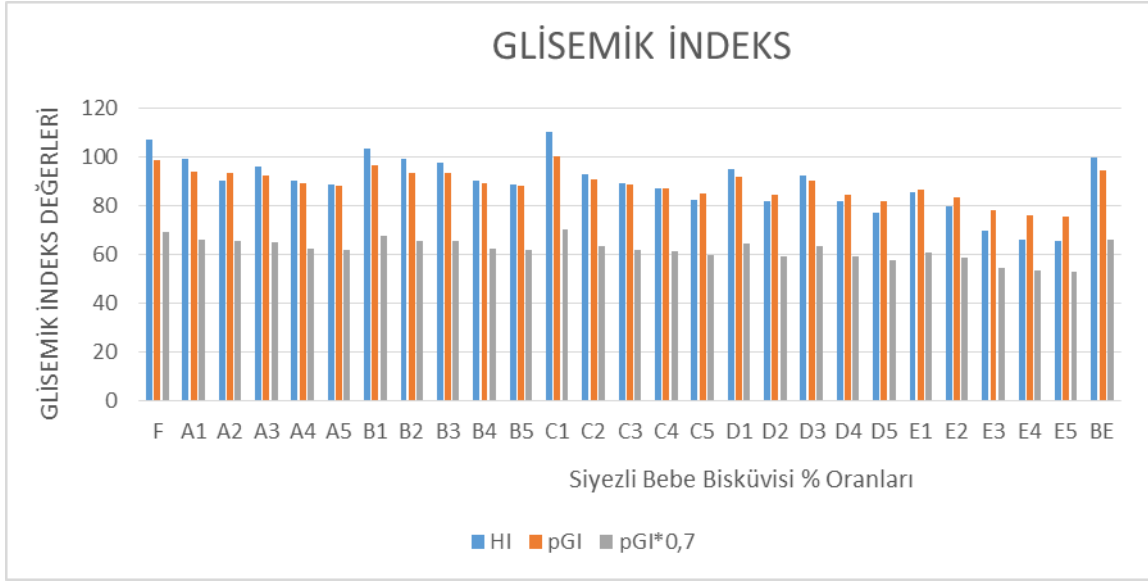
Giuberti vd. (2012) 137 farklı buğday çeşidiyle yaptıkları bir araştırmada işlem görmüş buğdayın HI değerini 76,1 ve pGI değerini ise 77,1 olarak tespit etmişlerdir.

İn vivo bir çalışmada ise kan testlerinde beyaz ekme ve siyez ekme analizi yapılmıştır. Mutlak glikoz seviyesi gözlemlendirmek amacı ile bir öğün BE verilmesinden sonra, postprandiyal insülin artışı daha fazla, siyezli ekmeekten sonraki insülin salınımının ise daha az olduğu kan analizi ile tespit edilmiştir. Siyez unlu ekmeğin GI değeri 50,2, buğday ekmeğinin ise 52,1 olduğu bildirilmiştir (Barone vd., 2019).

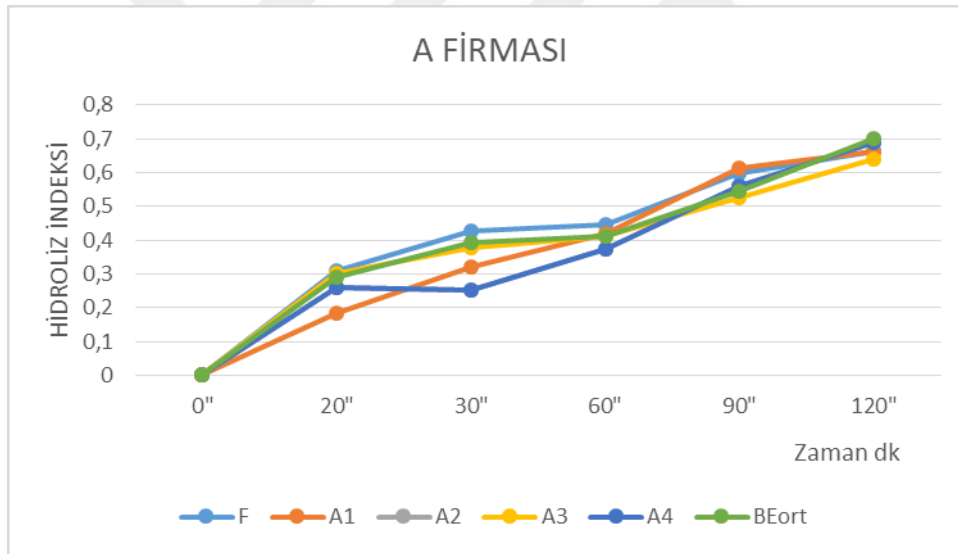
Bu sonuçlarda % siyez un miktarı arttıkça HI ve GI oranlarının düştüğünü göstermektedir.

**Tablo 3.6.** HI, pGI, pGI\*0,7 Değerleri

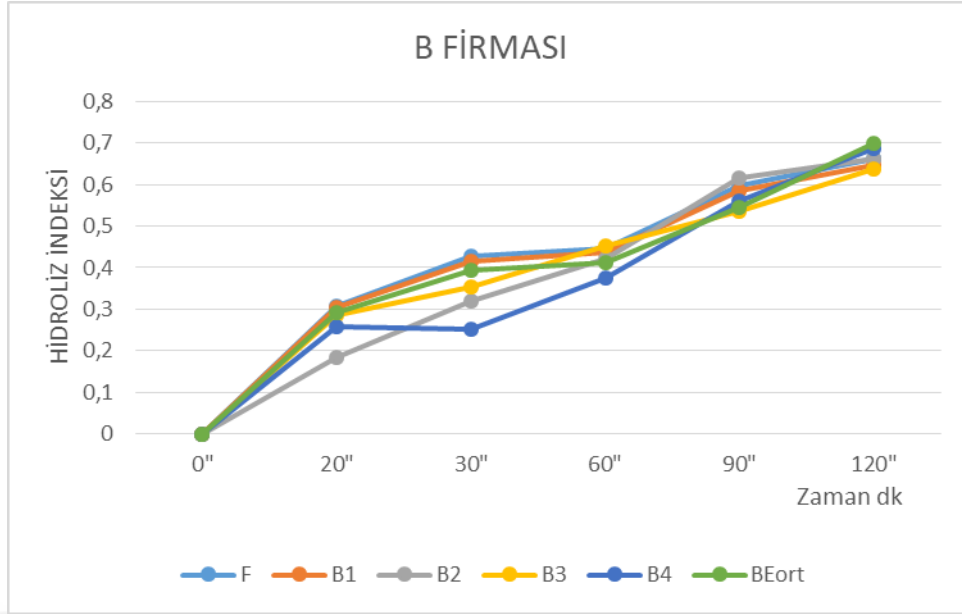
<b>Örnek</b>	<b>HI</b>	<b>pGI</b>	<b>pGI*0,7</b>
<b>F</b>	107,2±4,4	98,6±2,4	69,0±1,7
<b>A1</b>	99,2±1,2	94,1±0,6	65,9±0,5
<b>A2</b>	90,2±1,3	93,6±0,8	65,5±0,9
<b>A3</b>	96,2±4,5	92,5±2,5	64,8±1,7
<b>A4</b>	90,2±3,1	89,2±1,8	62,4±1,4
<b>A5</b>	88,8±3,5	88,4±1,9	61,9±1,3
<b>B1</b>	103,7±2,9	96,6±1,6	67,6±1,1
<b>B2</b>	99,2±2,7	93,6±1,7	65,5±1,2
<b>B3</b>	97,7±2,5	93,3±1,4	65,3±1,0
<b>B4</b>	90,2±3,2	89,2±1,7	62,4±1,3
<b>B5</b>	88,9±4,8	88,5±2,6	62,0±1,8
<b>C1</b>	110,5±0,5	100,5±0,5	70,3±0,4
<b>C2</b>	93,0±2,1	90,7±1,3	63,5±1,6
<b>C3</b>	89,3±3,6	88,7±2,0	62,1±1,4
<b>C4</b>	87,0±3,5	87,4±2,1	61,2±1,3
<b>C5</b>	82,4±5,1	85,0±2,8	59,5±2,0
<b>D1</b>	94,9±6,9	91,8±3,8	64,3±2,7
<b>D2</b>	82,0±3,7	84,7±2,5	59,3±1,9
<b>D3</b>	92,3±5,7	90,4±3,2	63,3±2,2
<b>D4</b>	82,0±4,2	84,7±2,8	59,3±2,0
<b>D5</b>	77,2±2,8	82,1±1,5	57,5±1,1
<b>E1</b>	85,6±6,9	86,7±3,8	60,7±2,7
<b>E2</b>	80,0±5,1	83,63±1,5	58,5±2,3
<b>E3</b>	69,8±4,9	78,0±2,4	54,6±1,7
<b>E4</b>	66,2±4,5	76,0±2,3	53,2±1,3
<b>E5</b>	65,5±5,7	75,7±3,2	53,0±2,2
<b>BE</b>	100,0±0,0	94,6±0,0	66,2±0,0



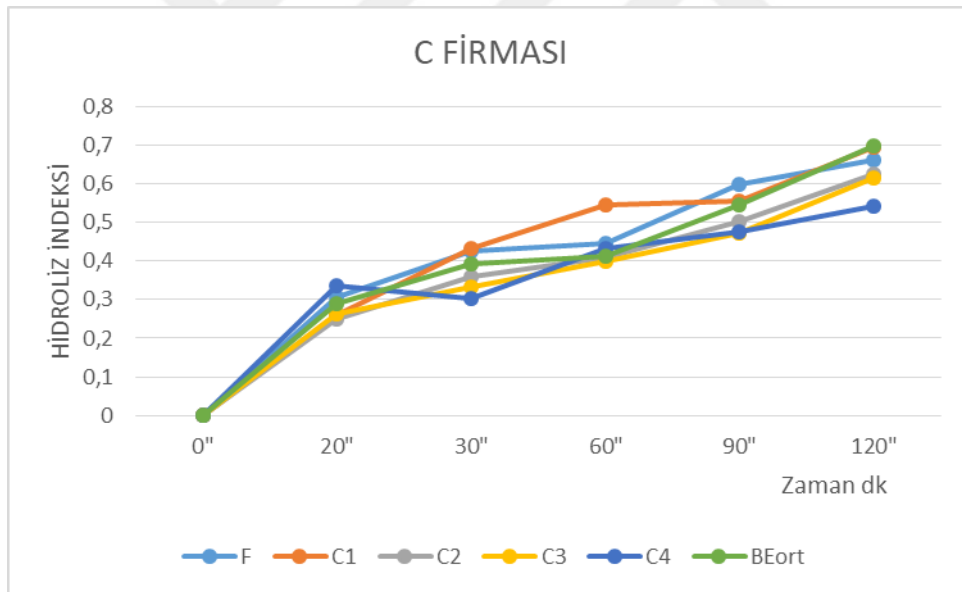
Şekil 3.6. HI, GI, pGI\*0,7 değerleri



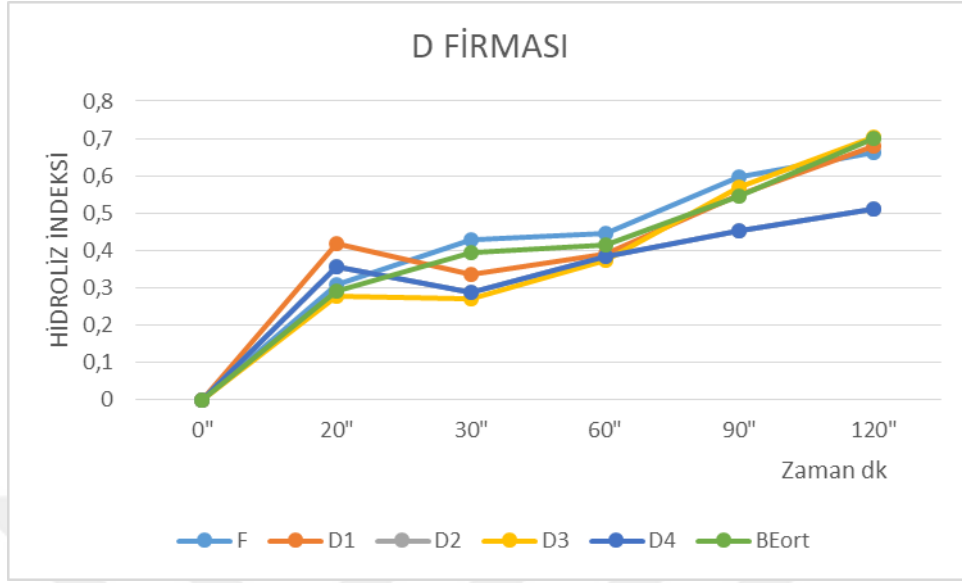
Şekil 3.7. A Firması 20 ve 120 dk arası absorbands değerleri



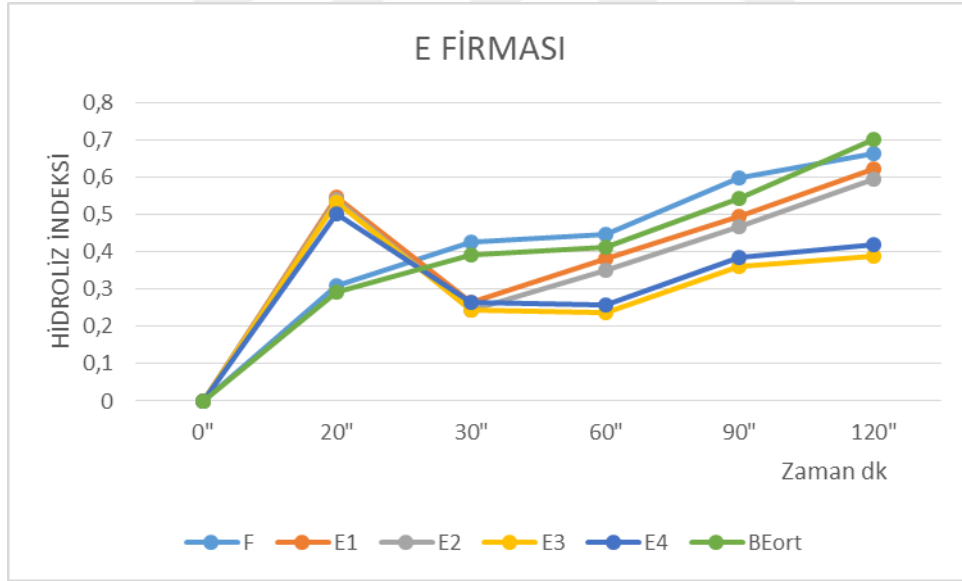
**Şekil 3.8.** 20 ve 120 dk arası absorbans değerleri



**Şekil 3.9.** C Firması 20 ve 120 dk arası absorbans değerleri



**Şekil 3.10.** D Firması 20 ve 120 dk arası absorbans değerleri



**Şekil 3.11.** E Firması 20 ve 120 dk arası absorbans değerleri

### 3.3. GI ve % Protein Sindirilebilirlik Aralarındaki İlişki

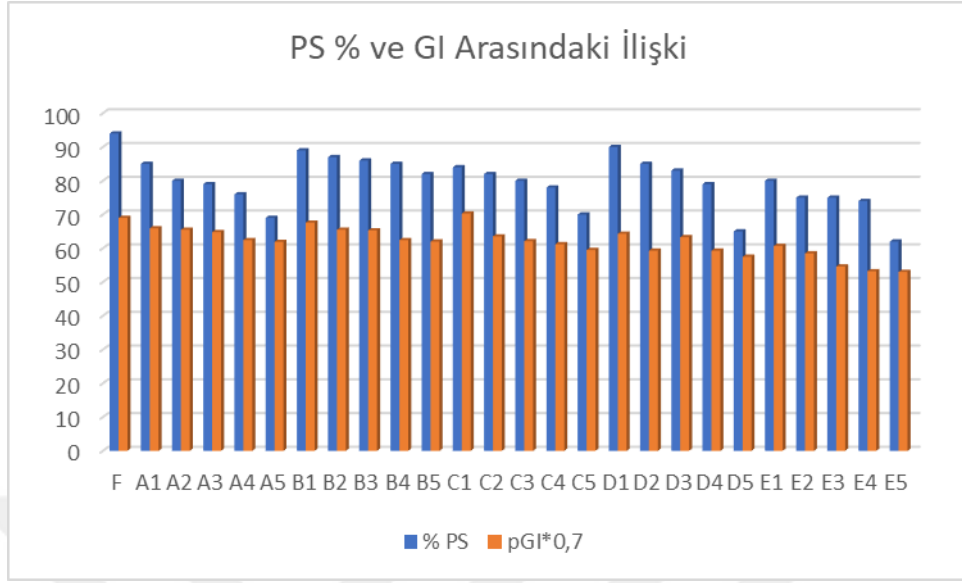
GI ve protein sindirilebilirliği arasındaki ilişkiyi gösteren değerler tablo 3.7’de verilmiştir. En düşük GI değeri  $53,0 \pm 2,2$  ve en düşük PS değeri % 62 değeri ile E5 kodlu numune’dir. Tablodaki tüm değerler incelendiğinde formülasyonda siyez un oranı arttıkça GI ve % PS değerinin doğru orantılı olarak düştüğü görülmektedir. Yapılan bazı araştırmalarda tahıl ve baklagil gibi bitkisel protein kaynaklı yapıların, hayvansal protein kaynaklarına göre daha az sindirilebilirliğe sahip olduğu bildirilmektedir (Becker ve Yu, 2013). Çalışmamıza ait sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir. GI değeri düşük siyez unlu bebe bisküvilerinin % PS değerleride düşük tür. Bunun nedeni de bitkilerin diyet lif oranının yüksek olması ve liflerin proteinleri tutması sonucu, proteinlerin serbest kalmasını engellemesidir. Gıdadaki nişastanın varlığı sindirilebilirliği artırır çünkü  $\alpha$ -amilaz pişirme sırasında oluşan gluten-nişasta kompleksini hidrolize eder (Smith vd., 2015).

Azalmanın bir diğer nedeni ise, doğal proteinlere eklenen şeker ve aralarındaki etkileşimdir. Sindirim için proteinin varlığındaki azalma, bileşiklerin olabilecek nonenzimik esmerleşme (yeşilbaş) reaksiyonlarına bağlı olabilir (Tannenbeum, 1974). Ayrıca bu azalma, proteinin bir kısmının termal çapraz bağlanması ve sindirim için kullanılamaz hale getirilmesinin bir sonucu olabilir (Rooney vd., 1986). Sumathai ve Pattabiraman (1976)’nın tanımladıkları fitik asit ve polifenollerin varlığının, proteinin yapısını etkileyebilecek çözünmeyen kompleksler oluşturan proteinlerle ilişkilendirildiği bilinmektedir.

Yüksek selüloz, çözünmez lif içeriği glisemik indeksin düşük olmasına neden olur (FosterPowell, Holt, ve Brand-Miller, 2002). Diyet liflerindeki değişimler ürünlerdeki sindirilebilirliği de etkilemektedir. Brennan ve Brennan (2009) işlenmiş gıdalarda yavaş sindirilebilen nişasta SDS miktarını artırma ile glisemik indeks oranını azaltmanın mümkün olabileceğini bildirmektedir. Çalışmamızda da en düşük glisemik indekse sahip numunenin en yüksek RS değerine sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle, RS içeriğinin glisemik indeksi etkilediği düşünülmektedir.

**Tablo 3.7.** GI ve PS arasındaki ilişki

<b>Örnek</b>	<b>% PS</b>	<b>pGI*0,7</b>
<b>F</b>	94	69
<b>A1</b>	85	65,9
<b>A2</b>	80	65,5
<b>A3</b>	79	64,8
<b>A4</b>	76	62,4
<b>A5</b>	69	61,9
<b>B1</b>	89	67,6
<b>B2</b>	87	65,5
<b>B3</b>	86	65,3
<b>B4</b>	85	62,4
<b>B5</b>	82	62
<b>C1</b>	84	70,3
<b>C2</b>	82	63,5
<b>C3</b>	80	62,1
<b>C4</b>	78	61,2
<b>C5</b>	70	59,5
<b>D1</b>	90	64,3
<b>D2</b>	85	63,3
<b>D3</b>	83	63,3
<b>D4</b>	79	59,3
<b>D5</b>	65	57,5
<b>E1</b>	80	60,7
<b>E2</b>	76	58,5
<b>E3</b>	75	54,6
<b>E4</b>	74	53,2
<b>E5</b>	62	53



**Şekil 3.12.** GI ve PS arasındaki ilişki

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Besinlerin kalitesine artan ilgi, sağlıklı gıda ve geleneksel beslenme arayışlarını gündeme getirmektedir. Birçok kronik rahatsızlıkların kaynağının sağlıksız beslenme olduğu bilinmektedir. Modern, sağlıksız beslenme şekli obezite başta olmak üzere, diabet, kardiovasküler hastalıklar, allerji, çölyak ve birtakım bilişsel rahatsızlıklara sebep olduğu her geçen gün biraz daha anlaşılmaktadır. Bu nedenle bebeklik çağından itibaren beslenme konusunda önlem alınması gerekmektedir.

Bu çalışmada genetiği değişmediği düşünülen antik siyez buğdayının, öneminin daha da anlaşılmasıyla, özelliklerini anlayabilmek için, gıda endüstrisinin bazı alanlarında sağlıklı bebek ürünlerinin üretiminde kullanılabileceği, gösterilmek istenmiştir. Bu nedenle çalışmamızda beş farklı marka siyez unu ile normal buğday unu kullanılarak beş farklı konsantrasyonda (0:100, 20:80, 40:60, 60:40, 80:20, 100:0), katkı maddesi kullanmadan bebe biskivisi laboratuvar ölçeğinde üretilmiş ve üretilen bebe bisküvilerinin in vitro ortamda protein ve nişasta sindirilebilirliği ile glisemik indeks değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmamızda siyez unlu bebe bisküvilerinin in vitro protein sindirilebilirliği, esansiyel amino asit profilleri, protein kalite kriteri olan, triptofanın sindirim öncesi ve sonrası miktarı, nişasta fraksiyonları, glisemik indeks değerleri incelenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre;

- Siyez un miktarı arttıkça triptofan miktarının arttığı,
- Siyez un miktarı arttıkça % PS değerinin düştüğü,
- Siyez un miktarı arttıkça GI değerinin düştüğü,
- Siyez un miktarı arttıkça RDS değerinin düştüğü,
- Siyez un miktarı arttıkça SDS değerinin düştüğü,
- Siyez un miktarı arttıkça TS değerinin düştüğü,
- Siyez un miktarı arttıkça HI ve pGI değerinin düştüğü

tespit edilmiştir.

Bu çalışma sağlıklı ürünler ile ilgili birçok konuda alt yapı oluşturarak, daha sonra siyez unlu formülasyonlarda duyusal analiz, diyet lif, reolojik, tekstürel, raf ömrü testleri gibi birçok çalışmaya öncü olmuştur. Ayrıca piyasaya fonksiyonel ürün açısından da katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



## KAYNAKLAR

- Abdel-Aal, E. S. M., Hucl, P., & Sosulski, F. W. (1995). Compositional and nutritional characteristics of spring einkorn and spelt wheats. *Cereal chemistry (USA)*, 72(6): 621-624.
- Abdel-Aal, S. M. & Hucl, P. (2002). Amino acid composition and in vitro protein digestibility of selected ancient wheats and their end products. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15(6): 737-747.
- Abdel-Aal, E. S. M., Young, J. C., Wood, P. J., Rabalski, I., Hucl, P., Falk, D., & Fregeau-Reid, J. (2002). Einkorn: A potential candidate for developing high lutein wheat. *Cereal Chemistry*, 79(3): 455-457.
- Abdel-Aal, E. S., & Hucl, P. (2014). Einkorn: a functional wheat for developing high-lutein whole grain baked products. *Cereal Foods World*, 59(1): 5-10.
- Acquistucci, R., D'egidio, M. G., & Vallega, V. (1995). Amino acid composition of selected strains of diploid wheat, *Triticum monococcum* L. *Cereal Chemistry (USA)*, 72(2): 213-216.
- Akar, T., Cengiz, M. F., & Tekin, M. (2019). A comparative study of protein and free amino acid contents in some important ancient wheat lines. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 11(2): 191-200.
- Akar, T., ve Eser, V. (2017). Ülkemizde Kavuzlu Buğday Tarımının Dünü, Bugünü ve Yarını. *TÜRKTOB dergisi* [www.turktob.org.tr/dergi/makaleler/html/index.html](http://www.turktob.org.tr/dergi/makaleler/html/index.html)
- Aktaş, H., Özberk, F., Oral, E., Baloch, F. S., Doğan, S., Kahraman, M., Çığ, F. (2018). Türkiye'nin Güney Anadolu Bölgesinin Buğday Genetik Kaynakları Bakımından Potansiyeli ve Sürdürülebilir Olarak Korunması. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 7(2): 47-54.
- Almeida, C. C., Monteiro, M. L. G., da Costa-Lima, B. R. C., Alvares, T. S., & Conte-Junior, C. A. (2015). In vitro digestibility of commercial whey protein supplements. *LWT-Food Science and Technology*, 61(1): 7-11.
- Alongi, M., Melchior, S., & Anese, M. (2019). Reducing the glycemic index of short dough biscuits by using apple pomace as a functional ingredient. *LWT-Food Science and Technology*, 100, 300-305.

- Alonso, R., Aguirre, A., & Marzo, F. (methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba and kidney beans. *Food chemistry*, 68(2): 159-165.2000).  
Effects of extrusion and traditional processing
- Alphan, M. (2012). Bisküvi Sektör Notu. Orta Anadolu İhracatçılar Birlikleri Genel Sekreterliği, AR-GE Şubesi, S: 4-8.İstanbul.
- Altuğ, T. (2009). Gıda Katkı Maddeleri (3. Baskı). Sayfa 117, Sidas Yayınları, İzmir.
- Anonim, (2013a). Ana Tahıl: Kinoa, *Tübitak Bilim Teknik Dergisi*, 547, 34-35.
- Anonim, (2013b). Türkiye Cumhuriyeti Ekonomi Bakanlığı Bisküvi Sektör Raporları. İhracat Genel Müdürlüğü Tarım Ürünleri Daire Başkanlığı.  
<http://www.ibp.gov.tr/pg/sectorpdf/tarim/biskuvi.pdf> (Erişim tarihi: 07.04.2018)
- Anonim, (2016). Türkiye'nin Buğday Atlası, WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), İstanbul, Türkiye
- Anonim, (2019). Bisküvi Yapım Akış Şeması. [www.eticicibebe.com](http://www.eticicibebe.com).
- Anonim, (2019-bbma). Dünya Bisküvi Pazarı ve Türkiye. *Fırıncılık, Bisküvi ve Makarna Sektör İhtisas Dergisi* Sayı:31. [www.magazine.bbm.com/dunya-pazarı-ve-turkiye-2](http://www.magazine.bbm.com/dunya-pazarı-ve-turkiye-2).
- Anonim, (2019-bbmb). Mezopotamya'nın Altın Saçlı Kızı, Sorgül Buğdayı. *Fırıncılık, Bisküvi ve Makarna Sektör İhtisas Dergisi*, (Ebru Baybara Demir). Sayı:31. [www.magazine.bbm.com/dunya-pazarı-ve-turkiye-2](http://www.magazine.bbm.com/dunya-pazarı-ve-turkiye-2).
- Aslan, D., Aktaş, H., Ordu, B., Zencirci, N. (2017). Evaluation of Bread and Einkorn Wheat Under In Vitro Drought Stress. *The Journal of Animal & Plant Science*, 27(6): 1974-1983.
- Arslan, Z. K., & Aycan, Ş. (2014). An Example of the use of spectrophotometric method: determining the carmine in various food products. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116: 4622-4625.
- Arslan, P., & Köksal, G. (1974). Süt Çocuğu Çağında Görülen Beslenme Bozuklukları ve Diyet Tedavileri. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 3(3): 1-9.
- Ayaz, F. A., Torun, H., Ayaz, S., Correia, P. J., Alaiz, M., Sanz, C., Gruz, J., & Strnad, M. (2007). Determination of chemical composition of anatolian carob pod (*Ceratonia siliqua* L.): sugars, amino and organic acids, minerals and phenolic compounds. *Journal of Food Quality*, 30(6): 1040-1055.
- Ayo, J. A., Ayo, V. A., Nkama, I., & Adewori, R. (2007). Physiochemical, In-Vitro Digestibility and Organoleptic Evaluation of Acha Wheat Biscuit Supplemented with Soybean Flour. *Nigerian Food Journal*, 25(1): 77-89.

- Barbé, F., Ménard, O., Le Gouar, Y., Buffière, C., Famelart, M. H., Laroche, B., ... & Rémond, D. (2013). The heat treatment and the gelation are strong determinants of the kinetics of milk proteins digestion and of the peripheral availability of amino acids. *Food Chemistry*, 136(3-4): 1203-1212.
- Barone, F., Laghi, L., Gianotti, A., Ventrella, D., Taneyo Saa, D., Bordoni, A., ... & Turrone, S. (2019). In Vivo Effects of Einkorn Wheat (*Triticum monococcum*) Bread on the Intestinal Microbiota, Metabolome, and on the Glycemic and Insulinemic Response in the Pig Model. *Nutrients*, 11(1): 16.
- Barrett-Connor, E. (2013). The Rancho Bernardo Study: 40 years studying why women have less heart disease than men and how diabetes modifies women's usual cardiac protection. *Global Heart*, 8(2): 1-9.
- Bayram, M. (2013). *İvriz Kaya Kabartmaları*, (Yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Beğen, F. (2012). *Yüksek Lif çerikli Bisküvi Üretiminde Lüpen (Lipinus albus L.)Kepeği Kullanımı Üzerine Bir Araştırma* (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri, Enstitüsü.
- Becker, P. M., & Yu, P. (2013). What makes protein indigestible from tissue-related, cellular, and molecular aspects?. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57(10): 1695-1707.
- Borelli, G. M., Troccoli, A. D., Fonzo, N., Fares, C. (1999). Durum wheat lipoxygenase activity and quality parameters that affect pasta color. *Cereal Chemistry*, 76(3): 335-340.
- Borghi, B., Castagna, R., Corbellini, M., Heun, M., and Salamini, F. (1996). Breadmaking quality of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*). *Cereal Chemistry*, 73(2): 208-214.
- Bos, C., Juillet, B., Fouillet, H., Turlan, L., Daré, S., Luengo, C., ... & Gaudichon, C. (2005). Postprandial metabolic utilization of wheat protein in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1), 87-94.
- Boukid, F., Prandi, B., Sforza, S., Sayar, R., Seo, Y. W., Mejri, M., & Yacoubi, I. (2017). Understanding the effects of genotype, growing year, and breeding on Tunisian durum wheat allergenicity. 2. The celiac disease case. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(28): 5837-5846.
- Brandolini, A., Hidalgo, A., & Moscaritolo, S. (2008). Chemical composition and pasting properties of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) whole meal flour. *Journal of Cereal Science*, 47(3): 599-609.

- Brandolini A. ve Hidalgo A. (2013). Nutritional of einkorn wheat (*Triticum monococcum*, L.). *Juornal of the Science of Food Agricultrre*. 94(4): 601-612.
- Brennan, I. M., Feltrin, K. L., Nair, N. S., Hausken, T., Little, T. J., Gentilcore, D., ... & Feinle-Bisset, C. (2009). Effects of the phases of the menstrual cycle on gastric emptying, glycemia, plasma GLP-1 and insulin, and energy intake in healthy lean women. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, (3):297-305
- Brown, M. R., Thunberg, B. J., Golub, L., Maniscalco, W. M., Cox, C., & Shapiro, D. L. (1989). Decreased cholestasis with enteral instead of intravenous protein in the very low-birth-weight infant. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 9(1): 21-27.
- Brunton, J. A., Ball, R. O., & Pencharz, P. B. (2000). Current total parenteral nutrition solutions for the neonate are inadequate. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 3(4): 299-304.
- Burke, V. (2006). Obesity in childhood and cardiovascular risk. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 33(9), 831-837.
- Candal, C., Kılıç, Ö., & Erbaş, M. (2016). Enzime Dirençli Nişasta Üretim Yöntemleri Ve Gıda Endüstrisinde Kullanım Amaçları. *The Journal of Food*, 41(6): 419-426.
- Calabretti, A., Calabrese, M., Campisi, B., & Bogoni, P. (2017). Quality and Safety in Commercial Baby Foods. *Journal of Food And Nutrition Research*, 5(8), 587-593
- Cengiz, M. F., & Gündüz, C. P. B. (2013). Acrylamide exposure among Turkish toddlers from selected cereal-based baby food samples. *Food and Chemical Toxicology*, 60, 514-519.
- Charmet, G. (2011). Wheat domestication: lessons for the future. *Comptes Rendus Biologies*, 334(3): 212-220.
- Chung, H. J., Shin, D. H., & Lim, S. T. (2008). In vitro starch digestibility and estimated glycemic index of chemically modified corn starches. *Food Research International*, 41(6): 579-585.
- Clark, D. R. (2004). *Improving in vitro protein digestibility and determining protein nutritional quality by modelling* (Doctoral dissertation, uga).
- Cooper, R. (2015). Re-discovering ancient wheat varieties as functional food. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 5(3): 138-143.
- Corbellini, M., Empilli, S., Vaccino, P., Brandolini, A., Borghi, B., Heun, M., & Salamini, F. (1999). Einkorn characterization for bread and cookie production in relation to protein subunit composition. *Cereal Chemistry*, 76(5): 727-733.

- Çatak, J. (2019). Ülkemizde Tüketilen Bazı Gıda Ürünleri ile Bisküvilerin Glisemik İndekslerinin İn Vitro Yöntemlerle Belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16): 940-947.
- Çevikkalp, S. A., Löker, G. B., Yaman, M., & Amoutzopoulos, B. (2016). A simplified HPLC method for determination of tryptophan in some cereals and legumes. *Food Chemistry*, 193: 26-29.
- Çiftçi, H., Akbulut, G., Yıldız, E. ve Mercanlıgil (2008). Kan Şekerini Etkileyen Besinler (1. Basım), S: 8-9. Sağlık Bakanlığı Yayını, Ankara.
- Çiftçi, S., & Özel, H. G. (2017). Besinlerin Glisemik İndeks Değerinin Hesaplanmasında Kullanılan Beş Farklı Yöntemin Değerlendirilmesi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 45(3): 225-233.
- Delgado-Andrade, C., Rufian-Henares, J., Jimenez-Perez, S., & Morales, F. J. (2006). Tryptophan determination in milk-based ingredients and dried sport supplements by liquid chromatography with fluorescence detection. *Food Chemistry*, 98: 580-585.
- Demirci, M. (2014). Gıda Kimyası (7. Baskı). Sayfa 101-106, İstanbul Gıda Teknoloji Derneği Yayın:40
- Demirel, F. (2013). *Kastamonu'da toplanan Diploid (T. monococcum ) ve Tetraploid (T. dicoccum) Kavuzlu Buğday Köy Çeşitlerinin Moleküler ve Morfolojik tanımlaması*, (Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- De Vincenzi, M., Luchetti, R., Giovannini, C., Pogna, N. E., Saponaro, C., Galterio, G., & Gasbarrini, G. (1996). In vitro toxicity testing of alcohol-soluble proteins from diploid wheat *triticum monococcum* in celiac disease. *Journal of Biochemical Toxicology*, 11(6): 313-318.
- Dimov, I. ve Stamatovska, V. (2018). Physical characteristic of functional biscuits enriched in einkorn flakes. *Ukrainian Journal of Food Science*, 6 (1): 13-19.
- Dimova, N. (2003). RP-HPLC analysis of amino acids with UV-detection. *Comptes Rendus de l'Academie Bulgare des Sciences*, 56(12): 12-75.
- Duodu, K. G., Taylor, J. R. N., Belton, P. S., & Hamaker, B. R. (2003). Factors affecting sorghum protein digestibility. *Journal of Cereal Science*, 38(2): 117-131.
- Dupont, D., Mandalari, G., Mollé, D., Jardin, J., Rolet-Répécaud, O., Duboz, G., ... & Mackie, A. R. (2010). Food processing increases casein resistance to simulated infant digestion. *Molecular Nutrition & Food Research*, 54(11): 1677-1689.
- Dünya Bisküvi Pazarı ve Trendler (2019). BBM, Fırıncılık, *Bisküvi ve Makarna Sektörü İhtisas Dergisi*, S: 31.

- Ercan, P. ve El, S. (2010). Koenzim Q10'un Beslenme, Sağlık Açısından Önemi ve Biyoyararlılığı. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 3(2):192-200.
- EFSA NDA Panel, (2013). Scientific Opinion 3448. *EFSA Journal*: [http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific.output/files/main\\_dokuments/3408](http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific.output/files/main_dokuments/3408)
- Emeksizoglu, B. (2016). *Kastamonu yöresinde yetiştirilen siyez (Triticum monococcum L.) buğdayının bazı kalite özellikleri ile bazlama ve erişte yapımında kullanımının araştırılması*, (Doktora tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Englyst, H. N., Veenstra, J., & Hudson, G. J. (1996). Measurement of rapidly available glucose (RAG) in plant foods: a potential in vitro predictor of the glycaemic response. *British Journal of Nutrition*, 75(3): 327-337.
- Erba, D., Hidalgo, A., Bresciani, J., & Brandolini, A. (2011). Environmental and genotypic influences on trace element and mineral concentrations in whole meal flour of einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*). *Journal of Cereal Science*, 54(2): 250-254.
- Ergin, A. (2011). *Çölyak Hastalarına Özel Bisküvi, Erişte ve Pide Üretimi*, (Yüksek Lisan Tezi). Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- FAO, (2016). Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://faostat3.fao.org/>.
- FAO/WHO, (2009). Energy and Protein Requirement, Report of the Joint.
- Fernández-García, E., Carvajal-Lérida, I., & Pérez-Gálvez, A. (2009). In vitro bioaccessibility assessment as a prediction tool of nutritional efficiency. *Nutrition Research*, 29(11): 751-760.
- Frost, G., & Dornhorst, A. (2000). The relevance of the glycaemic index to our understanding of dietary carbohydrates. *Diabetic Medicine*, 17(5): 336-345.
- Garsetti, M., Vinoy, S., Lang, V., Holt, S., Loyer, S., & Brand-Miller, J. C. (2005). The glycemic and insulinemic index of plain sweet biscuits: relationships to in vitro starch digestibility. *Journal of the American College of Nutrition*, 24(6): 441-447.
- Gheshlaghi, R. E. Z. A., Scharer, J. M., Moo-Young, M., & Douglas, P. L. (2008). Application of statistical design for the optimization of amino acid separation by reverse-phase HPLC. *Analytical Biochemistry*, 383(1): 93-102.
- Gianfrani, C., Camarca, A., Mazzarella, G.; Di Stasio, L., Giardullo, N., Ferranti, P., Picariello, G., Rotondi, Aufiero, V., Picascia, S., Troncone, R., Pogna, N., Auricchio, S., Mamone, G. (2015). Extensive in vitro gastrointestinal digestion markedly reduces the

- immune-toxicity of *Triticum monococcum* wheat: Implication for celiac disease. *Molecular Nutrition Food Research*, 59, 1844–1854.
- Gibson, N., Schönfeldt, H. C., & Pretorius, B. (2011). Development of a rapid assessment method for the prediction of the glycemic index. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(4-5): 750-754.
- Gilani, G. S. (2012). Background on international activities on protein quality assessment of foods. *British Journal of Nutrition*, 108(2): S168-S182.
- Gilani, G. S., Xiao, C., W., Cockell K. A. (2012). Impact antinutritional factors in food proteins on the digestibility of protein and the bioavailability of amino acid and on protein quality. *British Journal of Nutritional*, 108 (2): 315-332.
- Giryan, Ç. (2016). [www.tech-worm.com/hplc-yukse-performansli-sivi-kromotogram-nedir](http://www.tech-worm.com/hplc-yukse-performansli-sivi-kromotogram-nedir).
- Goñi, I., Garcia-Diz, L., Mañas, E., & Saura-Calixto, F. (1996). Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. *Food Chemistry*, 56(4): 445-449.
- Goñi, I., Garcia-Alonso, A., & Saura-Calixto, F. (1997). A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. *Nutrition Research*, 17(3): 427-437.
- Gündoğdu, S. S., (2006). *Bisküvi Kraker Üretiminde Tritikale Ununun Kullanım Olanakları. (Doktora Tezi)*. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gündüz, C. P.B., Bilgin, A. K., Cengiz, M. F. (2017). Acrylamide contents of some commercial crackers, biscuits ve baby biscuits. *Academic Food Journal*, 15 (1): 1-7.
- Güneş, A., Kutlu A., Öztürk, S. (2012). Buğday Alımı Sonrası Egzersizle Tetiklenen Anafilaksi; Bir Olgu Nedeniyle Buğday Allerjisinde Tanısal Zorlukların Tartışılması. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 11(2): 237-240.
- Harpaz, Z., Siman, P., Kumar, K. A., & Brik, A. (2010). Protein synthesis assisted by native chemical ligation at leucine. *ChemBioChem*, 11(9): 1232-1235.
- Heun, M., Schafer-Pregl, R., Klavan, D., Castagna, R., Accebi, M., Borhi, B., Salamimi, F. (1997). Site of einkorn wheat domestication identified by DNA fingerprinting. *Science*, 278(5341): 1312-1314.
- Hidalgo, A., & Brandolini, A. (2008). Kinetics of carotenoids degradation during the storage of einkorn (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) and bread wheat (*Triticum aestivum* L. ssp. *aestivum*) flours. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(23): 11300-11305.
- Hidalgo, A., Brandolini, A., & Pompei, C. (2009). Kinetics of tocopherols degradation during the storage of einkorn (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) and bread wheat (*Triticum aestivum* L. ssp. *aestivum*) flours. *Food Chemistry*, 116(4): 821-827.

- Hidalgo, A. ve Brandolini A. (2011). Heat damage of water biscuits from einkorn, durum and bread wheat flours. *Food Chemistry*, 128(2): 471-478.
- Hidalgo, A. ve Brandolini, A. (2014). Nutritional properties of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.). *Journal Science Food Agriculture*, 94(4): 601-612.
- Hidalgo, A., Yılmaz, V. A., Brandolini, A. (2016). Influence of water biscuit processing and kernel puffing on the phenolic acid content and the antioxidant activity of einkorn and bread wheat. *Journal Food Science Technology*, 53 (1): 541-550.
- Horton, T.J., Drougas, H., Brachey, A., Reed, G.W., Peters, J.C. and Hill, J.O. (1995). ' Fat and carbohydrate overfeeding in humans: Different effects on energy storage', *American Journal of Clinical Nutrition* 62:19-29.
- Hugli, T. E., & Moore, S. (1972). Determination of the tryptophan content of proteins by ion exchange chromatography of alkaline hydrolysates. *Journal of Biological Chemistry*, 247(9): 2828-2834.
- Hur, S. J., Lim, B. O., Decker, E. A., & McClements, D. J. (2011). In vitro human digestion models for food applications. *Food Chemistry*, 125(1): 1-12.
- Janssen, I., Katzmarzyk, P. T., & Ross, R. (2004). Waist circumference and not body mass index explains obesity-related health risk. *The American Journal of Clinical nutrition*, 79(3): 379-384.
- Jenkins, D. J., Wolever, T. M., Taylor, R. H., Barker, H., Fielden, H., Baldwin, J. M., ... & Goff, D. V. (1981). Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 34(3): 362-366.
- Jimenez-Martin, E., Ruiz, J., Perez-Palacios, T., Silva, A., & Antequera, T. (2012). Gas chromatography–mass spectrometry method for the determination of free amino acids as their dimethyl-tert-butylsilyl (TBDMS) derivatives in animal source food. *Journal of Agricultural And Food Chemistry*, 60(10): 2456-2463.
- Jordi, J., Herzog, B., Camargo, S. M., Boyle, C. N., Lutz, T. A., & Verrey, F. (2013). Specific amino acids inhibit food intake via the area postrema or vagal afferents. *The Journal of Physiology*, 591(22): 5611-5621.
- Järup, L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*, 68(1): 167-182.
- Juillet, B., Fouillet, H., Bos, C., Mariotti, F., Gausserès, N., Benamouzig, R., ... & Gaudichon, C. (2008). Increasing habitual protein intake results in reduced postprandial efficiency of peripheral, anabolic wheat protein nitrogen use in humans. *The American journal of clinical nutrition*, 87(3): 666-678.

- Kabuo, N. O., Algbaosa, O. S., Omerie, G. C., Peter, Ikechukwu, A. I., Akajiaku, L. O. ve Obasi A. C. (2018). Production and Evalation of Biscuits from Cocoyom (*Xanthosama Sagittifolium* Cu Okoriko) Wheat Composite Flour. *Research Journal of Food Nutrition*, 2(2): 53-61.
- Kamiloglu, S. (2016). *Bioavailability and bioactivity of black carrot polyphenols using in vitro digestion models combined with a co-culture model of intestinal and endothelial cell lines* (Doctoral dissertation, Ghent University).
- Karaduman, Y., Belen, S., Sönmez, A. C., Akın, A., Sayaslan, A., Dayıoğlu, R., Aydın, N., Tunca, Z. A. (2018). Bisküvi Sektörünün Taleplerine Uygun Yumuşak Buğday (*T. aestivum*) Geliştirme Çalışmaları. Türkiye Yerel Buğdaylar Sempozyumu, Bolu.
- Karakaş, P. F. (2016). Effects of Drought and Salinity Stress on Early Seedling Growth and Antioxidant Activity in Hulled Einkorn (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) and Bread (*Triticum aestivum* L.) Wheats. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Merkezi Dergisi*, 25(1): 107-116.
- Kasarda, D. D. (2013). Can an increase in celiac disease be attributed to an increase in the gluten content of wheat as a consequence of wheat breeding? *Journal Of Agricultural and Food Chemistry*, 61(6): 1155-1159.
- Kilian, B., Özkan, H., Walther, A., Kohl, J., Dagan, T., Salamini, F., & Martin, W. (2007). Molecular diversity at 18 loci in 321 wild and 92 domesticate lines reveal no reduction of nucleotide diversity during *Triticum monococcum* (einkorn) domestication: implications for the origin of agriculture. *Molecular Biology and Evolution*, 24(12): 2657-2668.
- Koletzko, B., Shamir, R., & Ashwell, M. (2012). Quality and safety aspects of infant nutrition. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 60(3): 179-184.
- Kotancılar, H. G., Gerçekaslan, K. E., Karaoğlu, M. M., & Boz, H. (2009). Besinsel lif kaynağı olarak enzime dirençli nişasta. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(1): 103-107.
- Kün, E., (1996). Serin İklim Tahılları (3. Baskı), Ankara: A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Lee S.J., Lee S. Y., Chung M. S., Hur S. J. (2016). Development of novel in vitro human digestion systems for screening the bioavailability and digestibility of foods. *Journal Functional Foods*. 22: 113–121
- Loje H., Moller, B., Laustsen, A. M., Hansen, A. (2003). Chemical composition, functional properties and sensory profiling of einkorn (*Triticum monococcum* L.). *Journal of Cereal Science*, 37(2): 231-240.

- Ludwig, D. S. (2002). The glycemic index: physiological mechanisms relating to obesity, diabetes, and cardiovascular disease. *Jama*, 287(18): 2414-2423.
- Majumdar, A. P. N. (1982). Tryptophan requirement for protein synthesis. A review. *Nutrition Reports International*. 26(3): 509-522.
- Masilamani, M., Commins, S., & Shreffler, W. (2012). Determinants of food allergy. *Immunology and Allergy Clinics*, 32(1): 11-33.
- Matuszewski, B. K., Constanzer, M. L., & Chavez-Eng, C. M. (2003). Strategies for the assessment of matrix effect in quantitative bioanalytical methods based on HPLC–MS/MS. *Analytical Chemistry*, 75(13): 3019-3030.
- Ménard, O., Cattenoz, T., Guillemin, H., Souchon, I., Deglaire, A., Dupont, D., & Picque, D. (2014). Validation of a new in vitro dynamic system to simulate infant digestion. *Food Chemistry*, 145, 1039-1045.
- Mızrak, G. (2016). Glisemik İndeks, Glisemik Yük, Sağlıklı Beslenme ve Spor. *Ziraat Mühendisliği*, (363): 4-11.
- Mihaylova, D. ve Popova, A. (2018). Non-Traditional Grains for a Balanced Diet. *Journal of Hygienic Engineering and Desing*, 26(633): 64-71.
- Minekus, M., Alminger, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T. O. R. S. T. E. N., Bourlieu, C., ... & Dufour, C. (2014). A standardised static in vitro digestion method suitable for food—an international consensus. *Food & Function*, 5(6): 1113-1124.
- Mohammadkhani, A., Stoddard, F. L., & Marshall, D. R. (1999). Amylose content in segregating populations of einkorn, emmer, and rye. *Starch-Stärke*, 51(2-3): 66-73.
- Monro, J. A., Mishra, S., & Venn, B. (2010). Baselines representing blood glucose clearance improve in vitro prediction of the glycaemic impact of customarily consumed food quantities. *British Journal of Nutrition*, 103(2): 295-305.
- Munns, R., James, R.A., Xu, B., Athman, A., Conn, S.J. (2012). Wheat grain yield on saline soils is improved by an ancestral Na<sup>+</sup> transporter gene. *Nature Biotechnology*, 30, 360-364.
- Nader PR, O'Brien M, Houts R, et al. (2006). Identifying risk for obesity in early childhood. *Pediatrics*, 118:e594-e601.
- Nakov, G., Brandolini, A., Ivanova, N., Dimov, I., & Stamatovska, V. (2018). The effect of einkorn (*Triticum monococcum* L.) whole meal flour addition on physico-chemical characteristics, biological active compounds and in vitro starch digestion of cookies. *Journal of Cereal Science*, 83, 116-122.

- Nayak, B., Berrios, J. D. J., & Tang, J. (2014). Impact of food processing on the glycemic index (GI) of potato products. *Food Research International*, 56, 35-46.
- Nielsen, H. K., & Hurrell, R. F. (1985). Tryptophan determination of food proteins by HPLC after alkaline hydrolysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 36(9), 893-907.
- Newsholme, P., Procopio, J., Lima, M. M. R., Pithon-Curi, T. C., & Curi, R. (2003). Glutamine and glutamate—their central role in cell metabolism and function. *Cell Biochemistry and Function*, 21(1): 1-9.
- Nurmi, T., Nystrom, L., Edelmann, M., Lampi, A. M., & Piironen, V. (2008). Phytosterols in wheat genotypes in the HEALTHGRAIN diversity screen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(21): 9710-9715.
- Odenigbo, A., Rahimi, J., Ngadi, M., Amer, S., & Mustafa, A. (2012). Starch digestibility and predicted glycemic index of fried sweet potato cultivars. *Functional Foods in Health and Disease*, 2(7): 280-289.
- Olgun, M., Karaduman, Y., Tunc, Z. Ş., Akın, A., Yorgancılar, Ö., Başçıfçi, Z. B., Ayter, N. G., Takıl, E., (2015). Comparison of some quality characteristics in Kinoa (*Chenopodium quinoa*), Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*), Siyez Wheat (*Triticum monococcum*) and Bread Wheat (*Triticum aestivum*) by principle component analysis. *Biological Diversity and Conservation*, 8(3): 153-158.
- Önal, Z., & Adal, E. (2014). Çocukluk çağında obezite. *Okmeydanı Tıp Dergisi*, 30, 39-44.
- Önder, K. (2016). Türkiye Bisküvi, Çikolata ve Şekerli Mamüller Sektörü Firma Yoğunlaşma Analizi. *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(2): 179-208.
- Özberk, F., Karagöz, A., Özberk, İ., Atlı, A. (2016). Buğday Genetik Kaynaklarından Yerel Kültür Çeşitlerine; Türkiye’de Buğday ve Ekmek. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(2): 218-233.
- Özberk, İ., Karagöz, A., Atay, S., Kalem, S., Araç, N. (2017). Anadolu’nun Buğday Mirası. Tarla Bitkileri Enstitüsü, İstanbul.
- Özberk, İ., Atay, S., Altay, F., Cabi, E., Özkan, H., Atlı, A. (2016). Anadolu’nun Buğday Atlası. WWF-(Türkiye Doğal Hayatı Koruma Vakfı), İstanbul.
- Pasini, G., Greco, F., Cremonini, M. A., Brandolini, A., Consonni, R., & Gussoni, M. (2015). Structural and nutritional properties of pasta from *Triticum monococcum* and *Triticum durum* species. A combined <sup>1</sup>H NMR, MRI, and digestibility study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(20): 5072-5082.

- Parlak, A. Ve Çetinkaya, Ş. (2008). Oyun Çocukluğu Dönemi Obez Çocuğun ve Ailelerin Beslenme Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Hemşirelik Yüksek Okulu Dergisi*, 11(3): 59-68.
- Pekol, S., Baloğlu, M.C., Altunoğlu, Y., Ç. (2016). Evaluation of genotoxic and cytologic effects of enviromental stress in wheat species with different ploidy levels. *Turkish Journal of Biology*, 40: 580-588.
- Pirgozliev, V. Rose, S. P., Pellny, T., Amerah, A. M., Wickramainghe, Sefer, Ö., M., Ülker, M., Rakszegi, M., Bedoz, Shewry, P.R. and Lavgrove, A. (2015). Energy utilization and growth performance of chickens fed novel wheat inbred lines selected for different pentosan levels with and without xylanase supplementation. *Poultry Science*, 94 (2): 232-239.
- Pizzuti, D., Buda, A., D'Odorico, A., D'Incà, R., Chiarelli, S., Curioni, A., & Martines, D. (2006). Lack of intestinal mucosal toxicity of *Triticum monococcum* in celiac disease patients. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 41(11): 1305-1311.
- Rahaie, M., Xue, G. P., & Schenk, P. M. (2013). The role of transcription factors in wheat under different abiotic stresses. Books and Demand. Abiotic Stress-Plant Responses And Applications in Agriculture, Sayfa: 367-385.
- Ragae, S., Seetharaman, K., Abdel-Aal, S. M. (2014). The impact if milling and thermal processing on phenolic compounds in cereal grains. *Food Science and Nutrition*, 54(7): 837-848.
- Roberts, S. B. (2000). High-glycemic index foods, hunger, and obesity: is there a connection? *Nutrition Reviews*, 58(6): 163-169.
- Rudolf, M. (2011). Predicting babies' risk of obesity. *Archives of Disease in Childhood*, 96(11): 995-997.
- Sağbasan, H. B. (2015). *Türkiye 'de Yaygın Olarak Tüketilen Kuru Kırmızı Meyvelerin İçerdiği Antioksidan Maddelerin Biyoerişilebilirliğinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sakoğlu, G. Y. (2015). *Avrupa Birliğinde Bebek ve Küçük Çocuk Gıdalarına İlişkin Yasal Düzenlemeler ve Ülkemiz Mevzuatına Uyum Durumu*. T.C. Gıda ve Hayvancılık Bakanlığı (AB Uzmanlık Tezi). Ankara.
- Salmeron, J., Manson, J. E., Stampfer, M. J., Colditz, G. A., Wing, A. L., & Willett, W. C. (1997). Dietary fiber, glycemic load, and risk of non—insulin-dependent diabetes mellitus in women. *Jama*, 277(6): 472-477.

- Sandstrom, B. (2001). Micronutritional interaction: effects on absorption bioavailability. *British Journal of Nutritional*, 85(2): 181-185.
- Shewry, P. R. (2009). Wheat. *Journal of Experimental Botany*, 60(6): 1537-1553.
- Shi, J. & Maguer, M. L. (2010). Lycopene in Tomatoes: Chemical and Physical Properties Affected by Food Processing, *Critical Reviews in Food Science and Nutritional*, 40(1): 1-4.
- Sholihah, N. M., Agustina, L., Nugroho, A. (2018). Formulation of baby porridge flour using nagara tuber and kakai (*Stenochlaena palustris*) as iron fortifying agent with natural flavour of ambon banana. *Journal Riset Industry*, 10(2): 75-82.
- Shulman, R. J., & Phillips, S. (2003). Parenteral nutrition in infants and children. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 36(5): 587-607.
- Smith, F., Pan, X., Bellido, V., Toole, G. A., Gates, F. K., Wickham, M. S., ... & Mills, E. C. (2015). Digestibility of gluten proteins is reduced by baking and enhanced by starch digestion. *Molecular Nutrition & Food Research*, 59(10), 2034-2043.
- Simonato, B., Curioni, A., & Pasini, G. (2015). Digestibility of pasta made with three wheat types: a preliminary study. *Food chemistry*, 174, 219-225.
- Sopade, P. A., & Gidley, M. J. (2009). A rapid in-vitro digestibility assay based on glucometry for investigating kinetics of starch digestion. *Starch*, 61(5): 245-255.
- Stephen, A., Alles, M., De Graaf, C., Fleith, M., Hadjilucas, E., Isaacs, E., ... & Gil, A. (2012). The role and requirements of digestible dietary carbohydrates in infants and toddlers. *European Journal of Clinical Nutrition*, 66(7): 765-779.
- Şanal, T. (2016). Bazı Yerel Buğday Çeşitlerinin Kalite Parametreleri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüleri, Türktob, Ankara.
- Şeker, İ. T., Gökbulut, İ., Öztürk, S., Özbaş, Ö. Ö., & Köksel, H. (2006). Enzime dirençli nişastanın bisküvi üretiminde kullanımı. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 9, 157-160. Bolu
- Şengül, H. (2013). *Narda Bulunan Antisiyaninlerin Biyoyararlılığının Gıda Matrisi ve Bileşenlerinin Etkisi*, (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şenol, E. (2018). *In Vitro Glisemic Index Determination of Turkish Sourdough Breads and Strategies to Reduce Glisemic Index*, (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tanzer, F. (1985). Anne Sütünün Önemi, Süt Ve Erken Çocukluk Döneminde Beslenme. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 5(3): 261-270.

- TGK, (2017). Türk Gıda Kodeksi, Renklendirici ve Tatlandırıcılar Dışındaki Fosfatlandırılmış dinişasta Fosfat. Resmi Gazete Tebliği: 26 Ocak 2017, Sayı: 29969.
- Tosun, M. (1999). Bisküvi-Gofret ve Şekerli Mamüller. Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş., Ankara (DPT Raporu).
- TOBB, (2013). Bisküvi Raporu. Ankara. [www.ankaratobb.org.tr](http://www.ankaratobb.org.tr)
- TÜİK, (2016). Yıllara göre Türkiye’de siyez buğday ekimi.
- TÜİK, (2017). Türkiye Sağlık Araştırması İstatistikleri. Son Güncellenme: 31.05.2017
- TÜİK, (2019). 2018 Verileri Yıllık Bisküvi İhracat ve İthalatı, Ankara.
- Türk Gıda Kodeksi, (2001). Bebe Bisküvisi Tebliği. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ve Sağlık Bakanlığı Resmi Gazete tarih ve sayısı: 2 Eylül 2001 ve 24511.
- TürKomp, (2017). Bebe Bisküvi Bileşen Değerleri, TÜBİTAK, Gebze.
- Uzunlu, S. (2016). Bisküvilerde HMF ve Arilamid Oluşumunun Önemi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 3 (1): 138-142.
- Vaccino, P., Becker, H. A., Brandolini, A., Salamini, F., & Kilian, B. (2009). A catalogue of *Triticum monococcum* genes encoding toxic and immunogenic peptides for celiac disease patients. *Molecular Genetics and Genomics*, 281(3): 289-300.
- Van B. J. H., Sienkiewicz-Szłapka, E., Lozano-Ojalvo, D., Willemsen, L. E., Antunes, C. M., Molina, E., ... & Ladics, G. S. (2017). Application of the adverse outcome pathway (AOP) concept to structure the available in vivo and in vitro mechanistic data for allergic sensitization to food proteins. *Clinical and Translational Allergy*, 7(1): 13.
- Venn, B. J., & Green, T. J. (2007). Glycemic index and glycemic load: measurement issues and their effect on diet–disease relationships. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61(1): 122-131.
- Vujić, L., ČEPO V., Dubravka A., Šebečić, B., & Dragojević, I. V. (2014). Effects of pseudocereals, legumes and inulin addition on selected nutritional properties and glycemic index of whole grain wheat-based biscuits. *Journal of Food & Nutrition Research*, 53(2).
- WHO, (2013). (Diyabet Raporu). Diet Nutritional and Prention of Chronic Diseases. World Health Organition Report Series 916.
- Wild, S., Roglic, G., Green, A., Sicree, R., & King, H. (2004). Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care*, 27(5), 1047-1053.
- Wong, S. L., & Lye, E. J. (2008). Lead, mercury and cadmium levels in Canadians. *Health Reports*, 19(4): 31.

- Yaman, M., Sargin, H. S., & Mızrak, Ö. F. (2019). Free sugar content, in vitro starch digestibility and predicted glycemic index of ready-to-eat breakfast cereals commonly consumed in Turkey: An evaluation of nutritional quality. *International Journal of Biological Macromolecules*, 135: 1082–1087.
- Yıldız, M. (2012). *Karabuğday (Fagopyrum esculentum Moench.) ve Lüpen (Lupinus albus L.) Unlarının Glutensiz Bisküvi Üretiminde Kullanımı Üzerine Bir Araştırma*, (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yılmaz, H. ve Ezici, A. A. Alparslan, (2016). Buğday Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Endüstri Müdürlüğü, *Buğday Bülteni*.
- Yılmaz, V. A. (2012). *Siyez (Triticum monoccum, L.) ve Durum (Triticum durum) Buğdaylarının Kalite, Biyoaktif Bileşenler ve Antioksidan Aktivitedeki Değişmeler* (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yue, P., & Waring, S. (1998). Resistant starch in food applications. *Cereal Foods World (USA)*, 43(9): 690-695.
- Zaharieva, M., & Monneveux, P. (2014). Cultivated einkorn wheat (*Triticum monoccum*, L. subsp. *monococcum*): the long life of a founder crop of agriculture. *Genetic Resources Crop Evolution*, 61(3): 677-773.
- Zengin, G. (2015). *Bazı İlkel Buğdaylarda Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma*, (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Zulfa, N. I., Iliaka, N., Ninik, R. (2014). Formulation Complimentary Feeding Baby Biscuits with Composite Subtitution Arrow root Starch, Soybeen Flour and Orange- Fleshed Sweet Potato Flour. *BIMGI Indonesian Nutrition Student Journal*, 2(2): 8-2.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Ad Soyad: Yasemin KIZILASLAN

Doğum Yeri ve Tarihi: Düzce 12.10.1976

İletişim: [yaseminhanna@hotmail.com](mailto:yaseminhanna@hotmail.com), 0 505 445 67 10

### ÖĞRENİM DURUMU

**Lise:** Düzce Lisesi/ Matematik Bölümü

**Ön Lisans:** Kocaeli Üniversitesi/ Femantasyon Programı

**Lisans:** İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi/ Gıda Mühendisliği

**Yüksek Lisans:** İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi/ Gıda Mühendisliği

**Yabancı Dil :** İngilizce, Arapça

### BİLDİRİ

IV. Traditional Food Congress From Adriatic to Caucasus 18-21 APRIL 2018,  
Production and Quality (glycemic index, protein and starch digestibility) of Baby  
Biscuits made from Natural, Additive-free Einkorn Wheat and Wheat Flour

### SERTİFİKALAR:

KALİTE YÖNETİM SİSTEMİ İÇ TETKİK EĞİTİMİ

TS EN ISO 9001 KALİTE YÖNETİM SİSTEMİ TEMEL EĞİTİMİ

TS EN ISO 22000 GIDA GÜVENLİĞİ YÖNETİM SİSTEMİ TEMEL EĞİTİMİ

TS İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNETİM SİSTEMİ TEMEL EĞİTİMİ

TEMEL GIDA HİJYEN EĞİTİMİ

FEN VE MÜHENDİSLİK ALANLARINDA LİSANSÜSTÜ ÖĞRENCİLERİ İÇİN  
ARAŞTIRMA PROJESİ HAZIRLAMA VE YÜRÜTME EĞİTİMİ

## **İŞ DENEYİMİ**

İbb Halk Ekmek Fabrikası Analiz Laboratuvarı (Staj)

Pakmaya Holdingi Analiz Laboratuvarı (Staj)

