

**T.C.**  
**İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI**  
**BESLENME VE DİYETETİK BİLİM DALI**

**SÜT İLE TÜKETİLEN KAHVALTILIK**  
**GEVREKLERDEKİ SUDA ÇÖZÜNEN**  
**VİTAMİNLERDEN B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> VE B<sub>3</sub> VİTAMİNLERİNİN**  
**BİYOERİŞİLEBİLİRLİKLERİNİN İN VİTRO**  
**GASTROİNTESTİNAL SİSTEM İLE İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Büşra SÜRÜCÜ**

**İstanbul**  
**Ocak-2021**

**T.C.**  
**İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI**  
**BESLENME VE DİYETETİK BİLİM DALI**

**SÜT İLE TÜKETİLEN KAHVALTILIK GEVREKLERDEKİ**  
**SUDA ÇÖZÜNEN VİTAMİNLERDEN B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> VE B<sub>3</sub>**  
**VİTAMİNLERİNİN BİYOERİŞİLEBİLİRLİKLERİNİN İN**  
**VİTRO GASTROİNTESTİNAL SİSTEM İLE İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Büşra SÜRÜCÜ**

**Tez Danışmanı**  
**Doç. Dr. Mustafa YAMAN**

**İstanbul**  
**Ocak-2021**

## ONAY

Lisansüstü Eğitim Enstitü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Beslenme ve Diyetetik Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman Doç. Dr. Mustafa YAMAN

Üye Dr. Öğr Üyesi Jale ÇATAK

Üye Doç. Dr. Zafer CEYLAN

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Ali Güneş

Enstitü Müdürü

## **BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ**

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “**Süt İle Tüketilen Kahvaltılık Gevreklerdeki Suda Çözünen Vitaminlerden B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> Vitaminlerinin Biyoerişilebilirliklerinin İn Vitro Gastrointestinal Sistem İle İncelenmesi**” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

Büşra SÜRÜCÜ

## ÖNSÖZ

Araştırmamdaki her aşamada bana engin bilgisi ile yardımcı olan değerli tez danışmanım Doç. Dr. Mustafa YAMAN'a, eğitimim için her türlü fedakarlığı gösteren, desteklerini hissettiğim sevgili eşim Yunus Sürücü'ye ve hayatımın her anında destek olan kıymetli aileme teşekkürlerimi sunarım.

**Büşra SÜRÜCÜ**  
**İstanbul-2021**

**ÖZET**

**SÜT İLE TÜKETİLEN KAHVALTILIK GEVREKLERDEKİ  
SUDA ÇÖZÜNEN VİTAMİNLERİN  
BİYOERİŞİLEBİLİRLİKLERİNİN İN VİTRO  
GASTROİNTESTİNAL SİSTEM İLE İNCELENMESİ**

Büşra SÜRÜCÜ  
Yüksek Lisans, Beslenme ve Diyetetik  
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa YAMAN  
Ocak-2021, 67 Sayfa

B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>3</sub> vitaminleri, tahıl bazlı olan kahvaltılık gevreklerin önemli besin bileşenleridir. Günümüzde kahvaltılık gevrekler genellikle süt ile hazırlanıp tüketilmektedir. Bu tezin amacı günümüzde sıkça tüketilen kahvaltılık gevreklerde bulunan vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>3</sub>'ün biyoerişilebilirliğini incelemektir. Tahıl bazlı kahvaltılık gevreklerdeki B<sub>1</sub> (tiamin), B<sub>2</sub> (riboflavin) ve B<sub>3</sub> (nikotinik asit ve nikotinamid) vitaminlerinin miktarı, yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılarak belirlendi. Etiketeki beyanlara göre B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>3</sub> vitaminlerinin değerleri %78,5 ile %133,7, %80,3 ile %171,8 ve %67,6 ile %223,6 arasında değişmektedir. Sütsüz hazırlanan kahvaltılık gevreklerde tiaminin biyoerişilebilirliği %12,6 ile %101,4 arasında, riboflavin biyoerişilebilirliği %80,8 ile %100,4 arasında, nikotinik asitin biyoerişilebilirliği %48,4 ile %85,5 arasında ve nikotinamidin biyoerişilebilirliği ise %50,3 ile %81,1 arasında değişmektedir. Süt ile birlikte tüketildiğinde tiaminin biyoerişilebilirliği %40,2 ile %100,3 arasında, riboflavin biyoerişilebilirliği %81 ile %98 arasında, nikotinik asit biyoerişilebilirliği %38,1 ile %98,2 arasında ve nikotinamid biyoerişilebilirliği ise %70,7 ile %95,7 arasında değişmektedir. Besinlerin diyet lifi içeriği, sıcaklık, stabilite ve polisakaritler ve polipeptidler ile etkileşimi vitaminlerinin biyoerişilebilirlik düzeylerini önemli ölçüde etkilediği düşünülmektedir. Bu sonuçlar, suda çözünür vitaminlerin biyoerişilebilirliğinde *in vivo* olarak düşük olabileceğini gösterebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kahvaltılık gevrekler, suda eriyen vitaminler, süt

**ABSTRACT**

**INVESTIGATION OF BIOACCESSABILITY OF THE  
VITAMINS B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> AND B<sub>3</sub> IN BREAKFAST CEREALS  
CONSUMED WITH MILK BY IN VITRO GASTROINTESTINAL  
DIGESTION SYSTEM**

Büşra SÜRÜCÜ

Master of Science, Nutrition and Dietetic

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa YAMAN

January-2021,67 Pages

Vitamins B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> and B<sub>3</sub> are important nutritional components of cereal-based breakfast cereals. Today, breakfast cereals are usually prepared and consumed with milk. The purpose of this thesis is to examine the bioaccessibility of vitamins B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> and B<sub>3</sub> found in breakfast cereals that are frequently consumed today. The amount of vitamins B<sub>1</sub> (thiamine), B<sub>2</sub> (riboflavin) and B<sub>3</sub> (nicotinic acid and nicotinamide) in cereal-based breakfast cereals was determined using high performance liquid chromatography (HPLC). According to the statements on the label, the values of vitamins B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> and B<sub>3</sub> vary between 78,5% and 133,7%, 80,3% and 171,8% and 67,6% and 223,6%, respectively. Bioaccessibility of thiamine in breakfast cereals prepared without milk ranged between 12,6% and 101,4%, riboflavin ranged between 80,8% and 100,4%, nicotinic acid ranged between 48,4% and 85,5%, and nicotinamide ranged of 50,3% and 81,1%. When consumed with milk, thiamine bioaccessibility ranged between 40,2% and 100,3%, riboflavin between 81% and 98%, nicotinic acid between 38,1% and 98,2%, and nicotinamide between 70,7% and 95,7% . Dietary fiber content, temperature, stability, and interaction of foods with polysaccharides and polypeptides are thought to significantly affect the bioaccessibility levels of the vitamins. These results may indicate that the bioaccessibility of the water-soluble vitamins may be low *in vivo*.

**Keywords:** Breakfast cereals, water soluble vitamin, milk

# İÇİNDEKİLER

ONAY .....	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
TABLolar DİZİNİ .....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	x
SEMBOLLER LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xii
GİRİŞ .....	1
BİRİNCİ BÖLÜM.....	3
LİTERATÜR TARAMASI .....	3
1.1 Kahvaltılık Gevrekler.....	3
1.2 Kahvaltının Önemi .....	4
1.3 Kahvaltılık Gevreklerin Beslenmeye Katkısı ve Sağlık Etkileri .....	4
1.4 Ülkemizdeki ve Dünyadaki Kahvaltılık Gevrek Tüketimi .....	5
1.5 Kahvaltılık Gevreklerde Bulunan Suda Çözünen Vitaminler.....	5
1.5.1 B <sub>1</sub> Vitamini (Tiamin) .....	5
1.5.2 B <sub>2</sub> Vitamini (Riboflavin).....	13
1.5.3 B <sub>3</sub> Vitamini (Niasin) .....	18
İKİNCİ BÖLÜM.....	27
2 MATERYAL VE ETOT .....	27
2.1 Numuneler.....	27

2.2	Numunelerin Hazırlanması .....	30
2.3	Analizlerde Kullanılan Malzemeler .....	30
2.4	Analizlerde Kullanılan Kimyasallar.....	31
2.5	B <sub>1</sub> Vitamini (Tiamin) Tayini .....	31
2.5.1	Standardın Hazırlanması .....	31
2.5.2	Örneğin Hazırlanması .....	32
2.5.3	HPLC Koşulları.....	32
2.6	B <sub>2</sub> (Riboflavin) Vitamini Tayini .....	32
2.6.1	Standardın Hazırlanması .....	33
2.6.2	Örneğin Hazırlanması .....	33
2.6.3	HPLC Koşulları.....	33
2.7	B <sub>3</sub> Vitamini (Niasin) Tayini .....	33
2.7.1	Standardın Hazırlanması .....	34
2.7.2	Örneğin Hazırlanması .....	34
2.7.3	HPLC Koşulları.....	34
2.8	İn Vitro Gastrointestinal Sistem Metodu ve Biyoerişilebilirlik Tayini.....	34
2.8.1	Sindirim Enzimleri ve Diğer Çözeltiler (Organik, İnorganik).....	35
2.8.2	İn Vitro Sindirim Prosedürü.....	35
2.9	İstatiksel Analiz.....	37
<b>ÜÇÜNCÜ BÖLÜM .....</b>		<b>38</b>
<b>BULGULAR .....</b>		<b>38</b>
3.1	Kahvaltılık Gevreklerdeki B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> ve B <sub>3</sub> Vitamin İçerikleri.....	38
3.2	İn Vitro Biyoerişilebilirlik Analizleri.....	40
<b>DÖRDÜNCÜ BÖLÜM .....</b>		<b>47</b>
<b>SONUÇ.....</b>		<b>47</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>		<b>49</b>



## TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1.1 Kahvaltılık Tahıl Ürünlerinin Sınıflandırılması .....	3
Tablo 1.5.1 Bazı Besinlerin Tiamin İçerikleri .....	10
Tablo 1.5.2 Günlük Alınması Gereken Tiamin Miktarları .....	12
Tablo 1.5.3 Bazı Besinlerin Riboflavin İçerikleri.....	17
Tablo 1.5.4 Günlük Alınması Gereken Riboflavin Miktarları.....	18
Tablo 1.5.5 Bazı Besinlerin Niasin İçerikleri .....	23
Tablo 1.5.6 Günlük Alınması Gereken Niasin Eşdeğerleri Miktarları .....	25
Tablo 2.1.1 Kahvaltılık Gevrekler ve İçerikleri.....	28
Tablo 2.1.2 Kahvaltılık Gevreklerin Enerji ve Besin Değerleri (100 g).....	29
Tablo 2.3.1 B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> ve B <sub>3</sub> Vitaminlerinin Analizinde Kullanılan Ekipmanlar ve Markaları.....	30
Tablo 2.4.1. B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> ve B <sub>3</sub> Vitaminlerinin Analizinde Kullanılan Kimyasallar ve Markaları.....	31
Tablo 3.1.1 Kahvaltılık gevreklerde etikette beyan edilen ve analiz sonucunda bulunan B <sub>1</sub> vitamin değerleri ve etikete göre sapma oranları .....	38
Tablo 3.1.2 Kahvaltılık gevreklerde etikette beyan edilen ve analiz sonucunda bulunan B <sub>2</sub> vitamin değerleri ve etikete göre sapma oranları .....	39
Tablo 3.1.3 Kahvaltılık gevreklerde etikette beyan edilen ve analiz sonucunda bulunan B <sub>3</sub> vitamin değerleri ve etikete göre sapma oranları .....	40
Tablo 3.2.1 Kahvaltılık Gevreklerde (sütsüz) bulunan B <sub>1</sub> vitamininin sindirim öncesi, sindirim sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları .....	41
Tablo 3.2.2 Süt ile hazırlanan kahvaltılık gevreklerde bulunan B <sub>1</sub> vitamininin sindirim öncesi, sindirim sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları.....	41
Tablo 3.2.3 Kahvaltılık Gevreklerde (sütsüz) bulunan B <sub>2</sub> vitamininin sindirim öncesi, sindirim sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları .....	42
Tablo 3.2.4 Süt ile hazırlanan kahvaltılık gevreklerde bulunan B <sub>2</sub> vitamininin sindirim öncesi, sindirim sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları.....	42
Tablo 3.2.5 Kahvaltılık Gevreklerde (sütsüz) bulunan Nikotinik Asit'in sindirim öncesi, sindirim sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları .....	44
Tablo 3.2.6 Sütle Birlikte Hazırlanan Kahvaltılık Gevreklerin Nikotinamid'in sindirim öncesi ve sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları .....	45

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.5.1.1: Piridin ve Tiazolden Oluşan Serbest Tiamin .....	6
Şekil 1.5.1.2: Tiaminin Ticari Formları .....	7
Şekil 1.5.1.3: Tiaminin Kofaktörlerine Dönüşümü.....	8
Şekil 1.5.1.4: Tiamin Pirofosfatın (TPP) Trikarboksilik Asit Döngüsüne Dahil Edilmesi. ....	9
Şekil 1.5.2.1: Riboflavin Kimyasal Gösterimi .....	13
Şekil 1.5.2.2 :FMN ve FAD'ın Kimyasal Gösterimi.....	14
Şekil 1.5.3.1 : Niasin bileşiklerinin kimyasal yapıları. (a) Nikotinic asit, (b) Nikotinamid, (c) NAD <sup>+</sup> , (d) NADP <sup>+</sup> , (e) indirgenen kısım.....	19
Şekil 1.5.3.2 : Niasinin, Triptofan, Nikotinic asit ve Nikotinamid Formlarının Dönüşümü .....	21
Şekil 1.5.3.3 : Sıçan Bağırsaklarında NAD'ın Nikotinamide İndirgenme Yolu.....	22
Şekil 2.8.2.1 : İn Vitro Gastrointestinal Sistem Metodu.....	37

## SEMBOLLER LİSTESİ

%	:Yüzde
°C	:Santigrat derece
dk	:Dakika
g	:Gram
kcal	:Kilokalori
kg	:Kilogram
kJ	:Kilojoule
nm	:Nanometre
mg	:Miligram
ml	:Mililitre
µg	:Mikrogram
µl	:Mikrolitre

## KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	:Amerika Birleşik Devleti
AMP	:Adenozin Monofosfat
ATP	:Adenozin Trifosfat
DNA	:Deoksiribo Nükleik Asit
EFSA	: Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
FAO	:Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
FMN	:Flavin Mononükleotid
FAD	:Flavin Adenin Dinükleotid
HPLC	:Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
IOM	:Amerikan Tıp Enstitüsü
NAD	:Nikotinamid adenin dinükleotid
NADP	:Nikotinamid adenin dinükleotid Fosfat
PPi	:İnorganik Fosfat
TMP	:Tiamin Monofosfat
TPP	:Tiamin Pirofosfat
TTP	:Tiamin Trifosfat
WHO	:Dünya Sağlık Örgütü

## GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) tanımına göre sağlık; fiziksel, ruhsal ve sosyal olarak tam bir iyilik halidir (Constitution Of The World Health Organization, 1946). Fiziksel yönden iyilik hali, beslenme ve egzersizle mümkündür. Beslenme ise büyümek, gelişmek, sağlığın korunması ve yaşamın sürdürülmesi için gerekli besinlerin kullanılması olarak tanımlanır. Beslenme ile vücudun yaşamını ve çalışmasını sürdürebilmesi için gerekli enerjinin ve bütün besin öğelerinden gerektiği kadar alınması hedeflenir. Bu yeterli ve dengeli beslenme deyimini ile açıklanır (Baysal, 2011).

Yeterli ve dengeli beslenme ile alınması gereken besin öğeleri karbonhidratlar, proteinler, yağlar, vitaminler ve minerallerdir. Ayrıca bunlara ek olarak besinlerde doğal olarak bulunan biyoaktif bileşenlerde alınması gerekenler arasındadır (Merdol, 2013).

Vitaminler, vücudun normal işleyişi için çok az miktarlarda gerekli olan organik bileşiklerdir. İnsan beslenmesinde 13 farklı vitamin vardır ve bunlar çözünürlüklerine göre iki gruba ayrılırlar. Yağda çözünenler A, D, E ve K vitamini iken suda çözünenler ise C ve B vitamin grubudur (Ball, 2004). Tiamin (B<sub>1</sub>), riboflavin (B<sub>2</sub>), niasin (B<sub>3</sub>), pridoksin (B<sub>6</sub>), pantotenik asit (B<sub>5</sub>), biyotin (B<sub>7</sub>), folik asit (B<sub>9</sub>) ve siyanokobalamin (B<sub>12</sub>) vitaminleri B kompleks vitaminleri olarak adlandırılır ve vücutta depolanmazlar (Zesos ve Kouklakis, 2008). Her gün besinler aracılığıyla belirli miktarlarda vücuda alınması gerekmektedir. B vitaminleri enerji metabolizmasında, hücrel sinyal üretiminde, DNA üretim ve tamirinde, kırmızı kan hücresi üretiminde ve nörotransmitterlerin oluşumunda rol alırlar (Thakur, vd., 2018; Meyer-Ficca ve Kirkland, 2016; Pyridoxine, 2018).

Kahvaltılık gevreklerin temel bileşenleri buğday ve mısır gibi besinlerdir. Bunlarda bulunan vitaminler pişirme sırasında azalır ya da tamamen kayba uğrarlar. Bu sebeple kahvaltılık gevreklerle pişirme, ekstrüzyon ve spreyleme aşamalarında vitaminler eklenerek zenginleştirilir (Rosentrater ve Evers, 2018).

Yapılan araştırmalarda kahvaltı, sağlık, bilişsel ve akademik performansa katkısı olduğu nedeniyle günün en önemli öğünü olarak kabul edilir. Kahvaltı alışkanlığı olan

çocuk ve ergenlerde mikro- ve makro besin öğelerinin alımının daha iyi olduğu, aşırı kilolu ve obez olma riskinin daha düşük olduğu ve daha yüksek fiziksel aktiviteye sahip oldukları gözlemlenmiştir (Adolphus, vd., 2016).

1970'lerden beri diyet lifine karşı yüksek bir farkındalık oluşmuştur. Diyet lifi sindirilemeyen polisakkarit ve oligosakkaritler olarak tanımlanabilir (Tungland ve Meyer, 2006). İşlenmemiş tahıllar, baklagiller, meyve ve sebzelerde bol miktarda diyet lifi bulunur. Diyet lifinin su tutarak mide viskozitesini artırması, dışkı hacmini artırması ve bağırsak geçiş süresini uzatması gibi etkileri vardır (Dülger ve Şahan, 2011). Bu etkilerle birlikte diyet lifinin kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, kanser ve obezite gibi sağlık sorunlarının önlenmesi gibi faydaları bulunur. Günlük tüketilmesi gereken lif miktarı 25-38 gram arasındadır (Dahl, 2015).

Değişen ve gelişen dünya düzeni ile birlikte bireylerin beslenme alışkanlıkları da hızlı tüketim ürünlerine doğru kaymaktadır. Bireyler hem besleyici hem doyurucu hem de hızla ulaşılabilir olduğundan kahvaltılarda sıkça kahvaltılık gevrekler yer vermektedir. Bununla birlikte kahvaltılık gevrek tüketimi ile daha az yağ alımı, daha geniş mikro besin alımı ve daha yüksek süt tüketimi sağlanacağı belirtilmiştir (Williams, 2014).

Kahvaltılık gevreklerin paketlerinde kullanım miktarı ve porsiyonları belirtilmektedir. Bir porsiyon kahvaltılık gevreğin 150-200 ml süt ile tüketilmesi tavsiye edilmektedir ve toplumun genelinde kahvaltılık gevrek tüketim alışkanlığı bu şekildedir. Bu çalışmada da farklı kahvaltılık gevreklerin süt ile birlikte tüketildiğinde B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>3</sub> vitaminlerin *in vitro* olarak biyoerişilebilirliği incelenmiştir.

# BİRİNCİ BÖLÜM

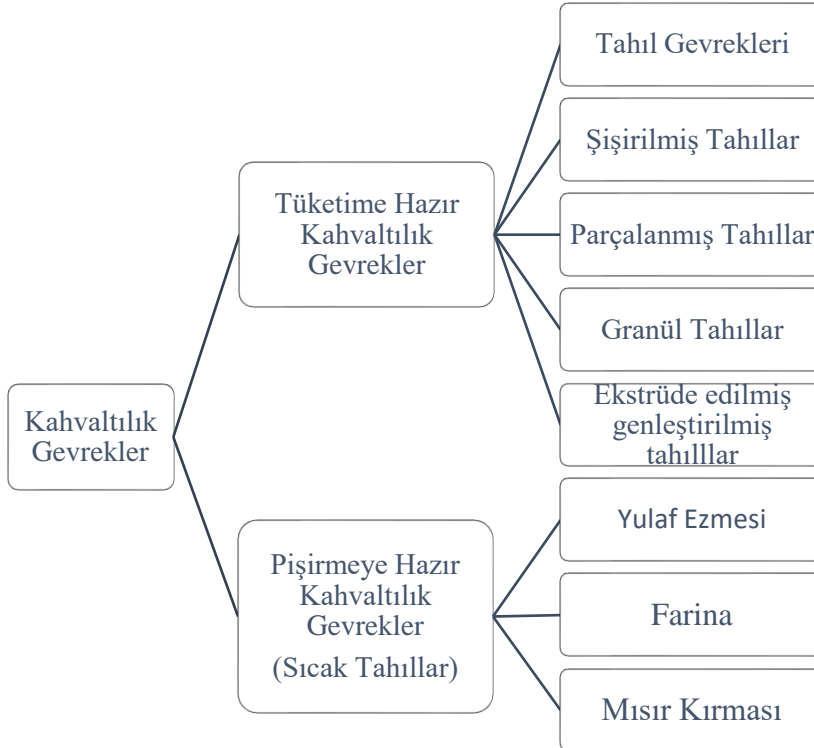
## LİTERATÜR TARAMASI

### 1.1 Kahvaltılık Gevrekler

Kahvaltılık gevrekler, insan tüketimi için paketlenmiş, ısıl işleme tabi tutulmuş, tatlandırıcı, vitamin, mineral takviye edilmiş, ince tabakalar halinde dökülmüş, şişirilmiş ve şekil verilmiş mısır, buğday, pirinç ya da yulaftan üretilmiş besinlerdir (Caldwell, McKeehen ve Kadan, 2016). Kahvaltılık gevrekler ekstrüzyon tekniği ile yüksek sıcaklık ve basınç altında pişirilip kaplanırlar (Wiemer, 2018).

Kahvaltılık gevrekler tüketime ve pişirmeye hazır (sıcak tahıllar) olarak iki farklı grupta incelenir (Tablo 1.1.1). İlk grup olan tüketime hazır kahvaltılık gevrekler, tüketim öncesinde herhangi bir pişirme işlemi olmadan servis edilebilir ve ileri işleme teknoloji ile üretilmiş, besin değerleri korunması için özel olarak paketlenmiştir. İkinci grup sıcak tahıllar ise tüketim öncesinde pişirme, haşlama gibi işlemlerinden geçirilmesi gereken ve ilk gruba göre daha basit bir işleme ve paketlenme teknolojilerinden geçmiş ürünlerdir (Akbaş ve Özkaya, 2006; Rosentrater ve Evers, 2018).

**Tablo 1.1.1 Kahvaltılık Tahıl Ürünlerinin Sınıflandırılması**



Kaynak: Akbaş ve Özkaya, 2006

## **1.2 Kahvaltının Önemi**

Kahvaltı uzun bir gece uykusundan sonra vücuda ve beyne gerekli besinleri sağladığı için günün en önemli öğünü kabul edilir. Kahvaltı yapan bireyler, sağlıklı bir vücut ve yaşam tarzı için gerekli olan temel besin maddelerini tüketmiş olurlar (Deshmukh-Taskar vd., 2010). Kahvaltı yapan kişiler, kahvaltıyı atlayanlara göre daha zayıf olma eğiliminde olduğu bilinmektedir (Lightowler ve Henry, 2009). Kahvaltı yapmak bilişsel performansı, konsantrasyonu ve fiziksel aktiviteyi artırmaktadır (Mahoney vd. 2005) Kahvaltı, iştah ve enerjiyi düzenleyen kan şekeri seviyelerinin dengelenmesine yardımcı olur. Kahvaltı yapan kişilerin günün geri kalanında aç kalmaları ve daha fazla yemek yemeleri daha az olasıdır (De La Hunty ve Ashwell, 2007).

## **1.3 Kahvaltılık Gevreklerin Beslenmeye Katkısı ve Sağlık Etkileri**

Kahvaltılık gevrekler tahıldan yapılırlar ve bunlar genellikle karbonhidrattan yüksek, yağ oranı düşük ve iyi bir lif kaynağıdır. Temel besin maddeleri olan karbonhidrat, protein, yağ, vitamin ve mineral alımına katkı sağlar. Bilimsel çalışmalar, sağlıklı ve dengeli bir diyetle bu 5 temel besin maddesinin tüketilmesinin önemini göstermiştir.

Kahvaltılık gevrekler, vücuda önemli bir miktarda demir ve B grup vitaminleri alımını sağlar. Süt ile birlikte tüketildiğinde günlük önerilen kalsiyum miktarına da önemli katkı sağlar. Bir kase müsli, granola ya da yulaf gibi kahvaltılık gevrek ile günlük alınması gereken lif miktarının %25'i karşılanabilir (Ceereal). Kahvaltılık gevreklerde bulunan diyet lifleri, çeşitli fizyokimyasal özellikler ve bunlara karşılık gelen fizyolojik etkiler gösterir. Lifin sağlıktaki rolü, gelişmiş laktasyonun çok ötesine uzanmıştır ve kardiyovasküler hastalık, kilo yönetimi, bağışıklık fonksiyonu ve kolonik sağlık için risk faktörleri üzerinde faydalar içermektedir. Tüm lif çeşitleri sağladıkları sağlık yararlarının türü ve kapsamı bakımından eşit değildir. Çözünürlük, fermente edilebilirlik ve viskozite gibi özellikler, lifin vücutta sahip olacağı etkinin önemli belirleyicileridir (Slavin, 2013). Ayrıca, tahıllarda sağlık yararları olduğu gösterilen fitoöstrojenler ve fenolik asitler de bulunur (Djoussé ve Gaziano, 2007). Kahvaltılık gevrek tüketimi ile artan tam tahıl tüketiminin kardiyovasküler hastalıklar, tip II diyabet ve bazı kanserler dahil olmak üzere önemli kronik hastalık riskinin azalması ile ilişkilendirilmiştir (Okarter ve Liu, 2010). Kahvaltılık gevrekler, içerdikleri vitamin, mineral, lif ve yağ gibi önemli besinler sayesinde kardiyovasküler

risk faktörlerini düşürdüğü, glukoz ve insülin metabolizmasını olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Djoussé ve Gaziano, 2007). Çalışmalar, haftada iki ila altı kez kahvaltılık gevrek tüketen kadın ve erkeklerin kalp krizi geçirme ihtimalinin %22 daha düşük olduğunu ve kahvaltılık gevrekleri haftada bir kez yiyenlerin ise krizi geçirme ihtimalinin %14 daha düşük olduğunu göstermektedir (Allender, vd. 2008). Tüm bu olumlu özelliklerle birlikte, kahvaltılık gevreklerin yapımında eklenen şeker, tuz, doymuş yağ gibi içerikleri nedeniyle sağlık açısından olumsuz etki oluşturabileceği de tartışılmaktadır (Williamson, 2010)

#### **1.4 Ülkemizdeki ve Dünyadaki Kahvaltılık Gevrek Tüketimi**

Kahvaltılık gevrek üretiminde küresel veriler karşılaştırıldığında 2018 yılının en büyük kahvaltılık gevrek pazarı 17.737 milyon dolar ile Çin'e aittir. Kuzey Amerika'da kahvaltılık gevrekler gelir pazarının her yıl %2,5 büyümesi bekleniyorken bu değer Avrupa için %1,6'dır. Kuzey Amerika'da 2018 yılı itibariyle kahvaltılık gevreklerin pazarı toplam 16.614 milyon dolar iken bu miktar Avrupa için 7.766 milyon dolardır. Ayrıca kahvaltılık gevreklerin kişi başı tüketim miktarı Kuzey Amerika'da yıllık 4,8 kg iken Avrupa'da 3,0 kg seviyesindedir (Statica,2018). Kanada'da ise 2001 yılında kahvaltılık gevrek tüketimine ayrılan pazar 224.5 milyon iken bu rakam 2010 yılında 362.4 milyon olmuştur (American Eating Trends Reports, 2010).

Euromonitor (2018) verilerine göre Türkiye'de bireyler sağlıklı yaşam için esansiyel vitaminler, kalsiyum ve protein eklenmiş kahvaltılık gevrekleri tercih etmiştir. Bununla birlikte müsli ve granola en çok satılan kahvaltılık gevrek çeşitleri olduğu belirlenmiştir (Euromonitor international, 2018). Aynı zamanda Türkiye'deki 2002 yılına ait kahvaltılık gevrek satışı 4090 ton iken 2007 yılında %25,67 büyüyerek, 5140 tona ulaşmıştır (Ezer, 2015).

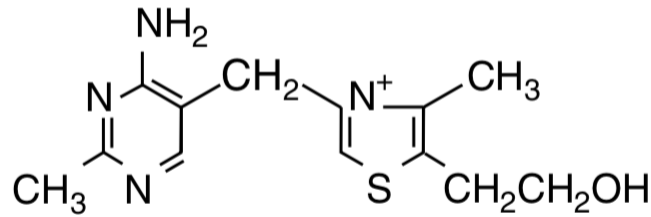
#### **1.5 Kahvaltılık Gevreklerde Bulunan Suda Çözünen Vitaminler**

##### **1.5.1 B<sub>1</sub> Vitamini (Tiamin)**

B<sub>1</sub> vitamini 1926'da izole ve karakterize edilen suda çözünen vitaminlerin ilkidir. Bu sebeple 1927 yılında British Medical Research Council tarafından B<sub>1</sub> vitamini ismi verilmiştir (Eitenmiller, Landen ve Ye, 2007). B<sub>1</sub> vitamini aseton, eter, kloroform ve benzende çözünmez ve asidik pH'da stabildir (Kökoğlu ve Alturfan, 2010).

B<sub>1</sub> vitamini eksikliğinde görülen beriberi hastalığı vitaminin keşfinde önemli rol oynamaktadır. 1885’de Japon donanmasında görülen beriberi rahatsızlığının diyetle pirincin azaltılıp, etin artırılmasıyla çözümlenmesi, beriberinin beslenme bozukluğuna bağlı bir hastalık olduğunu göstermiştir. Fakat beriberi hastalığındaki diyetin rolünü açık olarak ilk defa 1890’da Hollandalı bir sağlık memuru olan Christan Eijkman bildirmiştir. Eijkman pirinç yiyen tavuklarda beriberi semptomları gözlemlerken, kepekli pirinç tüketenlerde semptomların görülmediğini fark etmesi ile beriberinin diyetle düzenlenebilir bir hastalık olduğu resmen ortaya konulmuştur. 1930’lu yılların başında Sir Rudolph Peters ve meslektaşları, tiaminin piruvat metabolizmasında temel bir rolü olduğunu, daha sonrasında da Lohmann ve Schuster, B<sub>1</sub> vitaminin aktif koenzim formunun difosfat esteri olduğunu keşfetmişlerdir (Ball, 2004).

Tiamin, 2-metil 6-aminoprimidin ve 4-metil-5-hidroksi etil tiazol halkalarından meydana gelir. Bu piridin ve tiazol halkaları metilen köprüsü ile bağlanmıştır. Doğada bulunan serbest tiamin yapısı şekil 1.5.1.1’de verilmiştir (Kökoğlu ve Alturfan, 2010; Eitenmiller, Landen ve Ye, 2007, Zempleni vd., 2007).



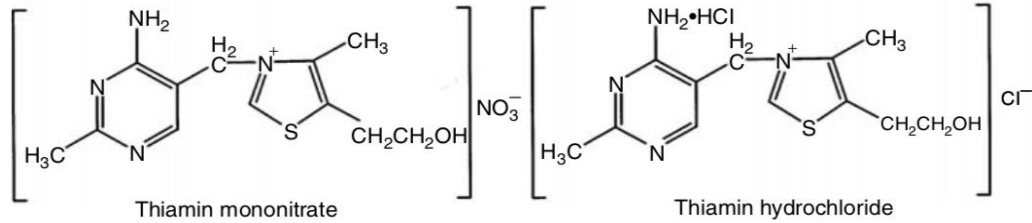
**Şekil 1.5.1.1 Piridin ve Tiazolden Oluşan Serbest Tiamin**

Kaynak: Zempleni vd., 2007.

B<sub>1</sub> vitamini doğal halde serbest tiamin olarak bulunmakla birlikte doğada üç farklı fosforile edilmiş tiamin bulunur. Bunlar; tiamin monofosfat (TMP), tiamin difosfat (pirofosfat) (TPP) ve tiamin trifosfat (TTP)’dir. Birkaç metabolik yolda koenzim görevi yapan ve baskın olan form tiamin pirofosfat olarak adlandırılan difosfattır. Tiamin adı, tiamin ve fosfatları toplamı anlamına gelir (Ball, 2004; 2006).

Tiaminin farmasötiklerde ve gıda takviyesinde kullanılan ticari olarak temin edilebilen formları ise tiamin hidroklorür ve tiamin mononitrat’tır (Şekil 1.5.1.2). Tiamin hidroklorür renksiz, suda çözünen, kristalimsi ve higroskopik bir maddedir. Tiamin

mononitrat da tiamin hidroklorürden daha az higroskopik olan alternatif bir tuzdur (Zempleni vd., 2007). İnsan vücudunda 30 mg total tiamin bulunur bunun %80'i TPP, %10'u TTP ve geri kalanı TMP ve serbest tiamindir. Vücuttaki total tiaminin yarısı iskelet kaslarında, yarısı da karaciğer, kalp, böbrek ve beyinde bulunur. Tiaminin vücuttaki yarılanma ömrü 9 ila 18 gündür (Ball, 2004).



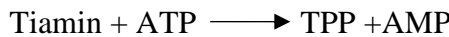
### Şekil 1.5.1.2 Tiaminin Ticari Formları

Kaynak: Eitenmiller, Landen ve Ye, 2007.

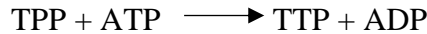
#### a) Emilim, Taşıma ve Metabolizma

İnsanlar B<sub>1</sub> vitaminini sentezleyemezler. Diyetleri ile B<sub>1</sub> vitamini ihtiyacını karşılamaları gerekir (Ball, 2004). B<sub>1</sub> vitaminin sindirim ve emiliminde fosforile edilmiş tiamin, bağırsak lümeninde serbest tiamine tamamen dönüştürülür. Tiaminin emilimi daha sonra duodenum ve proksimal jejunumda devam eder.

Tiamin karaciğerde ve diğer dokularda tiamin pirofosfokinaz enziminin katalitik etkisiyle TPP'ye dönüştürülür.



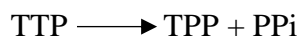
Beyinde ve diğer sinir dokularında ise TPP'nin bir kısmı tiamin pirofosfat-ATP fosforitransferaz ile tiamin trifosfata dönüştürülür.



Sinir dokuları tiamin pirofosfotaz enzimi ile az miktarda TPP'yi tiamin monofosfata ve inorganik fosfata (PPi) dönüştürür.



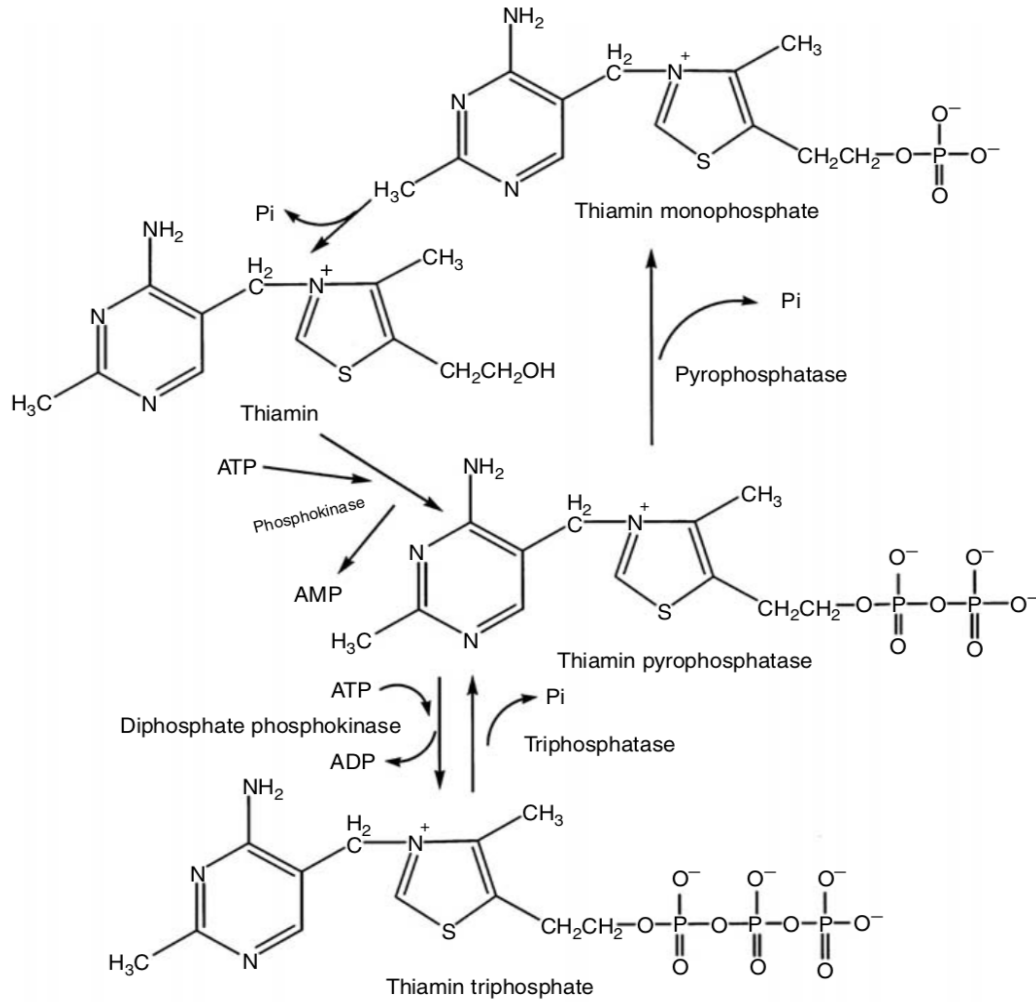
Ayrıca sinir dokusunda, TTP, TPP ve inorganik fosfat verecek şekilde tiamin trifosfataz tarafından hidrolize edilebilir.



Benzer şekilde sinir dokusunda tiamin monofosfaz tarafından TMP hidrolize olabilir.



Tiaminin kofaktörleri olan TMP, TPP ve TTP'ye dönüşümü şekil 1.5.1.3'de gösterilmiştir (Eitenmiller, Landen ve Ye, 2007).

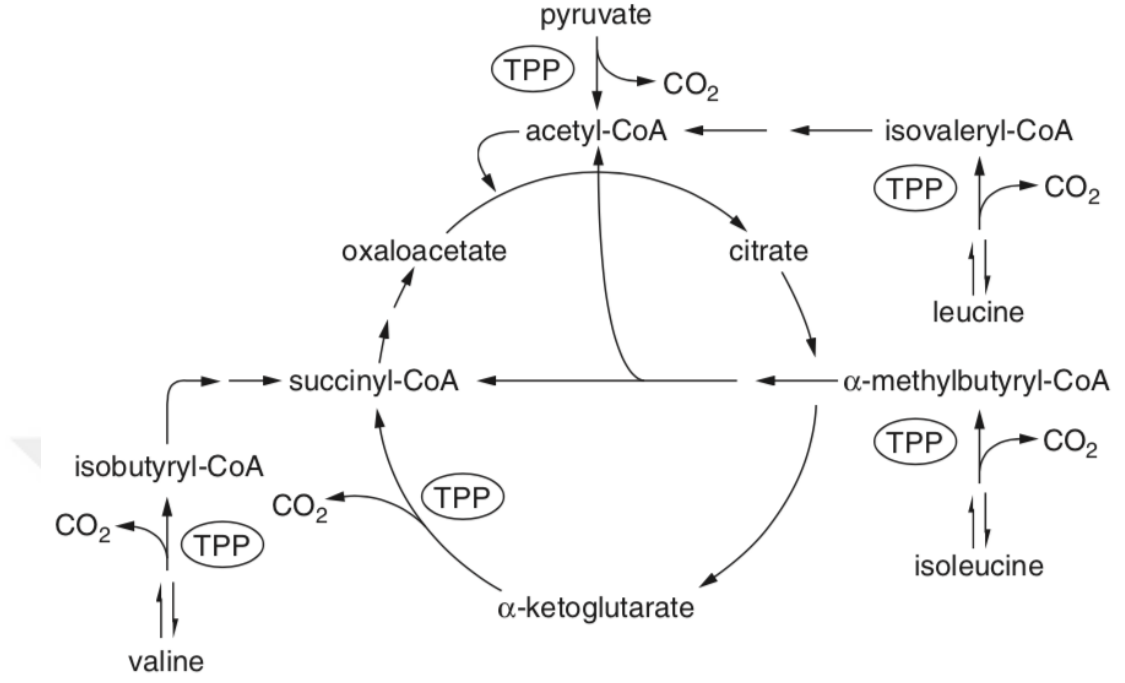


**Şekil 1.5.1.3 Tiaminin Kofaktörlerine Dönüşümü**

Kaynak: Eitenmiller, Landen ve Ye, 2007.

Tiamin karbonhidratların ve dallanmış zincirli aminoasitlerin metabolizmasında tiamin pirofosfat koenzimi olarak işlev görür (FAO/WHO, 2004). TPP piruvat dehidrojenaz,  $\alpha$ -ketoasit karboksilaz ve  $\alpha$ -ketoglutarat dehidrojenaz gibi enzimlerin koenzimidir. Bu dehidrojenazların trikarboksilik asit döngüsüne dahil edilmesi şekil 1.5.1.4'te gösterilmiştir. B<sub>1</sub> vitamini eksikliğinde bu enzimler çalışamaz ve kanda

pirüvik asit, laktik asit ve ketoglutarik asit birikir (Kökoğlu ve Alturfan, 2010; Ball, 2004).



Şekil 1.5.1.4 Tiamin Pirofosfatın (TPP) Trikarboksilik Asit Döngüsüne Dahil Edilmesi

Kaynak: Ball, 2004.

Ayrıca TPP, pentoz fosfat yolunda iki karbonlu ketol ünitesinin bir donör molekülden bir alıcı moleküle transferini içeren iki geri dönüşümlü transketolaz reaksiyonunun da koenzimidir. Kısaca TPP metabolizmada oynadığı merkezi roller ile karbonhidrat, nükleik asit ve aminoasit metabolizması için esastır (Eitenmiller, Landen ve Ye, 2007).

B<sub>1</sub> vitamininin tiamin trifosfat formu aynı zamanda sinir sisteminde de rol almaktadır.. Bu özellik TPP'nin bilinen koenzim rolünden bağımsız görünmektedir. Bettendorff ve arkadaşlarının yaptığı bir araştırma, sıçan beynindeki toplam tiaminin %1'ini oluşturan tiamin trifosfatın, elektrikli yılan balığındaki elektrik organında toplam tiaminin %90'ını oluşturduğunu göstermektedir (Bettendorff vd., 1987). Beyinde ve periferik sinirlerde bulunan B<sub>1</sub> vitamininin çoğu koenzim formunda TPP'dir (Ball, 2004).

b) *Diyet Kaynağı*

Bütün bitki ve hayvansal dokularda tiamin bulunur. Birçok hayvansal üründe mevcut tiaminin %95-98'i fosforile formda iken bitkisel kaynaklı gıdalarda fosforile edilmemiş tiamin daha yüksek oranda bulunur (Zemleni vd., 2007;Ball, 2006).

Diyetteki en iyi tiamin kaynaklarından bazıları; buğday tohumu, buğday kepeği, baklagiller, kahvaltılık gevrekler, ekmek, maya özütü, sakatat gibi besinlerdir. Bazı besinlerin B<sub>1</sub> vitamini değerleri tablo 1.5.1'de gösterilmiştir.

**Tablo 1.5.1 Bazı Besinlerin Tiamin İçerikleri**

<b>Besinler</b>	<b>Tiamin (mg/100 g)</b>
<b>Et</b>	
Sığır eti, kesilmiş yağsız, çiğ, ortalama	0,1
Kuzu, kesilmiş yağsız, çiğ, ortalama	0,09
Tavuk eti, çiğ	0,14
Tavuk, kızartma	0,07
<b>Süt ve Süt Ürünleri</b>	
İnek sütü, çiğ, pastörize	0,03
Yoğurt	0,06
Yumurta beyazı (tavuk, çiğ)	0,01
Yumurta sarısı (tavuk, çiğ)	0,3
<b>Tahıllar, tahıl ürünleri</b>	
Mısır gevreği (kuru)	1,2
Yulaf lapası, sütlü (takviye edilmemiş)	0,09
Beyaz pirinç, çiğ	0,41
Kahverengi pirinç, çiğ	0,59
Kahverengi pirinç, haşlanmış	0,14
Beyaz ekmek (dilimlenmiş)	0,24
Kepekli ekmek	0,25
<b>Sebzeler</b>	
Patates, yeni, haşlanmış	0,09
Brokoli, haşlanmış	0,05
Brokoli,çiğ	0,1
Karnabahar, haşlanmış	0,07
Kabak, haşlanmış	0,08
Soğan, kızarmış	0,08
Domates, çiğ	0,09
Domates püresi	0,4
<b>Meyveler</b>	

Elma	0,03
Armut	0,03
Portakal	0,11
Frenk üzümü	0,03
Kiraz	0,03
Çilek	0,03
<b>Diğer</b>	
Fırıncı mayası	2,33
Yer fıstığı, pişmemiş	1,14
Yer fıstığı, kavrulmuş	0,18

---

Kaynak: Zempleni vd., 2007; Ball, 2006

### c) *Biyoerişilebilirlik*

B<sub>1</sub> vitaminin biyoerişilebilirliği genel olarak yüksektir. Çay ve kahvede hatta meyvelerde bulunan polifenoller anti-tiamin etkinliğine sahiptir ve tiamin etkinliğini düşürürler (Hilker ve Somogyi, 1982). Aynı zamanda kabuklu deniz ürünleri ve tatlı su balıklarının iç organlarında bulunan tiaminaz enzimi de tiamin etkinliğini düşürmektedir. Fakat tiaminaz enzimi ısı ile etkisizleştiğinden tiamin etkinliğini düşürmesi de bu yiyeceklerin pişirilmesi ile önlenmiş olur (Muratta, 1982).

### d) *Eksikliği*

B<sub>1</sub> vitamini yiyeceklerde az miktarda bulunur ve öğütme, ısıtma, konserve, ağartma ya da depolama gibi işlemler sırasında kolayca kaybolur (Hathcock, 2014). B<sub>1</sub> vitamini eksikliği zayıf beslenme yanı sıra kronik alkolizm, aşırı ishal veya kusma, malabsorbsiyon ve genetik metabolik bozukluklarda ortaya çıkabilir. İnsanlarda B<sub>1</sub> vitamini eksikliği, anoreksi ve buna bağlı kilo kaybına, gastrointestinal rahatsızlıklara, periferik ve merkezi nöropati, kas zayıflığı ve kardiyovasküler düzensizliklere neden olan yağın etkilere sahiptir. Ağır B<sub>1</sub> vitamini yoksunluğu ile birlikte, duygusal kontrol kaybı, paronoyak eğilimler, manik ya da depresif dönemler, kafa karışıklığı gibi zihinsel değişiklikler gelişir (Ball, 2004). Diyetteki uzun süreli eksikliğinde ise beriberi, kuru beriberi (kalp kasında zayıflama, hipotansiyon, sodyum tutulumu, taşikardi, pulmoner ödem) ve ıslak beriberi (ödem, anoreksiya, kas zayıflığı, ataksi ve periferik paralizi) görülebilir (Eitenmiller, Landen ve Ye, 2007). Sadece vitaminin az tüketilmesinde değil, fazla karbonhidrat alımında da vitamin gereksinimi artar ve eksiklik görülebilir (Ball, 2004).

e) *Günlük Alınması Gereken Miktar*

B<sub>1</sub> vitaminin günlük alınması gereken miktar yaşa ve cinsiyete göre farklılık göstermektedir. Tiaminin günlük alınması gereken miktarları tablo 1.5.2’de gösterilmektedir.

**Tablo 1.5.2 Günlük Alınması Gereken Tiamin Miktarları**

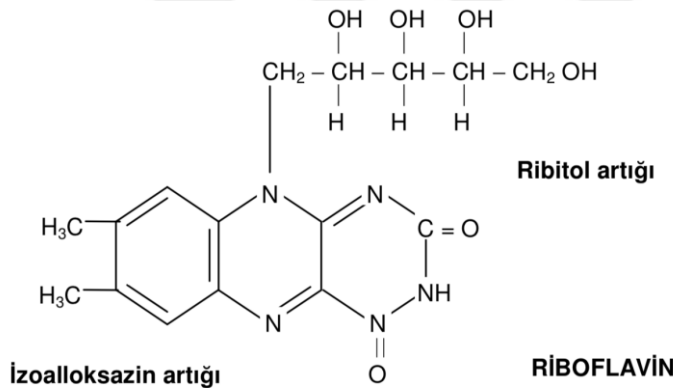
<b>Yaşam Evresi</b>	<b>Günlük alınması gereken miktar (mg)</b>
<b>Bebekler(ay)</b>	
0-6	0,2
7-12	0,3
<b>Çocuklar (yıl)</b>	
1-3	0,4
4-8	0,4
<b>Kadınlar (yıl)</b>	
9-13	0,9
14-18	1,0
19-30	1,1
31-50	1,1
51-70	1,1
>70	1,1
<b>Erkekler (yıl)</b>	
9-13	0,9
14-18	1,2
19-30	1,2
31-50	1,2
51-70	1,2
>70	1,2
<b>Gebelik (yıl)</b>	
≤18	1,4
19-30	1,4
31-50	1,4
<b>Emzicilik (yıl)</b>	
≤18	1,4
19-30	1,4
31-50	1,4

Kaynak: Food and Nutrition Board,1998.

### 1.5.2 B<sub>2</sub> Vitamini (Riboflavin)

Riboflavinin keşfinde ilk olarak İngiliz kimyager Alexander W. Blyth, 1879 yılında sütte bulunan sarı-floresan renkli bileşiğe rengine ve kökenine uygun olduğu için laktokrom adını vermiştir (Zemleni vd, 2014). Sarı-floresan renkli bu bileşiğe kaynağına göre; sütteki laktoflavin, karaciğerdeki ise hepatoflavin olarak isimlendirilmiştir. Kuhn, Gyorgy ve Wagner-Jauregg (1933) yumurtada bulunan ovoflavin olarak adlandırdıkları sarı-floresan, kristalimsi bileşiğin sıçanlarda büyümeyi teşvik edici olduğunu keşfettiler. Sonrasında sıçan büyümesinden sorumlu olan bu komponent, molekül yapısı şeker olan ‘ribose’ benzediği için ‘ribi’ eki, kristalize halde sarı renkte olduğu için ‘flavin’ (flavus=sarı) eki verilerek günümüzde kullanılan ‘riboflavin’ ismini almıştır (Ball, 2004).

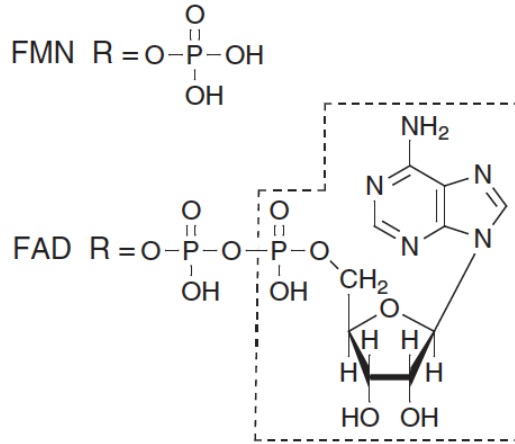
Riboflavin, bir izoalloksazin türevidir ve izoalloksazin’deki orta halka, 5 değerli bir alkol olan ribitol ile bağlıdır. Kimyasal adı, 6,7-dimetil-9-D-Ribitol-izoalloksazin’dir. Formülü şekil 1.5.2.1’de gösterildiği gibidir (Ası, 1999).



Şekil 1.5.2.1 Riboflavin Kimyasal Gösterimi

Kaynak: Ası, 1999.

Doğada bulunan başlıca B<sub>2</sub> vitamini aktif formları saf riboflavin, riboflavin 5-fosfat olarak adlandırılan flavin mononükleotid (FMN) ve riboflavin 5-adenosil-difosfat olarak adlandırılan flavin adenin dinükleotittir (FAD). Bu bileşiklerin yapıları şekil 1.5.2.2’de gösterilmiştir (Ball, 2004).



**Şekil 1.5.2.2 FMN ve FAD'ın Kimyasal Gösterimi**

Kaynak: Ball, 2004.

Gıdalarda, bir ribitol yan zincirine bağlı bir izoalloksazin halkası olan serbest riboflavin olarak az miktarda riboflavin bulunur. Bunların çoğu FAD türevinde ve az miktarda monofosforile edilmiş olan FMN formunda bulunur (Powers, 2003).

*a) Metabolizma, Sindirim ve Emilim*

Riboflavin metabolizması, bireyin riboflavin durumuna bağlı olarak sıkı bir şekilde kontrol edilen bir işlemdir. Riboflavin, çoğu dokunun hücresel sitoplazması içindeki koenzimlere dönüştürülür. Ancak çoğunlukla ince bağırsakta, karaciğerde, kalpte ve böbrekte bulunur (Institute of Medicine, 1998). Serbest riboflavin, hem albümine hem de bazı immünoglobülinlere bağlı olan plazmada taşınır ve bunlar flavin koenzimlerini de bağlar (Powers, 2003). Riboflavin metabolizması, adenosin trifosfat (ATP)'nin FMN'ye bağlı fosforilasyonu ile başlar. Bu dönüşümün katalizörü olan flavokinaz hormonal kontrol altındadır. FMN daha sonra çeşitli flavoproteinleri oluşturmak için spesifik apoenzimlerle kompleksleştirilebilir; ancak bunların çoğu FAD sentetaz tarafından FAD'a dönüştürülür. Sonuç olarak, FAD vücut dokularında baskın olan flukoenzimdir. FAD üretimi, fazla miktarda FAD'ın daha fazla üretimi önleyeceği şekilde ürün inhibisyonu ile kontrol edilir (Institute of Medicine, 1998).

İnsanlar B<sub>2</sub> vitamini sentezleyemezler bu nedenle vitamini dış kaynaklardan bağırsak emilimi yoluyla almak zorundadırlar. Bağırsaklar da diyetle ve kalın bağırsakta bakteriyel olarak sentezlenen flavinler olmak üzere iki kaynaktan elde edilen flavinlere maruz kalır (Ball, 2004).

Riboflavinin emilimi ince bağırsağın (jejunum ve ileum) uzunluğu boyunca etkilidir. Absorpsiyon, bağırsak lümeninde safra tuzlarının varlığı ile artar. Safra tuzlarının rolü çocuklarda biliyer tıkanma durumlarında riboflavinin emiliminin bozulmasıyla da gözlemlenmektedir. Safra tuzları riboflavinin emilimini iki şekilde artırabilir. İlki safra tuzlarının deterjan etkisi, riboflavinin bağırsak lümenindeki çözünürlüğünü artırır ve fırça sınır zarının vitaminlere geçirgenliğini artırır. İkinci olarak ise safra tuzları, gastrik boşalmayı ve proksimal bağırsak geçişini inhibe ederek, emme bölgelerinde riboflavinin kalma süresinin artmasına neden olur (Ball,2004). Riboflavin, bağırsak duvarında fosforile olur ve sonrasında emilir (Ası, 1999). Riboflavinin emiliminin ön şartı, FAD ve FMN'nin, enteroksitlerin fırça sınır membranlarında spesifik olmayan fosfatazlar tarafından katalizlenen riboflavine hidrolizidir. İlk olarak, serbest riboflavin enteroksitlere alınır ve FMN'yi oluşturmak için sitozolik flavokinaz tarafından katalize edilen ATP'ye bağlı fosforilasyona uğrar. Bunun çoğu FAD'a bağlı FAD sentetaz tarafından FAD'a dönüştürülür. Spesifik olmayan fosfatazlar bazolateral membran boyunca taşınmaya izin vermek için hücre içi flavinler üzerinde etki ederler. Riboflavin, plazmaya ince bağırsaktan serbest form veya FMN olarak girebilir (Powers, 2003). Plazmada, bazı riboflavinler, albüminle kompleksleştirilir; bununla birlikte, riboflavinlerin büyük bir kısmı, taşıma için diğer proteinlerle, özellikle de immünoglobulinlerle birleşir (Institute of Medicine, 1998).

Gastaldi, vd., (1999) yaptıkları çalışmada enerjilendirilmiş hücreleri normal hücrelerle karşılaştırarak izole edilmiş sıçan enterositlerinde riboflavin alım sürecinin enerji bağımlılığını araştırmışlardır. Membran olaylarını ve hücre içi metabolik olayları temsil ettiği için kısa (3 dk) ve uzun (20 dk) inkübasyon süreleri seçilmiştir. Sonuçlar, kısa süreli (3 dk) fazda, riboflavin'in doyurucu alımının esas olarak yüksek afinite ve düşük kapasiteye sahip enerjiden bağımsız bir işlem olduğunu, uzun süreli (20 dk) fazda ise fazla doygun alımın kesinlikle enerjiye bağımlı ve artan bir kapasiteye sahip olduğunu göstermiştir. Enerjilenmemiş hücrelerde olduğu gibi hücre içi metabolizma engellendiğinde bile doyurulabilir bir mekanizmanın varlığı, membran boyunca taşınmanın sadece fırça-sınır membranı üzerindeki taşıyıcı proteinlere bağlanan riboflavin nedeniyle olduğunu göstermektedir. Daha sonraki aşamada doyurucu alım, riboflavinin sitozolik enzimler flavokinaz ve FAD-sentetaza yüksek afinite ile bağlanmasından kaynaklanmaktadır. Riboflavinin FMN ve FAD'a bu enzimler

tarafından dönüştürülmesi, taşıma işleminin enerji bağımlılığını oluşturur (Gastaldi, 1999; Ball, 2004).

Riboflavinin enerji üretimi ve glutatyon yenilenmesinde oldukça önemli rolü vardır. Enerji metabolizmasında fosforik asitle birleşerek nükleotidler olarak adlandırılan FMN ve FAD gibi iki önemli enzimin yapısında görev alır. FAD oksidazlar grubundan olan aldehit oksidaz, ksantin oksidaz ve D-amino asit oksidaz ile dehidrojenazlar grubundan asil CoA-dehidrojenaz, süksinat dehidrojenaz, NADPH<sub>2</sub> – dehidrojenaz ve glutatyon redüktaz'ın koenzimidir. FMN ise L-amino asit oksidazın koenzimidir. Flavin, dehidrojenaz enziminin (flavoprotein) prostetik grubunu oluşturarak mitokondride önemli oksidatif sistemlerde H atomunu taşıyıcı görevi üstlenir. Başlangıçta NAD ve NADP gerektiren bu oksidasyon reaksiyonlarını izleyen aşamada flavoproteinler gerekir (Ası, 1999).

Riboflavin ayrıca bağırsakta bakteriler tarafından da üretilir. Bir dizi başka lümen faktörü, riboflavin'in bağırsak emilim oranını etkiler. Psyllium lifinden yüksek diyetler, riboflavin emilim oranını azaltırken buğday kepeğinin saptanabilir bir etkisi olmadığı gözlemlenmiştir (Powers, 2003). Alkol hem gıda lezzetlerinin riboflavin içine sindirilmesine hem de vitaminin doğrudan bağırsak emilimine müdahale eder (Powers, 2003).

#### *b) Diyet Kaynağı*

Riboflavin alımına en büyük katıyı süt ve süt ürünleri sağlamaktadır. Birleşik krallıkta yapılan ulusal diyet araştırmaları, ortalama olarak süt ve süt ürünlerinin okul öncesi alımının %51'ine, okul çocuklarından %35'ine, yetişkinlerin %27'sinin ve yaşlıların %36'sına katkıda bulunduğunu bildirmektedir. Tahıl ürünleri düşük de olsa doğal olarak riboflavin içerir, ancak takviye uygulamaları ile bazı ekmeklerin ve tahılların çok iyi riboflavin kaynağı olması sağlanmaktadır. Sütlü kahvaltılık gevrek tüketimi günlük riboflavin alımını sağlamaktadır. Farklı ülkelerde kişilerin yaşına bakılmaksızın yapılan çalışmalarda kahvaltıda tahıl grubu tüketen kişilerin tüketmeyen kişilere göre daha yüksek riboflavin alımına sahip olduğu gözlemlenmektedir (Powers, 2003). Riboflavinden zengin besinler karaciğer, böbrek, kalp gibi hayvansal gıdalar ile badem, mantar, brokoli, tam tahıllar gibi bitkisel gıdalardır. Tablo 1.5.3'de bazı besinlerin riboflavin içerikleri gösterilmiştir (Zemleni vd., 2007; Ball, 2006).

**Tablo 1.5.3 Bazı Besinlerin Riboflavin İçerikleri**

<b>Besinler</b>	<b>Riboflavin (mg/100 g)</b>
<b>Et</b>	
Sığır eti, kesilmiş yağsız, çiğ, ortalama	0,21
Kuzu, kesilmiş yağsız, çiğ, ortalama	0,20
Tavuk eti, çiğ	0,18
Karaciğer, dana, kızarmış	4,18
Karaciğer, kuzu, haşlanmış	5,11
Karaciğer, tavuk, haşlanmış	1,75
<b>Süt ve süt ürünleri</b>	
İnek sütü, çiğ, pastörize	0,23
Peynir, cheddar	0,39
Yumurta, tavuk, bütün, çiğ	0,47
<b>Tahıllar, tahıl ürünleri</b>	
Buğday unu, kepekli	0,09
Buğday unu, beyaz	0,03
Kahverengi pirinç, çiğ	0,07
Ekmek, beyaz, zenginleştirilmiş	0,24
<b>Sebzeler</b>	
Patates, eski, çiğ	0,02
Brokoli, çiğ	0,06
Bezelye, çiğ	0,02
<b>Meyveler</b>	
Elma	0,02
Portakal suyu, tatlandırılmamış	0,02
<b>Diğer</b>	
Maya ekstresi	11,9
Yer fıstığı, sade	0,10

Kaynak: Zempleni vd., 2007, Ball, 2006.

Riboflavin ışıktan bozulurken pişirmekle bozulmaz. Cam şişelerde bulunan sütlerin güneş ile temasında, fotolizden oluşan oksidatif ürünler süt lipidlerine zarar verir ve riboflavin kaybına neden olur (Powers, 2003).

*c) Eksiklik ve Günlük Alınması Gereken Miktar*

Riboflavin eksikliğinde dudak ve ağız kenarında çatlama, kusma, diyare, kaslarda spatisite, dilde inflamasyon, ışığa duyarlılık ve görme keskinliğinde azalma, katarakt oluşumu, gözlerde yanma, kaşıntı ve mukoz membranda bozukluk, anemi, seboreik dermatid gibi sağlık problemleri gelişir. Bu sağlık problemleri ciddi riboflavin eksikliğinde görülür ve bu durum çok sık rastlanan bir durum değildir. Yapılan bazı

araştırmalarda diyetle riboflavin alımı azlığı özofagus kanseri ile ilişkili bulunmuştur. Ayrıca flavin koenzimleri beş farklı vitaminin metabolizmasında rol oynadığı için diyet riboflavininin birincil eksikliği diğer vitaminleri de etkiler. Bu beş vitamini folat, vitamin B<sub>6</sub>, K vitamini, niasin ve D vitamini olarak sıralayabiliriz (Rivlin, 1994).

Günlük riboflavin alım miktarı erkeklerde 1,7 mg iken kadınlarda 1,3 mg'dır. Tablo 1.5.4'de yaş grubuna göre günlük alınması gereken miktarlar belirtilmiştir (FAO/WHO, 2002).

**Tablo 1.5.4 Günlük Alınması Gereken Riboflavin Miktarları**

<b>Yaşam Evresi</b>	<b>Günlük alınması gereken miktar (mg)</b>
<b>Bebekler (ay)</b>	
0-6	0,3
7-12	0,4
<b>Çocuklar (yıl)</b>	
1-3	0,5
4-6	0,6
7-9	0,9
<b>Kadınlr (yıl)</b>	
10-18	1,0
19-65	1,1
Gebelik	1,4
Emzicilik	1,6
<b>Erkekler (yıl)</b>	
10-18	1,3
19-65	1,3

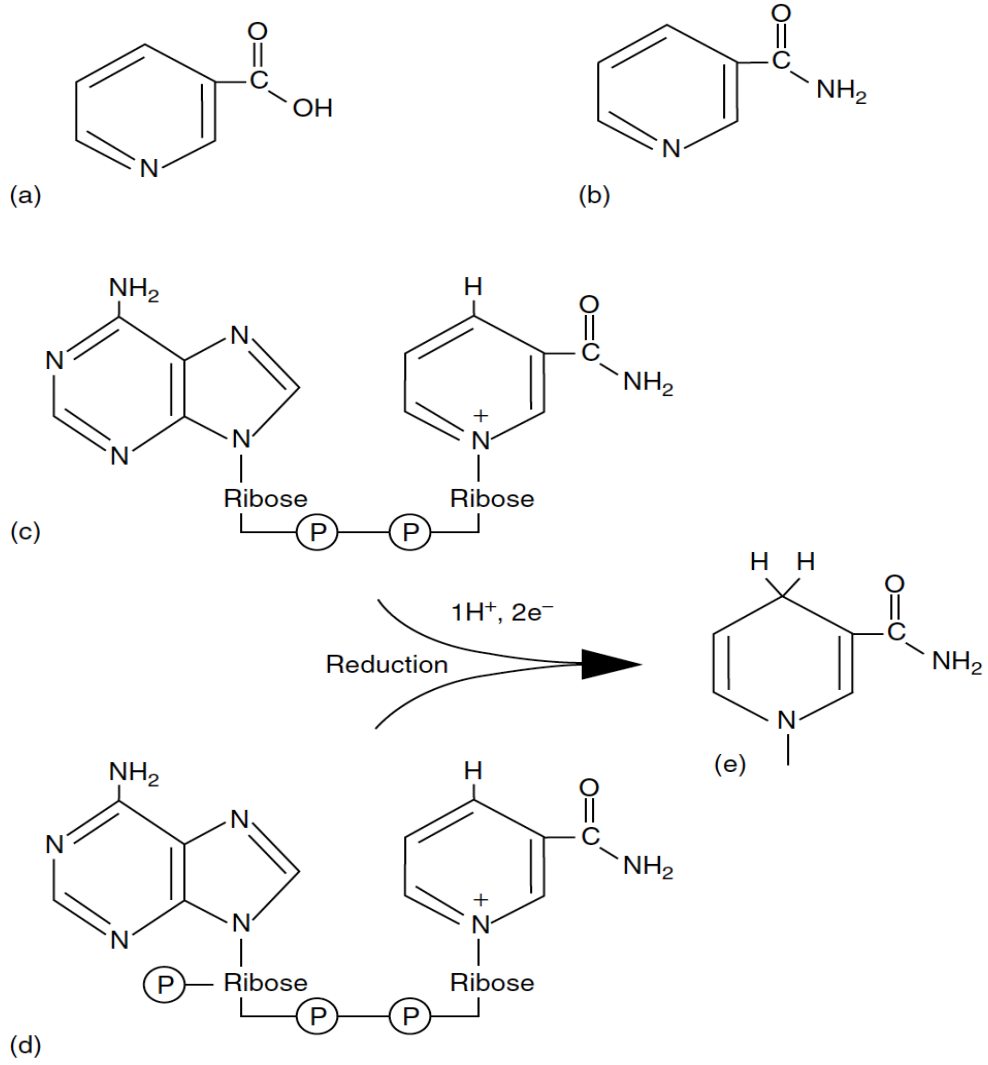
Kaynak: Human Vitamin and Mineral Requirements, FAO/WHO, 2002.

### **1.5.3 B<sub>3</sub> Vitamini (Niasin)**

Niasinin keşfi ABD'deki düşük sosyoekonomik grupları ve çeşitli Avrupa ülkelerindeki popülasyonları tahrip eden pellagraı iyileştirme ihtiyacı ile gerçekleşmiştir (Zempleni, 2014). Pellagra ilk olarak Amerika'dan gelen mısırın Avrupa'ya tanıtılmasından sonra 1735'te İspanya'da Casal tarafından tanımlanmıştır. 1920'de ise ABD'deki Goldberger köpeklerde gözlemlenen pellagranın tedaviye hayvansal protein ile yanıt verdiğini gözlemlemiştir. 1937'de Elvehjem, tedavide kullanılan karaciğerin aktif bileşeninin niasin olduğunu bildirmiştir (Ball, 2004).

Niasin, nikotinik asit (piridin-3-karbonik asit) ve nikotinamid (piridin-3-karboksamid) ve bunların türevleri için genel bir terimdir. Bunlar, eř enzimler olarak işlev gören

piridin nükleotitlerinin (nikotinamid adenin dinükleotit (NAD) ve nikotinamid adenin dinükleotit fosfat (NADP) oluşumunun temelidir (Strohm, vd. 2016). Bu bileşiklerin yapıları şekil 1.5.3.1’de gösterilmiştir. Niasin, besinlerden alınırken karaciğerde de insan vücudunda esansiyel amino asit triptofandan oluşur (Strohm, vd. 2016).

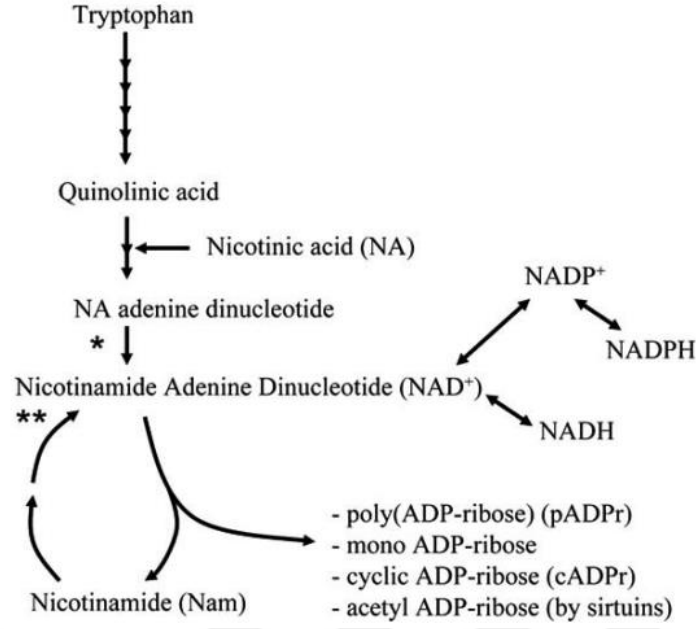


**Şekil 1.5.3.1 Niasin bileşiklerinin kimyasal yapıları. (a) Nikotinik asit, (b) Nikotinamid, (c) NAD<sup>+</sup>, (d) NADP<sup>+</sup>, (e) indirgenen kısım**

Kaynak: Ball, 2004.

#### a) *Metabolizma ve Emilim*

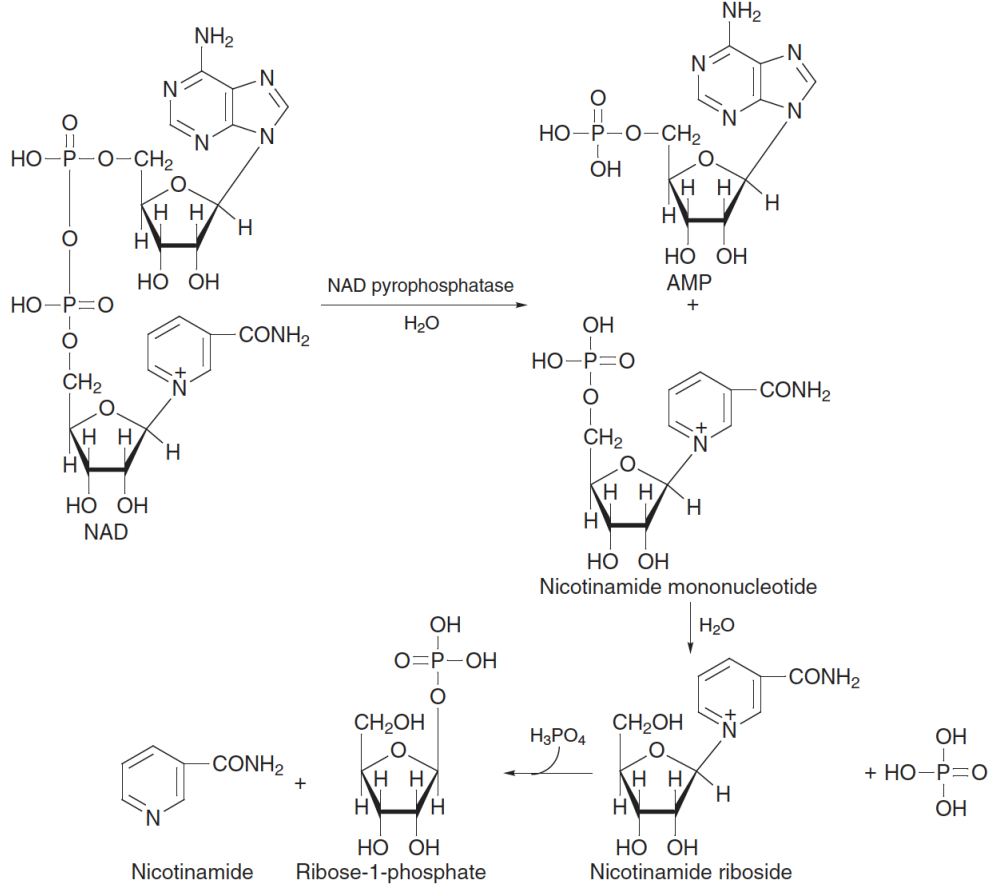
Niasine protein, yağ ve karbonhidrat metabolizmasında ihtiyaç duyulur. Niasin canlı hücrelerde glikoliz, yağ asidi biyosentezi, sitrat çevirimi ve solunum zinciri enzimlerinin pek çoğunun aktif formu olma gibi önemli metabolik roller üstlenen nikotinamid adenin dinükleotid (NAD) ve nikotinamid adenin dinükleotid fosfat'ın (NADP) yapıtaşıdır. Nikotinik asit besin zincirinde, bitkiler ve algler tarafından yapılan temel öncü, nikotinamid piridin nükleotidlerinin bir ayrışma ürünüdür ve hayvansal bazlı gıdalardan emilen B<sub>3</sub> vitamini baskın şeklidir. Diyet nikotinik asidi, bağırsakta veya karaciğerde NAD<sup>+</sup>'a dönüştürülür ve NAD glikohidrolazlarının etkisiyle, nikotinamid olarak sistemik dolaşıma salınır. Doğal diyetimizde B<sub>3</sub> vitaminin iki formu olan nikotinik asit ve nikotinamidin yanısıra amino asit olan triptofan da, NAD<sup>+</sup>'ı sentezlemek için kullanılabilir. Niasin, diyetten triptofan, nikotinik asit ve nikotinamid formunda elde edilir. NAD<sup>+</sup>, NADP<sup>+</sup> üretmek ve redoks metabolizmasına katılmak veya nikotinamid salmak ve çeşitli ADP-ribosilasyon reaksiyonlarına katılmak üzere parçalanabilir. Nikotinik asitten NAD<sup>+</sup> sentezindeki son enzim sitozoldedir. NAD<sup>+</sup> 'nın nikotinamitten sentezindeki son adımı, çekirdek, mitokondri ve golgi aparatına lokalize edilmiş üç farklı NMNAT enzimi ile katalizlenir. Şekil 1.5.3.2'de triptofan, nikotinik asit ve nikotinamid formlarının dönüşümü gösterilmiştir. Triptofan katabolizması, karmaşık bir yoldan NAD sentezine yol açabilir, ancak bu yol esas olarak niasin statüsünden ziyade triptofan alımı ile düzenlenir. Diyet triptofan sınırlandırıldığında, birçok bitki bazlı gıdada görüldüğü gibi, triptofanın NAD'ye dönüşümünün etkinliği, yaygın olarak kullanılan 60:1'lik dönüşüm oranının altına düşer. NAD seviyeleri dokular arasında önemli farklılıklar gösterir ve diyet nikotinik asit ve nikotinamid seviyeleri ile dramatik şekilde değişir. Hepatositler, nikotinik asidi portal dolaşımdan taşıyabilirler. Bu nedenle, sistemik kanda nikotinamid seviyeleri nikotinik asitten çok daha yüksek olma eğilimindedir. (Kirkland, 2009).



**Şekil 1.5.3.2 Niasinin, Triptofan, Nikotinik asit ve Nikotinamid Formlarının Dönüşümü**

Kaynak: Kirkland, 2009.

Diyetteki mevcut niasinin çoğu, nikotinamid nükleotitleri formundadır. Bu koenzimlerin alımından sonra sindirim işleminin nikotinamide dönüştüğü varsayılmıştır. Çünkü nikotinamid dolaşımdaki birincil vitamin olarak görünmektedir ve sıçan bağırsağında nikotinik aside belirgin şekilde hidrolize olmadığı görülmektedir. Sıçan bağırsaklarında NAD'nin nikotinamide indirgenme yolu şekil 1.5.3.3'de gösterilmiştir. İlk adım, nikotinamid mononükleotidi ve adenozin monofosfat (AMP) oluşturmak için NAD'nin fosfodiester bağına yapılan saldırıdır. Sorumlu enzim olan NAD pirofosfataz, bağırsak sekresyonlarında ve pankreas suyunda çok daha az miktarda bulunur. Nikotinamid mononükleotidi, hızlı bir şekilde nikotinamid ribozide ve inorganik fosfata hidrolize edilir, ardından ribozitin nikotinamid ve riboz-1-fosfat oluşturmak üzere inorganik fosfat ile reaksiyona girmesi takip eder. Son iki reaksiyon, enzimlerin membrana bağlı olduğunu gösterir. Hücrelere girdikten sonra, nikotinamid hemen NAD'a metabolize edilir. Nikotinamid ve nikotinik asidin hücresel alımının, öncelikle basit difüzyonla gerçekleşir. Bunu, vitaminlerin sitozol içerisinde NAD'a hızlı dönüşümü takip eder.



**Şekil 1.5.3.3 Sıçan Bağırsaklarında NAD'ın Nikotinamide İndirgenme Yolu.**

Kaynak: Ball, 2004.

#### b) Diyet Kaynağı

Niasin hayvansal dokularda ve baklagillerde serbest formda ya da proteinlere bağlı halde bulunur. Gıdaların kavrulması veya yüksek sıcaklık derecelerinde ısıtılması sonucu bağlı niasinler serbest hale geçer ve niasin miktarı böylece artmış olur. Ayrıca niasin değişik koşullara en dayanıklı olan vitaminlerden birisidir (Çınar ve Okay, 2013). Özellikle asit veya alkali koşullar altında, vitamin aktivitesini kaybetmeden nikotinamidi nikotinic aside dönüştürür, ısı ve ışıktan etkilenmez (Damadoran, Parkin ve Fennema, 2008). Niasin alımının yanı sıra gıdalardaki niasin miktarı ve referans değerleri, niasin eşdeğerlerinde belirlenir (1 mg niasin eşdeğeri = 1 mg niasin = 60 mg triptofan). Bu nedenle, niasin eşdeğeri miktarı, niasin (mg) + nikotinamid (mg) + nikotinic asit (mg) + 1/60 triptofan (mg) olarak hesaplanır (Fukuwatari ve Shibata, 2007). Bazı besinlerin niasin içerikleri tablo 1.5.5'de gösterilmiştir.

**Tablo 1.5.5 Bazı Besinlerin Niasin İçerikleri**

<b>Besinler</b>	<b>Niasin (mg/100 g)</b>	<b>Triptofandan gelen niasin eşdeğeri<sup>a</sup></b>	<b>Toplam Niasin Eşdeğerleri</b>
<b>Et</b>			
Sığır eti, kesilmiş yağsız, çiğ, ortalama	5,0	4,7	9,7
Kuzu, kesilmiş yağsız, çiğ, ortalama	5,4	3,9	9,3
Tavuk eti, çiğ	7,8	4,3	12,1
Karaciğer, kuzu, kızarmış	19,9	4,9	24,8
<b>Süt ve süt ürünleri</b>			
İnek sütü, pastörize	0,2	0,6	0,8
Peynir, kaşar peyniri, ortalama	0,1	6,8	6,9
Yumurta, tavuk, bütün, çiğ	0,1	3,7	3,8
<b>Tahıllar, tahıl ürünleri</b>			
Buğday unu, kepekli	5,7	2,5	8,2
Buğday unu, beyaz,sade	1,7	1,9	3,6
Kahverengi pirinç, çiğ	5,3	1,5	6,8
<b>Sebzeler</b>			
Patates, eski, çiğ, ortalama	0,6	0,5	1,1
Brokoli, çiğ	0,9	0,8	1,7
Bezelye, çiğ	2,5	1,1	3,6
<b>Meyveler</b>			
Elma, çiğ, ortalama	0,1	0,1	0,2
Portakal suyu, şekerli	0,2	0,1	0,3
<b>Diğer</b>			
Maya ekstresi	64,0	9,0	73,0
Yer fıstığı, sade	13,8	5,5	19,3
Kahve, instant	24,8	2,9	27,7

<sup>a</sup>Niasin Eşdeğeri = Triptofan mg/60.

Kaynak: Ball, 2006



c) *Eksiklik ve Günlük Alınması Gereken Miktar*

Niasin eksikliği, pellagra ile sonuçlanır. Pellagra, temel olarak mısırla uğraşan fakir topluluklar arasında endemiktir. Endemik pellagra'nın klasik özellikleri dermatit, mukoza zarlarının iltihabı, diyare ve psikiyatrik bozukluklardır. Dermatit genellikle güneş ışığına maruz kaldıktan sonra ortaya çıkar ve güneş yanığına benzer. Cilt kırmızılaşır ve geniş alanlarda sıklıkla kabarır. Kronik vakalarda cilt kahverengi bir pigmentasyonla sertleşir ve kalınlaşır. Akut pellagra'da, gastrointestinal ve genitoüriner kanalların mukoza zarları ciddi şekilde iltihaplanır. Ağızda ağrı, dilde kırmızılık ve şişme gözlemlenir. İnce ve kalın bağırsağın iltihabı, ishal, karın ağrısı ve rektumun ağrısıyla kendini gösterir. Gastrointestinal sistem hipermotilitesi ve iştah kaybı, derin kilo kaybına neden olur (Ball,2004).

Niasinin, triptofandan metabolik oluşumu nedeniyle, niasin için diyet gereksinimleri karmaşıktır ve hem triptofan hem de niasinin diyet içeriği ile ilgilidir. Geleneksel olarak, diyet içindeki toplam niasin eşdeğerleri, önceden oluşturulmuş niasine ilave olarak triptofan içeriğinin 1 / 60'ının toplamı olarak alınır (EFSA, 2006). Yaş aralığına göre günlük alınması gereken niasin miktarı tablo 1.5.6'da gösterilmiştir.

**Tablo 1.5.6 Günlük Alınması Gereken Niasin Eşdeğerleri Miktarları**

<b>Yaşam Evresi</b>	<b>Günlük alınması gereken miktar (mg)</b>
<b>Bebekler (ay)</b>	
0-6	2
7-12	4
<b>Çocuklar (yıl)</b>	
1-3	6
4-6	8
7-9	12
<b>Kadınlar (yıl)</b>	
10-18	16
19 +	14
Gebelik	18
Emzicilik	17
<b>Erkekler (yıl)</b>	
10-18	16
19 +	16

Kaynak: Human Vitamin and Mineral Requirements, FAO/WHO, 2002.

Niasin için, ABD-Amerikan Tıp Enstitüsü (IOM), çocuklar için 10 mg / gün ila yetişkinler için 35 mg / gün arasında değişen yaşı bağımlı tolere edilebilir üst alım seviyelerini tanımlar (IOM, 1998). Yetişkinler için tolere edilebilir üst alım seviyeleri nikotinamid için 900 mg / gün ve nikotinic asit için 10 mg / gündür (EFSA, 2006)



## İKİNCİ BÖLÜM

### MATERYAL VE METOT

#### 2.1 Numuneler

Bu çalışmaya Haziran ve Eylül 2018 tarihleri arasında İstanbul'daki marketlerden satın alınan tüketimi yüksek olan 13 adet kahvaltılık gevrek ürünü dahil edildi. Kahvaltılık gevreklerin B<sub>1</sub> (tiamin), B<sub>2</sub> (riboflavin) ve B<sub>3</sub> (niasin) vitaminlerinin analizleri HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) cihazı kullanılarak yapıldı. Kahvaltılık gevrekler ve içerikleri tablo 2.1.1'de gösterilmiştir.



**Tablo 2.1.1 Kahvaltılık Gevrekler ve İçerikleri**

<b>Numuneler</b>	<b>İçerik</b>
Kahvaltılık Gevrek 1	Tahıllar (tam buğday, buğday unu, pirinç), şeker, glüköz şurubu, dut pekmezi, tuz, renklendirici, antioksidanlar, vitaminler, mineral
Kahvaltılık Gevrek 2	Tahıllar (tam buğday, pirinç, buğday unu), şeker, bitter çikolata, dut pekmezi, tuz, glüköz şurubu, renklendirici, antioksidanlar, vitaminler, mineral
Kahvaltılık Gevrek 3	Tahıllar (tam buğday, pirinç, buğday unu), değişen miktarlarda kurutulmuş meyveli karışım, incir, kıvam artırıcı, pirinç, şeker, dut pekmezi, tuz, glüköz şurubu, renklendirici, vitaminler, mineral
Kahvaltılık Gevrek 4	Tahıllar (tam buğday, pirinç, buğday unu), şeker, glüköz şurubu, meyveli tahıl topları, dondurularak kurutulmuş çilek, dut pekmezi, tuz, doğal aroma vericiler, koruyucu, renklendirici, antioksidanlar, vitaminler, mineral
Kahvaltılık Gevrek 5	Tahıllar (tam buğday, pirinç, tam yulaf), şeker, badem, arpa maltı ekstrasi, bal, tuz, emülgatör, antioksidan
Kahvaltılık Gevrek 6	Tahıllar (tam buğday, pirinç, tam yulaf), meyve karışımı, şeker, arpa maltı ekstrasi, tuz, emülgatör, bal, antioksidan
Kahvaltılık Gevrek 7	Tahıllar (tam buğday, mısır irmiği, buğday unu, pirinç) şeker, glüköz şurubu, kakao tozu, kako yağı, bitkisel yağ, tam yağlı süttozu, tuz, yağı azaltılmış kakao tozu, aroma vericiler, asitliği düzenleyici, emülgatör
Kahvaltılık Gevrek 8	Tahıllar (tam buğday, mısır irmiği, pirinç) şeker, çikolata tozu, bitkisel yağ, glüköz şurubu, yağı azaltılmış kakao tozu, mısır nişastası, tam yağlı süttozu, tuz, emülgatör, asitliği düzenleyici, aroma verici
Kahvaltılık Gevrek 9	Mısır irmiği, tam mısır, şeker, arpa maltı ekstrasi, glüköz şurubu, tuz, antioksidan
Kahvaltılık Gevrek 10	Mısır irmiği, şeker, dut pekmezi, buğday unu, tuz, inülin, antioksidan
Kahvaltılık Gevrek 11	Tahıllar (tam buğday, pirinç, mısır irmiği), şeker, bitkisel yağlar, maltodekstrin, yağsız süttozu, glüköz şurubu, kakao tozu, kabartıcı, yağı azaltılmış kakao tozu, emülgatör, tuz, doğal aroma verici, antioksidanlar
Kahvaltılık Gevrek 12	Tam tahıllar (tam yulaf, tam yulaf unu) şeker, glüköz şurubu, arpa maltı ekstrasi, yulaf lifi, kahverengi şeker, buğday nişastası, asitlik düzenleyici, antioksidanlar, ayçiçek yağı
Kahvaltılık Gevrek 13	Tahıl karışımı (tam buğday unu, mısır unu, pirinç unu), şeker, çikolata, peynir altı suyu tozu, kakao tozu, bitkisel yağ, tuz, vanilin

Çalışmada kullanılan kahvaltılık gevreklerin enerji ve besin değerleri tablo 2.1.2’de verilmiştir.

**Tablo 2.1.2 Kahvaltılık Gevreklerin Enerji ve Besin Değerleri (100 g)**

Numune	Enerji	Karbonhidrat (g)	Şeker (g)	Protein (g)	Yağ (g)	Doymuş Yağ (g)	Lif (g)	Tuz (g)
Kahvaltılık Gevrek 1	1569 kJ/371 kcal	74	14	9,3	2,6	1	9,3	1,11
Kahvaltılık Gevrek 2	1630 kJ/385 kcal	78	19	9,0	3,1	1,1	4,5	0,83
Kahvaltılık Gevrek 3	1598 kJ/377 kcal	81	30	8,0	1,3	0,2	4,6	0,65
Kahvaltılık Gevrek 4	1610 kJ/380 kcal	80	19	9,0	1,6	0,4	4,7	0,8
Kahvaltılık Gevrek 5	1638 kJ/368 kcal	71	21	9,4	5,7	1,2	7,6	0,93
Kahvaltılık Gevrek 6	1536 kJ/363 kcal	73	27	7,4	3,3	2,1	6,8	0,84
Kahvaltılık Gevrek 7	1667 kJ/398 kcal	74,2	28,4	7,9	5,9	2,9	6,5	0,44
Kahvaltılık Gevrek 8	1697 kJ/403 kcal	68,6	25,8	7,7	9,2	4,0	7,0	0,42
Kahvaltılık Gevrek 9	1600 kJ/378 kcal	80,7	10,4	7,1	1,9	0,4	4,6	1,08
Kahvaltılık Gevrek 10	1573 kJ/370 kcal	84	17	7	0,7	0,2	3	1,75
Kahvaltılık Gevrek 11	1805 kJ/429 kcal	67	24	7,3	13	3,9	5,2	0,31
Kahvaltılık Gevrek 12	1647 kJ/390 kcal	69	20	11	6	1,1	8	0,63
Kahvaltılık Gevrek 13	1515 kJ/362 kcal	75	24,6	9,6	4,8	1,6	7	-

## 2.2 Numunelerin Hazırlanması

Çalışmada analiz edilecek kahvaltılık gevrekler öğütücüde (Bosch, MKM6000) homojen hale getirilmiştir. Kahvaltılık gevrekler hem sütle hazırlanarak hem de sütsüz bir şekilde vitamin değerleri incelenmiştir. Hazırlanma şekilleri etiketlerde belirtildiği gibi 1 porsiyonu 150 ml süt ve 30 gram kahvaltılık alınarak yapılmıştır.

## 2.3 Analizlerde Kullanılan Malzemeler

B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>3</sub> vitaminlerinin analizinde kullanılan ekipmanlar ve markaları tablo 2.3.1’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.3.1 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>3</sub> Vitaminlerinin Analizinde Kullanılan Ekipmanlar ve Markaları**

<b>Kullanılan Ekipman</b>	<b>Markası</b>
HPLC	UFLC-Shimadzu
Analitik ters fazlı kolon	Agilent Eclipse XCD_C18, 5µm, 4.6X150 mm
Analitik terazi (±0,0001 g hassasiyette)	Radwag – As220.R <sub>2</sub>
Ultrasonik su banyosu	Selecta Ultrasons H-D
Çalkalamalı su banyosu	Memmert
Manyetik karıştırıcı	Isolab Labor geröte GmbH
PH metre	HANNA HI/2211PH/ORP Meter
Otoklav	Selecta Presoclave- II
Etüv (130±3°C’ye ayarlanabilen)	Memmert
Otomatik pipet (100/1000µl–5/50µl–2/200µl)	Axypet-autoclavable
0,45 mm ca filtre	Chromafil Ca-45/25
Su destilasyon cihazı	Direct-Q 3 UV ultrapure (type1)
Buzdolabı	Uğur
Santrifüj	Hitachi CR22N
Analitik ters fazlı kolon	Lichospher 60 RP-select B (5 µm) LiChroCART 250-4 HPLC cartridge

## 2.4 Analizlerde Kullanılan Kimyasallar

B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>3</sub> vitaminlerinin analizinde kullanılan kimyasallar ve markaları tablo 2.4.1’de gösterilmiştir.

**Tablo 2.4.1. B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>3</sub> Vitaminlerinin Analizinde Kullanılan Kimyasallar ve Markaları**

Kullanılan Kimyasal	Markası
Hidroklorik asit	Sigma Aldrich
Ortofosforik asit	Sigma Aldrich
Taka diastaz	Sigma Aldrich
Tiamin	Sigma Aldrich
Potasyum ferrisiyanid	Sigma Aldrich
Sodyum hidroksit	Fluka Analytical
Sodyum asetat	Isolab Chemicals
Riboflavin	Sigma Aldrich
Nikotinik asit	Sigma Aldrich
Bakır sülfat	Sigma Aldrich
Potasyum dihidrojen fosfat	Sigma Aldrich
Hidrojen peroksit	Merck Millipore

## 2.5 B<sub>1</sub> Vitamini (Tiamin) Tayini

- Sodyum Hidroksit Çözeltisi (%15):** 15 g sodyum hidroksit 100 ml’lik balon joje içine tartıldı ve hacmi deiyonize su ile 1 litreye tamamlandı.
- Hidroklorik Asit Çözeltisi (0,1 N):** 8,28 ml hidroklorik asit 1000 ml’lik balon joje’ye konuldu ve hacim deiyonize su ile 1 litreye tamamlandı.
- Potasyum Ferrisiyanid Çözeltisi (%1):** 25 ml’lik balon jojeye 0,250 g potasyum ferrisiyanid tartıldı ve hacim %15’lik sodyum hidroksitle tamamlandı.
- Sodyum Asetat Çözeltisi (2,5 M):** 20,51 g sodyum asetat tartıldı ve hacmi 100 ml deiyonize su ile tamamlandı.

### 2.5.1 Standardın Hazırlanması

Standart Tiamin Stok Çözeltisi (100 µg/ml): 100 ml’lik balon joje içine 10 mg tiamin hidroklorid standardı tartıldı ve bir miktar 0,1 N hidroklorik asit ile çözündürülüp hacmine tamamlandı. Gerekli seyreltme işlemleri yapılarak 0,05-0,2 µg/ml’lik çalışma standartları hazırlandı.

Her bir çalışma standardı son hacim olan 50 ml'ye tamamlanmadan önce içine 2 ml %1'lik potasyum ferrisiyanid çözeltisinden ilave edildi. Standartların pH değeri orto-fosforik asit ile 7-7,1 arasına ayarlanarak tiamin tiokrom türevine dönüştürüldü.

### 2.5.2 Örneğin Hazırlanması

Homojenize edilmiş 5 g örnek 100 ml'lik erlene tartıldı. Üzerine 60 ml 0,1 N hidroklorik asit çözeltisi ilave edilip 121 °C'de 30 dakika otoklavlandı.

Örnekler oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutuldu ve 2,5 M'lık sodyum asetat çözeltisi kullanılarak pH 4,5'e ayarlandı. Örneğin üzerine 100 mg taka-diastraz, 5 mg asit fosfataz enzimi eklendi ve çalkalamalı su banyosunda 37 °C'de 3 saat inkübe edildi. Yeniden oda sıcaklığına gelene kadar soğutuldu ve hacim 100 ml'ye 0,1 HCl çözeltisi ile tamamlanıp süzüldü.

Örnekten 25 ml alındı ve üzerine 1,5 ml potasyum ferrisiyanid çözeltisi ilave edildi. Orto fosforik asitle pH 7.0-7.1'e ayarlandı ve 0,45 µg filtreden süzülerek HPLC'ye enjekte edildi.

### 2.5.3 HPLC Koşulları

Mobil Faz: 1,48 g potasyum dihidrojen fosfat tartıldı. 1000 ml'lik balon jöjeye konulup üzerine 750 ml deiyonize su eklendi. Manyetik karıştırıcıda çözündürülüp, hacmi metanol ile tamamlandı. Hazırlanan mobil fazın pH'ı, sodyum hidroksit kullanılarak 7,1'e ayarlandı. 0,45 µg filtreden filtreden süzülerek HPLC'ye enjekte edildi.

Dedektör: Floresans Dedektörü

Dalga Boyu: Eksitasyon: 366 nm, Emisyon:445 nm

Enjeksiyon Hacmi: 20 µl

Akış hızı: 1 ml/dakika

## 2.6 B<sub>2</sub> (Riboflavin) Vitamini Tayini

- a) **Sodyum Hidroksit Çözeltisi (%15):** 15 g sodyum hidroksit 100 ml'lik balon jöje içine tartıldı ve hacmi deiyonize su ile 1 litreye tamamlandı.
- b) **Sodyum Asetat Çözeltisi (2,5 M):** 20,51 g sodyum asetat tartıldı ve hacmi 100 ml deiyonize su ile tamamlandı.

### 2.6.1 Standardın Hazırlanması

Standart Riboflavin Stok Çözeltisi (100 µg/ml): 100 ml'lik balon joje içine 10 mg riboflavin hidroklorid standardı tartıldı ve bir miktar 0,1 N hidroklorik asit ile çözündürülüp hacmine tamamlandı. Gerekli seyreltme işlemleri yapılarak çalışma standartları hazırlandı.

### 2.6.2 Örneğin Hazırlanması

Homojenize edilmiş 5 g örnek 100 ml'lik erlene tartıldı. Üzerine 60 ml 0,1 N hidroklorik asit çözeltisi ilave edilip 121 °C'de 30 dakika otoklavlandı.

Örnekler oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutuldu ve 2,5 M'lık sodyum asetat çözeltisi kullanılarak pH 4,5'e ayarlandı. Örneğin üzerine 100 mg taka-diazoz, 5 mg asit fosfataz enzimi eklendi ve çalkalamalı su banyosunda 37 °C'de 3 saat inkübe edildi. Daha sonra oda sıcaklığına gelene kadar soğutuldu ve hacim 100 ml'ye 0,1N HCl çözeltisi ile tamamlanıp adi filtre kağıdı ile süzüldü. 0,45 µm filtreden geçirilip HPLC'ye enjekte edildi.

### 2.6.3 HPLC Koşulları

Mobil Faz: Su: ACN 85:15

Dedektör: Floresans Dedektörü

Dalga Boyu: Eksitasyon: 445 nm, Emisyon:525 nm

Enjeksiyon Hacmi: 20 µl

Akış hızı: 1 ml/dakika

## 2.7 B<sub>3</sub> Vitamini (Niasin) Tayini

- a) **Sodyum Hidroksit Çözeltisi (5 M):** 20 g sodyum hidroksit 100 ml'lik balon joje içine tartıldı bir miktar deiyonize su ile hacmine tamamlandı.
- b) **Hidroklorik Asit Çözeltisi (0,1 N):** 8,28 ml hidroklorik asit 1000 ml'lik balon joje'ye konuldu ve hacim deiyonize su ile 1 litreye tamamlandı.
- c) **Bakır Sülfat Çözeltisi:** 100 ml'lik balon joje içine 0,120 g bakır sülfat tartıldı. Bir miktar deiyonize su ile çözündürülüp hacmine tamamlandı.

### **2.7.1 Standardın Hazırlanması**

Nikotik Asit ve Nikotinamid Stok Çözeltisi (100 µg/ml): 100 ml'lik balon jöje içine 10 mg nikotinamid ve 10 mg nikotik asit standartlarından tartıldı ve bir miktar 0,1 N hidroklorik asit ile ultrasonik su banyosunda çözündürülüp hacim 0,1 N hidroklorik asitle tamamlandı. Gerekli seyreltme işlemleri yapılarak 1-4 µg/ml'lik çalışma standartları hazırlandı.

### **2.7.2 Örneğin Hazırlanması**

Homojenize edilmiş 5 g örnek 100 ml'lik erlene tartıldı. Üzerine 60 ml 0,1 N hidroklorik asit çözeltisi ilave edilip 121 °C'de 30 dakika otoklavlandı. Örnekler oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutuldu ve hacmi 100 ml'ye deiyonize su ile tamamlandı. 0,45 µg filtreden süzülerek HPLC'ye enjekte edildi.

### **2.7.3 HPLC Koşulları**

Mobil Faz: 100 ml'lik erlene 9,5 g potasyum dihidrojen fosfat tartıldı. Üzerine 500 ml deiyonize su eklenerek manyetik karıştırıcıda çözündürüldü. Üzerine 7,5 ml hidrojen peroksit ve bakır sülfat çözeltisinden 2 ml eklenerek hacim deiyonize su ile 1 litreye tamamlandı. Mobil faz 0,22 µm'lik filtreden süzüldü.

Dedektör: Floresans Dedektörü

Dalga Boyu: Eksitasyon:322 nm, Emisyon:380 nm

Kolon Sonrası Türevlendirme: UVA Bölgesinde (300-400 nm)

Enjeksiyon Hacmi: 20-50 µl

Akış hızı: 1 ml/dakika

## **2.8 İn Vitro Gastrointestinal Sistem Metodu ve Biyoerişilebilirlik Tayini**

Bu çalışmada, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>3</sub> vitaminlerinin biyoerişilebilirliği insan sindirim sistemi simüle edilerek incelendi. Metoda uygun pH'larda ağız, mide ve ince bağırsak ortamı oluşturulup her bir ortam için uygun olan enzimler hazırlandı.

### **2.8.1 Sindirim Enzimleri ve Diğer Çözeltiler (Organik, İnorganik)**

Çalışmada in vitro sistemde ağız, mide ve ince bağırsak ortamı hazırlandı.

#### **Ağız Ortamı**

1.7 mL NaCl (175.3 g/L), 8 ml üre (25 g/L), 15 g ürik asit, 280 mg a-amilaz, 25 mg müsin 500 ml'lik erlene alındı. Hacim deiyonize su ile tamamlanıp pH yaklaşık  $6.8 \pm 0.2$ 'e ayarlandı. pH HCl veya NaOH çözeltisi kullanılarak istenilen aralığa getirildi.

#### **Mide Ortamı**

6.5 mL HCl (37 g/L), 18 ml  $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (22 g/L), 1 g sığır serumu albümini, 2.5 mg pepsin, 3 g müsin 500 ml'lik erlene alındı. Hacim deiyonize su ile tamamlanıp pH yaklaşık  $1.5 \pm 0.2$ 'e ayarlandı. pH HCl veya NaOH çözeltisi kullanılarak istenilen aralığa getirildi.

#### **İnce Bağırsak Ortamı**

6.3 mL KCl (89.6 g/L), 9 ml  $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (22.2 g/L), 2 g sığır serumu albümini, 1 g pankreatin ve 1.5 g lipaz 500 ml'lik erlene alındı. Hacim deiyonize su ile tamamlanıp pH yaklaşık  $18.0 \pm 0.2$ 'e ayarlandı. pH HCl veya NaOH çözeltisi kullanılarak istenilen aralığa getirildi.

#### **Safra Solüsyonu**

68.3 mL  $\text{NaHCO}_3$  (84.7 g/L), 10 ml  $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (22.2 g/L), 1.8 g sığır serumu albümini ve 30 g safra 500 ml'lik erlene alındı. Hacim deiyonize su ile tamamlanıp pH yaklaşık  $7.0 \pm 0.2$ 'e ayarlandı. pH HCl veya NaOH çözeltisi kullanılarak istenilen aralığa getirildi.

### **2.8.2 İn Vitro Sindirim Prosedürü**

#### **Ağız Ortamı**

Örneklerden 5'er gram tartılıp 100 ml'lik erlenlere alındı. Üzerine hazırlanan ağız solüsyonundan 5 ml eklenerek karıştırıldı. Daha sonra 30 saniye boyunca vorteks ile karıştırılarak homojen hale getirildi. Homojen hale gelen karışım 5 dakika boyunca  $37^\circ\text{C}$ 'de çalkalamalı su banyosunda inkübe edildi.

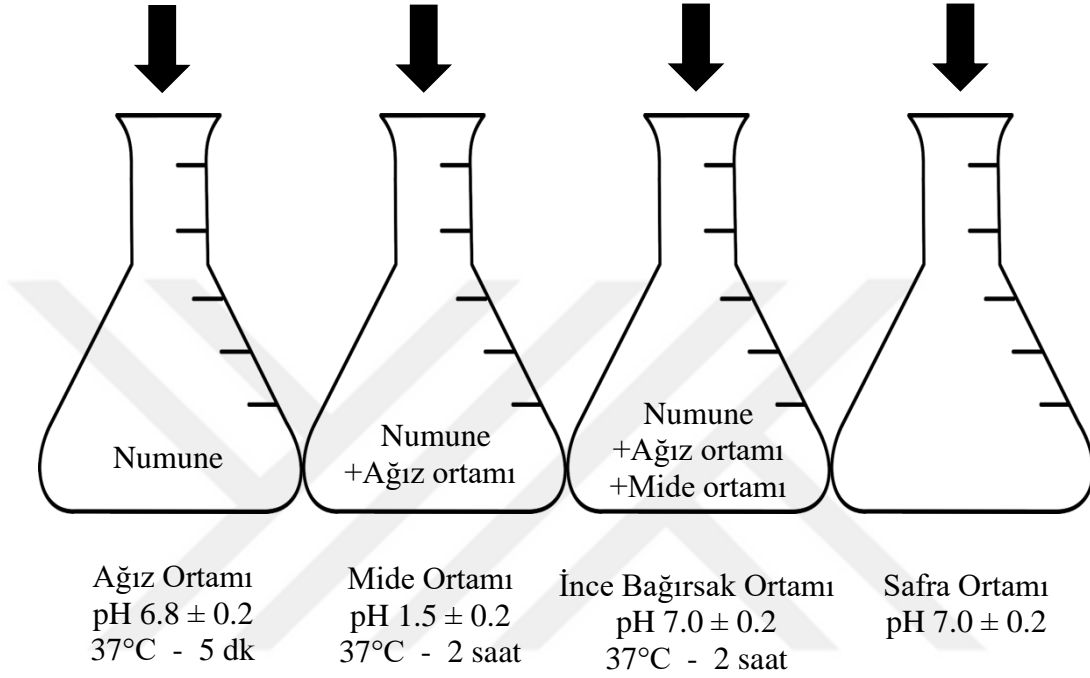
### **Mide Ortamı**

Ağız ortamından gelen karışıma hazırlanan mide solüsyonundan 12 ml ilave edildi. Bu karışım 30 saniye boyunca vortekste karıştırılıp homojen hale geldikten sonra 2 saat boyunca 37 °C'de çalkalamalı su banyosunda inkübe edildi.

### **İnce Bağırsak Ortamı**

Mide ortamında elde karışıma, hazırlanan ince bağırsak solüsyonundan 10 ml ve safra solüsyonundan 5 ml ilave edildi. Bu karışım 2 saat boyunca 37 °C'de çalkalamalı su banyosunda inkübe edildi. Sindirim işlemi tamamlandıktan sonra son hacim deiyonize su ile 50 ml'ye tamamlanarak seyreltildi. Daha sonra numuneler 8000 rpm'de 10 dakika boyunca santrifüj edildi ve 0,22 mikron CA filtreden süzöldü.

5 ml deiyonize su 90 ml $\alpha$ -amilaz 25 mg guargum [1.7 ml NaCl, 8 ml üre, 15 mg	1.5 g pepsin 3 g guargum 1 g albümin [6.5 ml HCl, 18 ml CaCl <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O]	1 g pankreatin 2 g albümin 1.5 g lipaz [6.3 ml KCl, 9 ml CaCl <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O]	1.8 g albümin 30 g safra [68.3 ml NaHCO <sub>3</sub> , 10 ml CaCl <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O]
---	--	---	--



**Şekil 2.8.2.1 İn Vitro Gastrointestinal Sistem Metodu**

## 2.9 İstatiksel Analiz

Tüm analizler üç kez yapıldı ve ortalama değerler kullanıldı. Uygulamalar arasındaki önemli farklılıklar tek yönlü varyans analizi ile istatistiksel olarak değerlendirildi (ANOVA  $p < 0.05$ , Tukey Testi).

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### BULGULAR

#### 3.1 Kahvaltılık Gevreklerdeki B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>3</sub> Vitamin İçerikleri

13 farklı çeşit kahvaltılık gevreklerde, etikette yazan B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>3</sub> vitamin miktarları, çalışma sonucunda bulunan B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>3</sub> vitamin miktarları ve etikete göre sapma oranları yüzdelik olarak tablo 3.1.1, tablo 3.1.2 ve tablo 3.1.3’de gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi çalışma sonunda bulunan 100 g kahvaltılık gevreklerdeki B<sub>1</sub> vitamin miktarı 0,162 mg ile 2,694 mg arasında, B<sub>2</sub> vitamin miktarı 1,233 mg ile 2,391 mg arasında ve toplam B<sub>3</sub> vitamin miktarı 11,796 mg ile 26,380 mg arasında değiştiği bulunmuştur.

Etiket üzerindeki B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>3</sub> vitamin miktarları ve çalışmada bulunan B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>3</sub> vitamin miktarı yüzde sapmaları değerlendirildiğinde B<sub>1</sub> vitamininde %78,5 ile %133,71 arasında, B<sub>2</sub> vitamininde %91,8 ile %171,8 arasında ve toplam B<sub>3</sub> vitamininde %67,6 ile %223,6 arasında değiştiği görülmüştür.

**Tablo 3.1.1 Kahvaltılık gevreklerde etikette beyan edilen ve analiz sonucunda bulunan B<sub>1</sub> vitamin değerleri ve etikete göre sapma oranları**

Kahvaltılık Gevrek Numunesi	Etiket B <sub>1</sub> Vitamini		Bulunan Toplam B <sub>1</sub> Vitamini	Etikete göre sapma (%)
	mg/100 g	Porsiyon mg/30 g	mg/100 g	
Kahvaltılık Gevrek 1	2,4	0,7	2,694	112,3
Kahvaltılık Gevrek 2	1,47	0,45	1,267	86,20
Kahvaltılık Gevrek 3	1,75	0,52	2,340	133,7
Kahvaltılık Gevrek 4	2,2	0,66	2,238	101,7
Kahvaltılık Gevrek 5	-	-	0,279	-
Kahvaltılık Gevrek 6	-	-	0,219	-
Kahvaltılık Gevrek 7	0,93	0,28	1,236	132,9
Kahvaltılık Gevrek 8	0,65	0,2	0,834	128,3
Kahvaltılık Gevrek 9	-	-	0,162	-
Kahvaltılık Gevrek 10	1,2	0,36	0,942	78,5
Kahvaltılık Gevrek 11	0,72	0,22	0,717	99,60
Kahvaltılık Gevrek 12	-	-	0,474	-
Kahvaltılık Gevrek 13	1,1	0,33	0,912	82,9

Kahvaltılık gevreklerdeki toplam B<sub>1</sub> vitamin miktarı beyan edilen miktarlarla ölçülmüş ve karşılaştırılmıştır. Ölçülen B<sub>1</sub> vitamin miktarları numunelerde 0,162 mg

ile 2,694 mg / 100 g arasında değişmiştir. Etiketlerdeki beyan edilen B<sub>1</sub> vitamin miktarı 0,65 mg ile 2,4 mg / 100 g arasında değişmektedir. Ölçülen B<sub>1</sub> vitamin miktarları, kahvaltılık gevreklerde listelenen miktarın %78,5 ile %132,9'u arasında değişmektedir. Çalışmada kullanılan kahvaltılık gevreklerden 4 tanesinde beyan edilenden daha düşük B<sub>1</sub> vitamini içeriyorken, 5 farklı numune etiket değerinden daha fazla B<sub>1</sub> vitamini içerdiği bulunmuştur. Geri kalan 4 numunenin ise etiketlerinde B<sub>1</sub> vitamin miktarı beyan edilmemiştir.

**Tablo 3.1.2 Kahvaltılık gevreklerde etikette beyan edilen ve analiz sonucunda bulunan B<sub>2</sub> vitamin değerleri ve etikete göre sapma oranları**

Kahvaltılık Gevrek Numunesi	Etiket B <sub>2</sub> Vitamini		Bulunan Toplam B <sub>2</sub> Vitamini	Etikete göre sapma (%)
	mg/100 g	Porsiyon mg/30 g	mg/100 g	
Kahvaltılık Gevrek 1	2,7	0,8	2,169	80,3
Kahvaltılık Gevrek 2	1,87	0,56	2,358	126,0
Kahvaltılık Gevrek 3	1,38	0,41	1,845	133,6
Kahvaltılık Gevrek 4	2,5	0,75	2,295	91,8
Kahvaltılık Gevrek 5	1,21	0,36	1,638	135,3
Kahvaltılık Gevrek 6	1,03	0,3	1,326	128,7
Kahvaltılık Gevrek 7	1,26	0,38	1,755	139,2
Kahvaltılık Gevrek 8	1,65	0,49	2,391	144,9
Kahvaltılık Gevrek 9	1,36	0,4	2,337	171,8
Kahvaltılık Gevrek 10	1,3	0,39	1,233	94,8
Kahvaltılık Gevrek 11	1,5	0,45	2,088	139,2
Kahvaltılık Gevrek 12	1,07	0,32	1,662	155,3
Kahvaltılık Gevrek 13	1,4	0,42	1,578	112,7

Kahvaltılık gevreklerdeki toplam B<sub>2</sub> vitamin miktarı beyan edilen miktarlarla ölçülmüş ve karşılaştırılmıştır. Ölçülen B<sub>2</sub> vitamin miktarları numunelerde 1,233 mg ile 2,391 mg/100 g arasında değişmiştir. Etiketlerdeki beyan edilen B<sub>2</sub> vitamin miktarı 1,03 mg ile 2,7 mg/100 g arasında değişmektedir. Ölçülen vitamin miktarları, kahvaltılık gevreklerde listelenen miktarın %80,33 ile %171,8'i arasında değişmektedir. Çalışmada kullanılan kahvaltılık gevreklerden 3 tanesinde beyan edilenden daha düşük B<sub>2</sub> vitamini içeriyorken, geri kalan 10 farklı numune etiket değerinden daha fazla B<sub>2</sub> vitamini içerdiği görülmüştür.

**Tablo 3.1.3 Kahvaltılık gevreklerde etikette beyan edilen ve analiz sonucunda bulunan B<sub>3</sub> vitamin değerleri ve etikete göre sapma oranları**

Kahvaltılık Gevrek Numunesi	Etiket B <sub>3</sub> Vitamini		Bulunan Toplam B <sub>3</sub> Vitamini	Etikete göre sapma (%)
	mg/100 g	Porsiyon mg/30 g	mg/100 g	
Kahvaltılık Gevrek 1	30,1	9	20,87	69,3
Kahvaltılık Gevrek 2	21,4	6,42	20,0	93,6
Kahvaltılık Gevrek 3	20,0	6	18,43	92,2
Kahvaltılık Gevrek 4	27,7	8,31	18,73	67,6
Kahvaltılık Gevrek 5	14,3	4,29	16,55	11,7
Kahvaltılık Gevrek 6	12,5	3,75	17,2	137,6
Kahvaltılık Gevrek 7	14,5	4,35	17,67	121,8
Kahvaltılık Gevrek 8	16,2	4,86	25,78	159,2
Kahvaltılık Gevrek 9	15,1	4,53	22,54	149,3
Kahvaltılık Gevrek 10	14,9	4,47	11,79	79,2
Kahvaltılık Gevrek 11	11,8	3,4	26,38	223,6
Kahvaltılık Gevrek 12	8,64	2,6	17,24	199,5
Kahvaltılık Gevrek 13	16	4,8	18,8	117,6

Kahvaltılık gevreklerdeki toplam B<sub>3</sub> vitamin miktarı beyan edilen miktarlarla ölçülmüş ve karşılaştırılmıştır. Ölçülen toplam B<sub>3</sub> vitamin miktarları numunelerde 11,79 mg ile 26,38 mg / 100 g arasında değişmiştir. Etiketlerdeki beyan edilen toplam B<sub>3</sub> vitamin miktarı 8,64 mg ile 30,1 mg / 100 g arasında değişmektedir. Ölçülen vitamin konsantrasyonları, kahvaltılık gevreklerde listelenen miktarın %67,6 ile %223,6 arasında değişmektedir. Çalışmada kullanılan kahvaltılık gevreklerden 5 tanesinde beyan edilenden daha düşük toplam B<sub>3</sub> vitamini içeriyorken, geri kalan 8 farklı numune etiket değerinden daha fazla toplam B<sub>3</sub> vitamini içerdiği bulunmuştur.

### 3.2 *İn Vitro* Biyoerişilebilirlik Analizleri

Kahvaltılık gevreklerdeki B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>3</sub> vitaminlerinin biyoerişilebilirliği ağız, mide (pH 1.5) ve ince bağırsak dahil olmak üzere *in vitro* ortamda incelendi. Kahvaltılık gevreklerdeki B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>3</sub> vitaminlerinin biyoerişilebilirlik (sütsüz) miktarları ve yüzdeleri tablo 3.2.1, 3.2.3 ve 3.2.5’de özetlenmiştir. Süt ile hazırlanan kahvaltılık gevreklerdeki B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>3</sub> vitaminlerinin biyoerişilebilirlik miktarları ve yüzdeleri tablo 3.2.2, 3.2.4 ve 3.2.6’da özetlenmiştir.

**Tablo 3.2.1 Kahvaltılık Gevreklerde (sütsüz) bulunan B<sub>1</sub> vitamininin sindirim öncesi, sindirim sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları**

Numuneler	B <sub>1</sub> vitamini mg/100 g		
	Başlangıç Değeri	Sindirim Sonrası	Biyoerişilebilirlik %
Kahvaltılık Gevrek 1	2,694	2,055	76,3
Kahvaltılık Gevrek 2	1,267	0,973	76,8
Kahvaltılık Gevrek 3	2,340	2,274	97,2
Kahvaltılık Gevrek 4	2,238	0,588	26,3
Kahvaltılık Gevrek 5	0,279	0,234	83,9
Kahvaltılık Gevrek 6	0,219	0,222	101,4
Kahvaltılık Gevrek 7	1,236	0,156	12,6
Kahvaltılık Gevrek 8	0,834	0,294	35,3
Kahvaltılık Gevrek 9	0,162	0,120	74,1
Kahvaltılık Gevrek 10	0,942	0,678	72,0
Kahvaltılık Gevrek 11	0,717	0,222	31,0
Kahvaltılık Gevrek 12	0,474	0,189	39,9
Kahvaltılık Gevrek 13	0,912	0,378	41,4

Tablo 3.2.1’de görüldüğü gibi, kahvaltılık gevreklerde B<sub>1</sub> vitamini biyoerişilebilirliği %12,6 ile %101,4 arasında değişmektedir. Genel olarak kahvaltılık gevreklerde B<sub>1</sub> vitamininin biyoerişilebilirliği azalmıştır.

**Tablo 3.2.2 Süt ile hazırlanan kahvaltılık gevreklerde bulunan B<sub>1</sub> vitamininin sindirim öncesi, sindirim sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları**

Numuneler	B <sub>1</sub> vitamini mg/100 g		
	Başlangıç Değeri	Sindirim Sonrası	Biyoerişilebilirlik %
Kahvaltılık Gevrek 1 + Süt	2,782	2,586	93,0
Kahvaltılık Gevrek 2 + Süt	1,355	1,022	75,4
Kahvaltılık Gevrek 3 + Süt	2,428	2,436	100,3
Kahvaltılık Gevrek 4 + Süt	2,326	2,154	92,6
Kahvaltılık Gevrek 5 + Süt	0,367	0,354	96,5
Kahvaltılık Gevrek 6 + Süt	0,307	0,303	98,7
Kahvaltılık Gevrek 7 + Süt	1,324	0,567	42,8
Kahvaltılık Gevrek 8 + Süt	0,922	0,708	76,8
Kahvaltılık Gevrek 9 + Süt	0,250	0,249	99,6
Kahvaltılık Gevrek 10 + Süt	1,030	0,789	76,3
Kahvaltılık Gevrek 11 + Süt	0,805	0,324	40,2
Kahvaltılık Gevrek 12 + Süt	0,562	0,459	81,7
Kahvaltılık Gevrek 13 + Süt	1,000	0,516	51,6

Tablo 3.2.2’de görüldüğü gibi, süt ile tüketilen kahvaltılık gevreklerdeki B<sub>1</sub> vitamininin biyoerişilebilirliği %40,2 ile %100,3 arasında değişmektedir. Genel olarak B<sub>1</sub> vitamini biyoerişilebilirliğinde azalma olduğu görülmüştür.

Kahvaltılık gevreklerin sütsüz ve sütle tüketimini B<sub>1</sub> vitamini biyoerişilebilirliği açısından karşılaştırdığımızda genel olarak genel olarak B<sub>1</sub> vitamini biyoerişilebilirliğinde azalma olduğu görülmüştür.

**Tablo 3.2.3 Kahvaltılık Gevreklerde (sütsüz) bulunan B<sub>2</sub> vitamininin sindirim öncesi, sindirim sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları**

Numuneler	B <sub>2</sub> vitamini mg/100 g		
	Başlangıç Değeri	Sindirim Sonrası	Biyoerişilebilirlik %
Kahvaltılık Gevrek 1	2,169	1,998	92,1
Kahvaltılık Gevrek 2	2,358	2,106	89,3
Kahvaltılık Gevrek 3	1,845	1,755	95,1
Kahvaltılık Gevrek 4	2,295	2,304	100,4
Kahvaltılık Gevrek 5	1,638	1,563	92,9
Kahvaltılık Gevrek 6	1,326	1,203	90,7
Kahvaltılık Gevrek 7	1,755	1,563	89,1
Kahvaltılık Gevrek 8	2,391	2,229	93,2
Kahvaltılık Gevrek 9	2,337	2,226	95,3
Kahvaltılık Gevrek 10	1,233	1,062	86,1
Kahvaltılık Gevrek 11	2,088	1,899	90,9
Kahvaltılık Gevrek 12	1,662	1,557	93,7
Kahvaltılık Gevrek 13	1,578	1,275	80,8

Tablo 3.2.3’de görüldüğü gibi, kahvaltılık gevreklerde B<sub>2</sub> vitamini biyoerişilebilirliği %80,8 ile %100,4 arasında değişmektedir. Genel olarak B<sub>2</sub> vitamini biyoerişilebilirliğinde azalma olduğu görülmüştür.

**Tablo 3.2.4 Süt ile hazırlanan kahvaltılık gevreklerde bulunan B<sub>2</sub> vitamininin sindirim öncesi, sindirim sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları**

Numuneler	B <sub>2</sub> vitamini mg/100 g		
	Başlangıç Değeri	Sindirim Sonrası	Biyoerişilebilirlik %
Kahvaltılık Gevrek 1	2,453	2,403	98,0
Kahvaltılık Gevrek 2	2,642	2,472	93,6
Kahvaltılık Gevrek 3	2,129	2,055	96,5
Kahvaltılık Gevrek 4	2,579	2,463	95,5
Kahvaltılık Gevrek 5	1,967	1,875	95,3

Kahvaltılık Gevrek 6	1,610	1,578	98,0
Kahvaltılık Gevrek 7	2,039	1,866	91,5
Kahvaltılık Gevrek 8	2,675	2,604	97,3
Kahvaltılık Gevrek 9	2,621	2,460	93,9
Kahvaltılık Gevrek 10	1,571	1,458	96,1
Kahvaltılık Gevrek 11	2,372	2,199	92,7
Kahvaltılık Gevrek 12	1,946	1,704	87,6
Kahvaltılık Gevrek 13	1,862	1,509	81,0

Tablo 3.2.4’de görüldüğü gibi, süt ile tüketilen kahvaltılık gevreklerdeki B<sub>2</sub> vitamini biyoerişilebilirliği %81,0 ile %98,0 arasında değişmektedir. Numunelerin tamamında B<sub>2</sub> vitamini biyoerişilebilirliği azaldığı görülmüştür.

Kahvaltılık gevreklerin sütsüz ve sütle tüketimini B<sub>2</sub> vitamini biyoerişilebilirliği açısından karşılaştırdığımızda iki numunede sütle tüketimin biyoerişilebilirliği azalttığı gözlenirken, geriye kalan on bir numunede sütle tüketimin biyoerişilebilirliği artırdığı görülmüştür.

**Tablo 3.2.5 Kahvaltılık Gevreklerde (sütsüz) bulunan Nikotinik Asit'in sindirim öncesi, sindirim sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları**

Numuneler	Nikotinik Asit mg/100 g		Nikotinik Asit Biyoerişilebilirlik (%)		Nikotinamid mg/100 g		Nikotinamid Biyoerişilebilirlik (%)	
	Başlangıç Değeri	Sindirim Sonrası	Başlangıç Değeri	Sindirim Sonrası	Başlangıç Değeri	Sindirim Sonrası	Başlangıç Değeri	Sindirim Sonrası
Kahvaltılık Gevrek 1	5,54	3,80	68,6	15,32	10,89	71,1		
Kahvaltılık Gevrek 2	5,07	3,54	69,8	14,94	9,85	65,9		
Kahvaltılık Gevrek 3	4,72	2,28	48,4	13,71	8,88	64,8		
Kahvaltılık Gevrek 4	4,64	2,85	61,4	14,08	8,92	63,4		
Kahvaltılık Gevrek 5	3,88	2,46	63,3	12,66	9,07	71,6		
Kahvaltılık Gevrek 6	4,0	2,62	65,4	13,19	8,98	68,1		
Kahvaltılık Gevrek 7	3,57	2,82	78,9	14,09	11,42	81,1		
Kahvaltılık Gevrek 8	3,95	2,85	72,3	21,83	16,25	74,5		
Kahvaltılık Gevrek 9	4,58	2,8	61,0	17,95	13,57	75,6		
Kahvaltılık Gevrek 10	3,19	2,14	67,3	8,6	6,95	80,8		
Kahvaltılık Gevrek 11	3,63	2,60	71,7	22,74	17,11	75,2		
Kahvaltılık Gevrek 12	3,10	2,65	85,5	14,13	9,85	69,7		
Kahvaltılık Gevrek 13	4,46	2,96	66,4	14,34	7,22	50,3		

Tablo 3.2.5'de görüldüğü gibi, kahvaltılık gevreklerde nikotinik asitin biyoerişilebilirliği %48,4 ile %85,5 arasında iken nikotinamidin biyoerişilebilirliği ise %50,3 ile %81,1 arasında bulunmuştur. Tüm kahvaltılık gevreklerde nikotinik asit ve nikotinamidin biyoerişilebilirliği azalmıştır.

**Tablo 3.2.6 Sütle Birlikte Hazırlanan Kahvaltılık Gevreklerin Nikotinamid'in sindirim öncesi ve sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları**

Numuneler	Nikotinic Asit mg/100 g		Nikotinic Asit Biyoerişilebilirlik (%)	Nikotinamid mg/100 g		Nikotinamid Biyoerişilebilirlik (%)
	Başlangıç Değeri	Sindirim Sonrası		Başlangıç Değeri	Sindirim Sonrası	
Kahvaltılık Gevrek 1	5,7	3,57	62,7	15,33	11,49	74,9
Kahvaltılık Gevrek 2	5,22	1,98	38,1	14,96	10,7	71,6
Kahvaltılık Gevrek 3	4,87	4,70	96,5	13,72	10,8	78,7
Kahvaltılık Gevrek 4	4,8	4,45	92,8	14,10	10,49	74,4
Kahvaltılık Gevrek 5	4,03	3,05	75,7	12,68	9,97	78,6
Kahvaltılık Gevrek 6	4,16	2,51	60,5	13,21	9,99	75,7
Kahvaltılık Gevrek 7	3,72	2,72	73,2	14,10	12,16	86,2
Kahvaltılık Gevrek 8	4,1	3,39	82,7	21,84	17,13	78,4
Kahvaltılık Gevrek 9	4,74	2,8	59,2	17,96	12,71	70,7
Kahvaltılık Gevrek 10	3,34	2,18	65,4	8,62	7,17	83,2
Kahvaltılık Gevrek 11	3,78	2,77	73,3	22,76	18,18	79,9
Kahvaltılık Gevrek 12	3,26	3,2	98,2	14,14	13,54	95,7
Kahvaltılık Gevrek 13	4,61	2,45	53,3	14,36	11,87	82,6

Tablo 3.2.6’da görüldüğü gibi, süt ile tüketilen kahvaltılık gevreklerdeki nikotinik asit biyoerişilebilirliği %38,1 ile %98,2 arasında, nikotinamid biyoerişilebilirliği ise %70,7 ile %95,7 arasında değişmektedir. Numunelerin tamamında nikotinik asit ve nikotinamid biyoerişilebilirliği azaldığı görülmüştür.

Kahvaltılık gevreklerin sütsüz ve sütle tüketimini nikotinik asit biyoerişilebilirliği açısından karşılaştırdığımızda yedi numunede sütle tüketimin biyoerişilebilirliği azalttığı gözlemlenirken, geriye kalan altı numunede sütle tüketimin biyoerişilebilirliği artırdığı gözlemlenmektedir. Aynı şekilde kahvaltılık gevreklerin sütsüz ve sütle tüketimini nikotinamid biyoerişilebilirliği açısından karşılaştırdığımızda bir numunede sütle tüketimin biyoerişilebilirliği azalttığı gözlemlenirken, geriye kalan on iki numunede sütle tüketimin biyoerişilebilirliği artırdığı görülmüştür.

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### SONUÇ

Takviyeli ve takviye edilmemiş gıda ürünlerinde B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> vitaminlerinin biyoerişilebilirliği hakkında bilgi, bu ürünlerdeki B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>3</sub> vitaminlerinin miktarının günlük gıda gereksinimlerini karşılayıp karşılamadığını belirlemek için gereklidir. Bu çalışma kapsamında gözlemlendiği gibi besinlerde bulunan B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>3</sub> vitaminlerinin biyoerişilebilirliğinin diyet lifinden, gastrik pH'dan, partikül büyüklüğü ve öğütme işleminden etkilendiği düşünülmektedir. Yeni formülasyonlar planlanırken *in vivo* ve *in vitro* çalışmalar göz önünde bulundurularak günlük besin gereksinimleri gözden geçirilmelidir.

Çalışmada kullanılan 13 farklı kahvaltılık gevrekten 4 tanesinde beyan edilenden daha düşük B<sub>1</sub> vitamini içeriyorken, 5 farklı numune etiket değerinden daha fazla B<sub>1</sub> vitamini içerdiği bulunmuştur. Geri kalan 4 numunenin ise etiketlerinde B<sub>1</sub> vitamin miktarı belirtilmemektedir. B<sub>1</sub> vitamini biyoerişilebilirliğinin genel olarak tüm kahvaltılık gevreklerde azalmıştır. Kahvaltılık gevrekler sütle tüketildiğinde ise yine aynı şekilde biyoerişilebilirliğinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Diyet lifi B<sub>1</sub> vitamini biyoerişilebilirliğini etkileyen faktörlerden bir tanesidir. Tiamin diyet lifi ile kovalent veya fiziksel olarak etkileşime girerek düşük biyoerişilebilirliğe yol açar (Omaye, Chow ve Betschart,1982). Ayrıca farklı mısır fraksiyonlarının incelendiği bir çalışmada kuru öğütülmüş mısır kepeği alan deneklerin, ıslak öğütülmüş mısır kepeği alanlardan daha yüksek B<sub>1</sub> vitamini erişilebilirliği olduğu gözlemlenmiştir (Yu ve Kies,1993). Bu rapor ile kahvaltılık gevreklerin partikül büyüklüğü ve öğütme işleminin diyet tiamin biyoerişilebilirliğine etkisi olabileceği düşünülmektedir. Bir diğer biyoerişilebilirliği etkileyen faktör ise gastrik pH'dır. Tiamin biyoerişilebilirliği mide pH'ının artmasıyla azalır (Ball,2004). Ayrıca kahvaltılık gevreklerde kullanılan yulafta bulunan beta glukanlar B<sub>1</sub> vitamini biyoerişilebilirliğini düşürebileceği belirtilmektedir (Yaman, 2019).

Çalışmada kullanılan 13 farklı kahvaltılık gevrekten 3 tanesinde beyan edilenden daha düşük B<sub>2</sub> vitamini içeriyorken, geri kalan 10 farklı numune etiket değerinden daha fazla B<sub>2</sub> vitamini içerdiği görülmüştür. Genel olarak tüm kahvaltılık gevreklerde B<sub>2</sub> vitamini biyoerişilebilirliği azalmıştır. Sütle tüketildiğinde ise numunelerin tamamında B<sub>2</sub> vitamini biyoerişilebilirliği azaldığı görülmüştür. B<sub>2</sub> vitamini

biyoerişilebilirliği etkileyen faktörlerden ilki diyet lifidir. Diyet lifi partikül büyüklüğünün azalmasıyla daha fazla hidroksil grubu ortaya çıkar ve bu hidroksil grupları riboflavin ile etkileşime girerek biyoerişilebilirliği azaltır (Kurek vd., 2017). Bir diğer biyoerişilebilirliği etkileyen faktör ise gastrik pH'dır. Gastrik pH arttıkça riboflavinlerin salınım ve emilim oranı düşmektedir (Akça vd., 2019).

Çalışmada kullanılan 13 farklı kahvaltılık gevrekten 5 tanesinde beyan edilenden daha düşük toplam B<sub>3</sub> vitamini içeriyorken, geri kalan 8 farklı numune etiket değerinden daha fazla toplam B<sub>3</sub> vitamini içerdiği görülmüştür. Tüm kahvaltılık gevreklerde sütlü, ya da sütsüz nikotinik asit ve nikotinamidin biyoerişilebilirliği azalmıştır. Kahvaltılık gevrekler daha çok tahıl bazlıdır. Tahıl bazlı besinlerde tahıl olmayanlara göre daha düşük niasin biyoerişilebilirliği olduğu bildirilmiştir (Carter ve Carpenter, 1982). Riboflavinde olduğu gibi niasinde de diyet lifi partikül boyutunun azalması ile daha fazla hidroksil grubu ortaya çıkar ve bu hidroksil grupları niasin ile etkileşime girerek erişilebilirliğini azaltır (Kurek vd., 2017). Ayrıca gastrik pH arttıkça nikotinik asit ve nikotinamidin polipeptitlerden salınmasında azalma olur ve niasin biyoerişilebilirliği düşer (Akça vd., 2019).

Sonuç olarak, etiketlerde bulunan değerler ile gerçekte bulunan değerler arasında farklılıklar vardır. Biyoerişilebilirliğinde ise yukarıda belirtilen sebeplerden dolayı düşüş vardır. Aynı şekilde sütle tüketim de B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>3</sub> vitaminlerinin biyoerişilebilirliği düşürmüştür.

## KAYNAKÇA

- Adolphus, K., vd. (2016). The Effects of Breakfast and Breakfast Composition on Cognition in Children and Adolescents: A Systematic Review, *Advances in Nutrition*, 7(3):590-612.
- Akbaş, Ş. & Özkaya, H. (2006). Kahvaltılık Tahıl Ürünlerinde Zenginleştirme Uygulamaları, Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006. Bolu.
- Akça, S. N., Sargın, H. S., Mızrak, Ö. F., & Yaman, M. (2019). Determination and assessment of the bioaccessibility of vitamins B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, and B<sub>3</sub> in commercially available cereal-based baby foods. *Microchemical Journal*, 150, 104192.
- Allender, S., vd. (2008). European cardiovascular disease statistics. British Heart Foundation Health Promotion Research Group and Health Economics Research Centre, Department of Public Health, University of Oxford.
- American Eating Trends Report. (2012). International Markets Bureau. <http://www5.agr.gc.ca/resources/prod/Internet-Internet/MISB-DGSIM/ATS-SEA/PDF/6238-eng.pdf>
- Ası, T. (1999). Tablolarla Biyokimya Cilt 2. Ankara
- Ball, G.F.M. (2006). Vitamins in Foods Analysis, Bioavailability, and Stability, CRC Press, 149- 205.
- Ball, G.F.M. (2004). Vitamins Their Role in the Human Body, London, Blackwell Publishing, 8-323.
- Baysal, A. (2012). Beslenme, Ankara:Hatipoğlu Yayınevi, 9-18.
- Bettendorf, L., vd. (1987). Thiamine triphosphate and membrane associated thiamine triphosphatases in the electric organ of *Electrophorus electricus*. *Journal of Neurochemistry*, 49, 495-502.
- Caldwell, E.F., McKeehen, J.D. ve Kadan, R.S. (2016). Cereals: Breakfast Cereals, *Encyclopedia of Food Grains (Second Edition)*, 3:262-267.
- Carter, E. G., & Carpenter, K. J. (1982). The bioavailability for humans of bound niacin from wheat bran. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 36(5), 855-861.

Cereals European Breakfast Cereal Association, The Benefits of Breakfast and Breakfast Cereals

[http://ceereal.eu/images/publications/DOC\\_ASPE\\_CEEREAL\\_BREAKFAS\\_TBROCHURE\\_FINAL.pdf](http://ceereal.eu/images/publications/DOC_ASPE_CEEREAL_BREAKFAS_TBROCHURE_FINAL.pdf)

Constitution Of The World Health Organization, 22 Temmuz 1946.

Çınar, B. & Okay, Y. (2013). Vitaminler Yönüyle Antepfıstığı. Bahçe 42 (1-2):1-7.

Dahl, D.W. & Stewart, M.L. (2015). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Health Implications of Dietary Fiber, Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics, 115(11):1861-1870.

Damadoran, S., Parkin, K. ve Fennema, O. (2008). Fennema's Food Chemistry Fourth Edition. CRC Press. 476-487.

De La Hunty, A. & Ashwell, M. (2007). Are people who regularly eat breakfast cereals slimmer than those who don't? A systematic review of the evidence. Nutrition Bulletin. Volume 32 (I2).118-28.

Deshmukh-Taskar, P.R., vd. (2010). The relationship of breakfast skipping and type of breakfast consumption with nutrient intake and weight status in children and adolescents: The national health and nutrition examination survey 1999-2006. Journal of the American Dietetic Association. 110: 869-878.

Djoussé, L. & Gaziano, M. (2007). Breakfast Cereals and Risk of Heart Failure in the Physicians' Health Study I, Arch Intern Medicine, 167(19):2080-2085.

Dülger, Y. & Şahan, Y. (2011). Diyet Lifin Özellikleri ve Sağlık Üzerindeki Etkileri, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(2):147-157.

EFSA (2006). Tolerable Upper Intake Levels for Vitamins and Minerals, Scientific Committee on Food, Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies.

Eitenmiller, R.R., Landen, W.O. ve Ye, L. (2007). Vitamin Analysis for the Health and Food Sciences, CRC Press Published, 291-435.

Euromonitor International. (2018). <https://www.euromonitor.com/breakfast-cereals-in-turkey/report>

Ezer, E. (2015). <https://prezi.com/n52pgecqtqve/pnar-kahvaltlk-gevrek/>

- Food and Nutrition Board Institute of Medicine. (1998). A Report of the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes and its Panel on Folate, Other B Vitamins, and Choline and Subcommittee on Upper Reference Levels of Nutrients, National Academy of Sciences Press, Washington, DC.
- Fukuwatari, T. & Shibata K. (2007). Effect of Nicotinamide Administration on the Tryptophan-Nicotinamide Pathway in Humans, *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 77. 255-262.
- Gastaldi, G. 1999. Energy depletion differently affects membrane transport and intracellular metabolism of riboflavin taken up by isolated rat enterocytes. *The Journal of Nutrition*. 129(2). 406-409.
- Hathcock, J.N. (2014). Vitamin and Mineral Safety, Council of Responsible Nutrition, 60-86.
- Hilker, D.M. & Somogyi, J.C. (1982). Antithiamins of plant origin: their chemical nature and mode of action. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 378, 137-45.
- Human Vitamin and Mineral Requirements, FAO/WHO, 2002.
- Institute of Medicine. (1998). Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B<sub>6</sub>, Folate, Vitamin B<sub>12</sub>, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline. Washington, DC: The National Academies Press. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK114322/>
- Kirkland, J. (2009). Niacin Status, NAD Distribution and ADP-Ribose Metabolism. *Current Pharmaceutical Design*. 15, 3-11.
- Kökoğlu, E. & Alturfan, A.A. (2010). Vitaminler ve Vitamin Benzeri Biyomoleküller, *Nobel Tıp Kitapevleri*, 30-45.
- Kurek, M.A., Wyrwicz, J., Karp, S., ve Wierzbicka, A. (2017) Particle size of dietary fiber preparation affects the bioaccessibility of selected vitamin B in fortified wheat bread, *J. Cereal Sci.* 77 (2017) 166-171.
- Lightowler, HJ. & Henry, CJK. (2009). An investigation of the effectiveness of ready-to-eat breakfast cereals in weight loss: comparison between single and mixed varieties. *Nutrition Bulletin*, 34: 48-53.

- Mahoney, CR., vd. (2005). Effect of breakfast composition on cognitive processes in elementary school children. *Physiology & Behavior*. Volume 85. 635-645.
- Merdol, T. (2013). Beslenmeye Bağlı Kronik Hastalıkların Önlenmesinde Yeterli, Dengeli ve Sağlıklı Beslenmenin Önemi ve Temel İlkeler. Alphan M.E., Hastalıklarda Beslenme Tedavisi, Ankara: Hatipoğlu Yayınevi, 5.
- Meyer-Ficca, M.L. & Kirkland, J.B. (2016). Niacin, *Advances in Nutrition an International Review Journal*, 7(3):556-558.
- Muratta, K. (1982) Actions of two types of thiaminases on thiamin and its analogues. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 378, 146-56.
- Okarter, N. & Liu, R.H. (2010) Health Benefits of Whole Grain Phytochemicals, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Volume 50. 193-208.
- Omaye, S.T., Chow F.I., & Betschart, A.A. (1982). In vitro interaction of I-14C-ascorbic acid and 2-14C-thiamin with dietary fiber. *Cereal Chemistry*, 59(5), 440-443.
- Palafox-Carlos, H., Ayala-Zavala, J.F. ve González-Aguilar, G.A. (2011). The role of dietary fiber in the bioaccessibility and bioavailability of fruit and vegetable antioxidants, *J. Food Sci.* 76(1) 6-15.
- Powers, H. (2003). Riboflavin (vitamin B<sub>2</sub>) and Health. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 77, 6. 1352-360.
- Pyridoxine. (2018). Pubchem Açık Kimya Veritabanı. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/pyridoxine#section=Top>
- Rivlin, R.S. (1994). Vitamin deficiency. In *Conns' Current Therapy*, ed. R.E. Rakel. 551–9.
- Rosentrater, K.A. & Evers, A.D. (2018). *Breakfast Cereals, Kent's Technology of Cereals*, Woodhead Publishing, 623-655.
- Slavin, J. (2013) Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits, *Nutrients*, 5(4),1417-1435.
- Statica. (2018). <https://www.statista.com/outlook/40090100/102/breakfast-cereals/europe#market-revenue>

- Strohm, D., vd. (2016). Revised reference values for the intake of thiamin (vitamin B<sub>1</sub>), riboflavin (vitamin B<sub>2</sub>), and niacin. *NFS Journal*. Volume 3. 20-24.
- Thakur, K., vd. (2017). Riboflavin and health: A review of recent human research, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(17):3650-3660.
- Tungland, M.Ö. & Meyer, D. (2006). Nondigestible Oligo- and Polysaccharides (Dietary Fiber): Their Physiology and Role in Human Health and Food, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1(3):90-109.
- Vitamin and Mineral Requirements in Human Nutrition. (2004). Report of joint FAO/WHO expert consultation, Bangkok, Thailand.
- Yaman, M. (2019). Farklı ekmek çeşitlerinde doğal olarak bulunan vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>6</sub>'nın in vitro biyoerişebilirliğinin incelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16), 758-764.
- Zeos, P. & Kouklakis G. (2008). Nutritional Issues in Inflammatory Bowel Disease: Focus on The Vitamin B Complex Deficiencies and Their Clinical Impact, Nova Science Publishers, 57-80.
- Zempleni, J., vd. (2007). *Handbooks of Vitamins*. CRC Press Published, Fourth edition. 191, 289.
- Zempleni, J., vd. (2014). *Handbooks of Vitamins*. CRC Press Published, Fifth edition. 149-325.
- Wiemer, K. (2018). Breakfast Cereals. In *Food Fortification in a Globalized World* (pp. 183-191). Academic Press.
- Williams, P.G. (2014) The Benefits of Breakfast Cereal Consumption: A Systematic Review of the Evidence Base, *Advances in Nutrition*, 5(5):636-673.
- Williamson, C. S. (2010). Breakfast cereals—why all the bad press?. *Nutrition Bulletin*, 35(1):30-33.

## ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : Büşra SÜRÜCÜ

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Beslenme ve Diyetetik	Okan Üniversitesi	2011-2016
Yüksek Lisans	Beslenme ve Diyetetik (Tezli)	İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi	2017-2020