

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

BAZI SEBZELERİN B₁, B₂ VE B₃ VİTAMİNİ
DEĞERLERİNİN *İN VİTRO* GASTROİNTESTİNAL
SİSTEMDE
BİYOERİŞİLEBİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Büşra DEMİR

İstanbul
Ağustos-2021

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

**BAZI SEBZELERİN B₁, B₂ VE B₃ VİTAMİNİ DEĞERLERİNİN *İN VİTRO* GASTROİNTESTİNAL SİSTEMDE
BİYOERİŞİLEBİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Büşra DEMİR

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Mustafa YAMAN

İstanbul
Ağustos-2021

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü 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 Doç. Dr. 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 “**Bazı Sebzelerin B₁, B₂ Ve B₃ Vitamini Değerlerinin *İn Vitro* Gastrointestinal Sistemde Biyoerişilebilirliğinin 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 DEMİR

ÖN SÖZ

Araştırmamdaki her aşamada bana yardımcı olan değerli tez danışmanım Doç. Dr. Mustafa YAMAN'a, laboratuvar çalışmalarında bizden hiçbir yardımını esirgemeyen Sayın Uzman Diyetisyen Ömer Faruk MIZRAK'a, lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca benden desteklerini esirgemeyen aileme ve sevgili arkadaşlarıma Elif VELA, Yavuz BECEREN ve Batuhan KANBİR'E teşekkürlerimi sunarım.

Büşra DEMİR
İstanbul-2021

ÖZET

BAZI SEBZELERİN B₁, B₂ VE B₃ VİTAMİNİ DEĞERLERİNİN *İN VİTRO* GASTROİNTESTİNAL SİSTEMDE BİYOERİŞİLEBİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

Büşra DEMİR

Yüksek Lisans, Beslenme ve Diyetetik

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa YAMAN

Ağustos, 2021 - 57 Sayfa

Vitaminler yaşamsal faaliyetler için elzem olan organik bileşiklerdir. Vücut tarafından sentezlenemezler bu nedenle diyet ile alınmaları gerekir. Sebzeler yüksek su ve diyet lifi içeriklerinin yanı sıra vitamin ve minerallerden de zengindir. Antioksidan özellik gösteren A vitamini, C vitamini ve beta-karoten sebzelerde yüksek miktarda bulunur. Bu vitaminlerin yanı sıra sebzeler B₁, B₂, B₃ ve B₆ vitamini açısından da oldukça zengindir. Bu çalışmanın amacı, sebzelerin pişirme sonrası B₁, B₂, B₃ vitamin içeriklerinin değerlendirilmesi ve *in vitro* gastrointestinal sistemde biyoerişilebilirliğinin incelenmesi ile literatürdeki boşluğun doldurulmasıdır. Çalışmamızdaki 16 sebzenin 7 tanesi çiğ (kabak, salatalık, kırmızı biber, domates, yeşil biber, maydanoz, kuru soğan, kıvırcık) olarak, 9 tanesi ise haşlama (havuç, brokoli, brüksel lahanası, patates, pazı, ıspanak, taze fasulye, pırasa) yöntemi kullanılarak pişirilmiştir. Sebzelerde bulunan B₁, B₂, B₃ vitaminlerinin biyoerişilebilirliği, *in vitro* sindirim modeli kullanılarak HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) cihazı ile incelenmiştir. *In vitro* sindirim sonucunda, B₁ vitamini biyoerişilebilirlikleri, B₂ ve B₃ vitaminlerinin biyoerişilebilirliklerine kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Sebze örneklerinin B₁, B₂, B₃ vitaminlerinin biyoerişilebilirlikleri sırasıyla %37 – 100, %33 – 101, %5 – 81 aralığındadır. En yüksek biyoerişilebilirlik maydanozda B₂ vitamininde %101 oranında tespit edilirken, en düşük biyoerişilebilirlik %5 domateste B₃ vitamininde bulunmuştur. Uygulamalar arasındaki önemli farklılıklar tek yönlü varyans analizi ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (ANOVA, p <0,05, Tukey's test).

Anahtar Kelimeler: B Vitamini, Biyoerişilebilirlik, *In Vitro* Sindirim, HPLC

ABSTRACT

BAZI SEBZELERİN B₁, B₂ VE B₃ VİTAMİNİ DEĞERLERİNİN *İN VİTRO* GASTROİNTESTİNAL SİSTEMDE BİYOERİŞİLEBİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

Büşra DEMİR

Master, Nutrition and Dietetics

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa YAMAN

August, 2021- 57 Pages

Vitamins are organic compounds that are essential for vital activities. They cannot be synthesized by the body, so they must be taken with the diet. Vegetables are rich in vitamins and minerals, as well as high water and dietary fiber content. Vitamin A, vitamin C and beta-carotene, which have antioxidant properties, are found in high amounts in vegetables. In addition to these vitamins, vegetables are also very rich in vitamins B₁, B₂, B₃ and B₆. The aim of this study is to fill the gap in the literature by evaluating the B₁, B₂, B₃ vitamin contents of vegetables after cooking and examining their bioaccessibility in the gastrointestinal tract *in vitro*. Of the 16 vegetables in our study, 7 of them are raw (zucchini, cucumber, red pepper, tomato, green pepper, parsley, onion, lettuce) and 9 of them are boiled (carrot, broccoli, brussels sprouts, potatoes, chard, spinach, green beans, leeks) method was used. The bioaccessibility of vitamins B₁, B₂, B₃ in vegetables was investigated by HPLC (High Performance Liquid Chromatography) device using an *in vitro* digestion model. As a result of *in vitro* digestion, the bioaccessibility of vitamin B₁ was found to be higher compared to the bioaccessibility of vitamins B₂ and B₃. The bioavailability of vitamins B₁, B₂, B₃ of the vegetable samples ranged from 37 to 100%, 33 to 101%, and 5 to 81%, respectively. The highest bioaccessibility was found in vitamin B₂ in parsley at the rate of 101%, while the lowest bioaccessibility was found in vitamin B₃ in 5% tomato. Significant differences between applications were evaluated statistically by one way analysis of variance (ANOVA $p < 0,05$, Tukey's test).

Keywords: Vitamin B, Bioaccessibility, *In Vitro* Digestion, HPLC

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI.....	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ	ii
ÖN SÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
SEMBOLLER LİSTESİ	x
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ.....	1
------------	---

İKİNCİ BÖLÜM

GENEL BİLGİLER	4
2.1. B ₁ Vitamini	4
2.1.1. İşlevi	5
2.1.2. Kaynakları.....	5
2.1.3. Günlük İhtiyacı ve Eksikliği.....	7
2.2. B ₂ Vitamini	8
2.2.1. İşlevi	9
2.2.2. Kaynakları.....	9
2.2.3. Günlük İhtiyacı ve Eksikliği.....	11

2.3. B ₃ Vitamini	12
2.3.1. İşlevi	13
2.3.2. Kaynakları	13
2.3.3. Günlük İhtiyacı ve Eksikliği	14
2.4. Biyoyararlılık ve Biyoerişilebilirlik	16

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT.....	18
3.1.Örneklem.....	18
3.2.Materyaller	19
3.3. B ₁ , B ₂ , B ₃ Vitamin Analizi.....	19
3.3.1. B ₁ Vitamini Tayini.....	19
3.3.2. B ₂ Vitamini Tayini.....	20
3.3.3. B ₃ Vitamini Tayini.....	21
3.4. İn vitro biyoerişilebilirlik analizi.....	22
3.4.1. <i>İN Vitro</i> Sindirim.....	22
3.5. Miktar Tayini ve Kalite Kontrolü	23
3.6. İstatiksel Analizler.....	23

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI	24
----------------------------------	-----------

BEŞİNCİ BÖLÜM

TARTIŞMA.....	32
SONUÇ.....	35
KAYNAKÇA	37
ÖZGEÇMİŞ	44

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1: Bazı Besinlerin B ₁ Vitamini İçerikleri.....	6
Tablo 2.2: Günlük Alınması Gereken B ₁ Vitamini Miktarları.....	7
Tablo 2.3: Bazı Besinlerin B ₂ Vitamini İçerikleri.....	10
Tablo 2.4: Günlük Alınması Gereken B ₂ Vitamini Miktarları	11
Tablo 2.5: Bazı Besinlerin B ₃ Vitamini İçerikleri.....	14
Tablo 2.6.: Günlük Alınması Gereken B ₃ Vitamini Miktarları.....	15
Tablo 3.1: Analizde kullanılan cihaz ve malzemeler.....	18
Tablo 4.1: Farklı ülkelerin veri tabanlarına göre 100 g sebze de bulunan B ₁ vitamini miktarları.....	24
Tablo 4.2: Farklı ülkelerin veri tabanlarına göre 100 g sebze de bulunan B ₂ vitamini miktarları.....	25
Tablo 4.3: Farklı ülkelerin veri tabanlarına göre 100 g sebze de bulunan B ₃ vitamini miktarları.....	26
Tablo 4.4: Sebze lere de bulunan B ₁ vitamininin sindirim öncesi, sindirim sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları.....	27
Tablo 4.5: Sebze lere de bulunan B ₂ vitamininin sindirim öncesi, sindirim sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları.....	28
Tablo 4.6: Sebze lere de bulunan Nikotinik Asidin sindirim öncesi, sindirim sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları.....	29
Tablo 4.7: Sebze lere de bulunan Nikotinamidin sindirim öncesi, sindirim sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları.....	30
Tablo 4.8: Sebze lere de bulunan toplam B ₃ vitamininin sindirim öncesi, sindirim sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları.....	31

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: B ₁ vitamini (Tiamin).....	4
Şekil 2.2: B ₂ vitamin (Riboflavin).....	8
Şekil 2.3: Flavinmononükleotid ve Flavinadenosindinükleotit molekül formülleri...9	
Şekil 2.4: B ₃ vitamini, (Niasin) (Nikotinamid ve Nikotirik asit).....	12
Şekil 2.5: Triptofandan niasin biyosentezi.....	13



SEMBOLLER LİSTESİ

%	:Yüzde
µg	:Mikrogram
°C	:Santigrat derece
g	:Gram
L	:Litre
mg	:Milligram
mL	:Mililitre
M	:Normal
N	:Molar
µl	:Mikrolitre

KISALTMALAR LİSTESİ

AMP:	Adenozin Monofosfat
ATP:	Adenozin Trifosfat
DNA:	Deoksiribo Nükleik Asit
FAD:	Flavin Adenin Dinükleotid
FAD:	Flavin Adenin Dinükleotid
FINELİ:	Finlandiya Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı
FMN:	Flavin Mono Nükleotid
FRIDA:	Danimarka Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı
HDL:	Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein
HPLC:	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
LDL:	Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
NAD:	Nikotinamid Adenin Dinükleotid
NADP:	Nikotinamid Adenin Dinükleotid Fosfat
TG:	Trigliserit
TMP:	Tiamin Monofosfat
TPP:	Tiamin Pirofosfat
TTP:	Tiamin Trifosfat
TURKOMP:	Türkiye Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı
USDA:	ABD Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı
WHO:	Dünya Sağlık Örgütü

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütüne (WHO) göre sağlık; fiziksel, ruhsal ve sosyal anlamda tam bir iyilik hali olarak tanımlanır (WHO, 1946). Fiziksel yönden iyilik hali, beslenme ve egzersiz ile mümkündür. Beslenme; büyüme – gelişmenin sağlanması, insan sağlığının korunumu ve hayat kalitesinin artırılması için kişinin gereksinimi olan enerji ve besin öğelerinin hepsini doğru zaman ve gerekli miktarda almasıdır (SAYGIN vd., 2011).

Yeterli ve dengeli beslenme ile vücuda alınması gereken besin öğeleri; karbonhidratlar, yağlar, proteinler, vitaminler ve minerallerdir. Makro ve mikro besin öğeleri olarak adlandırılan bu besin öğeleri insan sağlığı için çok önemlidir (Baysal, 2015).

Yeterli ve dengeli beslenmede önemli olan bir nokta da besin çeşitliliğidir. Toplumumuzun sağlıklı beslenmesi için her öğünde tüm besin gruplarını gerekli miktar ve çeşitlilikte tüketmesi gerekir. Bu besin grupları dağılımı her ülke için farklılık gösterse de temel olarak süt ve süt ürünleri grubu, et, yumurta ve kuru baklagiller grubu, sebze ve meyve grubu son olarak da ekmek ve tahıl grubudur. Birçok ülke kanser ve diyabet gibi çeşitli kronik hastalıkların önlenmesinde sağlıklı beslenmenin önemini vurgular (Hulshof vd., 1993).

Her bireyin sağlıklı bir yaşam için besin ögesi ihtiyacı farklıdır. Bu ihtiyaçlar genetik yapı, yaş, cinsiyet ve fiziksel hareketlilik durumuna göre değişkenlik gösterir (Düreyt, 2000)

Bir besinin değerlendirilmesi içeriğindeki kimyasal bileşenlere göre yapılır. Bu sayede insan vücudunun ihtiyaçları da biyokimyasal kavramlar aracılığıyla belirlenebilir. Sebzelerin içeriğinde besin öğelerinden karbonhidratlar, proteinler, yağlar, mineral maddeler, vitaminler ve su bulunur. Bu besin öğelerinin dağılımı ise; %90-95 su, %1-3 azotlu maddeler, %1'den az yağ, %3-7 karbonhidrat ve %1-2 mineral maddeler şeklindedir (Baysal, 2000) (Cemeroğlu, 2007).

Sebzeler düşük enerji içeriğine sahiptir ve yüksek miktarda diyet lifi içerir. Bu sayede daha uzun süre tokluk sağlayarak sağlıklı bir şekilde kilo vermenin de temel basamağını oluşturur. Aynı zamanda yüksek miktarda vitamin ve mineral içermeleri ile insan sağlığı

ve günlük beslenme bakımından oldukça önemli bir besin grubudur (Kökösmanlı ve Keleş, 1996b) (Şengül ve Keleş, 2005) (Erman, 2007) (Punna and Paruchuri, 2004) (Jaworska, 2005).

Yeterli miktarda sebze tüketimi kardiyovasküler hastalıklar, gastrointestinal sistem hastalıkları ve kanser gibi pek çok sağlık sorununun riskini azaltır. Aynı zamanda oksidatif stresin azaltılması, immün sistemin güçlendirilmesi ve yaşlanmanın gecikmesine de yardımcı olur. Yapılan çalışmalar sebze çeşitlerini düzenli tüketen kişilerin daha az tüketen kişilere göre kanser gelişim riskinin daha düşük olduğunu ortaya koymuştur. Yüksek miktarda diyet lifi içerikleri sayesinde kan glikoz değeri daha dengeli hale gelir. Bu sayede bireyin diyabet hastalığına yakalanma riski de azalır. Aynı zamanda lifler bağırsak hareketlerini düzenleyerek konstipasyon ve divertikülit gibi alt gastrointestinal sistem hastalıklarından korur. (SEZGİN ve ELİF, 2014).

Sebzeler yüksek su ve diyet lifi içeriklerinin yanı sıra vitamin ve minerallerden de zengindir. Antioksidan özellik gösteren A vitamini, C vitamini ve beta-karoten sebzelerde yüksek miktarda bulunur. Bu vitaminlerin yanı sıra sebzeler B₁, B₂, B₃ ve B₆ vitamini açısından da oldukça zengindir (Müftüoğlu, 2003).

Vitaminler yaşamsal faaliyetler için elzem olan organik bileşiklerdir. Vücut tarafından sentezlenemezler bu nedenle diyet ile alınmaları gerekir. Günlük beslenme ile alınabilen 13 farklı vitamin bulunur ve bunlar çözünürlük durumlarına göre ikiye ayrılır. Yağda çözünenler A, D, E, K vitaminleri olup, suda çözünenler C ve B vitaminleridir (Ball, 2005) (Yeşil ve Sarıözkan, 2017).

B grubu kompleks vitaminleri B₁ (Tiamin), B₂ (Riboflavin), B₃ (Niasin), B₅ (Pantotenik asit), B₆ (Pridoksin), B₉ (Folik asit) ve B₁₂ (Siyanokobalamin)'dir. B grubu vitaminleri vücut tarafından depolanamazlar. Vücutta hücrel fonksiyonların işlevinde, enerji metabolizmasında ve eritrositlerin üretiminde görev alırlar. Vücudun işleyişi için eser miktarda gerekli olan vitaminler sebze, meyve, tahıl ve hayvansal kaynaklar ile karşılanır (Meyer-Ficca ve Kirkland, 2016).

Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırmasında ülke nüfusunun sebze tüketim sıklıkları incelendiğinde; bireylerin %46.9'unun her gün yeşil yapraklı sebze tükettiği, bu oranın erkeklerde %43.1, kadınlarda ise %51.1 olduğu saptanmıştır. Bireylerin %18.8'inin haftada 1-2 kez, %7.9'unun 5-6 kez yeşil yapraklı sebze tükettiği ve her iki oranda da erkeklerin tüketim sıklığının kadınlara göre daha fazla olduğu görülmüştür. Sıklık

oranlarının her iki cinsiyet ve yerleşim yerinde birbirine yakın olduğu gözlenmiştir (TBSA, 2010).

Bu çalışmanın amacı, sebzelerin pişirme sonrası B₁, B₂, B₃ vitamin içeriklerinin değerlendirilmesi ve *in vitro* gastrointestinal sistemde biyoerişilebilirliğinin incelenmesi ile literatürdeki boşluğun doldurulmasıdır.

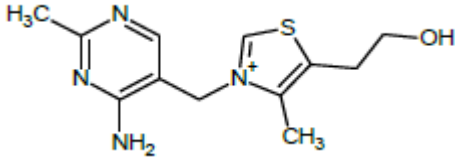


İKİNCİ BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

2.1. B₁ Vitamini

B₁ vitamini diğer bir adıyla tiamin ilk bulunan vitamin olmasından dolayı bu ismi almıştır (Özkan, 2019). Kimyasal formu Şekil 2.1.'de görüldüğü gibidir (Yaman ve Nalbantoğlu, 2015).



Şekil 2.1: B₁ vitamini (Tiamin)

Yüksek sıcaklık ve pH, B₁ vitamini üzerinde denatüre edici bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, pişirme, fırınlama, pastörizasyon işlemleri bu vitaminin yapısını bozabilir. Ayrıca B₁ vitaminin vücuttaki yarı ömrü 1 ile 3 hafta arasındadır bu nedenle düzenli alınması gerekmektedir (Palus vd., 2010).

Suda çözünen bir vitamin olarak tiamin biyolojik dokularda tiamin monofosfat (TMP), tiamin difosfat (TDP), tiamin trifosfat (TTP) ve serbest formda bulunabilir. Tiamin pirofosfat (TPP) olarak da adlandırılan TDP, canlı dokularda birçok metabolik yolda bulunan bir koenzimdir. Yetişkinlerin vücudunda 30 mg B₁ vitaminin yaklaşık olarak %80' i B₁ vitaminin aktif formu olan tiamin pirofosfat (TPP) halinde bulunur. B₁ vitamininin serbest formu ise genelde hayvansal dokularda yer alır (Finglas, 1993). Tiaminin fosforile edilmiş formları, alkalik fosfataz gibi farklı fosfatazlar tarafından bağırsak lümeninde serbest tiamin için hidrolize edilir. Canlı dokularda, tiaminin %90'ından fazlası, başta TPP olmak üzere fosforlanmış formdadır. Bir koenzim olarak TPP, piruvat dehidrojenaz enzim kompleksinin yapısında bulunur ve piruvatın Asetil-

CoA'ya dönüştürülmesinde rol oynar. TPP, trikarboksilik asit döngüsünde, pentoz fosfat yolunda ve dallı zincirli a-keto asitlerin keto asit dehidrojenaz yoluyla oksidatif dekarboksilasyonunda yer alır (Ball, 2008) (Yaman vd., 2021).

2.1.1. İşlevi

B₁ vitamini başlangıçta spesifik bir enzim olan tiamin pirofosfokinaz tarafından tiamin pirofosfat (TPP) olarak da bilinen tiamin difosfata fosforile edilir. TPP, karbonhidratların, lipidlerin ve dallı zincirli amino asitlerin metabolizması ile ilişkili çeşitli enzim fonksiyonlarında yer alan aktif formudur. TPP, karbonhidratların glikoliz ve oksidatif dekarboksilasyonundaki çoklu adımlar için bir kofaktördür. TPP mitokondriyal enzim kompleksleri a-ketoglutarat dehidrojenaz ve piruvat dehidrojenaz için bir koenzim olarak gereklidir. Bu nedenle, piruvatın asetil CoA'ya dönüştürülmesi ve Krebs döngüsüne girişin yanı sıra α -ketoglutaratın süksinil CoA'ya dönüştürülmesi için TPP gereklidir. Temel olarak B₁ vitamini, laktatın piruvata dönüştürülmesi için önemlidir, yokluğunda laktik asit birikir (Sriram vd., 2012).

Bunun yanında B₁ vitamini iştah mekanizması, düzenli bağırsak hareketleri ve sinir sistemleri için de önemli bir vitamindir. Günlük diyetle alınan besinleri vücudumuzda enerjiye dönüştürmede ve karbonhidratları enerji için kullanmada önemli bir etkidir. Ek olarak glikoz metabolizmasında yer aldığı için basit karbonhidratlı yüksek kalorili bir beslenme B₁ vitamini ihtiyacını artırıp uzun dönemde eksikliğine yol açabilir (Håglin vd., 2020).

2.1.2. Kaynakları

Vücut tarafından sentezlenemediği için besinler ile alınması gerekir. Günlük beslenmede alınan B₁ vitaminin 4 temel kaynağı vardır. Bu kaynaklar; tahıllar, et ürünleri, süt ürünleri ve yeşil yapraklı sebzelerdir. Tahıl ürünlerinin dış kısımlarının B₁ vitamin miktarı daha fazladır. Bu besinlere ek olarak karaciğer ve diğer organ etleri, ceviz, soya fasulyesi, yer fıstığı ve yumurta da yüksek miktarda B₁ vitamini içerir (Özkan, 2019). Bazı besinlerin B₁ vitamini değerleri Tablo 2.1.'de gösterilmiştir (Türkomp, 2021)

Günlük B₁ vitamin alımına tahıllar %50, sebzeler %20, et ürünleri %10 ve süt ürünleri %10 katkı sağlar (Bailey vd., 1994).

Tablo 2.1: Bazı Besinlerin B₁ Vitamini İçerikleri

Besinler	B₁ vitamini (mg/100g)
Et	
Yenilebilir sakatat, dana karaciğer	0.210
Yenilebilir sakatat, dana kalp	0.427
Süt ve Süt Ürünleri	
Yumurta, tavuk, sarı	0.183
Yumurta, tavuk, beyaz (ak)	0.009
Tahıllar, tahıl ürünleri	
Buğday rüşeymi	1.568
Yulaf kepeği	0.827
Ekmek, tam buğday unu	0.148
Pirinç, Osmançık	0.102
Sebzeler	
Bezelye	0.383
Fasulye	0.166
Patates, sofralık, sarı, Marfona, Granola	0.135
Maydanoz	0.125
Brokoli	0.069
Meyveler	
Portakal	0.084
Avokado	0.059
Ananas	0.041
Diğer	
Yer fıstığı, kuru	0.667
Ceviz, iç, kuru	0.317

2.1.3. Günlük İhtiyacı ve Eksikliği

Yetişkin bir bireyde günlük B₁ vitamini ihtiyacı yaklaşık 1.2 mg'dır. Yaş artmasına bağlı olarak mental problemler veya Alzheimer gibi sağlık sorunu yaşayan hastaların günlük B₁ vitamini ihtiyacı ise 3-8 gramdır (Özkan, 2019). Günümüzde günlük ortalama B₁ vitamini alımı 0.5 mg'dır (Pitkin vd., 2000). B₁ vitamininin günlük alınması gereken miktarları Tablo 2.2.'de gösterilmiştir (Yates vd., 1998).

Tablo 2.2: Günlük Alınması Gereken B₁ Vitamini Miktarları

Yaşam Evresi	Günlük alınması gereken miktar (mg)
Bebekler (ay)	
0-6	0.2
7-12	0.3
Çocuklar (yıl)	
1-3	0.4
4-8	0.5
Kadınlar (yıl)	
9-13	0.7
14-18	0.9
19-30	0.9
31-50	0.9
51-70	0.9
>70	0.9
Erkekler (yıl)	
9-13	0.7
14-18	1
19-30	1
31-50	1
51-70	1
>70	1
Hamilelik (her yaştan)	1.2
Emzicilik (her yaştan)	1.2

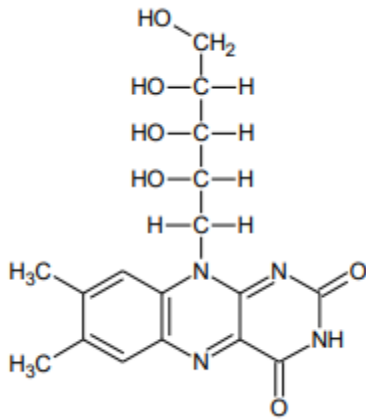
B₁ vitamini eksikliğinde karbonhidrat metabolizması ve mental fonksiyonlarda bozulmalar oluşur. Bununla birlikte bu vitaminin eksikliği sonucunda beriberi hastalığı, kardiyovasküler problemler ve Wernicke-Korsakoff sendromu oluşabilir. Beriberi belirtileri; iştahta azalma, yorgunluk hali, gastrointestinal sistem bozuklukları ve ödemdir (Gibson vd., 2016) (SAMUR, 2008) (Ball, 2004).

Ek olarak, kronik alkolizm B₁ vitamini eksikliğinin başlıca nedenlerinden biridir. Alkol alımı, B₁ vitaminin hücrel taşınmasını ve hücre içi fosforilasyonunu etkiler. Ayrıca ateş, ağır egzersiz, gebelik, emzirme, stres ve travma nedeniyle artan B₁ vitamini ihtiyacı da eksikliğe yol açabilir (Kiela, 2010).

B₁ vitamini kaybı idrar klirensi ile ilişkilidir. Bu nedenle diüretikler, kardiyovasküler hastalıkları olan hastalarda B₁ vitamini eksikliğinin ana nedeni olarak tanımlanmıştır (Eshak ve Arafa, 2018).

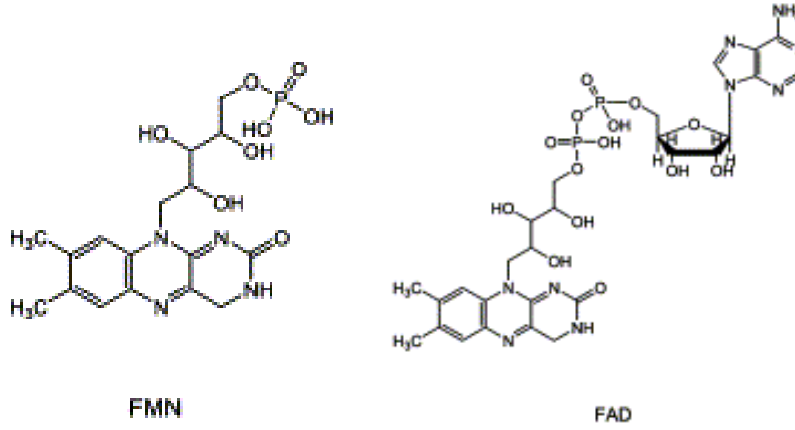
2.2. B₂ Vitamini

B₂ vitamini veya bir diğer ismiyle riboflavin besinlerde ve farmakolojik ürünlerde kullanılan suda çözünen bir vitamindir. Kimyasal formu Şekil 2.2.'de görüldüğü gibidir (Yaman ve Nalbantoğlu, 2015).



Şekil 2.2: B₂ vitamini (Riboflavin)

Bilinen aktif formları flavin mononükleotit (FMN) ve flavin adeninükleotit (FAD)'dır ve bunlar redoks reaksiyonlarında görev alır (Food and Nutrition Board, 1998). FAD ve FMN'nin molekül formülleri Şekil 2.3' de gösterilmiştir (Garjonyte vd., 2003).



Şekil 2.3: Flavinmononükleotid ve Flavinadenosindinükleotit molekül formülleri

Suda çözünen vitaminlerden olan B₂ vitamini ışığa karşı B₁ vitaminine göre daha dayanıklıdır ama yüksek ısı uygulanması halinde yapısı bozulur. Işığa karşı hassas olması nedeniyle B₂ vitamini içeren besinler ışık ile temasında vitamin özelliğini kaybeder. B₂ vitamini turuncu sarı renkte kristal yapıda bir vitamindir (Bingöl, 1977).

2.2.1. İşlevi

B₂ vitamini protein, amino asit ve yağ metabolizmasında da yardımcı enzim olarak rol oynar. Ek olarak gebelik dönemine özgü olan riboflavin taşıyıcı protein, B₂ vitamininin plasenta yoluyla bebeğe taşınmasını sağlar. B₂ vitamininin serbest formu plazmada albümin ve immunoglobulinlere bağlı FAD ve FMN olarak taşınır. FMN ve FAD enerji metabolizmasında oksidasyon- redüksiyon olaylarında görev alırlar (Baysal, 2011).

2.2.2. Kaynakları

B₂ vitamini, yeşil yapraklı sebzeler ve hayvansal kaynaklı gıdalarda bolca bulunur (Food and Nutrition Board, 1998). B₂ vitamin içeriği diğer besinlere kıyasla daha yüksek olan besinler sırasıyla karaciğer, et ve süt ürünleri, yeşil yapraklı sebzeler ve tahıllar gibi bitkisel kaynaklı gıdalardır (Samur, 2008). Bazı besinlerin B₂ vitamini değerleri Tablo 2.3.'de gösterilmiştir (Turkomp, 2021).

B₂ vitamininin diyetle alımında en büyük katkıyı süt ve süt ürünleri yapar. Birleşik Krallık'taki ulusal diyet anketleri, süt ve süt ürünlerinin ortalama olarak okul öncesi çocuklarda alımın %51'ine, okul çocuklarında %35'ine, yetişkinlerde %27'ye ve yaşlılarda %36'sına katkıda bulunduğunu bildirmektedir (Powers, 2003).

Tablo 2.3: Bazı Besinlerin B₂ Vitamini İçerikleri

Besinler	B₂ vitamini (mg/100g)
Et	
Yenilebilir sakatat, dana karaciğer	2.676
Yenilebilir sakatat, dana böbrek	1.645
Yenilebilir sakatat, dana kalp	0.852
Süt ve Süt Ürünleri	
Peynir, kaşar, olgunlaştırılmış (eski)	
Yumurta, tavuk, sarı	0.413
Yumurta, tavuk, beyaz (ak)	0.401
Süt, inek	0.169
Tahıllar, tahıl ürünleri	
Buğday ruşeymi	0.453
Yulaf kepeği	0.166
Ekmek, tam buğday unu	0.060
Sebzeler	
Dereotu	0.351
Mantar, beyaz şapkalı	0.256
Kuşkonmaz	0.229
Lahana, kara	0.208
Ispanak	0.198
Meyveler	
Avokado	0.128
Dut, beyaz, sofralık	0.050
Kestane	0.045
Diğer	
Badem, iç, kavrulmuş	0.804
Ceviz, iç, kuru	0.138

2.2.3. Günlük İhtiyacı ve Eksikliği

B₂ vitamini için günlük diyetle alınması önerilen miktarlar çeşitli ülkelere göre değişmektedir. Türkiye'ye Özgü Beslenme Rehberi' ne göre yetişkinlerin günlük alması gereken B₂ vitamini miktarı 1.3 mg ile 1.7 mg arasındır (TBSA, 2010). B₂ vitamininin günlük alınması gereken miktarları Tablo 2.4.'de gösterilmiştir (Yates vd., 1998).

Tablo 2.4: Günlük Alınması Gereken B₂ Vitamini Miktarları

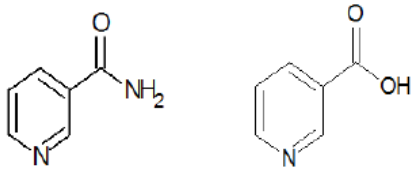
Yaşam Evresi	Günlük alınması gereken miktar (mg)
Bebekler (ay)	
0-6	0.3
7-12	0.4
Çocuklar (yıl)	
1-3	0.4
4-8	0.5
Kadınlar (yıl)	
9-13	0.8
14-18	0.9
19-30	0.9
31-50	0.9
51-70	0.9
>70	0.9
Erkekler (yıl)	
9-13	0.1
14-18	1.1
19-30	1.1
31-50	1.1
51-70	1.1
>70	1.1
Hamilelik (her yaştan)	1.2
Emzicilik (her yaştan)	1.3

B₂ vitamininin eksikliğinde ortaya çıkan belirtiler kısa dönemde yaygın değildir. Vitamin eksikliğinin 3-4 ay sürmesi sonucu belirtileri görülmeye başlar (Combs ve McClung, 2016).

Eksikliği sonucunda dudak ve ağız kenarında çatlama, dilde inflamasyon, mukoz membranlarda bozukluk gibi belirtiler oluşur. B₂ vitamininin eksikliği ilerledikçe gözlerde damarlanma başlar ve bu durum devam ederse katarakt gelişim riski artar. Ek olarak, B₂ vitamini eksikliğinde anemi ve cildin en üst tabakasının kalınlaşıp pul pul döküldüğü bir cilt hastalığı olan seboreik dermatid de gelişebilir (Baysal, 2011).

2.3. B₃ vitamini

Niasin olarak da adlandırılan B₃ vitamini ısı ve ışığa dayanıklı suda çözünen bir vitamindir. Alkali ve asit ortamına karşı da dayanıklı olması sebebiyle en dayanıklı vitamin olduğu söylenir. Sentezi kolay bir vitamindir. Kristal şeklinde ve beyaz renktedir. Kimyasal adı Piridin-3-Karboksilik Asittir ve bilinen koenzim formları NAD⁺ ve NADP⁺ 'dir. Nikotinic asit su ve etanolde az çözünürken; nikotinamid suda çok, etanolde orta derecede çözünür (Vatansev, 2013) (Kirkland ve Meyer-Ficca, 2018). Kimyasal formu Şekil 2.4'de görüldüğü gibidir (Yaman ve Nalbantoğlu, 2015).



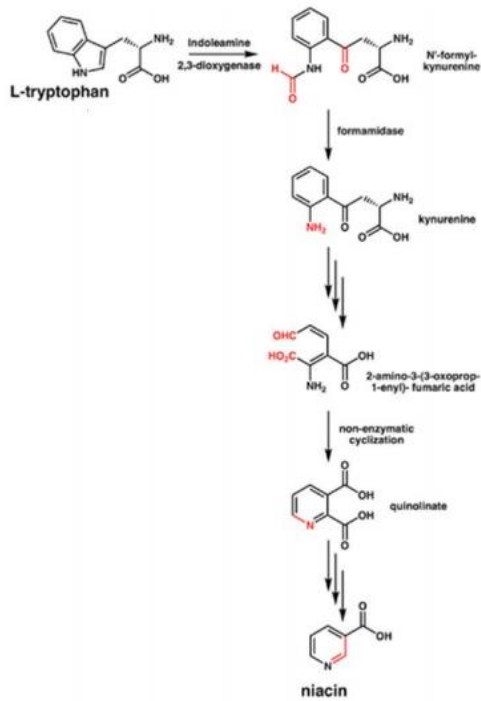
Şekil 2.4: B₃ vitamini, (Niasin) (Nikotinamid ve Nikotinic asit)

2.3.1. İşlevi

B₃ vitamini karbonhidrat, protein ve yağ metabolizmasında rol oynar. Kan şekerinin dengelenmesinde görev alır. HDL seviyesini arttırıp, LDL ve TG seviyelerini düşürür. NAD ve NADP çeşitli redoks tepkimelerinde proton ve elektron taşıyıcı rolünü üstlenir (National Cholesterol Education Program (US), 2002) (Guyton, vd., 2000).

2.3.2. Kaynakları

B₃ vitamini insan vücudu için elzem bir amino asit olan ve besinlerde bulunan triptofan tarafından sentezlenebilir. Günlük diyetle besinlerle alınan 60 mg triptofan ile 1 mg nikotinik asit sentezlenir. Triptofandan niasin biyosentezi Şekil 2.5.' de gösterilmiştir (Bahadıroğlu vd., 2016)



Şekil 2.5: Triptofandan niasin biyosentezi

B₃ vitamini genellikle bitkilerde nikotinik asit, hayvanlarda ise nikotinamid formunda bulunur. Bitkiler, bakteriler ve maya niasin ve nikotinamidi üretir. B₃ vitamini içeriği farklı besin gruplarında farklılık gösterir. İnsan vücudunun B₃ vitaminini karşılamak için en iyi kaynakları balık ve diğer et ürünleri, süt ve yer fıstığıdır (Kirkland ve Meyer-Ficca, 2018) (Combs Jr ve McClung, 2016).

Peynir ve yumurtalar gibi yüksek proteinli gıdalar B₃ vitamini içeriği yönünden daha zayıf kaynaklardır ama bol miktarda triptofan içerikleri sayesinde niasine eşdeğerlerdir (WHO, 2000). Bazı besinlerin B₃ vitamini değerleri Tablo 2.5.'de gösterilmiştir (Turkomp, 2021)

Tablo 2.5: Bazı Besinlerin B₃ Vitamini İçerikleri

Besinler	B₃ vitamini (mg/100g)
Et	
Palamut	13.576
Yenilebilir sakatat, dana kalp	8.609
Süt ve Süt Ürünleri	
Peynir, koyun	1.201
Yumurta, tavuk, sarı	0.161
Yumurta, tavuk, beyaz (ak)	0.022
Tahıllar, tahıl ürünleri	
Ekmek, tam buğday unu	6.209
Mercimek, yeşil, kuru	4.613
Diğer	
Yer fıstığı, kuru	1.736

2.3.3. Günlük İhtiyacı ve Eksikliği

Türkiye' ye Özgü Beslenme Rehberi' ne göre yetişkinlerde günlük alınması gereken B₃ vitamini miktarı 12-20 mg/gündür. Enerji metabolizmasında görev aldığı için ihtiyacı alınan kaloriye göre belirlenir ve 5.5 mg/1000 kkal'dir (TBSA, 2010). B₃ vitamininin günlük alınması gereken miktarları Tablo 2.6'de gösterilmiştir (Yates vd., 1998).

Tablo 2.6: Günlük Alınması Gereken B₃ Vitamini Miktarları

Yaşam Evresi	Günlük alınması gereken miktar (mg)
Bebekler (ay)	
0-6	2
7-12	4
Çocuklar (yıl)	
1-3	5
4-8	6
Kadınlar (yıl)	
9-13	9
14-18	11
19-30	11
31-50	11
51-70	11
>70	11
Erkekler (yıl)	
9-13	9
14-18	12
19-30	12
31-50	12
51-70	12
>70	12
Hamilelik (her yaştan)	14
Emzicilik (her yaştan)	13

B₃ vitaminine olan ihtiyaç metabolizmanın hızlanıp kalori alımının arttığı durumlarda artar. Hamilelik döneminde triptofanın nikotinik aside dönüşünün artması ile B₃ vitamini ihtiyacı da artmaktadır (Baysal, 2011).

Nikotinik asit eksikliği yetersiz beslenme sonucu ortaya çıkabileceği gibi, triptofan metabolizmasını etkileyen karsinoid tümör ve Hartnup hastalığı ile sekonder olarak da gelişebilir. Hem B₃ vitamini hem de triptofan eksikliği sonucu deri, sindirim sistemi ve sinir sistemini etkileyen Pellegra hastalığı ortaya çıkar (WHO, 2000).

Pellegranın klinik belirtileri ishal, kusma, deride kızarıklık, kaşıntı ve dökülmüdü. Pellagra hastalığının akut dönemde sinir sistemini etkileyen semptomları ise tremor, sinirlilik, anksiyete, depresyon ayrıca nadiren deliryum ve bunamadır (Ball, 2008).

2.4. Biyoyararlılık ve Biyoerişilebilirlik

Birçok gıda bileşimi veri tabanı veya besin değeri hesaplama aracı, çiğ ve pişmiş gıdaların besin bileşeni değerlerini içerir. Bireyleri doğru bir şekilde yönlendirmek için günlük besin alım değerlerinin doğru hesaplanması esastır (Grande ve Vincent, 2020).

Günümüzde pişmiş gıdaları içeren bir diyetin besin değerleri hesaplanırken, genellikle benzer pişirme yöntemlerinin besin kayıp oranları kullanılarak tahmin edilen bir değer kullanılır (Greenfield ve Southgate, 2003).

Meyve, sebze, et ve süt ürünleri, baklagiller, tahıl gibi besleyici gıdalardan zengin, yeterli ve dengeli bir diyetin gerekli miktarı sağlayabileceği düşünülse de gıdaların işlenmesi ve pişirilmesi sırasında vitamin kayıpları meydana gelmektedir. Bu kayıplar pH'a, sıcaklığa, ışık ve oksijen varlığına bağlı olarak değişir (Ball, 2008).

Bununla birlikte, sınırlı sayıda çalışma, çiğ gıdalardan ziyade pişmiş gıdalar için vitamin kayıpları bildirmektedir (Lešková vd., 2006).

Öte yandan, günlük diyetlerde vitamin alımları hesaplandığında, bu vitaminlerin biyoyararlanımı gastrointestinal sistemdeki bilinmeyen biyoerişilebilirlikleri nedeniyle tam olarak tahmin edilemez. Ağız, mide ve ince bağırsağı içeren gastrointestinal sistemdeki biyolojik olarak erişilebilen suda çözünür vitamin miktarı pH, sıcaklık, polipeptitler ve polisakkaritlerle bağlı olarak değişebilir. (Ball, 2005).

Biyoyararlanım, besinlerin metabolizmada kullanılmasıdır ve gastrointestinal enzimlerle sindirimi, ince bağırsaktan emilimini, doku dağılımını, biyoaktiviteyi ve metabolizmayı içerir (Benito ve Miller, 1998). Biyoerişilebilirlik, sindirilen bileşiğin besin matriksinden salınan ve bağırsakta emilmeye hazır hale gelen kısmı olarak tanımlanabilir. *In vitro* biyoerişilebilirlik/biyoyararlanım yöntemleri, besinler ve gıda bileşenleri arasındaki etkileşimler, pH ve enzimlerin etkisi, gıda hazırlama ve işleme uygulamaları mikro besin emilebilirliği veya bir besinin emilme potansiyeli hakkında derinlemesine bilgi sağlar (Sandberg, 2005). Bu nedenle, bir besinin beslenme kalitesini belirlemek için biyoerişilebilirlik bilgisi önemlidir. Literatürde, *in vitro* sindirim koşullarda yapılan

biyoerişilebilirlik çalışmalarından elde edilen sonuçlar, in vivo çalışmalarla kıyaslandığında aralarında bir uyum olduğu saptanmıştır. Öte yandan *in vitro* alışmaların in vivo çalışmalara göre etik kısıtlamalarının olmaması, daha düşük maaliyetlerde ve daha kısa sürede tamamlanması bu çalışmalara olan yönelimi arttırmıştır (McDougall, 2005).



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

3.1. Örneklem

Bu çalışma Mart 2021’ de İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Besin Hazırlama ve Pişirme Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. İstanbul’daki marketlerden 16 farklı sebze temin edilmiştir. Bu sebzelerin 7 tanesi çiğ (kabak, salatalık, kırmızı biber, domates, yeşil biber, maydanoz, kuru soğan, kıvırcık) olarak, 9 tanesi ise haşlama (havuç, brokoli, brüksel lahanası, patates, pazı, ıspanak, taze fasulye, pırasa) yöntemi kullanılarak pişirilmiştir. Sebzelerde bulunan B₁, B₂, B₃ vitaminlerinin biyoerişilebilirliği, *in vitro* sindirim modeli kullanılarak HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) cihazı ile incelenmiştir.

3.2. Materyaller

Çalışmada kullanılan cihaz ve malzemeler markaları ile Tablo 3.1’ de verilmiştir.

Tablo 3.1: Analizde kullanılan cihaz ve malzemeler

Kullanılan cihaz ve malzemeler	Marka
HPLC	Shimadzu
Analitik terazi (0,0001 g hassasiyetle)	Radwag – AS 220.R2 / Isolab Labor geröte GmbH
Etüv (130 ±3 °C’ye ayarlanabilen)	Memmert
pH metre	HANNA HI/2211PH/ORP Meter
Ultrasonik su banyosu	Selecta ultrasons H-D
Çalkalamalı su banyosu	Memmert
Otoklav	Selecta Presoclave - II
Otomatik pipet (100/1000µl-5/50µl-2/200µl)	Axypet- autoclavable
0,45 µm CA filtre	Chromafil CA-45/25
Termometre	Digital Thermometer
Su destilasyon cihazı	Direct-Q 3 UV ultrapure (type1)

Vitaminlerin tayininde; potasyum ferrisiyanid çözeltisi (%1), sodyum hidroksit çözeltisi, sodyum asetat çözeltisi (2,5 M), hidroklorik asit çözeltisi (0,1 N), taka diastaz, asit fosfataz, bakır sülfat, monofosfat, ortofosforik asit, hidrojen peroksit, standart tiamin stok çözeltisi, standart riboflavin stok çözeltisi, standart nikotinamid stok çözeltisi kimyasalları kullanılmıştır. Çözeltilerin hazırlanışı aşağıda anlatıldığı gibidir:

a) Potasyum Ferrisiyanid Çözeltisi (%1): 25 mL'lik balon jöjeye 0,25 g potasyum ferrisiyanid konuldu ve hacim sodyum hidroksit (%15) ile tamamlandı.

b) Sodyum Hidroksit (NaOH) Çözeltisi (%15): 15 g sodyum hidroksit tartılarak 100 mL' lik balon jöje içine konuldu, hacim distile su ile tamamlandı.

c) Sodyum Asetat Çözeltisi (2,5 M): 20,51 g sodyum asetat tartıldı ve hacim 100 mL distile su ile tamamlandı.

d) Hidroklorik Asit (HCl) Çözeltisi (0,1 N): 1 L' lik balon jöje içine 8,28 mL hidroklorik asit alındı ve hacim distile su ile tamamlandı.

e) Standart Tiamin Stok Çözeltisi (100 µg/mL): 100 mL' lik balon jöje içerisine 10 mg olarak tartılan tiamin hidroklorid standardı konuldu. Bir miktar 0,1 N hidroklorik asit ile çözüldürüldü. Çözelti hacmine tamamlandı.

f) Standart Riboflavin Stok Çözeltisi (100 µg/mL): 100 mL' lik balon jöje içerisine 10 mg olarak tartılan riboflavin hidroklorid standardı konuldu. Daha sonra bir miktar 0,1 N hidroklorik asit ile çözüldürüldü. Çözelti hacmine tamamlandı.

g) Standart Nikotinamid Stok Çözeltisi (100 µg/mL): 100 mL' lik balon jöje içerisine 10 mg olarak tartılan nikotinamid standardı konuldu. En son bir miktar 0,1 N hidroklorik asit ile çözüldürüldü. Çözelti hacmine tamamlandı.

3.3. B₁, B₂, B₃ Vitamin Analizi

3.3.1. B₁ Vitamini Tayini

B₁ vitamini tayini Ndaw ve arkadaşları (2000) ve Tang ve arkadaşları (2006) tarafından uygulanan yöntem üzerinden gerçekleştirildi (Ndaw vd., 2000) (Tang vd., 2006). Çalışma standartları 50 mL' ye tamamlanmadan önce tamamına 1,5 mL potasyum ferrisiyanid (%1) çözeltisi ilave edildi. Standartların pH değeri 7,1 ± 1' e

orto-fosforik asit kullanılarak ayarlandı. Tiamin, floresans türevi olan tiokroma dönüştürüldü.

a) Örneğin Hazırlanması

5 g örnek tartılarak 100 mL' lik erlene alındı ve üzerine 60 mL HCl çözeltisi (0,1 N) eklendi. 121 °C' de 30 dakika otoklavda bekletildi. Örnekler oda sıcaklığına gelinceye kadar bekletildi. 2,5 M sodyum asetat çözeltisi kullanılarak pH 4,5'e ayarlandı. Örneğin üzerine 10 mg asit fosfataz ve 100 mg takadiastaz enzimleri eklendi. 37 °C' de 3 saat inkübasyon yapıldı. Daha sonra oda sıcaklığına gelene kadar soğutuldu. Hacim HCl çözeltisi (0,1 N) ile 100 mL' ye tamamlandı ve süzüldü. 20 mL alınan örneğin üzerine 1,5 mL potasyum ferrisiyanid çözeltisi eklendi ve pH orto-fosforik asitle $7,1 \pm 1$ 'e ayarlandı ve 0.45 µm CA filtre kullanarak süzülen numuneler HPLC' ye enjekte edildi.

b) HPLC Koşulları

Mobil faz için, %25 metanol ve %75 tampon çözelti (0.033M KH₂PO₄) karıştırıldı. Daha sonra pH ortofosforik asitle $7,1 \pm 1$ ' e ayarlandı ve 0.22 µm CA filtre ile süzülerek HPLC' ye enjekte edildi. B₁ vitamini analizinde floresans dedektör kullanıldı. Floresans dedektör; emisyon 445 nm' ye, eksitasyon ise 366 nm' ye, ayarlandı. Kolon (Agilent Eclipse XCD- C18, 5µm, 4,6x150 mm) sıcaklığı 25 °C ve kolon akış hızı 1 mL/dakika idi.

3.3.2. B₂ Vitamini Tayini

Ndaw ve arkadaşları (2000) ve Tang ve arkadaşları (2006) tarafından uygulanan B₂ vitamini tayini modifiye edilerek yapıldı (Ndaw, Aoude-Werner ve Hasselmann, 2000) (Tang, Cronin ve Brunton, 2006).

a) Örneğin hazırlanması

100 mL erlene tartılan 5 g örnek alındı, üzerine 0,1 N hidroklorik asit çözeltisinden 50 mL ilave edildi. 121 °C de 30 dk otoklavda bekletildi. Örnekler oda sıcaklığına gelinceye kadar bekletildi. pH 2,5 M'lık sodyum asetat çözeltisi ile 4,5' e ayarlandı. Örneğin üzerine 10 mg asit fosfataz ve 100 mg takadiastaz enzimleri ilave edildi. Çalkalamalı su banyosunda 37 °C 'de 3 saat inkübasyona bırakıldı. Daha sonra oda

sıcaklığına gelene kadar soğutuldu. 0,1 N HCl çözeltisi ile hacim 100 mL' ye tamamlandı. 0.45 µm CA filtre kullanarak süzüldü ve HPLC' ye enjekte edildi.

b) HPLC Koşulları

Mobil faz 750 mL deiyonize su ve 250 mL metanol ile hazırlandı. B₂ vitamini analizinde floresans dedektör kullanıldı. Floresans dedektör emisyon 525 nm' ye eksitasyon ise 445 nm' ye ayarlandı. Kolon (Agilent Eclipse XCD- C18, 5µm, 4,6x150 mm) sıcaklığı 25 °C ve kolon akış hızı 1 mL/dakika idi.

3.3.3. B₃ Vitamini Tayini

Rose-sallin ve arkadaşları (2001) ve Çatak J. (2019) tarafından uygulanan tayin yöntemi modifiye edilerek nikotinamid tespiti gerçekleştirildi (Rose-Sallin vd., 2001) (Çatak, 2019).

a) Örneğin Hazırlanması

Tartılan 5 g örnek 100 mL' lik erlene alındı ve üzerine 60 mL hidroklorik asit (0,1 N) eklendi. 121 °C' de 30 dk otoklavda bekletildi. Örnekler oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutuldu. Hacim deiyonize suyla tamamlandı. Filtre kağıdı arkasından da 0.45 µm CA filtre kullanarak süzüldü. En son HPLC' ye enjekte edildi.

b) HPLC Koşulları

Niasinin formlarını (nikotinic asit, nikotinamid) belirlemek için kolon sonrası türevlendirme gerekmektedir. Bu çalışmada nikotinamid ve nikotinic asit formlarının belirlenmesinde Çatak (2019)'ın çalışmasındaki niasin formlarının tespit yöntemi uygulandı (Çatak 2019). 60 cm uzunluğunda UV-A lambasına 20 cm uzunluğunda ve 0,5 mm çapında teflon tüpü sararak kolon sonrası türevlendirme için fotokimyasal türevlendirme sistemi kuruldu. Sistem HPLC kolonu ve floresans dedektör arasına bağlandı. Mobil faz için tartılan 9,5 g potasyum dihidrojen fosfat (KH₂PO₄) üzerine 500 mL destile su ilave edildi ve çözündürüldü. Daha sonra, üzerine 2 mL bakır (II) sülfat pentahidrat (CuSO₄.5H₂O) ve 7,5 mL hidrojen peroksit (H₂O₂) çözeltisi (0,12 g/100 mL) ilave edildi. 1 L'ye tamamlanan hacim, 0,22 µm CA filtreden süzüldü. B₃ vitamini analizinde floresans dedektör kullanıldı. Floresans dedektör emisyon 380 nm' ye eksitasyon ise 322 nm' ye ayarlandı. Kolon (Agilent Eclipse XO8- C18, 5µm, 4,6x150 mm) sıcaklığı 25 °C ve kolon akış hızı 1 mL/dakika idi.

3.4. *İn vitro* biyoerişilebilirlik analizi

Çalışmadaki sebzelerde bulunan B₁, B₂ ve B₃ vitaminlerinin biyoerişilebilirliği, *in vitro* ortamda insan sindirim sistemi taklit edilerek belirlendi. *İn vitro* analiz için Lee vd. (2016) tarafından önerilen yöntem modifiye edilerek kullanıldı. Ağız, mide ve ince bağırsak solüsyonları hazırlandı (Lee vd., 2016).

Ağız: 8 mL üre (25 g/L) çözeltisinden ve 1,7 mL Sodyum klorür (175,3 g/L) çözeltisinden alındı. 500 mL' lik erlen içine eklenip üzerine 400 mL deiyonize su ilave edildi. Hazırlanan bu karışıma 25 mg müsün, 290 mg α -amilaz ve 15 mg ürik asit ilave edilip hacim 500 mL' ye tamamlandı. Çözeltiye 1 M HCl ya da 0,2 M NaOH eklenerek pH $6,8 \pm 0,2$ olacak şekilde ayarlandı.

Mide: 18 mL CaCl₂·2H₂O (22,2 g/L) çözeltisi ve 6,5 mL HCl (37 g/L) çözeltisi karıştırıldı. Hacim deiyonize su ile 500 mL' ye tamamlandı. Daha sonra üzerine 3 g musin, 2,5 g pepsin ve 1 g sığır serum albumin eklenerek çözündürüldü. Çözeltiye 1M HCl ya da 0,2M NaOH eklenerek pH $1,5 \pm 0,2$ olacak şekilde ayarlandı.

İnce Bağırsak: 9 mL CaCl₂·2H₂O (22,2 g/L) çözeltisi ve 6,3 mL KCl (89,6 g/L) çözeltisi karıştırıldı. Hacim deiyonize su ile 500 mL' ye tamamlandı. Daha sonra üzerine, 1,5 g lipaz, 9 g pankreatin ve 1 g sığır albümin eklenerek çözündürüldü. Çözeltiye 1 M HCl ya da 0,2M NaOH eklenerek pH $8 \pm 0,2$ olacak şekilde ayarlandı.

Safra sıvısı: 10 mL CaCl₂·2H₂O (22,2 g/L) çözeltisi ve 68,3 mL NaHCO₃ (84,7 g/L) çözeltisi karıştırıldı. Daha sonra üzerine 400 mL deiyonize su eklendi. Daha sonra 30 g safra ve 1,8 g sığır albümini eklenerek çözündürüldü. Hacim 500 mL' ye tamamlandı. Çözeltiye 1M HCl ya da 0,2M NaOH eklenerek pH $7,0 \pm 0,2$ olacak şekilde ile ayarlandı.

3.4.1. *İn Vitro* Sindirim

Homojenize şekilde öğütülmüş sebze örneklerinden 5' er g alınıp 50 mL' lik falkon tüplere konuldu. Üzerlerine 5 mL ağız solüsyonu eklendi. Vorteks makinesi ile ağız solüsyonunun örnek ile karışmasını sağlandı. Daha sonra karışım 5 dakika süre ile 37 °C' de inkübasyona bırakıldı. Bu adımı takiben karışıma 12 mL mide solüsyonundan eklenip vortekslendi. 2 saat boyunca mide ortamında 37 °C' de inkübasyona bırakıldı. İnce bağırsak ortamı için safra sıvısından 5 mL ve ince bağırsak sıvısından 10 mL ilave

edildi. Ortam pH' ı $8,0 \pm 0,2$ olarak ayarlandı. Sonrasında $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' de 2 saat boyunca su banyosunda inkübe edildi. Karışımların hacmi tamamlandı ve santrifüjlenip süzöldü.

In vitro sindirim tamamlandıktan sonra ortam pH' ı trikloroasetik asit ile 4,5'e ayarlandı. Son hacim 50 mL' ye deiyonize su ile tamamlandı ve 8000 rpm' de 10 dakika santrifüj edildi. İşlemler sonunda daha önce **Bölüm 3.3. B₁, B₂, B₃ Vitamin Analizi**' nde belirtildiği gibi vitamin tayini analizleri yapıldı. Biyoerişilebilirliğin hesaplanması, sindirimden sonraki vitamin miktarının ilk pişmiş sebzenin toplam vitamin miktarına bölünmesi ve yüzde (%) olarak ifade edilmesi ile gerçekleştirildi.

3.5. Miktar Tayini ve Kalite Kontrolü

Miktar tayini HPLC' de uygun standart konsantrasyon alanına karşılık gelen pik alanı hesaplanarak yapıldı. Yöntemin doğruluğu ve performansı sertifikalı Standart Referans Materyali (SRM 1849a: Bebek/Yetişkin Beslenme Formülü) kullanılarak kontrol edildi.

3.6. İstatiksel Analizler

Her bir çalışma üç kez tekrar edilip standart sapması hesaplandı. Gruplar arası önemli farklılıklar tek yönlü varyans analizi (ANOVA; $p < 0.05$, Tukey' s test) ile belirlendi.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

Farklı besin veri tabanlarına göre bazı sebze türlerinin 100 gramındaki B₁ vitamini miktarları Tablo 4.1.'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, B₁ vitamini içeriği en fazla olan sebzeler sırasıyla patates, brüksel lahanası ve maydanozken B₁ vitamini içeriği en az olan sebzeler ise sırasıyla salatalık, domates ve kıvırcıktır. Diğer besin veri tabanları ile kıyaslandığı zaman çalışmamızda bulduğumuz B₁ vitamini değerleri genellikle TÜRKOMP ve USDA ile daha uyumludur (Türkomp, 2021) (FİNELİ ,2021) (FRIDA, 2021) (USDA, 2021).

Tablo 4.1: Farklı ülkelerin veri tabanlarına göre 100 g için sebze bulunan B₁ vitamini miktarları

Sebze Örneği	B ₁ vitamini µg/100 g				
	Bizim Çalışmamız	TÜRKOMP	USDA	FİNELİ	FRIDA
1-Havuç	30±1	32	30	50	50
2-Brokoli	13±1	62	63	70	63
3-Brüksel Lahanası	61±3	83	107	80	120
4-Kabak	29±1	42	51	110	26
5-Patates	85±4	122	32	130	98
6-Salatalık	9±0	24	27	40	15
7-Kırmızı Biber	14±1	36	54	40	47
8-Domates	10±0	30	37	60	43
9-Pazı	18±1	19	34	90	40
10-Yeşil Biber	31±1	39	57	<10	34
11-Maydanoz	46±2	125	86	50	120
12-Ispanak	39±2	79	95	100	95
13-Kuru Soğan	45±2	31	46	230	38
14-Taze Fasulye	21±1	149	74	90	90
15-Pırasa	36±2	33	26	130	85
16-Kıvırcık	10±0	25	70	60	65

Farklı besin veri tabanlarına göre bazı sebze türlerinin 100 gramındaki B₂ vitamini miktarları Tablo 4.2.'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, B₂ vitamini içeriği en fazla olan sebzeler sırasıyla ıspanak, kuru soğan ve maydanozken B₂ vitamini içeriği en az olan sebzeler ise sırasıyla domates, salatalık ve yeşil biberdir. Diğer besin veri tabanları ile kıyaslandığı zaman çalışmamızda bulduğumuz B₂ vitamini değerleri genellikle TÜRKOMP ve FİNELİ ile daha uyumludur (Türkomp, 2021) (FİNELİ ,2021) (FRIDA, 2021) (USDA, 2021).

Tablo 4.2: Farklı ülkelerin veri tabanlarına göre 100 g için sebze de bulunan B₂ vitamini miktarları

Sebze Örneği	B ₂ vitamini µg/100 g				
	Bizim Çalışmamız	TÜRKOMP	USDA	FİNELİ	FRIDA
1-Havuç	54±2	25	37	60	45
2-Brokoli	104±5	134	123	160	123
3-Brüksel Lahanası	211±10	124	80	130	160
4-Kabak	61±3	37	25	20	142
5-Patates	94±4	28	36	20	19
6-Salatalık	41±2	29	33	90	13.2
7-Kırmızı Biber	139±6	122	85	120	76.3
8-Domates	23±1	25	19	40	15.9
9-Pazı	284±13	166	86	152	90
10-Yeşil Biber	51±2	35	28	<10	25
11-Maydanoz	297±13	162	98	300	300
12-Ispanak	319±14	188	236	230	240
13-Kuru Soğan	319±14	13	27	150	6.9
14-Taze Fasulye	56±3	134	97	50	110
15-Pırasa	102±5	37	20	20	69.5
16-Kıvırcık	88±4	69	80	70	60.3

Farklı besin veri tabanlarına göre bazı sebze türlerinin 100 gramındaki B₃ vitamini miktarları Tablo 4.3.'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, B₃ vitamini içeriği en fazla olan sebzeler sırasıyla maydanoz, brüksel lahanası ve kabakken B₃ vitamini içeriği en az olan sebzeler ise sırasıyla kuru soğan, salatalık ve kıvırcıktır. Diğer besin veri tabanları ile kıyaslandığı zaman çalışmamızda bulduğumuz B₃ vitamini değerleri genellikle USDA ve FRIDA ile daha uyumludur (Türkomp, 2021) (FİNELİ ,2021) (FRIDA, 2021) (USDA, 2021).

Tablo 4.3: Farklı ülkelerin veri tabanlarına göre 100 g için sebzede bulunan B₃ vitamini miktarları

Sebze Örneği	B ₃ vitamini µg/100 g				
	Bizim Çalışmamız	TÜRKOMP	USDA	FİNELİ	FRIDA
1-Havuç	1254±46	931	416	700	1140
2-Brokoli	972±36	755	553	1200	998
3-Brüksel Lahanası	1756±65	858	607	600	1660
4-Kabak	1490±55	476	464	300	685
5-Patates	971±36	1502	1220	600	1310
6-Salatalık	492±18	176	98	400	270
7-Kırmızı Biber	741±27	996	978	1500	1070
8-Domates	1125±42	613	594	800	862
9-Pazı	1071±40	760	360	380	683
10-Yeşil Biber	1224±45	885	480	300	686
11-Maydanoz	3496±129	1511	1310	2600	2640
12-Ispanak	1306±48	912	490	1700	1400
13-Kuru Soğan	458±17	419	116	2900	442
14-Taze Fasulye	1020±38	1627	614	1000	1050
15-Pırasa	673±25	365	200	900	804
16-Kıvırcık	618±23	277	375	600	527

Sebzelerin başlangıçtaki ve sindirim sonrası elde edilen B₁ vitamin miktarları Tablo 4.4.' de gösterilmiştir. Değerlendirmeye alınan sebzelerin sindirim öncesi B₁ vitamin değerleri 9 ile 85 µg/100 g arasında değişmektedir. Sindirim sonrasında B₁ vitamin miktarları 5 ile 63 µg/100 g arasındadır. Numunelerin başlangıçta elde edilen B₁ vitamin miktarları, sindirilmiş haldeki B₁ vitamin miktarları ile karşılaştırılmış ve biyoerişilebilirlikleri yüzde olarak hesaplanmıştır. Biyoerişilebilirlik değerleri %37 ile %100 arasındadır.

Tablo 4.4: Sebzelerde bulunan B₁ vitamininin sindirim öncesi, sindirim sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları

Numuneler	B ₁ vitamini µg/100 g		Biyoerişilebilirlik %
	Sindirim Öncesi	Sindirim Sonrası	
1-Havuç	30±1	17±1	57±3
2-Brokoli	13±1	8±0	62±3
3-Brüksel Lahanası	61±3	42±2	69±3
4-Kabak	29±1	29±1	100±5
5-Patates	85±4	63±3	74±3
6-Salatalık	9±0	5±0	56±3
7-Kırmızı Biber	14±1	11±0	79±4
8-Domates	10±0	8±0	80±4
9-Pazı	18±1	9±0	50±2
10-Yeşil Biber	31±1	23±1	74±3
11-Maydanoz	46±2	17±1	37±2
12-Ispanak	39±2	15±1	39±2
13-Kuru Soğan	45±2	37±2	82±4
14-Taze Fasulye	21±1	16±1	76±3
15-Pırasa	36±2	24±1	67±3
16-Kıvırcık	10±0	10±0	100±5

Sebzelerin başlangıçtaki ve sindirim sonrası elde edilen B₂ vitamin miktarları Tablo 4.5.' de gösterilmiştir. Değerlendirmeye alınan sebzelerin sindirim öncesi B₂ vitamin değerleri 23 ile 319 µg/100 g arasında değişmektedir. Sindirim sonrasında B₂ vitamin miktarları 11 ile 299 µg/100 g arasındadır. Numunelerin başlangıçta elde edilen B₂ vitamin miktarları, sindirilmiş haldeki B₂ vitamin miktarları ile karşılaştırılmış ve biyoerişilebilirlikleri yüzde olarak hesaplanmıştır. Biyoerişilebilirlik değerleri %33 ile %101 arasındadır.

Tablo 4.5: Sebzelerde bulunan B₂ vitamininin sindirim öncesi, sindirim sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları

Numuneler	B ₂ vitamini µg/100 g		Biyoerişilebilirlik%
	Sindirim Öncesi	Sindirim Sonrası	
1-Havuç	54±2	25±1	46±2
2-Brokoli	104±5	69±3	66±3
3-Brüksel Lahanası	211±10	159±7	76±3
4-Kabak	61±3	46±2	76±3
5-Patates	94±4	59±3	63±3
6-Salatalık	41±2	22±1	54±2
7-Kırmızı Biber	139±6	46±2	33±2
8-Domates	23±1	11±0	48±2
9-Pazı	284±13	199±9	70±3
10-Yeşil Biber	51±2	44±2	86±4
11-Maydanoz	297±13	299±14	101±5
12-Ispanak	319±14	173±8	54±2
13-Kuru Soğan	319±14	173±8	54±2
14-Taze Fasulye	56±3	39±2	70±3
15-Pırasa	102±5	83±4	81±4
16-Kıvırcık	88±4	43±2	49±2

Sebzelerin başlangıçtaki ve sindirim sonrası elde edilen Nikotinik Asit miktarları Tablo 4.6.'da gösterilmiştir. Değerlendirmeye alınan sebzelerin sindirim öncesi Nikotinik Asit miktarları 12 ile 665 µg/100 g arasında değişmektedir. Sindirim sonrasındaki Nikotinik Asit miktarları ise 5 ile 108 µg/100 g arasındadır. Numunelerin başlangıçta elde edilen Nikotinik Asit miktarları, sindirilmiş haldeki Nikotinik Asit miktarları ile karşılaştırılmış ve biyoerişilebilirlikleri yüzde olarak hesaplanmıştır. Biyoerişilebilirlik değerleri %4 ile %95 arasındadır.

Tablo 4.6: Sebzelerde bulunan Nikotinik Asidin sindirim öncesi, sindirim sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları

Numuneler	B ₃ vitamini µg/100 g		
	Nikotinik Asit µg/100g		
	Sindirim Öncesi	Sindirim Sonrası	Biyoerişilebilirlik%
1-Havuç	82±4	37±2	45±2
2-Brokoli	62±3	46±2	74±3
3-Brüksel Lahanası	132±6	32±1	24±1
4-Kabak	183±8	108±5	59±3
5-Patates	665±30	24±1	4±0
6-Salatalık	51±2	5±0	10±0
7-Kırmızı Biber	289±13	46±2	16±1
8-Domates	149±7	33±1	22±1
9-Pazı	53±2	40±2	76±3
10-Yeşil Biber	405±18	57±3	14±1
11-Maydanoz	411±19	78±4	19±1
12-Ispanak	42±2	23±1	55±2
13-Kuru Soğan	12±1	7±0	58±3
14-Taze Fasulye	19±1	18±1	95±4
15-Pırasa	20±1	8±0	40±2
16-Kıvırcık	35±2	10±0	29±1

Sebzelerin başlangıçtaki ve sindirim sonrası elde edilen Nikotinamid miktarları Tablo 4.7.'de gösterilmiştir. Değerlendirmeye alınan sebzelerin sindirim öncesi Nikotinamid miktarları 306 ile 3086 µg/100 g arasında değişmektedir. Sindirim sonrasındaki Nikotinamid miktarları ise 30 ile 1144 µg/100 g arasındadır. Numunelerin başlangıçta elde edilen Nikotinamid miktarları, sindirilmiş haldeki Nikotinamid miktarları ile karşılaştırılmış ve biyoerişilebilirlikleri yüzde olarak hesaplanmıştır. Biyoerişilebilirlik değerleri %3 ile %82 arasındadır.

Tablo 4.7: Sebzelerde bulunan Nikotinamidin sindirim öncesi, sindirim sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları

Numuneler	B ₃ vitamini µg/100 g		
	Nikotinamid µg/100 g		
	Sindirim Öncesi	Sindirim Sonrası	Biyoerişilebilirlik%
1-Havuç	1172±53	273±12	23±1
2-Brokoli	910±41	598±27	66±3
3-Brüksel Lahanası	1625±74	1144±52	71±3
4-Kabak	1307±59	82±4	6±0
5-Patates	306±14	67±3	22±1
6-Salatalık	442±20	45±2	10±0
7-Kırmızı Biber	451±20	316±14	70±3
8-Domates	977±44	30±1	3±0
9-Pazı	1019±46	293±13	29±1
10-Yeşil Biber	819±37	209±9	26±1
11-Maydanoz	3086±140	449±20	15±1
12-Ispanak	1264±57	338±15	27±1
13-Kuru Soğan	447±20	71±3	16±1
14-Taze Fasulye	1001±45	816±37	82±4
15-Pırasa	653±30	374±17	57±3
16-Kıvırcık	583±26	117±5	20±1

Sebzelerin başlangıçtaki ve sindirim sonrası elde edilen toplam B₃ vitamini miktarları Tablo 4.8.'de gösterilmiştir. Değerlendirmeye alınan sebzelerin sindirim öncesi B₃ vitamini miktarları 459 ile 3497 µg/100 g arasında değişmektedir. Sindirim sonrasındaki B₃ vitamini miktarları ise 50 ile 1176 µg/100 g arasındadır. Numunelerin başlangıçta elde edilen B₃ vitamini miktarları, sindirilmiş haldeki B₃ vitamini miktarları ile karşılaştırılmış ve biyoerişilebilirlikleri yüzde olarak hesaplanmıştır. Biyoerişilebilirlik değerleri %5 ile %81 arasındadır.

Tablo 4.8: Sebzelerde bulunan toplam B₃ vitamininin sindirim öncesi, sindirim sonrası miktarları ve biyoerişilebilirlik oranları

Numuneler	B ₃ vitamini µg/100 g		Biyoerişilebilirlik%
	Sindirim Öncesi	Sindirim Sonrası	
1-Havuç	1254±57	310±14	24±13
2-Brokoli	972±44	644±29	66±29
3-Brüksel Lahanası	1757±80	1176±53	66±53
4-Kabak	1490±67	190±9	12±8
5-Patates	971±44	91±4	9±4
6-Salatalık	493±22	50±2	10±2
7-Kırmızı Biber	740±33	362±16	48±16
8-Domates	1126±51	63±2	5±2
9-Pazı	1072±48	333±15	31±15
10-Yeşil Biber	1224±55	266±12	21±12
11-Maydanoz	3497±159	527±24	15±23
12-Ispanak	1306±59	361±16	27±16
13-Kuru Soğan	459±21	78±3	16±3
14-Taze Fasulye	1020±46	834±38	81±37
15-Pırasa	673±31	382±17	56±17
16-Kıvırcık	618±28	127±5	20±5

BEŞİNCİ BÖLÜM

TARTIŞMA

Çoğu vitamin için biyoerişilebilirliği ölçmek, gıdaların besin değerini değerlendirmek için yeterli bir yöntemdir (Etcheverry vd., 2012).

Çalışmamızda Türkiye, Amerika, Danimarka ve Finlandiya'ya özgü beslenme rehberlerindeki değerler esas alınarak seçilen sebzelerdeki B₁, B₂ ve B₃ vitamin miktarları karşılaştırılmıştır. Sonraki aşamada ise belirlenen sebzelerin B₁, B₂ ve B₃ vitamini değerlerinin *in vitro* gastrointestinal sistemde biyoerişilebilirliği incelenmiştir.

Mudgil ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada ekmeğe diyet lifi eklenmesinin ekmeğin belirli hacim, doku, gözeneklilik veya renk gibi özelliklerini değiştirebildiğini saptamışlardır (Mudgil vd., 2016).

Kürek ve arkadaşları tarafından yapılan bir başka çalışmada ise 6.17–6.20 g/100 g diyet lifi içeren buğday ekmeklerinde B₁ vitamini biyoerişilebilirliği %69,1 ile %91,2 arasında bulunmuştur. Buğday ekmeğindeki diyet lifinin partikül boyutunun azaltılmasının B₁, B₂ ve B₃ vitaminlerinin biyoerişilebilirliklerini olumsuz etkilediği görülmüştür. Bunun nedeni ise diyet lifi partikül boyutunun azalması sonucu ortaya daha fazla hidroksil grubu çıkması ve hidroksil gruplarının B₁ vitamini ile etkileşime girerek B₁ vitamininin biyoerişilebilirliğini azaltmasıdır (Kürek vd., 2017).

Diyet lifinin partikül boyutunun düşürülmesi, hidroksil gruplarının daha yüksek derecede yüzey gelişimine neden olabilir. Bu nedenle, açığa çıkan hidroksil grupları, suda çözünür vitaminlerin biyoerişilebilirliğini düşürebilmektedir (Jacobs vd., 2015). Aynı zamanda diyet lifi, antioksidanlar veya vitaminler gibi suda çözünen maddelerin biyoerişilebilirliğini de azaltabilir (Palafos-Carlos vd., 2011).

Gıdada, B₁ vitamininin fosforile formları sıklıkla proteinlere kovalent olmayan bir şekilde bağlanır (Ball, 2008). Pepsin, mide ortamındaki proteinleri parçalar. Pepsin, alt gastrik pH'da (2'nin altında) daha yüksek aktivite gösterir (Li-Chan ve Nakai, 1989).

Akça ve arkadaşlarının tahıl bazlı bebek mamalarında tiaminin biyoerişilebilirliği üzerine mide pH'ları 1.5 ve 4'te yaptıkları bir çalışmada biyoerişilebilirlik değerleri sırasıyla %81 ve %65 olarak bulunmuştur. Çalışmada artan gastrik pH ile tiamin biyoerişilebilirliğinin düştüğü gözlemlenmiştir (Akça vd., 2019).

Yaptığımız çalışmada kullanılan sebzelerin 7 tanesi çiğ olarak değerlendirilirken, 9 tanesi 8-10 dakika haşlanmıştır. Değerlendirmeye alınan sebzelerin B₁ vitamini biyoerişilebilirlikleri yüzde olarak hesaplanmıştır. Maydanozun biyoerişilebilirliği %37 ile en düşük iken, yeşil kabak ve kıvırcığın biyoerişilebilirliği %100 ile en yüksektir.

Hayvansal gıdalarda B₂ vitamininin biyoyararlanımı bitki bazlı gıdalara göre daha yüksektir (Ball, 2008).

Flavinler proteinlere kovalent olmayan bir şekilde bağlanır. Ayrıca flavinlerin çoğunun polipeptitlere bağlıdır bu nedenle daha yüksek gastrik pH'da proteinlerden daha az flavin salınır. Riboflavinin biyolojik olarak erişilebilirliğini değerlendirildiğinde; partikül boyutu, diyet lifi ve mide pH'ının riboflavinin salınımını ve emilim oranını etkilediği düşünülebilir (Akça vd., 2019)

Kürek ve arkadaşları tarafından yapılan buğday ekmeklerinde B₂ vitamini biyoerişilebilirliği %40,9-50,2 arasında bulunmuştur.

Akça ve arkadaşlarının B₂ vitamininin biyoerişilebilirliği üzerine ticari olarak temin edilebilen tahıl bazlı bebek mamalarında yaptıkları bir çalışmada mide pH'ları sırasıyla 1.5 ve 4'tür. B₂ vitamininin biyoerişilebilirliği gastrik pH 1.5 ve 4'te sırasıyla %66-97 ve %46-85 arasında bulunmuştur. Bu çalışmada B₂ vitaminindeki en yüksek düşüş gastrik pH 4'te rapor edilmiştir (Akça vd., 2019)

Değerlendirmeye alınan sebzelerin B₂ vitamini biyoerişilebilirlikleri yüzde olarak hesaplanmıştır. Kırmızı biberin biyoerişilebilirliği %33 ile en düşük iken, maydanozun biyoerişilebilirliği %101 ile en yüksektir.

Akça ve arkadaşlarının nikotik ve nikotinamidin biyoerişilebilirliği üzerine yaptıkları bir çalışmada mide pH'ları sırasıyla 1.5 ve 4'tür. Nikotik asit ve nikotinamidin biyoerişilebilirliği sırasıyla %39 ve %51 bulunmuştur. Çalışmada artan gastrik pH ile nikotik asit ve nikotinamid biyoerişilebilirliklerinin sırasıyla %33 ve %41'e düştüğü bulunmuştur. Niasin polipeptitlere bağlandığı için düşüşlerin nedeni,

mide pH'ı arttıkça polipeptitlerden nikotinik asit ve nikotinamid salınımının azalması olabilir (Akça vd., 2019).

Değerlendirmeye alınan sebzelerin Nikotinik Asit ve Nikotinamid biyoerişilebilirlikleri yüzde olarak hesaplanmıştır. Biyoerişilebilirlik değerleri Nikotinik Asit için %4 ile %95 arasında iken, Nikotinamid için %3 ile %82 arasındadır.

Dehidrasyon, mikrobiyal büyümeyi kısıtlayan, gıdaların raf ömrünü artıran ve böylece biyoaktif bileşenlerin içeriğini ve biyoerişilebilirliğini etkileyen bir tekniktir. Oghbaei ve Prakash'ın 2013 ve 2015 yıllarına yaptıkları çalışmalarda yeşil gram-amaranth yaprakları karışımında ve nohut-amaranthus biyoerişilebilirlikleri incelenmiş ve dehidrasyonun biyoerişilebilirliği arttırdığı görülmüştür (Oghbaei ve Prakash, 2013; Oghbaei ve Prakash, 2015).

Meyve ve sebze bazlı ürünlerin kalitesi işleme yöntemlerinden etkilenir. Koh & Loh, 2018 tarafından yürütülen bir çalışmada, termal işlemlerin balkabağı ve balkabağında β -karotenin biyolojik olarak erişilebilirliğini arttırdığı gözlemlendi. Çiğ balkabağı ve çiğ balkabağı içindeki biyoerişilebilir β -karoten sırasıyla %10.56 ve %1.65 idi. β -karoten'in derin yağda kızartılmış balkabağı (%68.86) ve balkabağı (%22.32) içindeki biyoerişilebilirliği, her iki numunede de derin kızartma yöntemiyle β -karotenin biyoerişilebilirliğinin arttığını gösteren ham numunelerinden önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur (Koh ve Loh, 2018).

Hornero-Méndez ve Mínguez-Mosquera yaptıkları bir çalışmada havuç pişirme sırasında ısı işlemin karotenlerin miselizasyonu üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu ve böylece havuçlarda karotenoidlerin biyolojik olarak erişilebilirliğini önemli ölçüde iyileştirdiğini gözlemlemişlerdir. Buna ek olarak havucun biyoerişilebilirliğinin pişmiş havuçta (%52) çiğ havuçtan (%29) daha yüksek olduğu sonucuna varmışlardır (Hornero-Méndez ve Mínguez-Mosquera, 2007).

Sebzelerde B₁, B₂ ve B₃ vitamini biyoerişilebilirliği üzerine yaptığımız çalışmada havucun ısı işlem gördükten sonraki biyoerişilebilirliği sırasıyla %57 \pm 3, %46 \pm 2 ve %45 \pm 2 olarak bulunmuştur. Sonuçlarımız Hornero-Méndez ve Mínguez-Mosquera'nın yaptıkları çalışmadaki ısı işlem gören havucun biyoerişilebilirlik değerlerine yakındır.

SONUÇ

Sebzeler yüksek diyet lifi içeriklerinin yanı sıra vitamin ve minerallerden de zengin olmaları ile günlük beslenmemizin vazgeçilmez bir parçasıdır. Bu çalışma, sebzelerdeki B₁, B₂, B₃ vitamini içeriğinin *in vitro* ortamda biyoerişilebilirliğini incelemek amacıyla yapılmıştır ve bu vitaminlerin sindirimden etkilendiğini ortaya koymuştur.

B₁, B₂, B₃ vitaminlerinin biyoerişilebilirlik değerleri birbirinden farklıdır. Bu nedenle, bu vitaminlerin sebzelerdeki biyoerişilebilirliklerini bilmek, gereksinimlerin ne kadarının karşılandığı öğrenmek açısından önemlidir. Beslenme uzmanları günlük alınması gereken vitamin miktarlarını, besinlerde oluşan pişirme kayıpları veya besinlerdeki biyoerişilebilirlik miktarlarını göz ardı ederek çiğ besin değerleri üzerinden hesaplamaktadır.

Vitaminlerin yapısına veya biçimlerine göre hem biyoerişilebilirlikte hem de biyoyararlanımda önemli kayıplar vardır. Gastrointestinal sistem pH'ı, sıcaklık ve stabilite gibi durumların vitaminlerin biyoerişilebilirliğini önemli ölçüde etkilediği düşünülmektedir.

Genel olarak B₁ ve B₂ vitamini yüksek ısı, ışık ve pH'a dayanıklı değildir. Bunların aksine B₃ vitamini ısı, ışık ve asit ortamına karşı daha dayanıklıdır. Çalışmamızın sonuçlarında en yüksek biyoerişilebilirlik değerlerini B₁ vitamininde çiğ olarak değerlendirmeye alınan kabak (%100) ve kıvırcık (%100) 'ta, B₂ vitamininde ise yine çiğ olarak değerlendirmeye alınan maydanoz (%101) ve yeşil biber (%86) 'de gözlemledik. Biyoerişilebilirlik hem sıcaklığa hem de asitliğe daha duyarlı olmasına rağmen B₃ vitamininin Nikotik Asit ve Nikotinamid formlarında B₁ ve B₂ vitaminine kıyasla önemli ölçüde azalmıştır. B₃ vitamininde bulunan en yüksek biyoerişilebilirlik değeri haşlama yöntemi ile pişirilen taze fasulyeye (%81) aittir.

Sonuç olarak çalışmamızdaki B₁, B₂ ve B₃ vitaminlerinin biyoerişilebilirliği genel olarak incelendiğinde en düşük değerlerin B₃ vitamininin Nikotik Asit ve Nikotinamid formlarında olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalar ile bizim çalışmamız arasındaki sonuçların bazılarının tutarsız olması toplum sağlığı için

böylesine önemli bir konuda daha çok çalışma yapılması ve literatürdeki boşluğun doldurulması gerektiğini göstermektedir.



KAYNAKÇA

- Akça, S. N., Sargin, H. S., Mızrak, Ö. F., & Yaman, M. (2019). Determination and assessment of the bioaccessibility of vitamins B1, B2, and B3 in commercially available cereal-based baby foods. *Microchemical Journal*, 150, 104192.
- Bahadıroğlu, S., Büyükberber, S. G., Gürbüz, S., Nakkaş, E. Ç., & Şahin, A. ORGANİZMAMIZ İÇİN NİASİN.
- Bailey, A. L., Finglas, P. M., Wright, A. J. A., & Southon, S. (1994). Thiamin intake, erythrocyte transketolase (EC 2.2. 1.1) activity and total erythrocyte thiamin in adolescents. *British Journal of Nutrition*, 72(1), 111-125.
- Ball, G. F. (2005). *Vitamins in foods: analysis, bioavailability, and stability*. CRC press.
- Ball, G. F. (2008). *Vitamins: their role in the human body*. John Wiley & Sons.
- Ball, G. F. M. (2004). *Vitamins: Their Role in the Human Body*.[sl] Blackwell Publishing Ltd.
- Baysal A. [2015]. *Beslenme*. Ankara: Hatipoğlu Yayınları. (ISBN: 978-9757527732)
- Baysal, A. (2000). *Genel Beslenme*, Hatipoğlu Yayınları. 10. Basım, Ankara.
- Baysal, A. (2011). *Beslenme*. Hatiboğlu Basım ve Yayım.
- Benito, P., & Miller, D. (1998). Iron absorption and bioavailability: an updated review. *Nutrition Research*, 18(3), 581-603.
- Bingöl, G. (1977). Vitaminler ve enzimler.
- Cemeroğlu, B. (2007). Gıda analizleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, 34, 168-171.
- Combs Jr, G. F., & McClung, J. P. (2016). *The vitamins: fundamental aspects in nutrition and health*. Academic press.

- Çatak, J. (2019). Determination of niacin profiles in some animal and plant based foods by high performance liquid chromatography: association with healthy nutrition. *Journal of animal science and technology*, 61(3), 138.
- Düreyt, Z. (2000). *Sporcuların Beslenme Alışkanlıkları*. UÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa (Danışman: Yard. Doç. Dr. NH Korkmaz).
- Erman, Y., & Özçelik, A. Ö. Erkek ve kadınların diyet-kanser ilişkisi hakkında bilgi ve inanışlar.
- Eshak, E. S., & Arafa, A. E. (2018). Thiamine deficiency and cardiovascular disorders. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 28(10), 965-972.
- Etcheverry, P., Grusak, M. A., & Fleige, L. E. (2012). Application of in vitro bioaccessibility and bioavailability methods for calcium, carotenoids, folate, iron, magnesium, polyphenols, zinc, and vitamins B6, B12, D, and E. *Frontiers in physiology*, 3, 317.
- FINELİ.2021 <https://fineli.fi/fineli/en/index> , Erişim Tarihi 16.06.2021
- Finglas, P. M. (1993). Thiamin. *International journal for vitamin and nutrition research*, 63(4), 270-274.
- FRIDA.2021. <https://frida.fooddata.dk/> , Erişim Tarihi 16.06.2021
- Garjonyte, R., Malinauskas, A., & Gorton, L. (2003). Investigation of electrochemical properties of FMN and FAD adsorbed on titanium electrode. *Bioelectrochemistry*, 61(1-2), 39-49.
- Gibson, G. E., Hirsch, J. A., Fonzetti, P., Jordon, B. D., Cirio, R. T., & Elder, J. (2016). Vitamin B1 (thiamine) and dementia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1367(1), 21.
- Grande, F., & Vincent, A. (2020). The Importance of Food Composition Data for Estimating Micronutrient Intake: What Do We Know Now and into the Future?. *Global Landscape of Nutrition Challenges in Infants and Children*, 93, 39-50.

- Greenfield, H., & Southgate, D. A. (2003). *Food composition data: production, management, and use*. Food & Agriculture Org.
- Guyton, J. R., Blazing, M. A., Hagar, J., Kashyap, M. L., Knopp, R. H., McKenney, J. M., ... & Niaspan-Gemfibrozil Study Group. (2000). Extended-release niacin vs gemfibrozil for the treatment of low levels of high-density lipoprotein cholesterol. *Archives of internal medicine*, *160*(8), 1177-1184.
- Håglin, L., Domellöf, M., Bäckman, L., & Forsgren, L. (2020). *Clinical Nutrition ESPEN*.
- Hornero-Méndez, D., & Mínguez-Mosquera, M. I. (2007). Bioaccessibility of carotenes from carrots: Effect of cooking and addition of oil. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *8*(3), 407-412.
- Hulshof, K. F., Löwik, M. R., Kistemaker, C., Hermus, R. J., ten Hoor, F., & Ockhuizen, T. (1993). Comparison of dietary intake data with guidelines: some potential pitfalls (Dutch nutrition surveillance System). *Journal of the American College of Nutrition*, *12*(2), 176-185.
- Institute of Medicine, Institute of Medicine (US). *Food, Nutrition Board, & Institute of Medicine Staff*. (1998). Dietary reference intakes: a risk assessment model for establishing upper intake levels for nutrients. National Academies Press.
- Jacobs, P. J., Hemdane, S., Dornez, E., Delcour, J. A., & Courtin, C. M. (2015). Study of hydration properties of wheat bran as a function of particle size. *Food Chemistry*, *179*, 296-304.
- Jaworska, G. (2005). Nitrates, nitrites, and oxalates in products of spinach and New Zealand spinach: Effect of technological measures and storage time on the level of nitrates, nitrites, and oxalates in frozen and canned products of spinach and New Zealand spinach. *Food chemistry*, *93*(3), 395-401.
- Kiela, P. R. (2010). Unraveling the pathophysiology of alcohol-induced thiamin deficiency. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*, *299*(1), F26-F27.
- Kirkland, J. B., & Meyer-Ficca, M. L. (2018). Niacin. *Advances in food and nutrition research*, *83*, 83-149.

- Koh, S. H., & Loh, S. P. (2018). In vitro bioaccessibility of β -carotene in pumpkin and butternut squash subjected to different cooking methods. *International Food Research Journal*, 25(1), 188-195.
- Kökosmanlı, M., & Keleş, F. (1996). Pektik maddeler ve sağlık üzerine etkileri. *Gıda Sanayi*, 44, 27-29.
- Kurek, M. A., Wyrwisz, J., Karp, S., & Wierzbicka, A. (2017). Particle size of dietary fiber preparation affects the bioaccessibility of selected vitamin B in fortified wheat bread. *Journal of cereal science*, 77, 166-171.
- Lešková, E., Kubíková, J., Kováčiková, E., Košická, M., Porubská, J., & Holčíková, K. (2006). Vitamin losses: Retention during heat treatment and continual changes expressed by mathematical models. *Journal of Food Composition and analysis*, 19(4), 252-276.
- Li-Chan, E., & Nakai, S. (1989). Enzymic dephosphorylation of bovine casein to improve acid clotting properties and digestibility for infant formula. *Journal of Dairy Research*, 56(3), 381-390.
- Lee, S. J., Lee, S. Y., Chung, M. S., & Hur, S. J. (2016). Development of novel in vitro human digestion systems for screening the bioavailability and digestibility of foods. *Journal of Functional Foods*, 22, 113-121.
- McDougall, G. J., Dobson, P., Smith, P., Blake, A., & Stewart, D. (2005). Assessing potential bioavailability of raspberry anthocyanins using an in vitro digestion system. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(15), 5896-5904.
- Meyer-Ficca, M., & Kirkland, J. B. (2016). Niacin. *Advances in Nutrition*, 7(3), 556-558.
- Mudgil, D., Barak, S., & Khatkar, B. S. (2016). Optimization of textural properties of noodles with soluble fiber, dough mixing time and different water levels. *Journal of Cereal Science*, 69, 104-110.
- Müftüoğlu, O. (2003). *Yaşasın hayat: Viva la vita!*. Doğan Kitap.

- National Cholesterol Education Program (US). Expert Panel on Detection, & Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. (2002). Third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III) (No. 2). The Program.
- Ndaw, S., Bergaentzle, M., Aoude-Werner, D., & Hasselmann, C. (2000). Extraction procedures for the liquid chromatographic determination of thiamin, riboflavin and vitamin B6 in foodstuffs. *Food Chemistry*, *71*(1), 129-138.
- Oghbaei, M., & Prakash, J. (2013). Effects of processing and digestive enzymes on retention, bioaccessibility and antioxidant activity of bioactive components in food mixes based on legumes and green leaves. *Food Bioscience*, *4*, 21-30.
- Oghbaei, M., & Prakash, J. (2015). Antioxidant components and their in vitro bioaccessibility in processed and stored chick pea and amaranth greens mix. *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition*, *10*(1-2), 44-49.
- Özkan, K. (2019). *Bazı geleneksel gıdalarımızın b grubu vitamin kompozisyonunun belirlenmesi ve sağlıklı beslenme açısından değerlendirilmesi* (Master's thesis, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Beslenme Diyetetik Anabilim Dalı).
- Palafox-Carlos, H., Ayala-Zavala, J. F., & González-Aguilar, G. A. (2011). The role of dietary fiber in the bioaccessibility and bioavailability of fruit and vegetable antioxidants. *Journal of food science*, *76*(1), R6-R15.
- Palus, V., Penderis, J., Jakovljevic, S., & Cherubini, G. B. (2010). Thiamine deficiency in a cat: resolution of MRI abnormalities following thiamine supplementation. *Journal of feline medicine and surgery*, *12*(10), 807-810.
- Pitkin, R. M., Allen, L., Bailey, L. B., & Bernfield, M. (2000). *Dietary Reference Intakes for Thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B6, folate, vitamin B12, Pantothenic acid, biotin and choline*. Washington, DC.
- Powers, H. J. (2003). Riboflavin (vitamin B-2) and health. *The American journal of clinical nutrition*, *77*(6), 1352-1360.

- Punna, R., & Rao Paruchuri, U. (2004). Effect of maturity and processing on total, insoluble and soluble dietary fiber contents of Indian green leafy vegetables. *International journal of food sciences and nutrition*, 55(7), 561-567.
- Rose-Sallin, C., Blake, C. J., Genoud, D., & Tagliaferri, E. G. (2001). Comparison of microbiological and HPLC–Fluorescence detection methods for determination of niacin in fortified food products. *Food Chemistry*, 73(4), 473-480.
- SAMUR, F. (2008). Vitaminler mineraller ve sağlığımız.
- Sandberg, A. S. (2005). Methods and options for in vitro dialyzability; benefits and limitations. *International journal for vitamin and nutrition research*, 75(6), 395-404.
- SAYGIN, M., Öngel, K., ÇALIŞKAN, S., YAĞLI, M., Has, M., Gonca, T., & Yücel, K. U. R. T. (2011). Süleyman Demirel Üniversitesi öğrencilerinin beslenme alışkanlıkları. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 18(2), 43-47
- SEZGİN, C., & ELİF, A. (2014). Meyve, Sebze ve Sağlımız. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 2(2), 46-51.
- Sriram, K., Manzanares, W., & Joseph, K. (2012). Thiamine in nutrition therapy. *Nutrition in Clinical Practice*, 27(1), 41-50.
- Şengül, M., & Keleş, F. (2005). Patatesin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine depolama şartlarının etkisi. *Gıda*, 30(2).
- Tang, X., Cronin, D. A., & Brunton, N. P. (2006). A simplified approach to the determination of thiamine and riboflavin in meats using reverse phase HPLC. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(8), 831-837.
- TBSA.(2010).<https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayatdb/Yayinlar/kitaplar/Beslenme-Bilgi-Serisi-2/Vitamin-Mineral-Sagligimiz.pdf>
- TBSA.(2010).<https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenmehareketli-hayatdb/Yayinlar/kitaplar/diger-kitaplar/TBSA-BeslenmeYayini.pdf>
adresinden alındı

Turkomp .2021. www.turkomp.gov.tr, Erişim Tarihi 13.06.2021

Turkomp .2021. www.turkomp.gov.tr, Erişim Tarihi 16.06.2021

USDA.2021. <https://fdc.nal.usda.gov> , Erişim Tarihi 16.06.2021

Vatansev, H. (2013). Vitamin ve mineral takviyeleri. Uluslararası 2. Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi Bildirim Kitabı, 296-311.

WHO, A. (1946). Constitution of the World Health Organization. *Am J Public Health Nations Health*, 36(11), 1315-1323.

World Health Organization. (2000). Pellagra and its prevention and control in major emergencies (No. WHO/NHD/00.10). World Health Organization.

Wyrwisz, J., Kurek, M., Karp, S., Moczowska, M., Stelmasiak, A., & Wierzbicka, A. (2017). Optimization of modified atmosphere gases composition used for storage of high-fiber muffins. *Journal of Food Process Engineering*, 40(3), e12494.

Yaman, M., & Nalbantoğlu, B. Herbisitlerin Buğday Yaprağındaki B Grup ve C Vitaminleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi.

Yaman, M., Çatak, J., Uğur, H., Gürbüz, M., Belli, İ., Tanyıldız, S. N., ... & Yaldız, M. C. (2021). The bioaccessibility of water-soluble vitamins: A review. *Trends in Food Science & Technology*.

Yates, AA, Schlicker, SA ve Suitor, CW (1998). Diyet referans alımları: Kalsiyum ve ilgili besinler, B vitaminleri ve kolin için öneriler için yeni temel. *Amerikan Diyetisyenler Derneği Dergisi* , 98 (6), 699-706.

Yeşil, M., & SARIÖZKAN, S. (2017). Dişi üreme sistemi açısından önemli bazı vitamin ve mineraller. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14(3), 201-208.

ÖZGEÇMİŞ

Büşra DEMİR

A. EĞİTİM

Lisans: İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 2020,
İstanbul

Yüksek Lisans: İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi 2021, İstanbul

