

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GIDA MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**İSPANAK İLAVE EDİLEN KEKLERDE BAZI B GRUBU
VİTAMİNLERİNİN VE LUTEİNİN BİYOERİŞİLEBİLİRLİK
VE GLİSEMİK İNDEKS DEĞERLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emine Büşra BAŞTÜRK

İstanbul

Mayıs, 2020

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GIDA MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**İSPANAK İLAVE EDİLEN KEKLERDE BAZI B GRUBU
VİTAMİNLERİNİN VE LUTEİNİN BİYOERİŞİLEBİLİRLİK VE
GLİSEMİK İNDEKS DEĞERLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emine Büşra BAŞTÜRK

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Merve TOMAŞ

İstanbul

Mayıs, 2020

ONAY

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gıda Mühendisliği Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Merve TOMAŞ

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YAMAN

Üye

Doç. Dr. Salih KARASU

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Ali GÜNEŞ

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “İSPANAK İLAVE EDİLEN KEKLERDE BAZI B GRUBU VİTAMİNLERİNİN VE LUTEİNİN BİYOERİŞİLEBİLİRLİK VE GLİSEMİK İNDEKS DEĞERLERİNİN İNCELENMESİ” 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.

Emine Büşra BAŞTÜRK

İmza

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösteren Değerli Tez Danışmanım Sayın Dr. Öğretim Üyesi Merve TOMAŞ' a;

Tüm analiz aşamalarında desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen Sağlık Bilimleri Dekan Yardımcısı ve Beslenme ve Diyetetik Bölüm Başkanı Sayın Dr. Öğretim Üyesi Mustafa YAMAN' a ve Ömer Faruk MIZRAK' a;

Bugünlere gelmemi sağlayan maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili anneme, babama ve mimar kardeşlerime sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Emine Büşra BAŞTÜRK

İstanbul-2020

ÖZET

ISPANAK İLAVE EDİLEN KEKLERDE BAZI B GRUBU VİTAMİNLERİNİN VE LUTEİNİN BİYOERİŞİLEBİLİRLİK VE GLİSEMİK İNDEKS DEĞERLERİNİN İNCELENMESİ

Emine Büşra BAŞTÜRK

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Merve TOMAŞ

Mayıs-2020, 62 sayfa

Dünya genelinde hububat ürünleri günlük diyetin büyük kısmını karşılamaktadır. Tüketicilerin fonksiyonel ürünlere yönelmesi besin değeri yüksek olan meyve ve sebze ilaveli gıdaların üretilmesinde artışa neden olmaktadır. Geliştirilen kek formülasyonları ile hem fonksiyonel ürün olarak hem de keklerin öncelikle duyuşal özelliklerini ve genel kalite parametrelerini iyileştirmek için çok yönlü çalışmalar yapılmaktadır. Zengin besin değerine sahip olduğu bilinen ıspanak (*Spinacia Oleracea*) sebzesiyle geleneksel tariflerle tüm dünyada çeşitli kekler yapılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, farklı ıspanak formülasyonları ile yapılan keklerde bazı B grubu vitaminlerinin (B₁, B₂, B₃ ve B₉) ve luteinin, başlangıç ve *in vitro* değerlerinin kromatografik yöntemler ile elde ederek, biyoerişilebilirliklerini ve vitaminlerin günlük alınması önerilen miktarlarının ne kadarını karşılayabileceğini incelemektir. Ayrıca, hazırlanan kek formülasyonlarının glisemik indeks değerine olan etkisinin tespit edilmesi hedeflenmiştir. Çalışma sonucunda B grubu vitaminlerinin ve luteinin biyoerişilebilirlik değerlerinden en yüksek olanları sırasıyla; B₁' de ıspanak sulu kek % 76.7, B₂' de ıspanak posalı kek % 97.0, B₃' de ıspanak pürelı kek % 82.1, B₉' da ıspanak pürelı kek % 23.83, luteinde ıspanak pürelı kek % 5.54 olarak bulunmuştur. Glisemik indeks sonuçlarına göre en düşük değer ıspanak pürelı ve posalı keklerde (% 50.2-50.6) tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ispanak, Vitaminler, İn Vitro, Biyoerişilebilirlik, Glisemik İndeks

ABSTRACT

INVESTIGATION OF BIOACCESSIBILITY AND GLYCEMIC INDEX VALUES OF SOME B GROUP VITAMINS AND LUTEIN IN CAKES WITH SPINACH ADDED

Emine Büşra BAŞTÜRK

Master's, Food Enginner

Thesis Advisor: Asst. Prof. Dr. Merve TOMAŞ

May-2020, 62 pages

The essential part of the daily diet is covered by grains around the world. There is an increase in the production of the vegetable-added-foods, caused by the consumer intention to the functional productions. With the cake formulation developments, there are some studies to improve both functional, sensorial and quality parameters of the cake formulations. All around the world, some cakes are baked by using traditional recipes with spinach (*Spinacia Oleracea*), which is known for its rich nutritional value. The main object of this study is to analyze bioaccessibility and the coverage of the daily values of some B-vitamins (B₁, B₂, B₃, and B₉) and lutein of the cakes that are made with different spinach formulations, by gathering the first values and in vitro values of the vitamins and the lutein via chromatographic methods. Furthermore, it is aimed to detect the effects of the cake formulations on the glycemic index. With the information gathered by the study, maximum bioaccessibility of the B-vitamins and the lutein are; cake with spinach water at B₁ with %76.7, cake with spinach marc at B₂ with %97.0, cake with spinach puree at B₃ with %82.1, cake with spinach puree at B₉ with %22.83, and cake with spinach puree at lutein with %5.54. With the glycemic index results, the minimum value (%50.2-50.6) is detected on the cakes with spinach puree and marc.

Keywords: Spinach, Vitamins, In Vitro, Bioaccessibility, Glycemic Index

İÇİNDEKİLER

ONAY.....	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ.....	ii
ÖNSÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
SEMBOLLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xi
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM	3
1. LİTERATÜR TARAMASI.....	3
1.1 Vitaminler	4
1.2 Ispanakta Lutein.....	10
1.3 Glisemik İndeks(Gİ)	12
1.4 Ispanağın Sağlıkla İlişkisi	12
İKİNCİ BÖLÜM.....	14
2. MATERYAL VE METOT.....	15
2.1 MATERYAL	15
2.2 B ₁ Vitamini (Tiyamin) Tayini.....	19
2.3 B ₂ (Riboflavin) Vitamini Tayini	20
2.4 B ₃ (Niasin) Vitamini Tayini	21
2.5 B ₉ (Folik Asit) Vitamini Tayini	21
2.6 Lutein Tayini.....	21
2.7 Glisemik İndeks Tayini.....	22
2.8 İstatistiksel Analiz.....	23
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	24
3. BULGULAR VE TARTIŞMALAR	24
3.1. B ₁ Vitamini Analiz Sonuçları	25
3.2 B ₂ Vitamini Analiz Sonuçları	27

3.3 B ₃ Vitamini Analiz Sonuçları	29
3.4 B ₉ Vitamini Analiz Sonuçları	33
3.5 Lutein Analiz Sonuçları	35
3.6 Glisemik İndeks Sonuçları	37
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	40
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	40
KAYNAKÇA.....	43
ÖZGEÇMİŞ.....	50



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1: İspanakta Bulunan Bazı Vitaminler ve Karotenoidler.....	3
Tablo 2.1: Bazı Vitaminlerin Günlük Alınması Önerilen Miktarları.....	16
Tablo 3.3: B ₂ Vitamini Analiz Sonuçları	28
Tablo 4.3: Nikotinic Asit Analiz Sonuçları	29
Tablo 3.5: Nikotinic Amid Analiz Sonuçları.....	30
Tablo 3.6: Toplam B ₃ Vitamini Analiz Sonuçları.....	31
Tablo 3.7: B ₉ Vitamini Analiz Sonuçları	34
Tablo 3.8: Lutein Analiz Sonuçları.....	35
Tablo 3.9: Glisemik İndeks Sonuçları.....	38

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: Vitaminlerin Sınıflandırılması	6
Şekil 1.2: Tiyaminin Kimyasal Yapısı	7
Şekil 1.3: Riboflavinin Kimyasal Yapısı	8
Şekil 1.4: Nikotinik Asidin Kimyasal Yapısı.....	9
Şekil 1.5: Piteromonoglutamik Asidin Kimyasal Yapısı	10
Şekil 1.6: Luteinin Kimyasal Yapısı	11



SEMBOLLER LİSTESİ

% : Yüzde

°C : Santigrat Derece

g : Gram

M : Molarite

mL : Mililitre

mg : Miligram

µg : Mikrogram

N : Normalite

nm : Nanometre

KISALTMALAR LİSTESİ

AMD	: Yaşa Bağlı Maküler Dejenarsyon
ACN	: Acetonitril
CA	: Selüloz-Asetat
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
FAD	: Flavin Adenin Dinükleotidinin
FMN	: Flavin Mono Nükleotidinin
Gİ	: Glisemik İndeks
HPLC	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
NAD	: Nikotinamid Adenin Dinükleotid
NADPH	: Nikotinamid Adenin Dinükleotid Fosfat
NAO	: Doğal Antioksidan Karışım Bileşiği
NTD	: Nöral Tüp Defektleri
RNA	: Ribo Nükleik Asit
TCA	: Trikloroasetik Asit
THFA	: Tetrahidro Folik Asit
THF	: Tetrahidrofuran
TPP	: Tiyamin pirofosfat
tHcy	: Yüksek Toplam Plazma Homosistein
UV	: Ultra Viyole

WHO : Dünya Sağlık Örgütü



GİRİŞ

Hububat ürünleri, dünya genelinde günlük diyetin büyük kısmını oluşturan ürünlerdir. Nüfus artışı, lojistiğin ilerlemesi ve yeni tekniklerin geliştirilmesi ile hazır gıda ürünlerinin hayatımızdaki yeri artmaktadır. Kekler bu hazır gıdaların içerisinde önemli bir yere sahiptir. Süt tozu, peynir, krema, kakao, taze veya kuru meyve, çeşitli baharat ve çeşitli aroma maddeleri kullanarak besleyici değeri yüksek, göz ve damak zevkine hitap eden birçok çeşitte kek üretimi yapılmaktadır (Yaralı, 2018). Son zamanlarda hızla büyüyen ve tüketici tarafından rağbet gören fonksiyonel gıda pazarında, çeşitli gıdaların fonksiyonel özellikleri arttırmaya yönelik çalışmalar sürekli yapılmaya devam etmektedir. Kek formülasyonları, fonksiyonel ürün özelliklerini arttırmanın dışında sağlıklı, raf ömrünü, mikrobiyolojik kalitesini iyileştirecek veya alerjen durumunu ortadan kaldıracak şekilde geliştirilen formülasyonlar ile de göze çarpmaktadır. Tüketicilerin fonksiyonel ürünlere yönelmesi sektördeki üreticilerin farklı ve daha sağlıklı ürünler geliştirmesine neden olmaktadır. Bilimsel araştırmalar da besinsel değeri yüksek meyve ve sebzelerin gıdalara ilavesi ile fonksiyonel gıda ürünleri üretilmesi artış göstermektedir (Gözükara, 2013; Uçar, 2011). Fonksiyonel gıda; içerdiği besin öğelerinin yeterliliği, çeşitliliği ve etkinliğinin yanı sıra bir veya birçok vücut fonksiyonuna iyi gelen, hastalık riskini azaltan, ilaç veya tablet formunda olmayan, etkileri bilimsel olarak onaylanmış besin maddeleri olarak tanımlanır (Aslan, 2019).

Kek gibi pişmiş ürünlerin popülerliği göz önüne alındığında, bu ürünlerin lifler, antioksidanlar gibi bileşikler ile zenginleştirilmesi, tüm dünyadaki insanların sağlık durumunu iyileştirmenin etkili bir yoludur. Kurutulmuş meyve ve sebze tozları, farklı vitaminler, doğal renklendiriciler, mineraller, lifler ve antioksidanlar için iyi bir kaynaktır. Bu nedenle, kurutulmuş meyve ve sebze tozlarının tipi ve miktarı kontrol edilerek, kekin besin değerinin zenginleştirilmesi ve ayrıca fizikokimyasal ve organoleptik özelliklerinin iyileştirilmesi sağlanabilir (Salehia ve Aghajanzadehb, 2020).

Besleyici değeri yüksek olan ıspanak (*Spinacia Oleracea*) sebzesi zengin bir β -karoten, B grubu vitaminleri, askorbik asit, K vitamini ve polifenol kaynağıdır (Schuphan 1961). Ispanak kalsiyum, magnezyum, potasyum ve demir içeriği ile de önem arz etmektedir.

Ispanak genellikle ülkemizde ve dünyada çeşitli yemek formlarında pişirilerek, garnitür olarak, börek harçlarında, salatada ve çeşitli gıda formülasyonlarında kullanılmaktadır. Ayrıca ıspanak taze olarak tüketildiği gibi dondurulmuş ve kurutulmuş formda da değerlendirilmektedir. Çalışkan-Koç, vd. (2019)' da yaptıkları çalışmada, kurutulmuş ıspanak tozu kek formülasyonuna buğday unu yerine farklı oranlarda eklenmişlerdir. Keklerin kalite parametreleri ve duyu analizi yapmışlardır. Ispanak tozu miktarı arttıkça nem içeriği ve su aktivitesi değerlerinde azalma meydana geldiğini ve kek renklerinde önemli değişimler gözlemlemişlerdir. Ayrıca, ıspanak tozu miktarı arttıkça C vitamini içeriğinde artış tespit etmişlerdir (Çalışkan-Koç, vd., 2019).

Bu çalışmada; ilk olarak farklı ıspanak formülasyonları ile yapılan keklerde bazı B grubu vitaminlerinin (B₁, B₂, B₃ ve B₉) ve luteinin başlangıç değerleri ve uygulanan *in vitro* sindirim modeli sonrası değerlerinin kromatografik yöntemler ile kıyaslanarak, biyoerişilebilirlik ve vitaminlerin günlük alınması önerilen miktarlarının ne kadarını karşılayabildiği incelenmiştir. Bunun yanı sıra ıspanak püresi, posası ve suyu da kontrol amacıyla değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmada vitamin kaybını minimuma indirmek için ıspanaklar çiğ olarak kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan örneklerin B grubu vitamin kompozisyonları literatürde yer almamaktadır. İkinci amaç olarak; ıspanak içerikli farklı formülasyonlarda ki keklerin glisemik indeks değerleri, kontrol keki ile karşılaştırılarak glisemik indeks değerine olan etkisi incelenmiştir. Son olarak geleneksel kek tarifi baz alınarak hazırlanan kek formülasyonlarının, elde edilen analiz sonuçlara göre fonksiyonel gıda olarak evlerde yapılabilmesi hedeflenmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. LİTERATÜR TARAMASI

Ispanak (*Spinacia Oleracea*), Amaranthaceae familyasına ait yenebilen yıllık bir bitkidir. Ispanak %91.38'i su olmasına rağmen besin değeri yüksek bir bitkidir. Lutein, β -karoten ve violaksantin gibi pek çok karotenoid içerir. Ispanak özellikle A, C, E, K ve özellikle folik asit vitaminlerini yüksek konsatrasyonda barındırır (Kavitha ve Ramadas, 2013). Magnezyum 116 mg/100g, kalsiyum 143 mg/100g, fosfor 29 mg/100g, demir 9.71 mg/100g, fosfat 529 mg/100g gibi çeşitli minareleri içerir (Turkkomp, 2019). Tablo 1.1' de ıspanağa ait bazı vitamin ve karotenoid bilgileri verilmiştir.

Tablo 1.1: Ispanakta Bulunan Bazı Vitaminler ve Karotenoidler (Turkkomp, 2019)

Ispanak	β -Karoten (μ g)	Lutein (μ g)	K ₁ (μ g)	B ₁ (mg)	B ₂ (mg)	B ₃ (mg)	B ₆ (mg)	B ₉ (μ g)	C(mg)
	7987	10012	336.4	0.088	0.198	0.96	0.149	264	35.7

¹Değerler 100g'lık porsiyon için verilmiştir.

Birleşmiş milletler gıda ve tarım örgütünün (FAO) 2017 yılına ait verilerine göre dünya geneli ıspanak üretimi toplamı 27.885.926 ton olup yine aynı yıl Türkiye ıspanak üretimi 222.177 tondur (Faostat, 2019).

1.1 Vitaminler

İnsan yaşamında elzem diyet faktörlerinden birisi de vitaminlerdir. Vücutta büyüme, gelişme ve enerji gerektiren olayları düzenleyen ve yeni dokuların yapısında gerekli olan temel öğelerdir. Gıdaların temel bileşenlerinden olan vitaminler, enzim ve hormonlar gibi aktif öğeler olup vücuttaki tepkimeleri düzene sokan biyokatalistlerdir. Vitaminlerin koenzimler gibi önemli metabolik görevleri vardır. Bazı gıdalarda provitamin veya öncü olarak bulunan vitaminler vücut içerisine girdikten sonra kimyasal değişikliğe uğrayarak aktif vitamin yapısına dönüşürler. Gıdalardaki vitaminlerin çeşitleri ve miktarları farklıdır. Dünyada ve ülkemizde yapılan araştırmalara göre bazı vitaminlerin günlük alınması gereken değerden daha az alındığı gözlenmiştir. Vitamin eksikliğinden kaynaklı hastalıkların önüne geçebilmek için diyetlerin gıdalarda bulunan vitamin değerleri dikkate alınarak hazırlanması gereklidir (Saldamlı, 2014).

Gıdaların üretimi sırasında uygulanan tekniklerin ve özellikle geleneksel pişirme yöntemleri (ilkel yöntemlerin) gıdalarda bulunan vitaminlerin farklılaşmasına ve kaybına neden olmaktadır. Bir gıdanın vitamin ve mineralleri diğer öğeler gibi kalite parametrelerinin oluşmasında önemlidir. Bu yüzden gıda üretiminde hammaddelerin vitamin ve mineral kaybını minimum seviyede olmasına özen gösterilmelidir. Ayrıca gelişen teknolojiler ve araştırmalarda, gıdaların vitamince zenginleştirilmesine yönelme oldukça fazladır (Saldamlı, 2014).

Vitaminlerin vücuttaki görevleri aşağıda sıralanmıştır ;

1. Koenzim veya öncüsü (niasin,tiyamin, biotin, vitamin B₆, vitamin B₁₂ ve folatlar)
2. Antioksidatif koruma sisteminin bir bileşeni (vitamin E, askorbik asit ve bazı karotenidler)
3. Genetik düzenleyiciler ile ilgili faktör olarak (vitamin A, Vitamin D ve diğerleri)
4. Bazı özel işlevlerde rol almaktadırlar. (vitamin K' nın karboksilasyon reaksiyonlarındaki konumu gibi)

Vitaminler gıdalar üretimden tüketime kadar pek çok süreçlerde kayba uğrayabilen gıda bileşenleridir. Bu kayıpların minimize edilmesi gerekmektedir. Gıdalarda oluşabilecek

kimyasal değişimler vitaminlerin stabilize özelliklerini de etkileyebildiği için bu özelliklerinde bilinmesi gerekmektedir (Saldamlı, 2014).

1.1.1 Vitaminlerin Biyoyararlılıkları

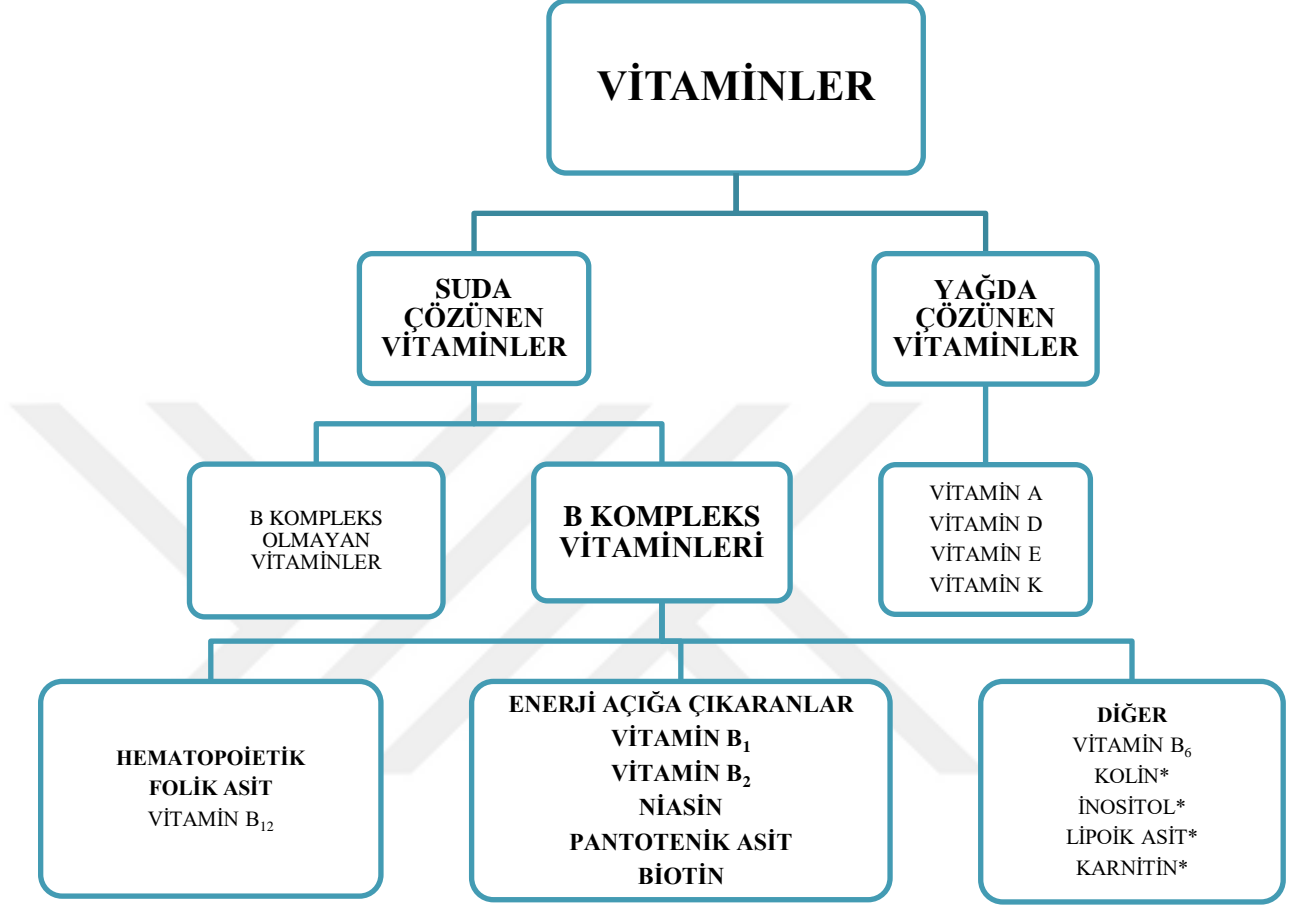
Biyoyararlanım; gıdaların sindiriminin genel süreci, bağırsak lümeninden emilim ve postprandiyal besin (vitamin) metabolizması olarak tanımlanmaktadır (Van den Berg, Van der Gaag and Hendrisk, 2002). Diyetle vücuda alınan besleyici herhangi bir gıdanın, sindirim sonrası absorpsiyonu ve vücut tarafından kullanılma düzeyidir.

Vitaminlerin biyoyararlılığını etkileyen faktörler;

- Vücuda alınan gıdaların bileşimi, gastrointestinal sistemenden geçiş süresini, emülsiyonu ve viskoziteyi etkiler.
- Vücuda alınan vitaminin hangi formda olduğu absorpsiyon düzeyini ve hızını etkiler.
- Vitamin ile gıda maddeleri arasındaki intereksiyonlar, vitamin absorpsiyonunu etkiler.

Gıdaların genelinin kompleks yapıda olması, gıda maddelerinin üretim aşaması ve depolama aşamasında uğradıkları kimyasal ve biyokimyasal değişimler, vitamin biyoyararlılığını etkileyebilmektedir (Saldamlı, 2014).

Gıdalarda (veya diyetle) bulunan yağ miktarı, yağda çözünen vitamin emilimi açısından daha az öneme sahiptir. Ancak yağ miktarı yağların sindirimi ve emilimini sağlamak için gereklidir. Özellikle çiğ sebzelerde veya yüksek lifli gıdalardan elde edilen vitaminlerin biyoyararlanımı, sınırlı sindirimi ve gıda matrisinden vitaminlerin yetersiz salınımı nedeniyle tehlikeye girebilir. Buda, çiğ sebze ve bitkisel kaynaklı gıdaları yüksek miktarda alan kişilerde vitamin eksikliği endişesi yaratabilir (Van den Berg, Van der Gaag and Hendrisk, 2002).



* Vitamin benzeri bileşikler

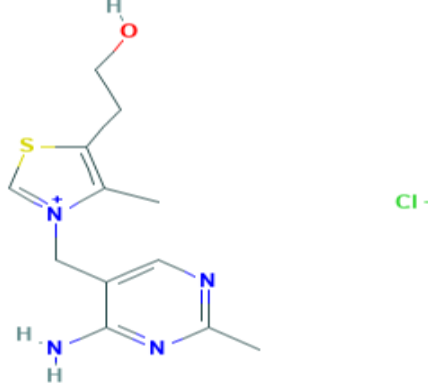
Şekil 1.1: Vitaminlerin Sınıflandırılması (Saldamlı,2014)

İnsan beslenmesi için 13 vitamin tanımlanmıştır. Bunlar Şekil 1.1’deki gibi çözündükleri ortama göre yağda çözünen ve suda çözünen vitaminler olarak ayrılmıştır.

1.1.2 Vitamin B₁ (Tiyamin, Aneurin)

Vitamin B₁, metilen gruplarına bağlanmış bir tiyazol ve pirimidin türevidir. Tiyamin pirofosfat (TPP) yapısında, önemli enzimlerin (transketolaz, fosfoketolaz, piruvat dehidrogenaz v.b) koenzimi durumundadır. Bitkisel ve hayvansal kaynaklı gıdalarda

bulunur (Saldamlı, 2014). Tiyaminin kapalı formülü $C_{12}H_{17}ClN_4OS$ ' dir. Kimyasal yapısı Şekil 1.2' de gösterilmiştir (Pubchem, 2020).

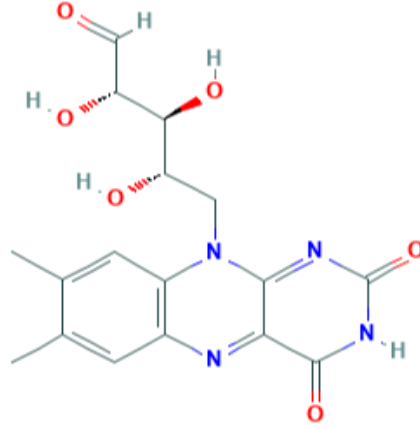


Şekil 1.2: Tiyaminin Kimyasal Yapısı

Gıdalarda serbest olarak tiyamin formunun yanında fosfat bağlı olarak tiyamin pirofosfat ve tiyamin mono-fosfat şeklinde bulunurlar (Yaman, 2019). Metabolizmada etkinlik gösteren en önemli formu tiyamin pirofosfat' tır. Tiyamin karbonhidrat metabolizmasında önemli üç enzim için, piruvat dehidrogenaz, alfa-ketoglutarat dehidrogenaz (iki enzim Krebs döngüsü için önemli) ve transketolaz (RNA sentezi ve NADPH üretim için önemli), kofaktördür (Saldamlı, 2014).

1.1.3 Vitamin B₂ (Riboflavin)

Vitamin B₂, flavin enziminin prostetik grubudur. 6,7 dimetil 9-(1'-D-ribitil) izoalloksozin yapısında bulunan ve büyüme faktörü olarak bilinen bileşiktir. Riboflavinin kapalı formülü $C_{17}H_{20}N_4O_6$ ' dır. Kimyasal yapısı Şekil 1.3' te gösterilmektedir (Pubchem, 2020).

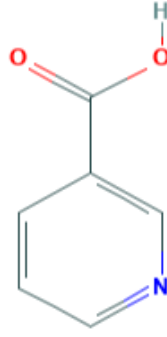


Şekil 1.3: Riboflavinin Kimyasal Yapısı

B₂ vitamini ise gıdalarda serbest olarak riboflavin, flavin mono nükleotit ve flavin adenin dinükleotit şeklinde bulunmaktadır. Riboflavin koenzim olarak hücrede oksidasyon-redüksiyon tepkimelerinde hidrojen taşımada görev alır. Flavinler memelilerde yaklaşık 50 enzimin kofaktörüdür. Riboflavin, enerji metabolizmasında, B₆ aktivasyonunda, glikojen sentezinde ve eritrosit üretiminde rol oynar (Saldamlı, 2014).

1.1.4 Vitamin B₃ (Niasin)

Vitamin B₃, nikotinik asit ve amid formdan oluşan bir yapıdır. Nikotinik asit kimyasal olarak piridin β-karboksilik asittir. Nikotinamid ise amid yapıya verilen isimdir. Nikotinik asidin kimyasal yapısı Şekil 1.4' te verilmiştir. Kapalı formülü C₆H₅NO₂ ' dir(Pubchem, 2020).

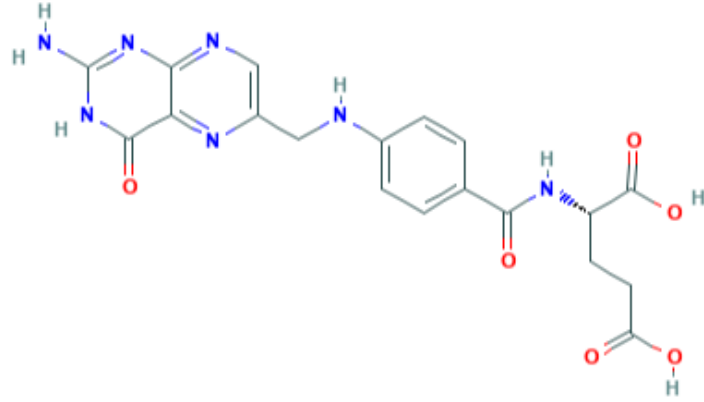


Şekil 1. 4: Nikotinik Asidin Kimyasal Yapısı

Nikotinamid, nikotinamid adenin dinükleotid (NAD) ve nikotinamid adenin dinükleotid fosfat (NADP) gibi iki protein enzim alıcısının yapısında bulunan elektron taşımasında görevli koenzimlerdir. Nikotinik asit koenzimleri krebs döngüsündeki kimyasal değişikliklere yardımcıdırlar. Gıdalarda niasin serbest ya da proteinlere bağlı olarak bulunurlar. Niasin karaciğerde triptofandan sentez yoluyla elde edilmektedir (Saldamlı, 2014).

1.1.5 Vitamin B₉ (Folik Asit, Folasin, Piterolmonoglutamik asit)

Folik asidin tetrahidrofolat derivatı metabolizmada tek karbonlu birimlerin enzimatik aktivasyonunda, bunların oksidatif ve redüktatif olarak biribilerine dönüşümünde kofaktör görevindedir. Piterolmonoglutamik asidin kimyasal yapısı Şekil 1.5' te verilmiştir. Kapalı formülü C₁₉H₁₉N₇O₆' dır(Pubchem, 2020). Tetrahidrofolik asit (THFA) metabolizmada tek karbon transferinde önemli rol oynamaktadır. Nükleik asitlerin yapımı (pürin, pirimidin ve DNA sentezinde) ve bazı aminoasitlerin birbirine dönüşmesinde kullanılmaktadır.



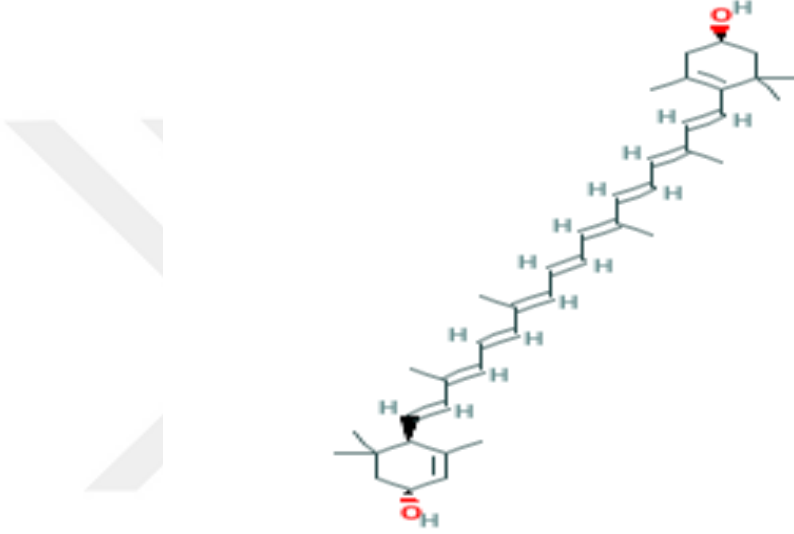
Şekil 1.5: Piteromonoglutamik Asidin Kimyasal Yapısı

Folik asit koenzimi, kan hücrelerinin yapımında, hücrelerin çoğalmasında, antikor oluşumunda ve lenfositlerin işlevlerini yerine getirmede önemlidir. Folat genel olarak büyüme ve gelişme fonksiyonlarının sürdürülebilmesinde önem arz etmektedir (Saldamlı, 2014). Vücutta eritrosit oluşumu için B₁₂ vitamini ile birlikte bulunması gerekmektedir (Ası,1999).

1.2 Ispanakta Lutein

Karotenoidler, bitkisel ve hayvansal ürünlerde sarıdan kırmızıya kadar renk veren yağda çözünen bileşiklerdir. Birbiri ardına dizilmiş sekiz izoprenoid birimlerinden oluşan tetraterpenlerdir. Yaklaşık 650 adet karotenoid bilinmektedir ve bunlardan 50 tanesi A vitaminine dönüşebilmektedir. Bu bileşikler ışık ve oksijene karşı duyarlı olmasına karşın yüksek sıcaklıklarda stabillerdir. Kimyasal yapılarına göre karotenoidler, oksijen içerenler (karotenler) ve oksijen içermeyenler (ksantofiller) olarak iki kısma ayrılır (Xavier, vd. 2018). Doğal olarak oluşan bir ksantofil pigmenti olan lutein, pro-vitamin A aktivitesi olmayan oksijenli bir karotenoiddir (JECFA,2005). Luteinin kimyasal yapısı Şekil 1.6' da verilmiştir. Kapalı formülü C₄₀H₅₆O₂' dir (Pubchem, 2020). İzomerik ksantofil, zeaksantin ile birçok gıdada, özellikle sebze ve meyvelerde görülür. Bitkisel kaynaklı

antioksidanlardan olan karotenoidler gıdalarda daha çok β -karoten, lutein, likopen olarak bulunur. β -karoten özellikle turuncu ve koyu yeşil yapraklı (havuç, kayısı, tere, roka vb.) ve likopen kırmızı renkli (domates ve karpuz vb.) sebze ve meyvelerde mevcuttur. Karotenoidlerin tayininde çeşitli analiz yöntemleri (spektrofotometrik, kalorimetrik, HPLC vb.) kullanılır (Bakan, Akbulut ve İnanç, 2014).



Şekil 1.6: Luteinin Kimyasal Yapısı

Gıda Katkıları Uzman Komitesi (JECFA) tarafından onaylanan Lutein için kabul edilebilir günlük alım miktarı vücut ağırlığına göre 0-2 mg/kg' ıdır(JECFA, 2005). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) görme bozukluğu ile ilgili katarakt, glokom ve yaşa bağlı maküler dejenerasyon (AMD) gibi çeşitli körlük nedenlerini belirlemiştir (Dünya Sağlık Örgütü, 2010). AMD ve katarakt insidansının önümüzdeki yıllarda artması beklenmektedir. Lutein, gıdalarda doğal bir renklendirici olarak, besin takviyesi olarak ve göz sağlığını iyileştirmek için fonksiyonel gıdalarda kullanılabilir(JECFA,2005; Gumus,2016). Halk sağlığı kurumları, bu göz sağlığı hastalıkları riskini azalttığı bilinen gıda bileşikleri alımını güçlendirmek için diyet ve takviyeleri temel alan stratejilerin geliştirilmesini talep etmektedir(Abdel-Aal, vd. 2013). Lahana, maydanoz ve ıspanak gibi yaygın olarak tüketilen yeşil sebzeler, insan retinasında biriken mükemmel lutein ve zeaksantin kaynaklarıdır Humphries ve Khachik, 2003; Bone, vd. 1988). Luteince zenginleştirilmiş

ürünlerinin geliştirilmesi, gıda endüstrisinin ilgisini çekmektedir. Çünkü bu tür yeni ürünler ile lutein kaynaklarının çeşitliliği artıracaktır. Bununla birlikte, esas olarak luteinin biyoyararlanım açısından etkinliklerini sağlamak için bilimsel kanıtlarda gereklidir (Xavier, vd. 2018).

1.3 Glisemik İndeks (Gİ)

Karbonhidratlar, normal bir insan diyetinde enerji alımının yaklaşık % 50-60' ını sağlar. Bu enerji ihtiyacı tahıllar, meyveler ve sebzeler gibi nişastalı gıdaların düzenli tüketimi ile karşılanır. Karbonhidratlar, gastrointestinal sistemdeki sindirim enzimleri tarafından aşamalı olarak parçalanır ve hücrel enerji gereksinimlerini karşılamak için çeşitli dokulara taşınır. 1981' de glisemik indeks, diyabetli kişilerde kan glikoz kontrolünü iyileştirmek için karbonhidratlı gıdaları fizyolojik sınıflandırmanın sayısal bir temeli olarak önerildi (Dan Ramdath, 2016). Tanım olarak, gıdaların glisemik indeksi karbonhidratlı gıdaların postprandiyal glisemik yanıtlarının, referans olarak seçilen bir gıdanın (beyaz ekmek veya glikoz) postprandiyal glisemik yanıtına oranıyla hesaplanan karbonhidrat emilim hızının sayısal ifadesi olarak geçmektedir (Sargın, 2019). Karbonhidrat açısından zengin gıdaların kan şekeri yükseltme potansiyelini, Gİ kullanılarak standartlaştırılmış bir madde ile sıralanabilmesi ve bu özelliğin diyabetli kişilerin diyet listelerinde bir yardımcı olarak kullanılabilmesi yaygın olarak kabul edilmektedir. Buna bağlı olarak karbonhidrattan zengin besinler düşük, orta veya yüksek glisemik indeksli besinler olarak gruplandırılmaktadır. Gİ referans aralıklarına göre ≤ 55 düşük Gİ' li, 56-69 orta Gİ' li ve ≥ 70 yüksek Gİ' li besinler olarak kabul edilmektedir (Dan Ramdath, 2016).

1.4 Ispanağın Sağlıkla İlişkisi

Fonksiyonel bir gıdanın, içerdiği biyoaktif besin ögeleri ve enerji potansiyeli ile immün sistemi desteklenmesi, metabolizma ve kilo kontrolü sağlama, kolesterol düzeyi ve kan

basıncını düzenlenmesi, kardiyovasküler risklerin azaltması, kanser oluşumunu baskılaması, şeker ve insülin metabolizmasını ayarlaması, zihinsel ve fiziksel performansı destekliyor olması gibi özelliklerden en az birini kapsamaya gerekmektedir (Aslan, 2019).

Rumeza, vd. (2006)' lerinin yaptığı araştırmada; seçtikleri sebzelerde suda çözünen vitaminlerin yani tiyamin, riboflavin, niasin ve askorbik asit gibi bazı sonuçları saptamışlardır. Seçtikleri sebzelerden ıspanağın tiyamin 0.13 mg/100g, riboflavin 0.15 mg/100g, niasin 0.9 mg/100g niasin ve askorbik asit 76 mg/100g içeren iyi bir suda çözünür vitamin kaynağı olduğu sonucuna varmışlardır. Sebzelerin normal vücut işlevi, bakımı ve hücre çoğaltılması için gereken yeterli miktarda besin sağladıklarını belirtmişlerdir. Uygun kombinasyonlarda sebze tüketiminin insanların sağlıklı yaşamlarını ve vücut fonksiyonlarının sürdürülmesi için gerekli olduğunu saptamışlardır.

Jiraungkoorskul (2016)' un yaptığı derleme makalesinde; Antioksidanlar, vitaminler, flavonoidler ve polifenolik bileşikler açısından zengin diyetler, Alzheimer hastalığının başlangıcını baskılamaya yardımcı olacaktır. *Spinacia oleracea* geleneksel şifalı bitkilerden biri olarak bilinir. Ispanaktaki mikrobeyinler, hastalıkları önleyebilen ve normal fizyolojik fonksiyon için gerekli olan bir dizi vitamin ve mineral içerir. Fitokimyasallar, kronik sağlık sorunları ve yaşlanma ile ilişkili diğer hastalıkları önleyebilen karotenoidler, flavonoidler ve fenolik bileşiklerdir. Sharma, vd. (2014)' lerinin yaptığı araştırmada; Bakteriye bir endotoksin olan lipopolisakarite karşı ıspanağın olası nöroprotektif mekanizmasını incelemiştir. 21 gün boyunca intraperitoneal yoldan ıspanak yaprağı ekstresi (50 mg/kg) verilen farelerde, lipopolisakarit kaynaklı davranış, biyokimyasal, nörokimyasal ve hücresel değişiklikleri önemli ölçüde azaltmıştır. Ispanak çoklu mekanizmalar kullanarak anti-Alzheimer etkisine sahip olduğunu gözlemlemiştir (Jiraungkoorskul, 2016). Ispanak, flavonoidler ve sinerjistik olarak anti-inflamatuar, antioksidan ve antikanser ajanlar olarak görev yapan diğer polifenolik aktif bileşenler gibi çeşitli aktif bileşiklerden oluşur. Birçok aktif bileşen içeren ıspanak yapraklarından izole edilen doğal antioksidan karışım (NAO) bileşiği bazı denek hayvanları üzerinde denenmiş herhangi toksiditeye rastlamamıştır. Ispanak özlerinin merkezi sinir sistemi koruması ile antikanser ve yaşlanma karşıtı fonksiyonları gibi sayısız yararlı etki gösterdiği gösterilmiştir (Liat Lomnitski, vd. 2003).

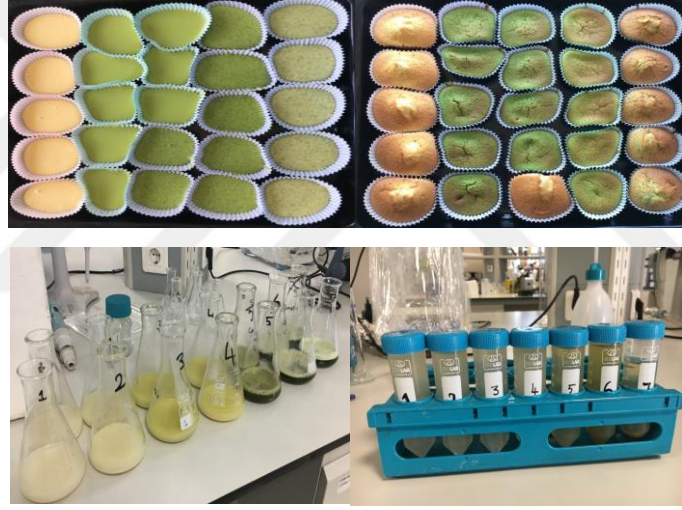
Brouwer, vd. (1999)' lerinin yaptıkları çalışmada; Yüksek toplam plazma homosistein (tHcy) konsantrasyonları, nöral tüp defektleri (NTD) ve kardiyovasküler hastalıklar için bir risk faktörü olarak kabul edilir. Folik asit takviyesi NTD' li çocuk sahibi olma riskini azalttığı ve her iki cinsiyette de tHcy düzeylerini düşürdüğü gözlemlenmiştir. Doğal folat diyeti ile folatın homosistein durumunun iyileştirilmesindeki etkinliği araştırıldı. 3 sağlıklı kişi grupları ile 4 haftalık diyet kontrollü sonucu folat durumları düzeldiğini ve tHcy konsantrasyonları azaldığını belirtmişlerdir. Tüketilen ilave folat ve folik asit miktarından, diyet folatının folik aside kıyasla nispi biyoyararlanımı, kullanılan son noktaya bağlı olarak % 60-98 olarak hesaplanmışlardır. Sonuç olarak, her iki iyi folat kaynağı olan sebze ve narenciye tüketiminin artırılması, folat durumunu iyileştirecek ve tHcy konsantrasyonlarını azaltabileceğini söylemişlerdir. Buda, insanlarda kardiyovasküler hastalık ve NTD' nin önlenmesine katkıda bulunabilir.

İKİNCİ BÖLÜM

2. MATERYAL VE METOT

2.1 MATERYAL

Bu çalışmada kullanılan örnekler; Sade kek, ıspanak pürelı kek, ıspanak posalı kek, ıspanak sulu kek, ıspanak püresi, ıspanak posası, ıspanak suyu olarak 7 tanedir. Öneklerin hammaddeleri yerel marketlerden, günlük ve taze olarak temin edilmiştir (İstanbul/TÜRKİYE). Çalışmalar İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi AR-GE Laboratuvarı`nda gerçekleştirilmiştir. Bazı analiz aşamaları Şekil 2.1`de özetlenmiştir.



Şekil 2.1: Bazı Analiz Aşamaları

Kek yapımında kullanılan malzemeler; 4 yumurta, 1,5 su bardağı şeker, 1 su bardağı süt, 1 su bardağı sıvı yağ, 1 paket kabartma tozu, 1 paket vanilin, 2,5 su bardağı un konularak karıştırıldı. 180°C de pişirildi. Örnekler analiz edilene kadar -80°C`de muhafaza edildi. Verilen klasik kek tarifine göre; sade kek, ıspanak pürelı kek (170 gram ıspanak püresi), ıspanak posalı kek (170 gram ıspanak posası), ıspanak sulu kek (170 gram ıspanak suyu) kullanılarak laboratuvar ortamında kek yapılmıştır.

Tablo 2.1: Bazı Vitaminlerin Günlük Alınması Önerilen Miktarları (NIH, 2019)

Vitaminler	B ₁ (mg)		B ₂ (mg)		B ₃ (mg NE*)		Folat (µg)	
	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın
İlk 6 ay	0.2	0.2	0.3	0.3	2	2	65	65
7-12 ay	0.3	0.3	0.4	0.4	4	4	80	80
1-3 yaş	0.5	0.5	0.5	0.5	6	6	150	150
4-8 yaş	0.6	0.6	0.6	0.6	8	8	200	200
9-13 yaş	0.9	0.9	0.9	0.9	12	12	300	300
14-18 yaş	1.2	1.0	1.3	1.0	16	14	400	400
19-50 yaş	1.2	1.1	1.3	1.1	16	14	400	400
51+ yaş	1.2	1.1	1.3	1.1				
Gebelik		1.4		1.4		18		600
Emzirme		1.4		1.6		17		500

*: Niasin Eşdeğeri

Analizlerini yaptığımız vitaminlerin, kişi gruplarına göre günlük alınması önerilen miktarları Tablo 2.1' de verilmiştir.

2.1.1 Analizlerde Kullanılan Malzemeler ve Markaları

HPLC (UFLC-Shimadzu), Analitik Ters Fazlı Kolon(Agilent Eclipse XCD- C18, 5µm, 4.6X150 mm), Analitik Kolon (Lichospher 60 RP-select B 5µm LiChro CART 250-4 HPLC cartridge), SAX kolon (Agilent Bond Elut), Analitik terazi (Radwag – AS 220.R2) (0.0001 g hassasiyetle), Manyetik karıştırıcı (Isolab Labor geröte GmbH), Etüv (Memmert) (130±3 °C'ye ayarlanabilen) pH metre (HANNA HI/2211PH/ORP Meter), Ultrasonik su banyosu (Selecta ultrasons H-D), çalkalamalı su banyosu (Memmert), Otoklav (Selecta Presoclave – II), Otomatik pipet (Axypet- autoclavable)(100/1000µl- 5/50µl- 2/200µl), 0,45 µm CA filter (Chromafil CA-45/25), ph metre (Digital Thermometer), Buzdolabı (Uğur), Su destilasyon cihazı (Direct-Q 3 UV ultrapure (type1)), Spektrofotometre (UV1280-Shimadzu)

2.1.2 Analizlerde Kullanılan Kimyasallar

Hidroklorik asit çözeltisi, sodyum hidroksit çözeltisi, potasyum ferrosiyaniür çözeltisi (%1), sodyum asetat çözeltisi (2.5 M), ortofosforik asit, taka diastaz, tiyamin stok, riboflavin stok, nikotinik asit ve nikotinamid stok çözeltisi, hidrojen peroksit, bakır sülfat ve monofosfat çözeltisi kullanılmıştır.

2.1.3 *In Vitro* Biyoerişilebilirlik Tayini

Çalışma kapsamında hazırlanan keklerde bulunan B₁, B₂, B₃ ve B₉ vitaminlerinin biyoerişilebilirliği, *in vitro* ortamda insan sindirim sistemine (ağız, mide ve ince bağırsak ortamları) benzetilerek belirlendi. Bu analizde Lee vd. (2016) tarafından önerilen yöntem kullanıldı.

Ağız:

0.058 gram α -amilaz ve 0.005 gram guar gum tartılarak erlene alındı ve hacmi 100 mL'ye deiyonize su ile tamamlanarak, ağız solüsyonu hazırlandı. Örneklerden 5'er gram erlenlere alınarak 10 mL deiyonize su ile iyice karıştırıldı. Hazırlanan ağız solüsyonundan her bir örneğe 5'er mL ilave edildi. 37°C' de 5 dakika Şekil 2.2' deki gibi su banyosunda inkübe edildi.



Şekil 2.2: Örneklerin İnkübasyonu

Mide:

0.2 gram albumin, 0.5 gram pepsin ve 0.3 gram guar gum tartılarak erlene alındı ve hacmi 100mL' ye 0.05 N HCl ile tamamlanarak, mide solüsyonu hazırlandı. Ağız ortamında inkübe edilen örneklere, 10 mL mide solüsyonu eklenerek 37°C' de 1-2 saat çalkalamalı su banyosunda inkübe edildi. Daha sonra Şekil 2.3' deki gibi örneklerin pH değerleri 7' ye ayarlandı.



Şekil 2.3: Örneklerin pH Değerlerinin Ayarlanması

İnce Bağırsak:

0.2 gram albumin, 0.9 gram pankreatin ve 0.3 gram lipaz tartılarak erlene alındı ve hacmi 100 mL' ye deiyonize su ile tamamlanarak, ince bağırsak solüsyonu hazırlandı. pH değerleri 7 yapılan örneklere 10mL ince bağırsak solüsyonundan eklenerek 37°C' de 2 saat çalkalamalı su banyosunda inkübe edildi. Örneklerin pH değerleri daha sonra TCA (Trikloroasetik asit) ile 4' e ayarlandı. Örneklerin hacmi 100 mL' ye deiyonize su ile tamamlandı ve adi filtre kağıdından süzdürülerek falkonlara alındı.

2.1.4 *In Vitro* Sindirim Sonrası Örneklerin Hazırlanması

1. B₃ vitamini analizi için süzdürülen örneklerden alınarak başka işlem yapılmadan cihaza enjekte edildi.

2. B₂ vitamini analizi için örneklerden 20mL falkon tüplere alınarak üzerlerine taka diastaz ve asit fosfataz enzimleri eklendi. 37°C' de 3 saat çalkalamalı su banyosunda inkübe edildi. 3 saat sonunda örneklerin hacimleri 0.1 N HCl ile 40 mL' ye tamamlandı. Örnekler süzdürülerek analize hazır hale getirildi.
3. B₁ vitamini analizi için B₂ vitamini örneklerinden 20mL falkon tüplere alındı. Her örneğe 1 mL potasyum ferrisiyanid eklenerek, pH' ları orto fosforik asitle 7' ye ayarlandı. Daha sonra örnekler süzdürülerek analize hazır hale getirildi.
4. Folik asit için sindirilmiş örneklerden 5 mL falkona tüplere alındı. 0.1 M fosfat tampondan örneklere 5' er mL eklendi. Örnekler 0.1 mL sıçan plazması ve 2-3 tavuk pankreatin eklenerek 37°C' de 2-3 saat çalkalamalı su banyosunda inkübe edildi. Daha sonra örnekler şartlandırılmış kolondan (SAX kolon) geçirilerek saflaştırıldı ve analize hazır hale getirildi.
5. Lutein analizi için sindirilmiş örneklerden 3 mL falkona tüplere alındı. Örnekler hekzan/etanol/aseton (50:25:25) karışımından 2mL eklendi ve iyice vorteksenerek fazlara ayrılması sağlandı. Örneklerin üstte kalan fazından cam tüplere aldıktan 5 mL sonra azot gazı ile 30°C' de uçuruldu. Cam tüpte kalan örnekler 1 mL THF (Tetrahidrofur)/asetonitril/metanol (15:30:55) karışımı ile çözüldürüldü. Daha sonra örnekler analize hazır hale getirildi.

2.2 B₁ Vitamini (Tiyamin) Tayini

2.2.1 Örneğin Hazırlanması

Tiyamin ve riboflavin analizleri için Ndaw, vd. (2000), Tang, vd. (2006) ve Yaman(2019)' in çalışmalarındaki yöntemler kullanıldı.

B₁ vitaminin analizi için; 5 gram örnek 100 mL' lik erlene tartıldı ve üzerine 50 mL 0.1 N hidroklorik çözeltisi ilave edildi. 121° C' de 30 dakika süre ile otoklavlandı. Örnekler oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutuldu. 2.5 M 'lık sodyum asetat çözeltisi kullanılarak pH 4.5' e ayarlandı. Örneğin üzerine 100 mg taka diastaz ve 5 mg asit fosfataz enzimi ilave edildi. Çalkalamalı su banyosunda 37° C de 3 saat inkübe edildi. Daha sonra oda sıcaklığına gelene kadar soğutuldu ve hacim 100 mL' ye 0.1 HCl çözeltisi ile tamamlandı ve süzüldü. Örnekten 25 mL alındı ve üzerine 1.5 mL potasyum ferrisiyanid çözeltisi ilave edildi ve orto fosforik asitle pH 7.0-7.1' e ayarlandı ve süzülerek HPLC' ye enjekte edildi. Mobil faz olarak potasyum dihidrojen fosfat ve dedektör olarak floresans dedektör kullanıldı. 366 nm dalga boyunda örnekler okundu.

2.3 B₂ (Riboflavin) Vitamini Tayini

2.2.1 Örneğin Hazırlanması

B₂ vitaminin analizi için; 5 gram örnek 100 mL' lik erlene tartıldı, üzerine 50 mL 0.1 N hidroklorik çözeltisi ilave edildi. 121°C de 30 dakika otoklavlandı. Örnekler oda sıcaklığına kadar soğutuldu. 2.5 M 'lık sodyum asetat çözeltisi kullanılarak pH değerleri 4.5'e ayarlandı. Örneğin üzerine 100 mg takadiastaz, 5 mg asit fosfataz enzimi ilave edildi. Çalkalamalı su banyosunda 37 °C de 3 saat inkübe edildi. Daha sonra oda sıcaklığına gelene kadar soğutularak hacim 100 mL' ye 0.1 HCl çözeltisi ile tamamlandı ve süzüldü ve HPLC' ye enjekte edildi. Mobil faz olarak Su:ACN ve dedektör olarak floresans dedektör kullanıldı. 445 nm dalga boyunda örnekler okundu.

3.4 B₃ (Niasin) Vitamini Tayini

2.4.1 Örneğin Hazırlanması

Niasin analizinde Rose-Sallin vd. (2001)'lerinin yaptıkları çalışmadaki yöntem kullanıldı.

B₃ vitaminin analizi için; 5 g örnek 250 mL' lik erlene tartıldı ve üzerine 50 mL 0.1 N hidroklorik asit ilave edildi. 121°C de 30 dakika otoklavlandı. Hacim 0.1 N hidroklorik asitle tamamlandı ve süzülerek HPLC' ye enjekte edildi. Mobil faz olarak potasyum hidrojen ve dedektör olarak floresans dedektör kullanıldı. 322 nm dalga boyunda örnekler okundu.

2.5 B₉ (Folik Asit) Vitamini Tayini

2.5.1 Örneğin Hazırlanması

B₉ vitaminin analizi için; 2 gram örnek 100 mL' lik erlene tartıldı ve üzerine 40 mL 0.1 M fosfat tamponundan (pH:7) 5 mL ilave edildi ve manyetik karıştırıcıda 10 dakika karıştırıldı. Örnekler 20 mg alfa amilaz enzimi ilave edildi ve 2 saat süre ile 37 °C' de çalkalamalı suyu banyosunda inkübe edildi. Örnekler soğutulup 0.2 mL proteaz ilave edildi ve örnekler tekrar 2 saat boyunca 37 °C' de çalkalayıcı su banyosunda tekrar inkübe edildi. İnkübasyondan sonra soğutulan örnekler falkon tüplerine alındı ve hacim 50 mL' ye tamamlandı. Örnekler 0.45 µm selüloz-asetat (CA) filtresinden süzülerek şartlandırılmış SAX kolonu ile saflaştırılıp, HPLC' ye enjekte edildi. HPLC mobil fazı olarak potasyum dihidrojen ve dedektör olarak floresans dedektör kullanıldı. 295 nm dalga boyunda örnekler okundu (Rychlik vd.,2007).

2.6 Lutein Tayini

2.6.1 Örneğin Hazırlanması

Lutein analizi için; örnekler falkona tüplere alındı. Örnekler hekzan/etanol/aseton (50:25:25) karışımından 8' er mL eklendi ve iyice vortekslenerek fazlara ayrılması sağlandı. Örneklerin üstte kalan fazından cam tüplere aldıktan 5 mL sonra azot gazı ile 30°C' de uçuruldu. Cam tüpte kalan örnekler 1 mL THF (tetrahidrofuran)/asetonitril /metanol (15:30:55) karışımı ile çözündürüldü. Daha sonra örnekler HPLC' ye enjekte edildi. HPLC mobil fazı olarak Metanol: Tetrahidrofuran ve dedektör olarak Ultra Viyole(UV) dedektör kullanıldı. 450 nm dalga boyunda örnekler okundu (Konings ve Roomans, 1997).

2.7 Glisemik İndeks Tayini

2.7.1 Örneğin Hazırlanması

Çalışma kapsamında hazırlanan her kekten 1 gram tartılarak falkon tüplere aktarıldı. Her örneğe 5 mL deiyonize su eklenerek homojen hale getirildi. Sindirim için gerekli olan enzim solüsyonları olan mide ve ince bağırsak enzimlerini içerecek şekilde 2 farklı türde hazırlandı (Mann, vd. 2007).

Mide:

100 mL 0.05 N HCl, 0.5 gram pepsin ve 0.5 gram guar gam eklenerek mide solüsyonu hazırlandı. Her örneğe 10 mL mide solüsyonu eklenerek 37°C' de 30 dakika su banyosunda inkübe edildi. Daha sonra örneklerin pH değerleri 5' e ayarlandı. Erlene alınarak hacimleri deiyonize su ile 100 mL' ye tamamlandı.

İnce Bağırsak:

0.16 gram pankreatin, 15 mL deiyonize su falkona alınarak mide ortamından alınan

örneklere eşit miktarda konularak, santrifüj edildi. Süzüntü alınarak üzerine 0.02 mL amiloglikozidaz ve 0.038 mL invertaz eklendi. Örnekler 37°C' deki çalkalamalı su banyosuna 3 saat inkübasyona bırakıldı. Örneklerden 20., 30., 60., 90. ve 120. dakikalarda 0.5 mL cam tüplere alınarak 100°C' de 5 dakika boyunca denatüre edildi. Örnekler falkonlara alınarak hacimleri 5 mL' ye deiyonize su ile tamamlandı. Örnekler santrifüj edildi her birinden 0.1 mL alınarak cam tüplere aktarıldı. Örneklere 3 mL GODOP enzim çözeltisinden ilave edildi. 50°C' de su banyosuna 20 dakika inkübe edildi. Örnekler spektrofotometrede 510 nm dalga boyunda okunarak absorbanları ölçüldü.

2.8 İstatistiksel Analiz

Tüm analizler üç tekrarla yapıldı ve ortalama değer kullanıldı. Hesaplanan ortalama değerler arasındaki farklılıkların önem derecelerini belirlemek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Ortalama değerler arasındaki farklılıklar ise DUNCAN çoklu karşılaştırma testi kullanılarak belirlenmiştir ($p < 0.05$).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

Çalışmada kullanılan tüm örnek türleri için sırasıyla; B₁, B₂, B₃, B₉ ve luteinin başlangıç ve *in vitro* gastrointestinal sindirim sonrası analizleri ve glisemik indeks analizi yapılmıştır. Elde edilen ıspanak içerikli farklı kek formülasyonları kıyaslanarak, biyoerişilebilirlik ve vitaminlerin günlük alınması gereken miktarlarının ne kadarını karşılayabildiği incelenmiştir. Ayrıca, keklerin ıspanak içeriklerinin glisemik indeks değerine etkisi incelenmiştir.

Smigielska (2013)'nın yaptığı araştırmada; tahıl içeren gıdalarda suda çözünen vitaminlerin HPLC tayini için farklı ekstraksiyon prosedürleri uygulanarak, çeşitli gıdalarda B₁, B₂ ve B₆ vitaminleri için karşılaştırıldı. Tahıl ürünlerinde 0.5 saat asit sindirimi ve 2 saat enzimatik işlemde oluşan yöntemin B₁, B₂, B₃, B₆ ve B₉ vitaminlerinin belirlenmesi için en uygun yöntem olduğu sonucuna varılmıştır. Tahıl ürünlerinde, suda çözünen vitaminlerin belirlenmesi için kromatografik yöntemler doğrulukları ve hızları nedeniyle, spektrofotometrik veya mikrobiyolojik yöntemler gibi geleneksel analizlerden daha sık yapılmaktadır (Smigielska,2013). Biyoerişilebilirlik ve biyoyararlılık terimleri genellikle karıştırılan ve birbirini yerine kullanılan terimler olsa da biyoyararlılık, biyoerişilebilirliği kapsayan daha genel bir terimdir. *In vitro* yöntemler, *in vivo* çalışmalarının validasyonunu sağlayan ve etik sıkıntısı olmayan, daha az zamanda ve az maliyet gerektirdiğinden daha iyi bir yöntemdir (Fernández-García, Carvajal-Lérida ve Pérez-Gálvez, 2009). *In vitro*

gastrointestinal modeller, biyoyararlanımları açısından gıda bileşenlerini (mineraller, vitaminler ve fenolik bileşikler gibi) taramak için çok yararlı bir metodoloji sağlar. Ayrıca, farklı kompozisyonlar ve yapılara sahip matrislerin incelenmesine izin vererek, aynı anda *in vivo* çalışmaların karmaşıklığını gidererek, kısa sürede büyük miktarda sonuç sağlamaktadır (Hur, Lim, Decker & Mc Clements, 2011). Bitkisel kaynaklı mikrobelerin biyoyararlanımı, matris etkileri nedeniyle sınırlı olabilir. Bu etkiler, kısmende olsa gıda matrisinden düşük ekstraksiyon verimliliği ile açıklanmaktadır. Diyetle alınan diyet lifi miktarı ve tipi ile diğer diyet bileşenlerinin varlığı da rol oynayabilir (Van den Berg, Van der Gaag and Hendrick, 2002).

3.1. B₁ Vitamini Analiz Sonuçları

B₁ vitamini hayvansal gıdalarda neredeyse tamamen tiyamin pirofosfat olarak bulunur, ancak serbest formunda bitki kaynaklı gıdalar ve zenginleştirilmiş tahıl ürünlerinde bulunur. Piyasada bulunan en yaygın formu tiyamin hidroklorürdür. Defosforilasyon, emilimden önce bağırsak lümeninde bulunan fosfatazların etkisindedir. Tiyamin emilim hızı, dozaj arttıkça maksimum sınıra yaklaşır. Emilim, vitaminin konsantrasyonuna bağlı olarak hem aktif hem de pasif olabilir. Serbest tiyamin, ancak fosforlanmış bileşik olmadığından, bağırsak hücrelerinde emilir. Bununla birlikte, fosforilasyonun tiyamin emiliminde rol oynayıp oynamadığı bilinmemektedir (Basu, 2003). Gıdalarda doğal olarak bulunan B₁ vitamininin biyoyararlanımı üzerine az sayıda çalışma yapılmıştır, ancak genellikle yüksek olduğu düşünülmektedir. Anti-tiyamin aktivitesine sahip ısıya dayanıklı polifenollerin varlığı, çok çeşitli meyve ve sebzelerin yanı sıra çay ve kahvede de gösterilmiştir. Kabuklu deniz hayvanlarında ve tatlı su balıklarında tiyaminaz enzimi bulunmuştur. Bunların çiğ tüketilmesi tiyaminaz enzimini inaktif etmediğinden, B₁ vitamini eksikliğinin için risk faktörü oluşturabilir (Ball, 2008).

Tablo 3.1: B₁ Vitamini Analiz Sonuçları

ÖRNEKLER	Başlangıç Değerler µg/100g	Sindirim Değerleri µg/100g	% Biyoerişilebilirlik
Ispanak Püresi	243.2±6.1 ^d	160.5±5.6 ^b	66.1±3.7 ^c
Ispanak Suyu	213.3±5.4 ^f	107.6±4.9 ^e	50.5±3.2 ^e
Ispanak Posası	216.3±5.5 ^e	77.5±3.2 ^f	35.9±2.1 ^g
Sade Kek	159.5±7.2 ^g	132.6±6.0 ^c	83.3±6.7 ^a
Ispanak Pürelı Kek	274.1±6.9 ^b	121.6±5.5 ^d	44.4±2.8 ^f
Ispanak Sulu Kek	282.9±7.1 ^a	217.0±6.5 ^a	76.7±3.6 ^b
Ispanak Posalı Kek	251.2±6.3 ^c	131.6±6.0 ^c	52.7±3.3 ^d

Veriler 3 ayrı işlem tekrar sonucunda elde edilen ortalama ± standart sapmayı temsil etmektedir. Her özellik için kolonlarda farklı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır (P<0.05).

B₁ vitamini analiz sonuçları Tablo 3.1’ de verilmiştir. Başlangıç değerleri incelendiği zaman Ispanağın posası, suyu ve püresi arasında en yüksek B₁ vitamini değeri ıspanak püresinde (243.2 µg/100g) gözlemlenmiştir. Ispanak ilavesi yapılmayan kontrol kek örneğimizde B₁ vitamin değeri 159.5 µg/100g bulunmuştur. Daha sonra posa (216.3 µg/100g) ve suyu (213.3 µg/100g) gelmektedir. Bu ıspanak formülasyonlarının keke ilave edilmesi ile en yüksek değer ıspanak suyu ilave edilen keklerde (282.9 µg/100g), daha sonra ıspanak püresi eklenen keklerde (274.1 µg/100g), ve posası eklenen keklerde (251.2 µg/100g) görülmüştür (p<0.05). Günlük alınması gereken B₁(tiyamin); 19-50 yaş erkekler için 1200 µg ve 19-50 yaş kadınlar için 1100 µg’ dır. En yüksek tiyamin içeriğine ıspanak püresi günlük alınması gereken B₁ değerinin % 20.27- 22.10 (100 gramda)’ unu karşılar. Keklerde, en yüksek tiyamin içeriğine sahip ıspanak sulu kek günlük alınması gereken değerin % 23.58-25.72 (100 gramda)’ sini karşılar.

Datta, vd. (2019)’nin Hindistan’ a özgü 6 farklı taze bitkileri kurutulmuş bitkilerin besin kompozisyonları, suda çözünen vitamin ve fenolik madde analizlerini yapıldığı bir çalışmada; Tiyamin içeriği 7- 454 µg/100 g arasında değişmiştir. Bazı yaygın sebzeler fasulye benzeri (132 µg/100 g), karnabahar (73 µg /100 g) ve ıspanak (76 µg/100g) ile karşılaştırılabilir. Bu bitkiler hamilelik ve emzirme hariç tüm insan gruplarına yeterli B₁ vitamini içeriğini sağlayabilir.

In vitro gastrointestinal sindirim yönteminden sonra kontrol örneğinde 132.6 µg/100g B₁ vitamini bulunmuştur. Ispanak püresinde 160.5 µg/100g, suyunda 107.6 µg/100g ve posasında 77.5 µg/100g B₁ vitamini tespit edilmiştir. Sindirim sonrası keklerde ise posa ilaveli olanda 131.6 µg/100g, püre ilave edilende 121.6 µg/100g ve suyunun ilave edildiği kekte ise 217 µg/100g tespit edilmiştir. % B₁ vitamini biyoerişilebilirliklerine bakıldığı zaman posa % 35.9, püre % 66.1, suyu % 50.5, ıspanak posalı kek % 52.7, ıspanak pürelili kek % 44.4 ıspanak sulu kek % 76.7 olarak bulunmuştur (p<0.05). Elde edilen bu sonuçlara göre en yüksek B₁ vitamini biyoerişilebilirlik değeri ıspanak sulu kekte gözlemlenmiştir. Günlük alınması gereken B₁(tiyamin); 19-50 yaş erkekler için 1200 µg ve 19-50 yaş kadınlar için 1100 µg' dir. *In vitro* sindirim sonrası en yüksek tiyamin içeriğine ıspanak püresi günlük alınması gereken B₁ değerinin % 18.08 -19.72 (100 gramda)' sini karşılar. *In vitro* sindirim sonrası keklerden en yüksek tiyamin içeriğine sahip ıspanak sulu kekte günlük alınması gereken değerin % 13.38-14.59 (100 gramda)' unu karşılar.

3.2 B₂ Vitamini Analiz Sonuçları

B₂ vitamininin biyoyararlanımı, gıdaların sindirilebilirliği ile ilişkili gibi görünmektedir. Et ve süt ürünleri için genellikle yüksek ve bitkisel ürünler için daha düşüktür (Ball, 2008). Çoğu gıdada, proteinlerle kompleksli nükleotidler flavin mononükleotidinin (FMN) ve flavin adenin dinükleotidinin (FAD) koenzim formları olarak ortaya çıkar; emilim, serbest vitamin elde edilmesi bu formların hidrolizine bağlıdır. Aşırı alkol alımı, aktif taşıma mekanizmasını inhibe ederek riboflavin emilimini de etkilediği düşünülmektedir. Birkaç metalin (Bakır, çinko, demir gibi) riboflavini ve FMN' yi şelatladığı ve böylece biyoyararlanımı etkilediği gösterilmiştir. Riboflavinin bağlanma yoluyla emilimini etkileyen diğer faktörler arasında kafein, sakarin, nikotinamid, askorbik asit ve triptofan bulunur. Emiliminden sonra, riboflavin vücut hücrelerine serbest formunda girer; daha sonra ağırlıklı olarak FMN'ye (% 60-95) dönüştürülür, geri kalanı FAD' a dönüştürülür. Bu nükleotitler neredeyse sadece spesifik flavoproteinlere bağlanır (Basu,2003).

Tablo 3. 3: B₂ Vitamini Analiz Sonuçları

ÖRNEKLER	Başlangıç Değerler µg/100g	Sindirim Değerleri µg/100g	% Biyoerişilebilirlik
Ispanak Püresi	105.6±4.8 ^b	79.7±3.6 ^c	75.6±6.1 ^d
Ispanak Suyu	81.7±3.7 ^e	57.8±2.6 ^g	70.9±5.7 ^f
Ispanak Posası	148.5±5.2 ^a	128.6±5.8 ^a	86.7±5.9 ^c
Sade Kek	73.8±3.3 ^g	69.8±3.2 ^e	94.8±7.6 ^b
Ispanak Pürelı Kek	76.7±3.5 ^f	70.8±3.2 ^f	92.4±7.4 ^b
Ispanak Sulu Kek	89.7±4.1 ^d	65.8±3.0 ^g	73.5±5.9 ^e
Ispanak Posalı Kek	94.7±4.3 ^c	91.7±4.1 ^b	97.0±7.8 ^a

Veriler 3 ayrı işlem tekrar sonucunda elde edilen ortalama ± standart sapmayı temsil etmektedir. Her özellik için kolonlarda farklı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır (P<0.05).

B₂ vitamini analiz sonuçları Tablo 3.2' de verilmiştir. Başlangıç değerleri incelendiği zaman ıspanağın posası, suyu ve püresi arasında en yüksek B₂ vitamini değeri ıspanak posasında (148.5 µg/100g) gözlemlenmiştir. Ispanak ilavesi yapılmayan kontrol kek örneğimizde B₂ vitamin değeri 73.8 µg/100g bulunmuştur. Daha sonra püre (105.6 µg/100g) ve suyu (81.7 µg/100g) gelmektedir. Bu ıspanak formülasyonlarının keke ilave edilmesi ile de en yüksek değer ıspanak posa ilave edilen keklerde (94.7 µg/100g), daha sonra ıspanak suyu eklenen keklerde (89.7 µg/100g), ve püresi eklenen keklerde (76.7 µg/100g) görülmüştür(p<0.05). Günlük alınması gereken B₂(riboflavin); 19-50 yaş erkekler için 1300 µg ve 19-50 yaş kadınlar için 1100 µg' dır. En yüksek riboflavin içeriğine ıspanak posası günlük alınması gereken B₂ değerinin % 11.42- 13.50 (100 gramda)' sini karşılar. Keklerden en yüksek riboflavin içeriğine sahip ıspanak posalı kekte günlük alınması gereken değerin %7.28-8.60 (100 gramda)' ını karşılar.

Datta, vd. (2019)'nin Hindistan' a özgü 6 farklı taze bitkileri kurutulmuş bitkilerin besin kompozisyonları, suda çözünen vitamin ve fenolik madde analizlerini yapıldığı bir çalışmada; Riboflavin (B₂) içeriği 12 ve 2511 µg/100 g arasında değişmektedir. Meyvelerden (10-50 µg /100 g), yaygın sebzelerden (10- 30 µg /100g) ve en yaygın tahıllardan (110- 180 µg /100 g) daha yüksekti olduğu gözlemlenmiştir. Ancak Hasan, vd. (2013)' nin Bangladeş' te farklı sebzelerdeki B₂ vitamini içeriğinin belirlemek için yaptıkları araştırmada; şışe kabak yaprakları, yeşil amaranth yaprakları, kırmızı amaranth yaprakları, hint ıspanağı ve acı kabak

yapraklarından oluşan sebze örnekleri kullanılmıştır. Örneklerdeki B₂ vitamini miktarı 0 ila 523 µg /100g arasında değişmektedir. B₂ vitaminin 523 µg/100g yeşil amaranth yapraklarında en fazla olduğunu tespit etmişlerdir (Hasan,2013).

In vitro gastrointestinal sindirim yönteminden sonra kontrol örneğinde 69.8 µg/100g B₂ vitamini bulunmuştur. Ispanak posasında 128.6 µg/100g, püresinde 79.7 µg/100g ve suyunda 57.8 µg/100g B₂ vitamini tespit edilmiştir. Sindirim sonrası keklerde ise posa ilaveli olanda 91.7 µg/100g, püre ilave edilende 70.8µg/100g ve suyunun ilave edildiği kekte ise 65.8 µg/100g tespit edilmiştir. % B₂ vitamini biyoerişilebilirliklerine bakıldığı zaman posa % 86.7, püre % 75.6, suyu % 70.9, ıspanak sulu kek % 73.5, ıspanak pürelı kek % 92.4 ve ıspanak posalı kek % 97.0 olarak bulunmuştur(p<0.05). Elde edilen bu sonuçlara göre en yüksek B₂ vitamini biyoerişilebilirlik değeri ıspanak posalı kekte gözlemlenmiştir.

Günlük alınması gereken B₂(riboflavin); 19-50 yaş erkekler için 1300 µg ve 19-50 yaş kadınlar için 1100 µg' dır. *In vitro* sindirim sonrası en yüksek riboflavin içeriğine ıspanak posası günlük alınması gereken B₂ değerinin % 9.89- 11.70 (100 gramda)' ini karşılar. *In vitro* sindirim sonrası keklerden en yüksek riboflavin içeriğine sahip ıspanak posalı kekte günlük alınması gereken değerin % 7.05- 8.70 (100 gramda)' ini karşılar.

3.3 B₃ Vitamini Analiz Sonuçları

Gıdalardaki B₃ vitamini çoğunlukla bağırsak lümeninde pirofosfataz tarafından nikotinamide hidrolize olan koenzim formundadır. Bu da gastrointestinal sistemde daha fazla hidroliz olmadan emilir gibi görünmektedir. Nikotinamid, vitaminin birincil dolaşım şeklidir ve dokulardaki koenzim formlarına dönüştürülür. Nikotinamid, dokulardaki NAD ve NADP döngüsü ile vücuda salınır. Bir kısım koenzim sentezi için geri dönüştürülür, ancak bazıları metillenmiş piridonlar olarak idrarla atılır. Mısır gibi bazı tahıllar, bağırsakta hidrolize olmayan nikotinil ester olarak B₃ vitamini içerir (Basu,2003). Olgun tahıllarda bulunan nikotinik asidin büyük kısmı geleneksel pişirmeden sonra biyolojik olarak kullanılamaz (Ball,2008).

Tablo 4.3: Nikotinik Asit Analiz Sonuçları

ÖRNEKLER	Başlangıç Değerler µg/100g	Sindirim Değerleri µg/100g	% Biyoerişilebilirlik
Ispanak Püresi	412.0±8.2 ^c	390.0±7.8 ^a	91.0±5.2 ^b
Ispanak Suyu	277.9±7.0 ^e	272.9±6.8 ^d	61.7±3.7 ^d
Ispanak Posası	230.7±8.4 ^f	179.2±6.5 ^f	96.1±1.0 ^a
Sade Kek	184.4±8.3 ^g	43.9±2.0 ^g	32.9±2.6 ^f
Ispanak Pürelı Kek	339.9±8.6 ^d	285.0±7.2 ^c	65.1±4.1 ^c
Ispanak Sulu Kek	417.0±8.3 ^b	230.8±5.8 ^e	59.8±3.4 ^e
Ispanak Posalı Kek	454.0±9.1 ^a	294.0±7.4 ^b	91.6±5.3 ^b

Veriler 3 ayrı işlem tekrar sonucunda elde edilen ortalama ± standart sapmayı temsil etmektedir. Her özellik için kolonlarda farklı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır (P<0.05).

Nikotinik asit analiz sonuçları Tablo 3.3' te verilmiştir. Başlangıç değerleri incelendiği zaman ıspanağın posası, suyu ve püresi arasında en yüksek nikotinik asit değeri ıspanak püresinde (412.0 µg/100g) gözlemlenmiştir. Ispanak ilavesi yapılmayan kontrol kek örneğimizde nikotinik asit değeri 184.4µg/100g bulunmuştur. Daha sonra suyu (277.9 µg/100g) ve posası (230.7µg/100g) gelmektedir. Bu ıspanak formülasyonlarının keke ilave edilmesi ile de en yüksek değer ıspanak posa ilave edilen keklerde (454.0µg/100g), daha sonra ıspanak suyu eklenen keklerde (417.0 µg/100g) ve püresi eklenen keklerde (339.9 µg/100g) görülmüştür(p<0.05).

In vitro gastrointestinal sindirim yönteminden sonra kontrol örneğinde 43.9 µg/100g nikotinik asit bulunmuştur. Ispanak püresinde 390.0 µg/100g, suyunda 272.9 µg/100g ve posasında 179.2 µg/100g nikotinik asit tespit edilmiştir. Sindirim sonrası keklerde ise posa ilaveli olanda 294.0 µg/100g, püre ilave edilende 285.0µg/100g ve suyunun ilave edildiği kekte ise 230.8 µg/100g tespit edilmiştir. % Nikotinik asit biyoerişilebilirliklerine bakıldığı zaman posa % 96.1, püre % 91.0, suyu % 61.7, ıspanak sulu kek % 59.8, ıspanak pürelı kek % 65.1 ve ıspanak posalı kek % 91.6 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlara göre en yüksek nikotinik asit biyoerişilebilirlik değeri ıspanak posalı kekte gözlemlenmiştir.

Tablo 3.5: Nikotinik Amid Analiz Sonuçları

ÖRNEKLER	Gerçek Değerler $\mu\text{g}/100\text{g}$	Sindirim Değerleri $\mu\text{g}/100\text{g}$	% Biyoerişilebilirlik
Ispanak Püresi	23.0 \pm 0.6 ^f	20.9 \pm 0.9 ^f	91.0 \pm 5.2 ^c
Ispanak Suyu	29.1 \pm 0.8 ^e	17.9 \pm 0.8 ^g	61.7 \pm 3.7 ^e
Ispanak Posası	114.9 \pm 1.8 ^a	110.4 \pm 2.8 ^a	96.1 \pm 1.0 ^a
Sade Kek	66.8 \pm 3.1 ^b	21.9 \pm 1.0 ^e	32.9 \pm 2.6 ^g
Ispanak Pürelı Kek	39.9 \pm 1.1 ^c	25.9 \pm 1.2 ^c	65.1 \pm 4.1 ^d
Ispanak Sulu Kek	40.0 \pm 0.9 ^c	23.9 \pm 1.1 ^d	59.8 \pm 3.4 ^f
Ispanak Posalı Kek	37.0 \pm 1.1 ^d	33.9 \pm 1.5 ^b	91.6 \pm 5.3 ^b

Veriler 3 ayrı işlem tekrar sonucunda elde edilen ortalama \pm standart sapmayı temsil etmektedir. Her özellik için kolonlarda farklı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır ($P < 0.05$).

Nikotinik amid analiz sonuçları Tablo 3.4' te verilmiştir. Başlangıç değerleri incelendiği zaman ıspanağın posası, suyu ve püresi arasında en yüksek nikotinik amid değeri ıspanak posasında (114.9 $\mu\text{g}/100\text{g}$) gözlemlenmiştir. Ispanak ilavesi yapılmayan kontrol kek örneğimizde nikotinik amid değeri 66.8 $\mu\text{g}/100\text{g}$ bulunmuştur. Daha sonra suyu (29.1 $\mu\text{g}/100\text{g}$) ve püresi (23.0 $\mu\text{g}/100\text{g}$) gelmektedir. Bu ıspanak formülasyonlarının keke ilave edilmesi ile de en yüksek değer ıspanak suyu ilave edilen keklerde (40.0 $\mu\text{g}/100\text{g}$), daha sonra ıspanak püresi eklenen keklerde (39.9 $\mu\text{g}/100\text{g}$) ve posası eklenen keklerde (37.0 $\mu\text{g}/100\text{g}$) görülmüştür ($p < 0.05$).

In vitro gastrointestinal sindirim yönteminden sonra kontrol örneğinde 21.9 $\mu\text{g}/100\text{g}$ nikotinik amid bulunmuştur. Ispanak posasında 114.9 $\mu\text{g}/100\text{g}$, püresinde 20.9 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ve suyunda 17.9 $\mu\text{g}/100\text{g}$ nikotinik amid tespit edilmiştir. Sindirim sonrası keklerde ise posa ilaveli keklerde 33.9 $\mu\text{g}/100\text{g}$, püre ilave keklerde 25.9 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ve suyunun ilave edildiği kekte ise 23.9 $\mu\text{g}/100\text{g}$ tespit edilmiştir. % Nikotinik amid biyoerişilebilirliklerine bakıldığında zaman posası % 96.1, püre % 91.0, suyu % 61.7, ıspanak posalı kek % 91.6, ıspanak pürelı kek % 65.1 ve ıspanak sulu kek % 59.8 olarak bulunmuştur ($p < 0.05$). Elde edilen bu sonuçlara göre en yüksek nikotinik amid biyoerişilebilirlik değeri ıspanak posalı kekte gözlemlenmiştir.

Tablo 3.6: Toplam B₃ Vitamini Analiz Sonuçları

ÖRNEKLER	Gerçek Değerler µg/100g	Sindirim Değerleri µg/100g	% Biyoerişilebilirlik
Ispanak Püresi	433.6±19.6 ^c	409.6±18.5 ^a	94.7±7.6 ^a
Ispanak Suyu	305.0±13.8 ^f	289.0±13.1 ^e	95.0±7.6 ^a
Ispanak Posası	344.8±15.6 ^e	293.0±13.3 ^d	85.1±6.8 ^b
Sade Kek	251.2±11.4 ^g	65.8±3.0 ^g	26.2±2.1 ^f
Ispanak Pürelı Kek	379.7±17.2 ^d	311.0±14.1 ^c	82.1±6.6 ^c
Ispanak Sulu Kek	455.5±20.6 ^b	253.2±11.5 ^f	55.7±4.5 ^e
Ispanak Posalı Kek	489.4±22.1 ^a	325.7±14.7 ^b	66.7±5.4 ^d

Veriler 3 ayrı işlem tekrar sonucunda elde edilen ortalama ± standart sapmayı temsil etmektedir. Her özellik için kolonlarda farklı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır (P<0.05).

Toplam B₃ vitamini analiz sonuçları Tablo 3.5’ te verilmiştir. Başlangıç değerleri incelendiği zaman ıspanağın posası, suyu ve püresi arasında en yüksek toplam B₃ vitamini değeri ıspanak püresinde (433.6 µg/100g) gözlemlenmiştir. Ispanak ilavesi yapılmayan kontrol kek örneğimizde toplam B₃ vitamin değeri 251.2 µg/100g bulunmuştur. Daha sonra posası (344.8 µg/100g) ve suyu (305.0 µg/100g) gelmektedir. Bu ıspanak formülasyonlarının keke ilave edilmesi ile de en yüksek değer ıspanak posa ilave edilen keklerde (489.4 µg/100g), daha sonra ıspanak suyu eklenen keklerde (455.5 µg/100g), ve püresi eklenen keklerde (379.7 µg/100g) görülmüştür(p<0.05). Günlük alınması gereken B₃(niasin); 19-50 yaş erkekler için 1600 µg ve 19-50 yaş kadınlar için 1400 µg’ dır. En yüksek niasin içeriğine ıspanak püresi günlük alınması gereken B₂ değerinin % 2.71- 3.10 (100 gramda)’ unu karşılar. Keklerden en yüksek niasin içeriğine sahip ıspanak posalı kekde günlük alınması gereken değer % 3.06- 3.50 (100 gramda)’ ini karşılar. Hasan, vd. (2013)’ nin farklı sebzelerdeki B₃ vitamini içeriğinin belirlemek için yaptıkları araştırmada; şişe kabak yaprakları, yeşil amaranth yaprakları, kırmızı amaranth yaprakları, hint ıspanağı ve acı kabak yapraklarından oluşan sebze örnekleri kullanılmıştır. Örneklerdeki en yüksek B₃ vitamini 512 µg/100g acı kabak yapraklarında bulunduğunu tespit etmişlerdir (Hasan,2013).

In vitro gastrointestinal sindirim yönteminden sonra kontrol örneğinde 65.8 µg/100g toplam B₃ vitamini bulunmuştur. Ispanak püresinde 409.6 µg/100g, suyunda 289.0 µg/100g ve posasında 293.0 µg/100g toplam B₃ vitamini tespit edilmiştir. Sindirim sonrası keklerde ise

posa ilaveli olanda 325.7 µg/100g, püre ilave edilende 311.0 µg/100g ve suyunun ilave edildiği kekte ise 253.2 µg/100g tespit edilmiştir. % Toplam B₃ vitamini biyoerişilebilirliklerine bakıldığı zaman posa % 85.1, püre % 94.7, suyu % 95.0, ıspanak posalı kek % 66.7, ıspanak pürelı kek % 82.1 ıspanak sulu kek % 55.7 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlara göre en yüksek toplam B₃ vitamini biyoerişilebilirlik değeri ıspanak pürelı kekte gözlemlenmiştir. Ancak sindirim sonrası toplam B₃ vitamini en yüksek değeri ıspanak posalı kekte gözlenmiştir. Günlük alınması gereken B₃(niasin); 19-50 yaş erkekler için 1600 µg ve 19-50 yaş kadınlar için 1400 µg' dır. *In vitro* sindirim sonrası en yüksek niasin içeriğine ıspanak püresi günlük alınması gereken B₃ değerinin % 2.56-2.93 (100 gramda)' ünü karşılar. *In vitro* sindirim sonrası keklerden en yüksek niasin içeriğine sahip ıspanak posalı kekte günlük alınması gereken değerin % 2.04-2.32 (100 gramda)' sini karşılar.

3.4 B₉ Vitamini Analiz Sonuçları

Folatın biyoyararlanımı, folatın poliglütamil formunda (doğal) veya monoglütamil formunda (takviyelerde ve takviye edilmiş gıdalarda sentetik folik asit) olmasına göre değişiklik gösterir. Poliglütamil folatlar (folik asitten farklı olarak), emilmeden önce ince bağırsakta enzimatik dekonjugasyona tabi tutulmalıdır. Bu kısmen doğal gıda kaynaklarında bulunan poliglütamil folatın neden takviye edilmiş gıdalarda ve takviyelerde bulunan folik asitten daha az biyoyararlı olduğunu açıklayabilir. Folatların bitkisel hücre yapısında fiziksel olarak sıkışması, folat emilim oranını olumsuz yönde etkileyebilir. Tahıllara eklenen folik asidin yüksek oranda biyolojik olarak temin edilebilir olduğunu ve gıdalarının matrisinin, eklenen folatın bağırsak emilimi üzerinde çok az önleyici etkiye sahip olduğunu bildirmiştir (Ball,2008). Pişirme sırasında, sürenin uzunluğuna ve sıcaklığa bağlı olarak büyük miktarda folat kaybı olur. Folatın taşınması karmaşıktır ve iyi anlaşılmamıştır. Folat diyetinde, özellikle yaşlılarda, bebeklik döneminde ve psikiyatrik sorunu olanlarda eksik olabilir; sınırlı bir diyetin olduğu kişilerde ve alkoliklerde de sorunlar oluşturabilmektedir (Basu,2003).

Tablo 3.7: B₉ Vitamini Analiz Sonuçları

ÖRNEKLER	Gerçek Değerler µg/100g	Sindirim Değerleri µg/100g	% Biyoerişilebilirlik
Ispanak Püresi	5.54±0.25 ^d	0.30±0.01 ^e	5.09±0.0 ^d
Ispanak Suyu	31.03±1.4 ^a	0.96±0.04 ^a	3.13±0.0 ^e
Ispanak Posası	5.33±0.24 ^e	0.32±0.01 ^e	6.2±0.0 ^d
Sade Kek	3.37±0.15 ^g	0.42±0.02 ^d	12.35±0.0 ^b
Ispanak Pürelı Kek	3.95±0.18 ^f	0.94±0.04 ^b	23.83±0.0 ^a
Ispanak Sulu Kek	7.36±0.33 ^b	0.24±0.01 ^f	3.2±0.0 ^e
Ispanak Posalı Kek	6.65±0.3 ^c	0.50±0.02 ^c	7.58±0.0 ^c

Veriler 3 ayrı işlem tekrar sonucunda elde edilen ortalama ± standart sapmayı temsil etmektedir. Her özellik için kolonlarda farklı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır (P<0.05).

B₉ vitamini analiz sonuçları Tablo 3.6' da verilmiştir. Başlangıç değerleri incelendiği zaman ıspanağın posası, suyu ve püresi arasında en yüksek B₉ vitamini değeri ıspanak suyunda (31.03 µg/100g) gözlemlenmiştir. Ispanak ilavesi yapılmayan kontrol kek örneğimizde B₉ vitamini değeri 3.37 µg/100g bulunmuştur. Daha sonra püresi (5.54 µg/100g) ve posası (5.33 µg/100g) gelmektedir. Bu ıspanak formülasyonlarının keke ilave edilmesi ile de en yüksek değer ıspanak suyu ilave edilen keklerde (7.36 µg/100g), daha sonra ıspanak posası eklenen keklerde (6.65 µg/100g), ve püresi eklenen keklerde (3.95 µg/100g) görülmüştür(p<0.05). Günlük alınması gereken B₉ vitamini; 19-50 yaş erkekler ve kadınlar için 400 µg' dır. En yüksek folat içeriğine ıspanak suyu günlük alınması gereken folat değerinin % 7.75 (100 gramda)' ini karşılar. Keklerden en yüksek folat içeriğine sahip ıspanak sulu kekte günlük alınması gereken değerin % 1.84 (100 gramda)' ünü karşılar.

Datta, vd. (2019)' nin Hindistan' a özgü 6 farklı taze bitkileri kurutulmuş bitkilerin besin kompozisyonları, suda çözünen vitamin ve fenolik madde analizlerini yapıldığı bir çalışmada; Folik asit DNA sentezinde ve onarımında önemli bir rol oynar. Folik asit, dünya genelinde görülen en yaygın eksikliklerden biridir. Hamile anneler, yaşlılar ve çocuklar da dahil olmak üzere birçok insan grubunu etkilediği bulunmuştur. Çalışmaları sonucu elde edilen folik asit içeriği (50-174 µg/100 g) tüm yaş grupları için yeterli olduğunu belirtmişlerdir.

In vitro gastrointestinal sindirim yönteminden sonra kontrol örneğinde 0.42 µg/100g B₉ vitamini bulunmuştur. Ispanak püresinde 0.300 µg/100g, suyunda 0.96 µg/100g ve posasında 0.32 µg/100g B₉ vitamini tespit edilmiştir. Sindirim sonrası keklerde ise posa ilaveli olanda 0.50 µg/100g, püre ilave edilende 0.94 µg/100g ve suyunun ilave edildiği kek te ise 0.24 µg/100g tespit edilmiştir. % B₉ vitamini biyoerişilebilirliklerine bakıldığı zaman posa % 6.2, püre % 5.09, suyu % 3.13, ıspanak sulu kek % 3.2, ıspanak pürelilik kek % 23.83 ve ıspanak posalı kek % 7.58 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlara göre en yüksek B₉ vitamini biyoerişilebilirlik değeri ıspanak pürelilik kek te gözlemlenmiştir. Günlük alınması gereken B₉ vitamini; 19-50 yaş erkekler kadınlar için 400 µg' dır. *In vitro* sindirim sonrası en yüksek folat içeriğine ıspanak suyu günlük alınması gereken folat değerinin % 0.24 (100 gramda)' ünü karşılar. *In vitro* sindirim sonrası keklerden en yüksek folat içeriğine sahip ıspanak sulu kek te günlük alınması gereken değerin % 0.06 (100 gramda)' sını karşılar.

3.5 Lutein Analiz Sonuçları

Chung, vd. (2018)' lerinin yaptıkları çalışmada, yaygın ev tipi yöntemleri kullanılarak hazırlanan, lutein açısından en zengin sebzelerden, ıspanağın farklı pişirme tekniklerini (haşlama, kurutma ve mikro dalga gibi) ve sürelerini, sıvılaştırılmış çığ tüketimini ve *in vitro* sindirim sonrası lutein salınımı karşılaştırdılar. İlginç şekilde pişmiş yiyeceklerdeki lutein kaybı, mikrodalgada yeniden ısıtıldığında belirli bir dereceye kadar telafi edildiğini gözlemlenmiştir. En yüksek serbest lutein miktarını süt yağı ile sıvılaştırılmış çığ ıspanaktan elde etmişlerdir. Uzun süreli ısıya maruz kalmanın ciddi lutein kaybı ile ilişkili olduğunu gösterdiğinden düşük ısıda pişirmeyi önermişlerdir. Luteinin gıdadan serbest bırakılması emilimi için bir ön koşuldur. Tüm örnekler aynı yöntemle sindirildiğinden ve pişirme yöntemleri göreceli olarak karşılaştırıldığından, bu çalışmanın sonucunu etkilememiştir.

Tablo 3. 8: Lutein Analiz Sonuçları

ÖRNEKLER	Gerçek Değerler µg/100g	Sindirim Değerleri µg/100g	% Biyoerişilebilirlik
----------	----------------------------	-------------------------------	-----------------------

Ispanak Püresi	50.24±2.27 ^a	0.05±0.0 ^a	0.1±0.0 ^d
Ispanak Suyu	22.96±1.04 ^c	0.15±0.0 ^a	0.63±0.0 ^d
Ispanak Posası	29.28±1.32 ^b	0.03±0.0 ^a	0.11±0.0 ^d
Sade Kek	0.46±0.02 ^g	0.03±0.0 ^a	7.19±0.0 ^a
Ispanak Pürelı Kek	0.58±0.03 ^f	0.03±0.0 ^a	5.54±0.0 ^b
Ispanak Sulu Kek	1.16±0.05 ^e	0.03±0.0 ^a	2.86±0.0 ^c
Ispanak Posalı Kek	1.24±0.06 ^d	0.03±0.0 ^a	2.64±0.0 ^c

Veriler 3 ayrı işlem tekrar sonucunda elde edilen ortalama ± standart sapmayı temsil etmektedir. Her özellik için kolonlarda farklı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır (P<0.05).

Lutein analiz sonuçları Tablo 3.7' de verilmiştir. Başlangıç değerleri incelendiği zaman ıspanağın posası, suyu ve püresi arasında en yüksek lutein değeri ıspanak püresinde (50.24 µg/100g) gözlemlenmiştir. Ispanak ilavesi yapılmayan kontrol kek örneğimizde lutein değeri 0.46µg/100g bulunmuştur. Daha sonra posası (29.28 µg/100g) ve suyu (22.96 µg/100g) gelmektedir. Bu ıspanak formülasyonlarının keke ilave edilmesi ile de en yüksek değer ıspanak posası ilave edilen keklerde (1.24 µg/100g), daha sonra ıspanak suyu eklenen keklerde (1.16 µg/100g), ve püresi eklenen keklerde (0.58 µg/100g) görülmüştür(p<0.05). Kidmose, vd., (2005)' nin üç çeşit taze organik ıspanak yaprağının 90 °C' de 3, 6 ve 9 dakika boyunca buharda pişirmenin lutein ve β-karotenin üzerindeki etkilerini araştırdı. 3 dakika buharda pişirmeden sonra luteinde önemli bir artış saptanırken, β-karoten değişmeden kaldı. Luteindeki artışın, işlenmiş hammadde ile buharda pişmiş numuneler karşılaştırıldığında, hücresel seviyedeki yapısal değişiklikler nedeniyle ekstrakte edilebilirliğini arttırmış olması ve depolama sırasında içsel enzimatik bozunumun azalmasından kaynaklanabileceğini öne sürmüşlerdir.

In vitro gastrointestinal sindirim yönteminden sonra kontrol örneğinde 0.03 µg/100g lutein bulunmuştur. Ispanak püresinde 0.05 µg/100g, suyunda 0.15 µg/100g ve posasında 0.03 µg/100g lutein tespit edilmiştir. Sindirim sonrası keklerde ise posa, püre ve suyu ilave edilen keklerde 0.03 µg/100g olduğu tespit edilmiştir. % Lutein biyoerişilebilirliklerine bakıldığı zaman posa % 0.11, püre % 0.1, suyu % 0.63, ıspanak sulu kek % 2.86, ıspanak pürelı kek % 5.54 ve ıspanak posalı kek % 2.64 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu sonuçlara göre en

yüksek lutein biyoerişilebilirlik değeri ıspanak pürelı kekte gözlemlenmiştir. Eriksen, vd., (2017)' nin yaptıkları çalışmada; ıspanaktaki lutein ve β -karotenin bazı mekanik ve ısıl işlemlerin yanı sıra farklı yağlar ilave ederek *in vitro* biyoerişilebilirlikleri ve salınımlarını incelenmiştir. Ispanak püresindeki luteinin salınım değeri bütün değerlere göre üç kat fazla olduğu ve yağ ilaveleri luteinin salınımında küçük etkilere sahip olduğunu gözlemlemişler. Xavier, vd., (2018)' nin yaptıkları çalışmada, suda çözünen bir lutein ester formülasyonunun farklı konsantrasyonlarda takviye edilmiş cup keklerde luteinin *in vitro* biyoyararlanımını incelemişlerdir. Lutein içeriğinin artırılması, biyoyararlanımında net bir artış göstermediğini bulmuşlardır. Nihai üründe ksantofil miktarlarını güçlendirmek için cupkek tarifinde bir bileşen olarak suda çözünen lutein eklenmesi, yeterli stabiliteyi sağladığı ve pişirme ısısına dayanıklılık gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır. Mazzeo, vd., (2011)' nin buldukları sonuçlara göre; diğer bulguların aksine ısıtma işlemleri göz önüne alındığında, ıspanağın toplam karotenoid içeriğinde, esas olarak luteinde önemli bir kayıp tespit ederken, β -karotenin daha kararlı olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Mazzeo, vd., 2011).

3.6 Glisemik İndeks Sonuçları

Yayınlanan veriler incelendiğinde, bazı gıdaların (pirinç ve patates gibi) Gİ değerlerinde geniş bir varyasyona sahip olduğunu görülmüştür. Bunun nedeni, ülkeden ülkeye doğal botanik farklılıkları, bileşim ve işleme farklılıkları ve muhtemelen Gİ değerlerinin elde edilmesindeki metodolojik farklılıklar olabilir. Mevcut Gİ değerlerinin çoğunluğu ticari olarak işlenmiş gıdalardan elde edilmiştir ve gıda üreticileri tarafından kullanılan içerikler veya kullanılan işleme yöntemlerindeki değişiklikler Gİ' yi etkileyecektir. Örneğin; ekmek, kurabiye ve kek gibi benzer üretilen gıdalar farklı bileşenler (kullanılan un çeşidi, vb.) içerebilir veya nişasta jelatinleşme derecesini ve sindirim hızını ve Gİ değerini etkileyecek farklı işleme yöntemleri (farklı pişirme süreleri, vb.) kullanılabilir. Birçok meyve ve sebzeler olgunlaşma sürecinde, nişasta içeriklerinin azalması ve buna bağlı olarak şeker oranlarının artması daha yüksek Gİ değeri oluşturacaktır. Tahılların işlenmesinde dış mikro flora tabakası ve ince öğütülmüş tahıl partikülleri enzimatik sindirime maruz kalabilirler. Bu da

Gİ' yi etkiler. Gıda lifi içeriğinin Gİ üzerindeki etkisi için yapılan birçok çalışmada, bazı etkileri gösteren veya hiç etkisi olmadığı sonuçlarına ulaşılmıştır (Dan Ramdath, 2016). Genel bir ifadeyle gıdaların Gİ değerleri gıdanın yapısı, çeşidi, asiditesi ve içeriğine (şeker, nişasta, posa ve lipit içeriğine), pişirme öncesi, pişirme esnası ve sonrası besinlere uygulanan işlemlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Besinlerin pişirmeye hazırlanmasında uygulanan ön işlemler besinlerin parça büyüklüğünü azaltarak nişastanın sindirilmesini kolaylaştırıp Gİ' yi etkilemektedir (Saban Güler ve Binici, 2017).

Tablo 3.9: Glisemik İndeks Sonuçları

ÖRNEKLER	Glisemik İndeks (%)
Ispanak Püresi	47.4±0.5 ^d
Ispanak Suyu	48.3±1.5 ^e
Ispanak Posası	42.3±0.4 ^f
Sade Kek	61.8±0.9 ^a
Ispanak Pürelili Kek	50.2±0.6 ^c
Ispanak Sulu Kek	54.6±0.7 ^b
Ispanak Posalı Kek	50.6±0.6 ^c

Veriler 3 ayrı işlem tekrar sonucunda elde edilen ortalama ± standart sapmayı temsil etmektedir. Her özellik için kolonlarda farklı harfi taşıyan ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır (P<0.05).

Glisemik indeks analiz sonuçları Tablo 3.8' de verilmiştir. Değerler incelendiği zaman ıspanağın posası, suyu ve püresi arasında en yüksek glisemik indeks değeri ıspanak suyunda (% 48.3) gözlemlenmiştir (P<0.05). Ispanak ilavesi yapılmayan kontrol kek örneğinin glisemik indeks değeri % 61.8 ile orta Gİ' li gıda olarak bulunmuştur. Daha sonra püresi (% 47.4) ve posası (% 42.3) gelmektedir. Bu ıspanak formülasyonlarının keke ilave edilmesi ile de en yüksek değer ıspanak suyu ilave edilen keklerde (% 54.6), daha sonra ıspanak posası ve püresi eklenen keklerde (% 50.6-50.2) istatistiksel olarak aynı olduğu görülmüştür. Analizde kullanılan kontrol keki orta Gİ' li gıda aralığında ve diğer tüm kek formülasyonlarının düşük Gİ' li gıdalar aralığında olduğu tespit edilmiştir. Düşük glisemik indekse sahip olduğu gözlemlenen ıspanak püresi ve ıspanak posası eklenen keklerin kontrol kek örneğine göre Gİ değerini %18.45 oranında azalttığı tespit edilmiştir.

Çatak (2019)' ın yaptığı çalışmada, birinci örneklemede beslenmede sıklıkla kullanılan kırmızı mercimek, spagetti ve pirinç unu gibi bazı gıda ürünlerinin Gİ değerleri düşük çıkmıştır. İkinci örneklem olarak form, diyet ve light olmasıyla bilinen bazı bisküvilerin Gİ değerleri *in vitro* yöntem ile belirlemiştir. Sonuç olarak, yulafli bisküvi ve form şekerli bisküvilerin Gİ' si düşük bulunmuştur. Fazla lif miktarının olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde, şekersiz form bisküvinin beklenenin tersine yüksek Gİ' li bulunması, çok daha düşük miktarda lif içerdiğini göstermektedir. Bu çalışmanın literatürü destekleyen sonuçları, diyet lifinin gıda ürünlerinin glisemik indeksine olan olumlu etkisini vurgulamaktadır. Form bisküvi ürünleri sağlıklı atıştırmalıklara alternatif olarak görülse de glisemik indeksleri sonuçları nispeten yüksek çıkmıştır (Çatak, 2019).

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Literatür incelendiğinde, gıdalarda B₁, B₂, B₃ ve B₉ vitaminlerinin ve luteinin biyoerişebilirlikleri hakkındaki çalışmalar sınırlıdır. Ispanak ilave edilerek hazırlanan kek veya vitaminlerle ilgili benzer herhangi bir çalışma yoktur. Vitaminlerin miktarlarının belirlendiği laboratuvar çalışmalarının sınırlı sayıda olmasından dolayı, bu çalışmalar bize keklerin ne ölçüde veya ne şekilde tüketmemiz gerektiğini gösterebilir. Bu çalışmada, *in vitro* gastrointestinal sindirim yöntemi kullanarak, kek formülasyonlarının bazı B grubu (B₁, B₂, B₃ ve B₉) vitaminlerini ve luteinin biyoerişebilirlikleri incelenerek, formüle edilen kekler birbirleri ile kıyaslanmıştır. Ayrıca, keke ilave edilen farklı ıspanak içeriklerine göre glisemik indeks değerleri karşılaştırılmıştır. Laboratuvar çalışması sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi sırasıyla; B₁, B₂, B₃ ve B₉ vitaminlerinin ve luteinin biyoerişebilirlik değerleri ve glisemik indeks değerleri olarak aşağıda verilmiştir.

B₁ vitamini analiz sonuçlarına göre; biyoerişebilirlikleri incelendiği zaman ıspanak püresi % 66.1 ve ıspanak sulu kek % 76.7 ile en yüksek değerler bulunmuştur. *In vitro* sindirim sonrası günlük alınması gereken B₁ değerinin, ıspanak püresi % 18.08 -19.72' sini ve ıspanak sulu kek % 13.38-14.59' unu karşıladığı tespit edilmiştir.

B₂ vitamini analiz sonuçlarına göre; biyoerişebilirlikleri incelendiği zaman ıspanak posası

% 86.7 ve ıspanak posalı kek % 97.0 ile en yüksek değerler olarak bulunmuştur. *İn vitro* sindirim sonrası günlük alınması gereken B₂ değerinin, ıspanak posası % 9.89- 11.70' ini ve ıspanak posalı kek % 7.05- 8.70' ini karşıladığı tespit edilmiştir.

B₃ vitamini analiz sonuçlarına göre; biyoerişilebilirlikleri incelendiği zaman ıspanak suyu % 95.0 ve ıspanak preli kek % 82.1 ile en yüksek değerler olarak bulunmuştur. *İn vitro* sindirim sonrası günlük alınması gereken niasin değerinin, ıspanak püresi % 2.56-2.93' n ve ıspanak preli kek % 2.04-2.32' sini karşıladığı tespit edilmiştir.

B₉ vitamini analiz sonuçlarına göre; biyoerişilebilirlikleri incelendiği zaman ıspanak posası % 6.2 ve ıspanak preli kek % 23.83 ile en yüksek değerler olarak bulunmuştur. *İn vitro* sindirim sonrası günlük alınması gereken folat değerinin, ıspanak suyu % 0.24' n ve ıspanak preli kek % 0.06' sini karşıladığı tespit edilmiştir.

Lutein analiz sonuçlarına göre; biyoerişilebilirlikleri incelendiği zaman, ıspanak suyu % 0.63 ve ıspanak preli kek % 5.54 en yüksek değerler olarak bulunmuştur.

Kontrol kek örneğinin B₁ ve Lutein % biyoerişebilirlik sonuçları, hazırlanan kek formülasyonlarına göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedeni olarak; Tiyaminin tahıllarda yüksek miktarda bulunması ve luteinin yumurtadaki biyoerişilebilirliğinin, ıspanağa göre daha fazla olmasından kaynaklanabileceği düşünülebilir.

Glisemik indeks analiz sonuçlarına göre; değerler incelendiği zaman ıspanağın posası, suyu ve püresi arasında en düşük glisemik indeks değeri ıspanak posasında % 42.3 olarak hesaplanmıştır. En düşük glisemik indekse sahip olduğu gözlemlenen ıspanak püresi ve ıspanak posası eklenen keklerin kontrol kek örneğine göre Gİ değerini % 18.45 oranında azalttığı tespit edilmiştir.

Tüm bu sonuçlara göz önüne alındığında, B₃ vitamini (niasin), B₉ vitamini (folik asit), lutein ve Gİ değerlerinden ıspanak pürelı kekin tercih edilebilirliği diğer ıspanak ilaveli keklerden daha fazla olabileceği beklenilebilir.



KAYNAKÇA

- Abdel-Aal, el-S.M. vd. (2013). *Dietary Sources of Lutein and Zeaxanthin Carotenoids and Their Role in Eye Health*. *Nutrients* 5(4): 1169–1185.
- Ası,T.(1999).Tablolarla Biyokimya Cilt 2. *Vitaminler*. http://80.251.40.59/veterinary-.ankara.edu.tr/fidanci/Ders_Notlari/Tablolarla_Biyokimya/TB-Vitaminler.pdf [Kasım,2019].
- Aslan, R. (2019). *Fonksiyonel Gıda: Besinler İlacımız Olabilir mi?*. *Ayrıntı Dergisi*, 7(77): 45-49.
- Ball, G. M. F. (2008). *Vitamins: Their Role in the Human Body*. In *Thiamin, Flavins, Niacin, Folate*. London: John Wiley& Sons, 273-377.
- Bakan, E. Akbulut, Z. T. ve İnanç, A. L. 2014. *Carotenoids in Foods and their Effects on Human Health* . *Akademik Gıda* 12(2): 61-68.
- Basu, T. K. & Donaldson, D. (2003). *Intestinal Absorption in Health and Disease: Micronutrients*. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 17(6): 957–979.
- Bone, R.A. vd. (1988). *Analysis of macular pigment by HPLC: Retinal Distribution and Age Study*. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 29 (6): 843–849.
- Brouwer, I. A. vd. (1999). *Dietary Folate from Vegetables and Citrus Fruit Decreases Plasma Homocysteine Concentrations in Humans in a Dietary Controlled Trial*. *The Journal of Nutrition*, 129(6): 1135–1139.

Chung, R. W. S. Leanderson, P. Gustafsson, N. and Jonasson L. (2018). *Liberation of Lutein From Spinach: Effects of Heating Time, Microwave-Reheating and Liquefaction*. Food Chemistry, 277: 573-578.

Çalışkan-Koç, G., vd. (2019). *Sensory and Quality Attributes of Cake Supplemented With Spinach Powder*. The Journal of Food (Gıda Teknolojisi Dergisi), 44 (5): 907-918.

Çatak, J. (2019). *Ülkemizde Tüketilen Bazı Gıda Ürünleri ile Bisküvilerin Glisemik İndekslerinin İn Vitro Yöntemlerle Belirlenmesi*. European Journal of Science and Technology, 16: 940-947.

Dan Ramdath, D. (2016). *Glycemic Index, Glycemic Load, and Their Health Benefit*. Encyclopedia of Food Grains (Second Edition) 2: 241-24.

Datta, S., vd. (2019). *Nutritional composition, mineral content, antioxidant activity and quantitative estimation of water soluble vitamins and phenolics by RP-HPLC in some lesser used wild edible plants*. Heliyon, 5(3): 1-37.

Mann, J., Cummings, J., Englyst, H., Key, T., Liu, S., Riccardi, G. ve diğerleri. (2007) *FAO/WHO scientific update on carbohydrates in human nutrition: conclusions*. Eur J Clin Nutr, 61, S132-S137.

Eriksen, J. N., vd. (2017). *Adaption of an In Vitro Digestion Method to Screen Carotenoid Liberation and In Vitro Accessibility From Differently Processed Spinach Preparations*. Food Chemistry, 224(1): 407-413.

Fernández-García, E., Carvajal-Lérida, I., & Pérez-Gálvez, A. (2009). *In Vitro Bioaccessibility Assessment as a Prediction Tool of Nutritional Efficiency*. Nutrition research, 29(11): 751-760.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Spinach Crops* (Production). <http://www.fao.org/home/en> [Kasım,2019].

Garrett, D.A., Failla, M.L. ve Sarama, R.J., (2000). *Estimation of Carotenoid Bioavailability From Fresh Stir-fried Vegetables Using an In Vitro Digestion/CaCO-2 Cell Culture model*. J. Nutr. Biochem. 11 (11–12): 574–580.

Gözükara, Ö. İ. (2013). *Balkabağı Tozunun Fizikokimyasal ve Sorpsiyon Özellikleri Üzerine Kurutma Metotlarının Etkisi ve Balkabağı Tozunun Kek Üretiminde Kullanımı* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Gumus, C.E., Davidov-Pardo ve G., Mc Clements, D.J., (2016). *Lutein-Enriched Emulsion-Based Delivery Systems: Impact of Maillard Conjugation on Physicochemical Stability and Gastrointestinal Fate*. Food Hydrocolloids, 60: 38–49.

Hanif, R., vd. (2006). *Use of Vegetables as Nutritional Food: Role in Human Health*. Journal of Agricultural and Biological Science, 1(1): 18-22.

Hasan, M. N., Akhtaruzzaman, M. ve Sultan, M. Z. (2013). *Estimation of Vitamins B-Complex (B2, B3, B5 and B6) of Some Leafy Vegetables Indigenous to Bangladesh by HPLC Method*. Journal of Analytical Sciences, 3: 24-29.

Humphries, J.M. ve Khachik, F. (2003). *Distribution of Lutein, Zeaxanthin, and Related Geometrical Isomers in Fruit, Vegetables, Wheat, and Pasta Products*. J. Agriculture Food Chemistry, 51 (5): 1322–1327.

Hur, S.J. Lim, B.O. Decker, E.A. ve Mc Clements, D.J. (2011). *In Vitro Human Digestion Models for Food Applications*. Food Chemistry, 125: 1–12.

- Jecfa. (2005). *Sixty-Third Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*. In W. H. Organization (Eds.). Geneva: WHO Technical Report Series, 23-26.
- Jiraungkoorskul, W. (2016). *Review of Neuro-nutrition Used as Anti-Alzheimer Plant, Spinach, Spinacia oleracea*. *Pharmacognosy Reviews*, 10(20): 105-108.
- Kavitha, V. & Ramadas V.S. (2013). *Nutritional Composition of Raw Fresh and Shade Dried Form of Spinach Leaf (Spinach oleracea)*. *An International Journal*, 1(8): 767-770.
- Kidmosel, U., vd. (2005). *Chromatographic Determination of Changes in Pigments in Spinach (Spinacia oleracea L.) During Processing*. *Journal of Chromatographic*.
- Konings E. J. M., Roomans, H. H. S., Evaluation and Validation of an LC Method for the Analysis of Carotenoids in Vegetables and Fruit, *Food Chemistry*, 59, 4, 599-603, (1997).
- Lee, S.J., vd. (2016). *Development of novel in vitro human digestion systems for screening the bioavailability and digestibility of foods*. *Journal of Functional Foods* 22: 113–121.
- Lomnitski, L., vd. (2003). *Composition, Efficacy, and Safety of Spinach Extracts*. *Nutrition and Cancer*, 46(2): 222-231.
- Mazzeo, T., vd. (2011). *Effect of Two Cooking Procedures on Phytochemical Compounds, Total Antioxidant Capacity and Colour of Selected Frozen Vegetables*. *Food Chemistry* 128(3): 627-633.

National Center for Biotechnology Information. *Compound Summary of Vitamins*.
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/> [Kasım,2019]

National Institutes of Health (NIH). *Fact Sheet for Health Professionals*.
<https://www.nih.gov/>[Ocak, 2020].

Ndaw, S. BergaentzleA, M. AoudeA-Werner, D. Hasselmann, C. (2000). *Extraction procedures for the liquid chromatographic determination of thiamin, ribofavin and vitamin B6 in foodstuffs*, Food Chem. 71:129–138.

Özkan, K. (2019). *Bazı Geleneksel Gıdalarımızın B Grubu Vitamin Kompozisyonunun Belirlenmesi ve Sağlıklı Beslenme Açısından Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Rose-Sallin, C. Blake, J.C. Genoud, D. Tagliaferri, E.G. (2001). *Comparison of microbiological and HPLC –fluorescence detection methods for determination of niacin in fortified food products*. Food Chem. 73 (4): 473–480.

Rychlik, M. Englert, K. Kapfer, S. and Kirchhoff, E. (2007). *Folate contents of legumes determined by optimized enzyme treatment and stable isotope dilution assays*. Journal of Food Composition and Analysis. 20(5): 411–419.

Saban Güler, M. ve Binici, S. (2017). *Besinin İçeriği, İşleme ve Pişirme Yöntemlerinin Glisemik İndeks Üzerine Etkisi*. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 2(3): 1-12.

- Saldamlı, İ. (2014). Gıda Kimyası, (4. Baskı). In A. Topcu, İ. Saldamlı ve F. Sağlam, *Vitaminler ve Mineraller*, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 411-475.
- Salehi, F. ve Aghajanzadeh S. (2020). *Effect of dried fruits and vegetables powder on cakes quality: A review*. Trends in Food Science & Technology, 95: 162-172.
- Sargın, H. S. (2019). *Ülkemizde Tüketilen Kahvaltılık Gevrek Ürünlerinin Glisemik İndeks ve Protein Sindirilebilirliklerini İn Vitro Gastrointestinal Sistem ile İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Schuphan, W. (1961). *Methioningehalt und Eiweißqualität von Blattpflanzen in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung*. Qualitas Plantarum et Materiae Vegetabiles, 8(3-4): 261–283.
- Sharma, N. Kapoor, M. Nehru, B. (2014). *Spinacea Oleracea L. Extract Protects Against LPS Induced Oxidative Stress, Inflammatory Response and Ensuing Biochemical, Neurochemical and Neurobehavioral Impairment In Mice*. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 6(3): 203-210.
- Śmigielska, H. (2013). *Current Trends in Commodity Science Analysis and Consumer Acceptance of Food Products*. Poznań University of Economics Print Shop.
- 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.
- Uçar, B. (2011). *Pandispanya Kek Kalitesi Üzerine Yabani Meyvelerin Fonksiyonel Etkileri* (Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Ulusal Gıda Kompozisyonu Veri Tabanı. *İspanak, sebze ve sebze ürünleri*. <http://www.turkomp.gov.tr/food-268>. [Ekim, 2019].

Van den Berg, H. Van der Gaag, M. Ve Hendriks, H. (2002). *Influence of Lifestyle on Vitamin Bioavailability*. International Journal for Vitamin and Nutrition Research, 72(1): 53–59.

Yaman, M. (2019). *Farklı Ekmek Çeşitlerinde Doğal Olarak Bulunan Vitamin B₁, B₂ ve B₆'nın İn Vitro Biyoerişebilirliğinin İncelenmesi*. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 16: 758-764.

Yaralı, E. (2018). *Tahıl Teknolojisi II*. <https://akademik.adu.edu.tr/myo/cine/webfolder/-File/ders%20notlari/Tahil%20Teknolojisi%20II.pdf> . [Kasım,2019].

Werner, S. & Böhm, V. (2011). *Bioaccessibility of Carotenoids and Vitamin E From Pasta: Evaluation of an In Vitro Digestion Model*. J. Agriculture Food Chemistry, 59(4): 1163–1170.

World Health Organization. (2010). *Global Data on Visual Impairments*. (<https://www.who.int/blindness/GLOBALDATAFINALforweb.pdf>). [Kasım, 2019]

Xavier, A.A.O., vd. (2018). *In Vitro Bioaccessibility of Lutein From Cupcakes Fortified With a Water-soluble Lutein Esters Formulation*. Journal of Food Composition and Analysis, 68: 60–64.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Emine Büşra BAŞTÜRK

Eğitim Bilgileri:

Yıl	Derece	Bölüm	Üniversite	Ortalama
2011-2016	Lisans	Gıda Mühendisliği	Erciyes Üniversitesi	3.13/4
2017-2020	Lisansüstü	Gıda Mühendisliği	Sabahattin Zaim Üniversitesi	3.06/4

İş Tecrübesi:

Yıl	Kurum Adı	Görevi
2016-2017	Kayseri Şeker Fabrikası	Kalite Kontrol Personeli
2017-	İstanbul Büyükşehir Belediyesi	Gıda Mühendisi

Kurs/Sertifika Bilgisi:

- TSE – TS EN ISO 9001:2015 Kalite Yönetim Sistemi Temel Eğitimi
- TSE – TS EN ISO 9001:2015 Kalite Yönetim Sistemi Dokümantasyon Eğitimi
- TSE – TS EN ISO 9001:2015 Kalite Yönetim Sistemi İç Tetkik Eğitimi
- TSE – TS EN ISO 9001:2015 Risk Tabanlı Proses Yönetimi Eğitimi
- TSE – TS EN ISO 22000 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi Temel Eğitimi
- TSE – TS EN ISO 22000 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi Dokümantasyon Eğitimi
- TSE – Gıda Savunması ve Temel HACCP Kuralları Eğitimi