

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

**BALIK VE TAVUK ETLERİNE UYGULANAN FARKLI  
PIŞIRME YÖNTEMLERİNİN VİTAMİN B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> ve B<sub>6</sub>  
DÜZEYLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Reyhan ÇAMAN**

**İstanbul  
Şubat-2021**

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

**BALIK VE TAVUK ETLERİNE UYGULANAN FARKLI**  
**PIŞİRME YÖNTEMLERİNİN VİTAMİN B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> ve B<sub>6</sub>**  
**DÜZEYLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Reyhan ÇAMAN**

**Tez Danışmanı**  
**Dr. Öğr. Üyesi Jale ÇATAK**

**İstanbul**  
**Şubat-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 Dr. Öğr. Üyesi Jale ÇATAK

Üye Doç. Dr. Mustafa YAMAN

Üye Dr. Öğr. Üyesi Orçun AVŞAR

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

Prof. Dr. Ali GÜNEŞ  
Enstitü Müdürü

## BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “**Balık ve Tavuk Etlerine Uygulanan Farklı Pişirme Yöntemlerinin Vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> ve B<sub>6</sub> Düzeyleri Üzerine Etkisi**” 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.

Reyhan ÇAMAN

## ÖN SÖZ

Yüksek lisans eğitimimin her aşamasında bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren, yardımlarını esirgemeyen ve sürekli destek olan değerli tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Jale ÇATAK' a, eş danışmanım Doç. Dr. Zafer Ceylan'a ve değerli hocam Doç. Dr. Mustafa YAMAN' a; her zaman ellerinden geleni hatta fazlasını yaparak hayatımın her anında bana destek olan canım aileme teşekkürlerimi sunarım.

**Reyhan ÇAMAN**

**Şubat-2021**

**ÖZET**

**BALIK VE TAVUK ETLERİNE UYGULANAN FARKLI  
PIŞİRME YÖNTEMLERİNİN VİTAMİN B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> ve B<sub>6</sub>  
DÜZEYLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Reyhan ÇAMAN  
Yüksek Lisans, Beslenme ve Diyetetik  
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Jale ÇATAK  
Şubat-2021, 74Sayfa

Etler, iyi bir B grubu vitamin kaynağı olarak kabul edilir. Gıdaların işlenmesi sırasında vitamin içeriğinde önemli kayıplar meydana gelir. Bu nedenle, mikro besinlerin pişirme kayıplarını ölçen araştırmalar, etlerdeki farklı pişirme yöntemleri sonrasında vitamin miktarlarının bilinmesi açısından çok önemlidir. Literatürde B<sub>6</sub> vitamini miktarı gıdalardaki piridoksal (PL), piridoksamın (PM) ve piridoksin (PN) formlarının toplamı olarak verilmektedir. Çiğ ve pişmiş tavuk ve balıkların B<sub>6</sub> vitamini profili hakkında çok az bilgi vardır. B<sub>6</sub> vitamininin PL, PM ve PN formlarının biyoyararlılığı farklı olduğundan; pişirildikten sonra bu formların miktarını bilmek önemlidir. Bu çalışma, seçilen balık ve tavuk etlerinde B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> ve B<sub>6</sub> vitaminlerinin içeriklerini belirlemeyi ve bu vitaminlerin alımı için en uygun pişirme yöntemlerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Tüm çiğ ve pişmiş etlerdeki B vitamini konsantrasyonlarını ve formlarını saptamak için HPLC yöntemi uygulanmıştır. Bu çalışmada, tüm örneklerdeki B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> ve B<sub>6</sub> vitamini içerikleri (p<0,05) pişirme işleminden sonra önemli ölçüde azalmıştır. Tavuk ve balık eti örneklerinde ızgara yönteminde, B<sub>1</sub> vitamini, B<sub>2</sub> vitamini, toplam B<sub>3</sub> vitamini, nikotinic asit ve nikotinamid için ortalama pişirme kaybı sırasıyla %45, %38, %46, %70 ve %45 idi. Fırınlanarak pişirildiğinde, ortalama pişirme kayıpları sırasıyla %52, %57, %55, %66 ve %54 olmuştur. Pişirilmiş tavuklarda toplam B<sub>6</sub> vitamininin pişirme kaybı %55 – 89 arasında değişmiştir ve bu değerler daha önce bildirilenlerden önemli ölçüde daha yüksektir. Tavukların PL ve PM kayıpları sırasıyla %50 – 92 ve %69,7 – %96,2 arasında değişmiştir. Balıkların PL pişirme kaybı ise %54 – 97 arasında değişirken, PM kayıpları %19 – 78 arasında bulunmuştur. Fırında pişirilmiş palamutlarda PL kaybı (%97) diğer balık örneklerinden anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p<0,05). Izgara yöntemi, başta B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub> vitamini stabilitesi açısından olmak üzere, tavuk ve balık etleri için en uygun

pişirme yöntemi olarak belirlenmiştir. Uygulamalar arasındaki önemli farklılıklar istatistiksel olarak tek yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir (ANOVA,  $p < 0,05$ , Tukey's testi).

**Anahtar Kelimeler:** Tiamin, Riboflavin, Niasin, Piridoksal, Piridoksin, Piridoksamin, pişirme kaybı, balık eti, tavuk eti.



**ABSTRACT**

**EFFECTS OF DIFFERENT COOKING METHODS ON THE  
LEVELS OF VITAMIN B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> AND B<sub>6</sub> IN FISH AND  
CHICKEN MEATS**

Reyhan ÇAMAN  
Master, Nutrition and Dietetics  
Supervisor: Asst. Prof. Dr. Jale ÇATAK  
February-2021, 74 Pages

Meats are considered as a good source of B-complex vitamins. Significant losses occur in vitamin content during the processing of foods. Thus, investigations that measure the cooking losses of micronutrients are crucial to know the vitamin amounts by different methods in meats. In the literature, the amount of vitamin B<sub>6</sub> is given as the sum of the pyridoxal (PL), pyridoxamine (PM), and pyridoxine (PN) forms in foods. There is little information on vitamin B<sub>6</sub> profiling of raw and cooked chickens and fishes. Since the bioavailability of PL, PM, and PN forms of vitamin B<sub>6</sub> are different, knowing the amount of these forms is important after cooking. The study aims to investigate the content of vitamins B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> and B<sub>6</sub> in selected fish and chicken meats using different cooking methods for revealing the best cooking methods suitable for these vitamins' intake. HPLC was used to detect the concentrations of B vitamins and the forms in each raw and cooked meat. In this study, vitamin B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, and B<sub>6</sub> content of all samples ( $p < 0.05$ ) decreased significantly after the cooking process. The average cooking loss of vitamin B<sub>1</sub>, vitamin B<sub>2</sub>, total vitamin B<sub>3</sub>, nicotinic acid, and nicotinamide in chicken and fish meat samples by grilling were 45%, 38%, 46%, 70%, and 45%, respectively. When cooked by baking, the average cooking loss was 52%, 57%, 55%, 66%, and 54%, respectively. The cooking loss of total vitamin B<sub>6</sub> in cooked chickens ranged from 55 to 89%, the values significantly greater than those reported previously. PL and PM losses of chickens were ranged from 50 to 92% and 69.7 to 96.2% respectively. The loss of PL in fishes ranged from 54 to 97%, while the PM loss was determined to be between 19 and 78%. The loss of PL in baked Atlantic bonitos (97%) was found to be significantly higher than the other fish samples ( $p < 0.05$ ). The grilling method is predominantly the best way for chicken and fish meat cooking, particularly for vitamin B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub> stability. Significant differences between

applications were evaluated statistically by one-way analysis of variance (ANOVA,  $p < 0.05$ , Tukey's test).

**Key Words:** Thiamine, Riboflavin, Niacin, Pyridoxal, Pyridoxine, Pyridoxamine, cooking loss, fish meat, chicken meat.



# İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI.....	i
BİLİMSEL ETİK BEYAN .....	ii
ÖNSÖZ .....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT... ..	vi
TABLolar LİSTESİ .....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xii
KISALTMALAR VE SİMGELER .....	xiii

## BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ.....	1
------------	---

## İKİNCİ BÖLÜM

GENEL BİLGİLER .....	2
2.1. Ülkemiz Açısından Tavuk Etine Bakış.....	2
2.2. Tavuk Eti ve Sağlık. ....	2
2.3. Ülkemiz Açısından Balık Etine Bakış .....	3
2.4. Balık Eti ve Sağlık... ..	4
2.5. Vitaminler.....	4
2.5.1. B Grubu Vitaminler... ..	4
2.5.1.1 B <sub>1</sub> Vitamini .....	5
2.5.1.1.1. İşlevi.....	6
2.5.1.1.2. Kaynağı ve Kaybı.....	6
2.5.1.1.3. Günlük İhtiyaç ve Eksikliği .....	7
2.5.1.2. B <sub>2</sub> Vitamini .....	7
2.5.1.2.1. İşlevi.....	8
2.5.1.2.2. Kaynağı ve Kaybı.....	9
2.5.1.2.3. Günlük İhtiyaç ve Eksikliği .....	9
2.5.1.3. B <sub>3</sub> Vitamini .....	10
2.5.1.3.1. İşlevi.....	10

2.5.1.3.2. Kaynağı ve Kaybı.....	11
2.5.1.3.3. Günlük İhtiyaç ve Eksikliği .....	12
2.5.1.4. B <sub>6</sub> Vitamini .....	12
2.5.1.4.1. İşlevi.....	13
2.5.1.4.2. Kaynağı ve Kaybı.....	13
2.5.1.4.3. Günlük İhtiyaç ve Eksikliği .....	14

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

<b>ARAŞTIRMA YÖNTEMİ .....</b>	<b>15</b>
3.1. Araştırmanın Amacı .....	15
3.2. Araştırma Zamanı, Yeri ve Örnekler .....	15
3.3. Kullanılan Cihazlar .....	16
3.4. Numune Alma ve Pişirme Yöntemleri.....	17
3.5. Vitamin Tayinleri.....	18
3.5.1. B <sub>1</sub> Vitamini Tayini.....	19
3.5.2. B <sub>2</sub> Vitamini Tayini.....	19
3.5.3. B <sub>3</sub> Vitamini Tayini.....	20
3.5.4. B <sub>6</sub> Vitamini Tayini.....	21
3.6. Miktar Tayini ve Kalite Kontrolü... ..	22
3.7. İstatiksel Analizler .....	22

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

<b>ARAŞTIRMA BULGULARI .....</b>	<b>23</b>
4.1. Çiğ ve Pişmiş Balık ve Tavuk Etlerinde B <sub>1</sub> Vitamini Miktarları ve Pişirme Kayıpları .....	23
4.2. Çiğ ve Pişmiş Balık ve Tavuk Etlerinde B <sub>2</sub> Vitamini Miktarları ve Pişirme Kayıpları .....	24
4.3. Çiğ ve Pişmiş Balık ve Tavuk Etlerinde B <sub>3</sub> Vitamini Miktarları ve Pişirme Kayıpları .....	25
4.3.1. Nikotinik asit.....	25
4.3.2. Nikotinamid... ..	27
4.3.3. Toplam B <sub>3</sub> Vitamini.....	28

44. Çiğ ve Pişmiş Balık ve Tavuk Etlerinde B <sub>6</sub> Vitamini Miktarları ve Pişirme Kayıpları .....	29
4.4.1. Çiğ ve Pişmiş Balık Etlerindeki B <sub>6</sub> Vitamini Miktarları ve Pişirme Kayıpları .....	29
4.4.1.1. Çiğ ve Pişmiş Balık Etlerindeki Piridoksal Miktarları ve Pişirme Kayıpları .....	29
4.4.1.2. Çiğ ve Pişmiş Balık Etlerindeki Piridoksamin Miktarları ve Pişirme Kayıpları .....	30
4.4.1.3. Çiğ ve Pişmiş Balık Etlerindeki Piridoksin Miktarları ve Pişirme Kayıpları .....	31
4.4.1.4. Çiğ ve Pişmiş Balık Etlerindeki Toplam B <sub>6</sub> Miktarları ve Pişirme Kayıpları .....	31
4.4.2. Çiğ ve Pişmiş Tavuk Etlerindeki B <sub>6</sub> Vitamini Miktarları ve Pişirme Kayıpları .....	32
4.4.2.1. Çiğ ve Pişmiş Tavuk Etlerindeki B <sub>6</sub> Vitamini İçeriği .....	32
4.4.2.2. Çiğ ve Pişmiş Tavuk Etlerindeki B <sub>6</sub> Vitamini Pişirme Kayıpları .....	35
4.4.2.2.1. Pişmiş Tavuk Etlerindeki Piridoksal Pişirme Kayıpları .....	38
4.4.2.2.2. Pişmiş Tavuk Etlerindeki Piridoksamin Pişirme Kayıpları .....	38
4.4.2.2.3. Pişmiş Tavuk Etlerindeki Toplam B <sub>6</sub> Vitamini Pişirme Kayıpları.....	39

## **BEŞİNCİ BÖLÜM**

<b>TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRME .....</b>	<b>40</b>
--	-----------

<b>SONUÇ .....</b>	<b>48</b>
--------------------	-----------

<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>49</b>
----------------------	-----------

<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>61</b>
-----------------------	-----------

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.3.1: Analizde Kullanılan Cihaz ve Malzemeler.....	16
Tablo 4.1.1: Çiğ ve Pişmiş Balık ve Tavuk Etlerindeki Toplam B <sub>1</sub> Vitamini Miktarı ve Pişirme Kayıpları .....	23
Tablo 4.2.1: Çiğ ve Pişmiş Balık ve Tavuk Etlerindeki Toplam B <sub>2</sub> Vitamini Miktarı ve Pişirme Kayıpları .....	24
Tablo 4.3.1.1: Çiğ ve Pişmiş Balık ve Tavuk Etlerindeki Nikotinik Asit Miktarları ve Pişirme Kayıpları .....	26
Tablo 4.3.2.1: Çiğ ve Pişmiş Balık ve Tavuk Etlerindeki Nikotinamid Miktarları ve Pişirme Kayıpları .....	27
Tablo 4.3.3.1: Çiğ ve Pişmiş Balık ve Tavuk Etlerindeki Toplam B <sub>3</sub> Vitamini Miktarları ve Pişirme Kayıpları .....	28
Tablo 4.4.1.1.1: Çiğ ve Pişmiş Balık Filetolarındaki PL Miktarları ve Pişirme Kayıpları .....	29
Tablo 4.4.1.2.1: Çiğ ve Pişmiş Balık Filetolarındaki PM Miktarları ve Pişirme Kayıpları .....	30
Tablo 4.4.1.3.1: Çiğ ve Pişmiş Balık Filetolarındaki PN Miktarları ve Pişirme Kayıpları .....	31
Tablo 4.4.1.4.1: Çiğ ve Pişmiş Balık Filetolarındaki Toplam B <sub>6</sub> Miktarları ve Pişirme Kayıpları .....	32
Tablo 4.4.2.1.1: Çiğ ve Farklı Pişirme Yöntemleriyle Pişirilmiş Tavuk Etlerindeki B <sub>6</sub> Vitamini Formları (PL, PM, PN) ve Toplam B <sub>6</sub> Vitamini Miktarları .....	33
Tablo 4.4.2.2.1: Farklı Pişirme Yöntemleriyle Pişirilmiş Tavuk Etlerindeki B <sub>6</sub> Vitamini Formları (PL, PM, PN) ve Toplam B <sub>6</sub> Vitamini Pişirme Kayıpları .....	36

## ŞEKİLLER LİSTESİ

### İKİNCİ BÖLÜM

Şekil 2.1: Tiaminin Kimyasal Formu... ..	5
Şekil 2.2: Riboflavinin Kimyasal Yapısı .....	8
Şekil 2.3: Nikotinic Asit ve Nikotinamidin Kimyasal Yapısı .....	10
Şekil 2.4: Piridoksal (PL), Piridoksamin (PM) ve Piridoksin (PN) Kimyasal Yapısı.....	13

### ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Şekil 3.1: İşlem Basamakları .....	15
Şekil 3.2: HPLC Sistemi.....	16

## KISALTMALAR

dk: Dakika

kcal: Kalori

kg: Kilogram

L: Litre

M: Molar

g: Gram

mg: Miligram

µg: Mikrogram

ml: Mililitre

DM: Diabetes Mellitus

PL: Piridoksal

PM: Piridoksamin

PN: Piridoksin

CA: Selüloz asetat

EPA: Eikosapentaenoik asit

DHA: Dokosaheksaenoik asit

PUFA: Çoklu doymamış yağ asitleri

NAD: Nikotinamid Dinükleotid

FAD: Flavin Adenin Dinükleotid

FMN: Flavin Mono Nükleotid

KVH: Kardiyovasküler Hastalıklar

HPLC: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi

TÜRKOMP: Türkiye Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı

USDA: ABD Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı

vd: ve diğerleri

# BİRİNCİ BÖLÜM

## GİRİŞ

Vitaminler sağlıklı yaşam ve sağlıklı bir metabolizma için insan vücudu tarafından ihtiyaç duyulan kritik mikro besinlerdir. Birçok vitamin doğal gıdalarda küçük miktarlarda bulunur ancak gıdalara ısı işlem uygulandığında, mevcut vitaminlerin önemli bir miktarı kaybolabilmektedir (Lombardi-Boccia, vd., 2005). Son yıllarda tüketicilerde sağlıklı beslenme bilincinin artması ile balık etinin tüketimi ve tavuk etinin fiyatının kırmızı ete kıyasla ucuz olmasından dolayı tavuk etinin tüketimi artış göstermiştir (Dokuzlu, vd., 2013). Beslenme uzmanları, gıda teknolojisi uzmanları ve diyetisyenler tarafından diyet alımına ilişkin tavsiyeler açısından ve ayrıca ürünlerin formülasyonu için bu gıdaların biyokimyasal bileşimi hakkında kapsamlı bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Belirtilen tüm nedenlerden dolayı, doğrudan veya dolaylı olarak, gıdalardaki vitaminlerin stabilitesi veya korunması gıda üreticileri ve özellikle tüm tüketiciler için kritik bir konudur.

Literatürdeki vitamin içeriği çalışmaları genellikle çiğ etlere uygulanmıştır ve pişmiş etler üzerinde yapılmış çalışmalar çok sınırlıdır. Ayrıca, B<sub>6</sub> vitamininin formları hakkında da yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı, farklı pişirme teknikleri uygulanmış tavuk ve balık etlerinde B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> ve B<sub>6</sub> vitaminlerinin içeriğini belirleyerek bu konuda çalışan profesyonellere yol gösterici olabilmektir.

Bu çalışmada, B<sub>1</sub> (tiamin), B<sub>2</sub> (riboflavin), B<sub>3</sub> (niasin) ve B<sub>6</sub> vitamini tespitleri için HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) cihazı kullanılmıştır. Uygulamalar arasındaki önemli farklılıklar tek yönlü varyans analizi ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (ANOVA,  $p < 0,05$ , Tukey's test).

## İKİNCİ BÖLÜM

### GENEL BİLGİLER

#### 2.1. Ülkemiz Açısından Tavuk Etine Bakış

Tavuk eti, besin değeri içeriği açısından etlere benzemesine rağmen daha az yağlıdır ve buna bağlı olarak da enerji değeri kırmızı etten daha düşüktür. Doymuş yağ ve kolesterol içeriği de daha azdır. Riboflavin, niasin, B<sub>6</sub> ve B<sub>12</sub> vitaminleri ve mineraller açısından zengindir (Baysal, 2011).

Yeterli ve dengeli beslenme için kg başına günlük 0,5 g hayvansal protein tüketilmesi önerilmektedir. Bu miktar diyetle alınması gereken günlük proteinin %40-50'sine denktir (Aygün vd., 2004). Türkiye' de tüketilen proteinin sadece %29' u hayvansal ürünlerden sağlanmaktadır. Hayvansal ürün fiyatları, tüketici gelir düzeyi ve tüketici tercihleri bu düşük oranın nedenlerindedir (Gündüz, Esengün ve Göktolga, 2006).

Türkiye' de kişi başına yıllık tavuk eti tüketim miktarı 2001 yılından bu yana yaklaşık 2,2 kat artarak 9,6 kg'dan 21,4 kg'a yükselmiştir (Aytıp, 2019). Tüketim sıklığına bakıldığında, en yüksek tüketim sıklığının haftada 1-2 kez olduğu saptanmıştır (%42,9). Haftada 1-2 kez tavuk eti tüketenlerin oranı kentte %44,7, kırsalda ise %37,6'dır (TBSA, 2010).

Durmuş ve arkadaşlarının (2011), 61 ilde tavuk eti tüketimi hakkında yaptığı çalışmalarında, tavuk etinin en fazla Akdeniz (%21), İç Anadolu (%18) ve Marmara (%16) bölgelerinde tüketildiği rapor edilmiştir. Çalışmaya katılan ailelerin %43,6'sı haftada en az bir kez, %34,8'i haftada iki kez ve %16,7'si haftada üç kez tavuk eti tükettiği bildirilmiştir (Durmuş, vd., 2011).

#### 2.2 Tavuk Eti ve Sağlık

Sağlıklı ve dengeli bir beslenmede, günlük protein gereksiniminin %40-50' si hayvansal kaynaklı gıdalardan gelmelidir. Kaliteli besin içeriği, uygun fiyatı ve kolay ulaşılabilirliğinden dolayı tavuk etinin hayvansal proteinler içerisinde önemli bir yeri

vardır. Özellikle beyaz tavuk etinde tekli doymamış yağ asidi oranının (%47,6) doymuş yağ oranından (%35,1) daha fazla olması, içerdiği kolesterol oranının düşük olması (69 mg/100 g) ve çoklu doymamış yağ asitlerini az içermesi gibi özellikleri besleyici değerini arttırmaktadır (Baysal, 2011; Demirulus ve Aydın, 1995).

Ülser, gastrit, spastik kolon gibi sindirim sistemi hastalıklarında sindirim kolaylığından dolayı tavuk etinin fırında pişirme veya haşlama yöntemi ile pişirilerek tüketilmesi önerilmektedir (Baysal, 2011).

Tavuk eti, düşük doymuş yağ ve yüksek tekli doymamış yağ içeriği ile, koroner kalp hastalıklarının önlenmesi/tedavisinde ve obezitenin tedavisinde önemli rol oynamaktadır (Arslan, 2014).

### **2.3. Ülkemiz Açısından Balık Etine Bakış**

Balık, metionin ve lizin başta olmak üzere elzem amino asitleri, uzun zincirli çoklu doymamış n-3 yağ asitlerini (LC-PUFA), A, K ve B vitaminlerini ve iyot, fosfor, selenyum, çinko ve potasyum gibi mineralleri içermektedir. Balıkların enerji değerleri içerdiği yağ oranına göre değişmektedir. Aynı zamanda, kılçık kısmı ile birlikte tüketilen balıkların kalsiyum oranı da yüksektir (Murray ve Burt, 1969; Tacon ve M. Metian, 2013).

Gelişmekte olan ülkelerde yıllık balık tüketimi 19,4 kg, gelişmiş ülkelerde ise yıllık kişi başı tüketilen balık miktarı 24,4 kg'dır (FAO, 2020). Türkiye'de yıllık balık tüketim miktarının kişi başı 6,26 kg olduğu tespit edilmiştir (TÜİK, 2019). Bu miktarın gelişmekte olan ve gelişmiş ülkelerde tüketilen balık miktarının çok daha altında olduğu görülmektedir. Balık tüketim sıklığına bakıldığında ise, hiç tüketmeyenlerin oranı %39,1'dir. Kadınlarda hiç balık tüketmeme oranının erkeklerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ayda 1 kez balık tüketenlerin oranı %25,6'dır. Kentte yaşayanların %18,8'i, kırsalda yaşayanların ise %12,4'ü haftada 1-2 kez balık tüketmektedirler (TBSA, 2010).

## **2.4. Balık Eti ve Sağlık**

Balık eti içerdiği EPA VE DHA sayesinde KHV riskini azaltmada ve metabolik sendromun önlenmesi ve tedavisinde rol oynamaktadır. Balık etinin içerdiği yağ asitlerinden olan n-3 PUFA'nın ise, antiinflamatuvar özelliği, kanser riskini azalttığı ve nörotransmitterlerin sentezi, yıkımı, salgılanması, geri alımı vb. biyolojik yollarda yer alması sayesinde depresyon riskini azalttığı bilinmektedir. Balık etinde yer alan n-3 yağ asitlerinin yanı sıra, kaliteli protein, vitamin ve mineral kaynağı olduğu için preparatlar yerine balığı gıda formunda tüketmek yeterli ve dengeli beslenme açısından daha uygundur (Baysal, 2011; Öksüz, vd., 2017).

## **2.5. Vitaminler**

Vitaminler, yağda çözünür veya suda çözünür olarak sınıflandırılan, sağlıklı bir metabolizma, büyüme ve üreme için insanlar tarafından küçük miktarlarda ihtiyaç duyulan karmaşık organik bileşiklerdir (Ball, 2004; Baysal, 2011). Vitaminler doğal olarak besinlerin içinde yer almaktadır ve çoğunlukla vücut tarafından sentezlenememektedir. Bu nedenle diyetle yeterli miktarda alınması oldukça önemlidir (Combs Jr ve McClung, 2016).

B grubu vitaminleri ve C vitamini suda eriyen vitaminler grubundayken, A, D, E ve K yağda eriyen vitaminlerdir. Yağda eriyen vitaminler vücutta depolanabilirler ancak suda çözünen vitaminlerin fazlası vücuttan idrar yoluyla atılır. Vitaminlerin fazla miktarda alınması vücutta toksik etkiye de sebep olabilmektedir (Koç, 2014).

### **2.5.1. B Grubu Vitaminler**

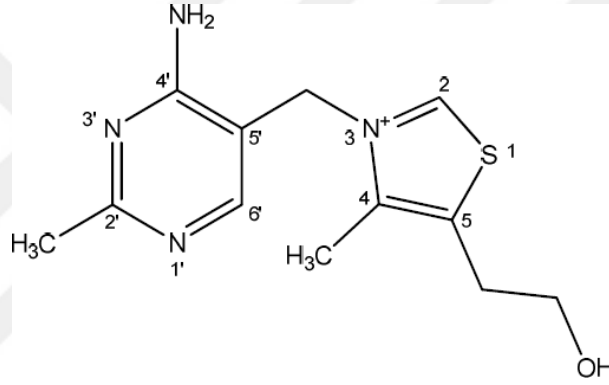
B grubu vitaminler biyosentez ve enerji üretiminde kritik bir rol oynarlar ve bu nedenle günlük alımları gereklidir (Bellows and Moore, 2012). Balık ve tavuk etleri belirli miktarlarda B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> ve B<sub>6</sub> vitaminleri içerir (USDA, 2020). B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> ve B<sub>6</sub> vitaminleri suda çözünen temel vitaminlerdir ve enzimler veya gıda işleme teknikleri nedeniyle pişirme sırasında kolayca kaybolurlar (Eittenmiller, vd., 2008).

Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) başta olmak üzere analitik metodolojilerdeki gelişmeler, gıdaların işlenmesinde beslenme çalışmalarına önemli

katkıları sağlamaktadır (Uğur, vd., 2020). B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> ve B<sub>6</sub> vitaminlerinin tespiti için HPLC floresans yöntemi önerilmektedir (Akça, vd., 2019; Çatak ve Yaman, 2019; Çatak, 2019).

### 2.5.1.1. B<sub>1</sub> Vitamini

Tiamin ilk izole edilen vitamindir ve bu nedenle B<sub>1</sub> vitamini olarak da isimlendirilmektedir. 1936 yılında Williams ve Cline tarafından ilk kez izole edilmiştir (Williams ve Cline, 1936). Kimyasal formülü C<sub>12</sub>H<sub>17</sub>N<sub>4</sub>OS'dir ve renksiz bir bileşiktir (Lonsdale, 2006). Kimyasal formu Şekil 2.1.de verilmiştir.



Şekil 2.1: Tiaminin Kimyasal Formu

Tiaminin keşfi pirinçlerin cilalanması yani kepeğinden ayrılması ile başlamıştır. Hollandalı Dr. Eijkman tavuklara cilalanmış pirinç verildiğinde tavukların bacaklarında güçsüzlükler ve başlarında kasılmalar olduğunu gözlemlemiştir. Daha sonra tavuklara kabuklu pirinç vermeye başlandığında bu belirtilerin ortadan kalktığını görmüştür (Council, 1989; Machlin ve Huni, 1996). Japonya'da 17. yüzyıla kadar, iyi görüntüsünden dolayı cilalı pirinç zenginlik göstergesiydi. Ancak, 17. yüzyıl sonrası cilalı pirinç tüketimi arttıkça beriberi hastalığı daha sık görülmeye başlanmıştır. Bunun nedeni araştırıldığında, B grubu vitaminlerinin atılan pirinç kabuklarında bulunmasından kaynaklı olduğu görülmüştür (Lonsdale ve Marrs, 2017).

Tiaminin dört farklı formu vardır. Erişkinlerde tiaminin yaklaşık %80'i aktif form olan tiaminpirofosfat (TPP) olarak bulunmaktadır. Kalan kısım tiaminmonofosfat (TMP), tiaminrifosfat (TTP) ve serbest tiamindir (Finglas, 1993). B<sub>1</sub> vitamininin fosfata bağlı

formları olan TPP (tiamin pirofosfat) ve TMP (tiamin monofosfat) asit fosfataz ile serbest formlarına dönüşürler (Ndaw, vd., 2000).

#### **2.5.1.1.1. İşlevi**

Tiamin bir koenzim olarak piruvatın enerji metabolizmasında asetil CoA'ya dönüşmesi için gereklidir. Sinir ve kas fonksiyonları, enerji metabolizması ve mental fonksiyonlar için elzemdir (Ball, 2004). Tiamin, karbonhidrat metabolizması, iştah, barsak fonksiyonları, dolaşım ve sinir sistemleri için önemli rolü olan koenzim tiamin pirofosfatın biyosentezinde önemli rol oynamaktadır (Butterworth, 1987). 1990'lı yıllarda tiamin trifosfatın sinir iletiminde bir rolü olabileceği gösterilmiştir ancak rolü tanımlanamamıştır. Sonraki yıllarda ise tiamininin yetersizliğinin miyelin tabakasının kırılmasına sebep olduğu kanıtlanmıştır (Bettendorff, Kolb ve Schoffeniels, 1993; Bettendorff, vd., 1991).

B<sub>1</sub> vitamini, diyetle alınan besinleri vücutta enerjiye dönüştürmede önemli bir rol oynar (Bourre, 2006). Enerji metabolizmasında bulunan birçok enzim için kofaktördür. Pirüvat dehidrogenaz, a-keto-glutarat dehidrogenaz ve transketolaz enzimlerine koenzimdir. Pirüvat dehidrogenaza ve a-keto-glutat dehidrogenaza karbonhidrat metabolizmasında, transketolaza ise pentoz fosfat yolunda ihtiyaç duyulmaktadır (Finglas, 1993).

#### **2.5.1.1.2. Kaynağı ve Kaybı**

Tiamin vücutta sentezlenemeyen bir vitamindir ve bu nedenle diyetle alınması gerekmektedir. Tiaminin dört ana kaynağı tahıl ürünleri, sebzeler, et ve süt ürünleridir. Tiamin tahıl ürünlerinin dış kabuğunda yüksek miktarda bulunduğundan, tahıl ürünleri günlük tiamin alımına %50 oranında katkı sağlarken, geri kalan tiaminin %20'si sebzelerden, %10'u et ürünlerinden ve %10'u süt ürünlerinden gelmektedir (Bailey, vd., 1994, Samur, 2008). Parlatılmış pirinç gibi dış kabuklarından ayrılmış tahıllarda tiamin oranı düşüktür (Lonsdale ve Marrs, 2017).

Tiamin pH 2-4 aralığında maksimum stabilitede bulunurken, alkali pH'da oldukça kararsızdır. Bu nedenle düşük asitli gıdalarda, ısı işlem uygulanırken oldukça kolay

şekilde kaybolabilir. Stabilitesi ısı işlem derecesine ve besin bileşenlerine bağlı olarak değişir. Pişirme işlemi sırasında suda çözünürlüğü ve termal kararsızlığından dolayı besindeki tiamin miktarında önemli kayıplar meydana gelebilir (Eitenmiller, Landen Jr ve Ye, 2008).

#### **2.5.1.1.3. Günlük İhtiyaç ve Eksikliği**

B<sub>1</sub> vitamininin günlük referans alımı yetişkin erkekler için yaklaşık 1,2 mg ve yetişkin kadınlar için 1,1 mg'dır (Food and Nutrition Board, 1998). Tiamin depolanabilen bir vitamin olmasına rağmen yarılanma ömrü kısa olduğu için insan vücudu sadece iki hafta süresince tiamin depolayabilir. Bu nedenle günlük olarak düzenli alınmalıdır (Ball, Wiley ve Sons., 2008). Günlük alımı 5 mg'dan az olduğunda aktif taşıma ile ince barsaktan kolayca emilirken, yüksek doz alımında pasif difüzyon meydana gelir (Baines, Bligh ve Madden, 1988; Royer-Morrot, vd.,1992).

Tiamin takviyesi yaşlılarda ve Alzheimer hastalığı olanlarda zihinsel fonksiyon bozukluklarını önleme ve tedavi etmekte kullanılır. Alzheimer veya yaşa bağlı mental bozukluk gelişen hastalara önerilen doz 3-8 g/gün'dür (Ball, 2008; Demirci, 2014).

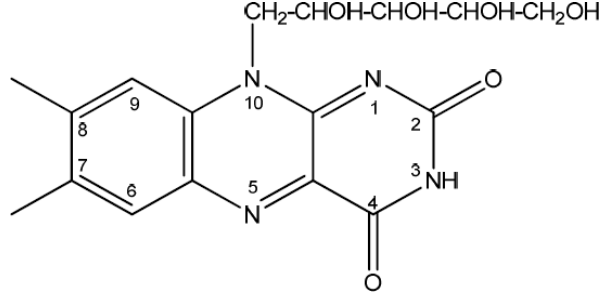
B<sub>1</sub> vitamini eksikliği, alkolizm, yetersiz beslenme, aşırı ishal veya kusma, malabsorpsiyon ve genetik metabolik bozukluk durumlarında ortaya çıkabilir. Hipertiroidizm gibi yüksek metabolik hıza sebebiyet veren hastalıklar da eksikliğin nedeni olabilir. Aynı zamanda gastrointestinal hastalıklar, anoreksia, total parenteral beslenmede de tiamin eksikliği yaygın olarak görülür (Gibson , 1990; Romanski ve Mollymcmahon, 1999).

Tiamin eksikliği karbonhidrat metabolizmasında bozulmalara sebep olur. Orta düzeyde yetersizlik durumunda yorgunluk, huzursuzluk, iştahta azalma ve konstipasyon gibi belirtiler oluşabilir. Ciddi tiamin eksikliği ise beriberi hastalığına ve kas ve sinir sistemi sistemini etkileyen hastalıklara yol açar (Samur, 2008).

#### **2.5.1.2. B<sub>2</sub> Vitamini**

B<sub>2</sub> vitamini (riboflavin) sarı renkte, kristal halde bulunan ve tüm B grubu vitaminler gibi suda kolay çözünme özelliğine sahip bir vitamindir. Aynı zamanda ışığa karşı

duyarlı bir vitamindir. Kimyasal formülü  $C_{17}H_{20}N_4O_6$ ' dır (Bingöl, 1977). Kimyasal formu Şekil 2.2.de verilmiştir.



**Şekil 2.2: Riboflavinin Kimyasal Yapısı**

Riboflavin ilk olarak 1879 yılında sütte bulunmuştur. Bu durum en yüksek oranda sütte bulunduğu düşüncesine yol açmıştır ancak riboflavinin temel kaynağı süt değildir (Bingöl, 1977).

Serbest riboflavin kanda albümin ve immunoglobulinlere bağlı FAD (flavin adenin dinükleotid) ve FMN (flavin mononükleotid) formunda taşınır. Riboflavinin fosfata bağlı formları olan FMN ve FAD asit fosfataz ile serbest formlarına dönüşürler (Ndaw, vd., 2000).

### 2.5.1.2.1. İşlevi

Riboflavinin fosfata bağlı formları olan FMN ve FAD, trikarboksilik asit döngüsü ve elektron taşıma zincirlerinde yer alır (Ball, 2004). ATP riboflavininin aktif formu olan FMN'ye bağlanarak FAD sentezlenir. Böylece diyetle vücuda alınan karbonhidrat, protein ve yağların vücudun kullanabileceği enerji formuna dönüşmesini sağlar. Ayrıca, tiamin ve niasinin kullanılmasında da görev alır (Baysal, 2011). Parkinson hastalığı ve multipl skleroz gibi bazı nörolojik bozukluklarda antioksidasyon, miyelin oluşumu, mitokondriyal fonksiyon gibi bozulmuş olduğu düşünülen bazı yolaklardaki rolüyle nöroprotektif etkiler gösterebilir (Saedisomeolia ve Ashoori, 2018).

#### **2.5.1.2.2. Kaynağı ve Kaybı**

Riboflavin kaynakları süt ve süt ürünleri, et, yumurta, balık gibi hayvansal gıdalar ve yeşil yapraklı sebzelerdir (Ball, 2008).

Isıya dayanıklı olan riboflavin ışığa karşı oldukça duyarlıdır. Bu nedenle riboflavin içeren besinler ışıkta bekletilmemelidir. Sütün cam kaptaki saklanması gibi yöntemler ciddi miktarda kaybına neden olabilir (Combs Jr ve McClung, 2016). Yapılan çalışmalarda sütün buzdolabında karanlıkta veya kartonda saklanması durumunda riboflavin bozulmasının yavaş olduğu gözlemlenmiştir (Fanelli, Burlew ve Gabriel, 1985; Munoz, Ortiz ve Murcia, 1994). Bu nedenle riboflavin içeren besinlerin koyu renkli şişelerde, ışığa dayanıklı balmumu kartonlarda veya özel polietilen tereftalat (PET) şişelerde saklanması önerilir (Nohr ve Biesalski, 2011). Aynı zamanda, riboflavin suda eriyen vitaminlerden olduğu için sebzelerin pişirilme suyu ve yoğurdun suyu dökülmeden tüketilmelidir (Samur, 2008).

Tiamin gibi riboflavinin de stabilitesi asitlik arttıkça artmaktadır. Isıl işlemlerde maksimum stabilite pH 2-5 arasındadır (Ball, 1994). FMN ve FAD pH 5 altında iken riboflavine dönüştürülür (Russell ve Vanderslice, 1990).

Tahıl tanelerindeki riboflavin esas olarak tohum ve kepekte bulunmaktadır. Bu nedenle bu kısımları ayıran öğütülme işlemleri riboflavin içeriğinde önemli oranda kayba neden olmaktadır. Örneğin, tam tahıl pirincindeki riboflavin'in yaklaşık yarısı ve tam buğdaydaki riboflavin'in üçte birinden fazlası bu taneler öğütüldüğünde kaybedilmektedir (Kotancılar, 1995).

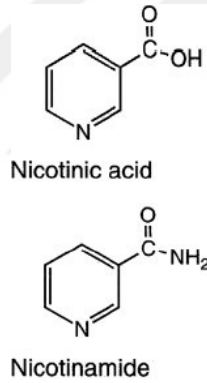
#### **2.5.1.2.3. Günlük İhtiyaç ve Eksikliği**

B<sub>2</sub> vitamininin günlük referans alımı yetişkin erkekler için yaklaşık 1,7 mg ve yetişkin kadınlar için 1,3 mg'dır. Riboflavin depolanabilen bir vitamin olduğu için eksikliğin belirtileri ancak 3-4 ay süresince riboflavinden yetersiz beslenildiğinde ortaya çıkar. Eksikliğin genellikle kadınlarda ve adolesan dönemindeki bireylerde görüldüğü tespit edilmiştir (Combs Jr ve McClung, 2016).

Riboflavin eksikliği; demir emilimi, triptofan metabolizması, mitokondriyal disfonksiyon, gastrointestinal sistem ve diğer vitaminlerin metabolizması üzerinde etkilidir (Baysal, 2011). Eksiklik genellikle dudak lezyonları (cheilosis) ve stomatitler (açısal stomatit), kırık ve mor renkli bir dil (glossit), burun ve alnın seboreik foliküler keratozunu ve anogenital bölgenin dermatiti gibi cilt hastalıklarına sebebiyet verir. Ancak eksikliğin ilerlemesi durumunda büyüme durur, gözlerde vaskülarizasyon başlar, korneadaki bu damarlanma sonuç olarak katarakta sebebiyet verebilir (Baysal, 2011, Thakur, vd., 2017).

### 2.5.1.3. B<sub>3</sub> Vitamini

B<sub>3</sub> vitamini (niasin) gıdalarda nikotinik asit ve nikotinamid formlarında bulunur. Renksiz ve kristal yapıdadır. Kimyasal formülü C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NO<sub>2</sub>'dir (Combs Jr ve McClung, 2016). Kimyasal formu Şekil 2.3.de verilmiştir.



**Şekil 2.3: Nikotinik Asit ve Nikotinamidin Kimyasal Yapısı**

Nikotinik asit, su ve etanolde az çözünürken; nikotinamid suda çok, etanolde orta derecede çözünmektedir (Combs Jr, 2016). Niasin ısıya, alkaliye ve asitlere karşı dayanıklı olduğundan dolayı suda çözünen vitaminler arasında en stabil olandır (Vatansev, 2013).

#### 2.5.1.3.1. İşlevi

Niasinin nikotinamid formu, önemli koenzimler olan nikotinamid adenin dinükleotidin (NAD) ve nikotinamid adenin dinükleotid fosfatın (NADP) yapısında bulunmaktadır.

Koenzimler, çok çeşitli oksidasyon-redüksiyon reaksiyonlarında proton ve elektron taşıyıcıları olarak görev alır (Ball, Wiley ve Sons., 2008).

Niasin tüm yaşamsal sistemler için gereklidir. Enerji metabolizmasında özellikle oksidatif fosforilasyonda yer alır ve protein, karbonhidrat ve yağ metabolizması için gereklidir. Ayrıca kan şekeri regülasyonunda, antioksidan mekanizmalarda ve detoksifikasyonda görev almaktadır (Ball, 2004).

Son yıllarda niasin kolesterol düşürücü olarak kullanılmaya başlanmıştır. Yapılan çalışmalarda nikotinic aistin HDL seviyelerini yükselttiği; LDL, TG ve lipoprotein (a) seviyelerini düşürdüğü ve aterojenik LDL partiküllerini azalttığı gözlemlenmiştir (National Cholesterol Education Program (US), 2002; Guyton, vd., 2000). Günde 3 g verilen niasinin total kolesterolle birlikte LDL ve trigliseritleri de düşürücü etkide bulunduğu gözlemlenmiştir (Baysal, 2011).

#### **2.5.1.3.2. Kaynağı ve Kaybı**

Niasin, insan vücudunda esansiyel amino asit olan L-triptofandan sentezlenebilir. Yaklaşık 60 mg L-triptofan, 1 mg niasine eşdeğerdir (Baysal, 2011).

Niasin, genellikle nikotinic asit olarak bitkilerde ve nikotinamid olarak hayvansal dokularda bulunmaktadır (Combs Jr, 2016). Yağsız kırmızı et, kümes hayvanları, balık, karaciğer ve yer fıstığı niasinden zengin gıdalardır (Barut, 2016). Peynir ve yumurtalar nispeten daha az niasin içermektedir, ancak bu gıdalar yüksek proteinli gıdalar olduklarından dolayı yüksek oranda triptofan içermektedir ve triptofan vücutta niasine dönüştüğü için alınan triptofan miktarı niasin eş değeri olarak hesaplanmalıdır. Meyve ve sebzeler ise orta derecede niasin kaynaklarıdır (WHO, 2000).

Niasin, biyolojik aktivite, ısı işlem, ışık, asit, alkali veya oksidasyondan etkilenmediği için gıdaların işlenmesi, pişirilmesi ve depolanması sırasında kararlıdır (Ball, Wiley ve Sons., 2008). Niasin suda çözünen bir vitamin olduğundan, yemek yaparken ön hazırlık işlemi olan süzme niasinin kayba uğramasına sebep olan en önemli faktördür (Eitenmiller ve Landen, 1995). Prodanov ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (2004), mercimeklerdeki niasinin %46'sının, ıslanma ve pişirme yoluyla kayba uğradığı gözlemlenmiştir (Prodanov, Sierra ve Vidal-Valverde, 2004). Triptofanın niasine

dönüşümü ise yüksek yağlı diyetler veya aşırı lüsin içeren diyetler ile azalabilir (Shastri, Nayudu ve Nath, 1968).

### **2.5.1.3.3. Günlük İhtiyaç ve Eksikliği**

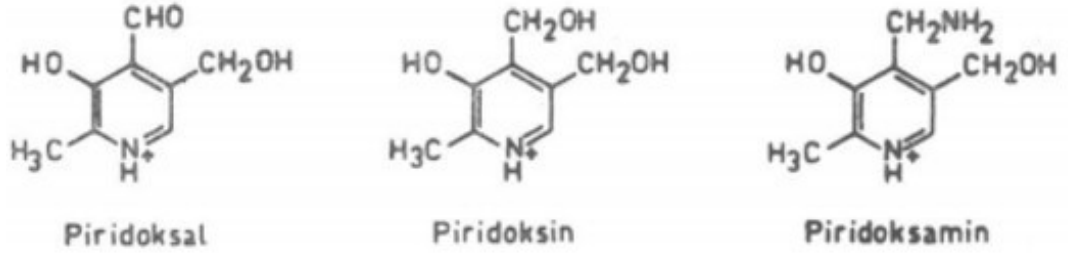
Niasin enerji metabolizmasında görev aldığı için, günlük alınması gereken miktar enerji ihtiyacına göre belirlenir ve niasine duyulan ihtiyaç metabolizmanın hızlandığı durumlarda, enerji alımına paralel olarak artmaktadır. Günlük 6,66 mg/1000 kalori düzeyinde niasin önerilmektedir. İyi kalite protein niasinin gereksinimini azaltmaktadır (Baysal, 2011).

Triptofan niasine dönüştüğünden dolayı, normal düzeyde protein alımı vücutta yeterli niasin bulunması için yeterli triptofanı sağlayacaktır ve bu durumda diyetle yüksek oranda niasin alımına ihtiyaç duyulmayacaktır. Triptofan-niasin dönüşümün etkinliği, alınan triptofan ve niasin miktarları, protein ve enerji alımı, hormonal durum, beslenmedeki riboflavin ve B<sub>6</sub> vitamini miktarı gibi çeşitli faktörlerden etkilenir (Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes, 1998).

Niasin ve triptofan eksikliği durumunda ortaya çıkan pellegra hastalığı, çoklu vitamin yetersizliği hastalığıdır. Pellagra; deride, gastrointestinal sistemde ve sinir sisteminde bozukluklara neden olmaktadır (WHO, 2000). Yapılan çalışmalar günlük 4,4 mg/1000 kalori niasin eşdeğerinin pellegra belirtilerini önlediğini göstermiştir (Baysal, 2011).

### **2.5.1.4. B<sub>6</sub> Vitamini**

B<sub>6</sub> vitamini kristal yapıdadır ve kimyasal formülü C<sub>8</sub>H<sub>11</sub>NO'dür (Combs Jr ve McClung, 2016). Bitkisel ve hayvansal kaynaklı gıdalarda yedi farklı formda bulunur. Bunlar piridoksal (PL), piridoksamin (PM), piridoksin (PN) gibi serbest formlar ve bunların fosforile (PLP ve PMP) ve glikozit (PNG) formlarıdır. Bu farklı formlara literatürde vitamer adı verilir. Karaciğerde intestinal absorpsiyondan sonra tüm formlar piridoksin 5-fosfat oksidaz tarafından PLP formuna dönüştürülür (Ball, 2004; Leklem, 2001). Piridoksal (PL), Piridoksamin (PM) ve Piridoksin (PN) formlarının kimyasal yapısı Şekil 2.4.de verilmiştir.



**Şekil 2.4: Piridoksal (PL), Piridoksamin (PM) ve Piridoksin (PN) Kimyasal Yapısı**

Diğer B grubu vitaminler gibi suda kolay çözünmektedir. Aynı zamanda alkolde de kolay çözünür. Işığa ve radyasyona karşı hassastır (Bingöl, 1977).

#### 2.5.1.4.1. İşlevi

B<sub>6</sub> vitamininin metabolizmada önemli rolleri olduğu bilinmektedir. PLP, B<sub>6</sub> vitamininin en aktif formudur ve protein metabolizmasında yer alan transaminasyon ve deaminasyonda, nörotransmitter metabolizmasında ve triptofandan nikotinamid adenin dinükleotit (NAD) sentezlenmesinde önemli bir rol oynar (Ball, 2004; Drewke ve Leistner, 2001; Mittenhuber, 2001). Aynı zamanda alyuvar ve akyuvarların oluşmasında yardımcıdır. Hücrelerin çoğalmasında önemli bir rolü olduğu için sağlıklı gebelik, immün sistemin güçlenmesi ve sinir sisteminin fonksiyonları için gereklidir (Demirci, 2014; Güngör, 2003).

Astım, otizm, kardiyovasküler hastalıklar, karpal tünel sendromu, DM, depresyon, epilepsi, immün sistemi kuvvetlendirmede, böbrek taşlarında, gebeliğe bağlı bulantı ve kusmada, osteoporoz ve premenstrüel sendromda B<sub>6</sub> vitamini besin takviyesi şeklinde kullanılabilir (Ball, 2008). Antioksidan özellikte olan B<sub>6</sub> vitamini DM hastalarının beslenmesine eklendiğinde oksidatif stresin ve diabete bağlı komplikasyonların azaldığı gözlemlenmiştir (Vatansev, 2013).

#### 2.5.1.4.2. Kaynağı ve Kaybı

B<sub>6</sub> vitamini çok çeşitli yiyeceklerde bulunur ve en iyi kaynaklardan bazıları et, balık, baklagiller, tahıllar, buğday kepeği ve sebzelerdir (United States Department of Agriculture, 2019). Hayvansal gıdalarda bulunan baskın form olan PL-fosfat, aynı

zamanda metabolik olarak aktif formdur. Hayvansal gıdalardan elde edilen B<sub>6</sub> vitamini en yüksek biyoyararlılığa sahiptir (Bates, 1997; Institute of Medicine, 1998). Biyoaktif formlar (PLP ve PMP) ağırlıklı olarak hayvanlardan elde edilen gıdalarda bulunurken, PN-glukozit formu bitki kaynaklı gıdalarda mevcuttur. PLP ve PMP formları, PN-glukozit formundan daha yüksek bir biyoyararlılığa sahiptir. Literatürde, B<sub>6</sub> vitamininin PN-glukozid formunun insanlara oral uygulanmasında biyoyararlılığının %58 ±%13 olduğu bildirilmiştir (Gregory, vd., 1991).

B<sub>6</sub> vitamini ışığa karşı duyarlı olmasına rağmen asit ve alkalilere karşı kararlıdır. Isıl işlemlerde piridoksamini ve piridoksal formlarını kolayca kaybeder ancak piridoksin formu diğer iki forma göre daha dayanıklıdır. Yapılan çalışmalarda yüksek ısı ile karşılaştığında piridoksiline yıkılarak B<sub>6</sub> vitamini miktarının yaklaşık %50'si kaybolmaktadır (Leklem, 2001; Baysal, 2011).

#### **2.5.1.4.3. Günlük İhtiyaç ve Eksikliği**

B<sub>6</sub> vitamini için önerilen günlük alım miktarı hem erkekler hem de kadınlar için 1,5 ila 1,7 mg arasındadır (Institute of Medicine, 1998). B<sub>6</sub> vitamini yardımcı enzimi çoğunlukla protein metabolizması ile ilgili olduğundan diyetle alınan protein miktarı artışı ile B<sub>6</sub> vitamini ihtiyacı da artmaktadır ve 0,016 mg/g protein önerilmiştir. Aynı zamanda oral kontraseptif kullanımı sonucu bozulan triptofan metabolizmasının düzeltilmesi durumunda, gebelikte, menopozda, yaşlılıkta, böbrekte oksalat taşı varlığında ve tüberküloz ilacı kullanımında B<sub>6</sub> vitamini gereksinimi artmaktadır (Baysal, 2011).

B<sub>6</sub> vitamini eksikliği, büyüme geriliği, anemi, halsizlik, bağışıklık yeterliliğinin azalması, sindirim sistemi bozuklukları, böbrekte oksalat taşı oluşumu, depresyon ve görme bozuklukları gibi hastalıklarla ilişkilidir (Ball, 2004; Demiroğlu, 2011).

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

#### 3.1. Araştırmanın Amacı

Çalışmada Türkiye’de yaygın olarak tüketilen tavuk etinin but, göğüs ve kanat kısımlarının ve 3 farklı balık türünün (hamsi, çipura, palamut) farklı pişirme yöntemleri sonrasındaki B grubu vitamin kompozisyonları incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada, sırasıyla B<sub>1</sub> (tiyamin), B<sub>2</sub> (riboflavin), B<sub>3</sub> (niasin) ve B<sub>6</sub> vitaminlerinin analizleri HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) cihazı kullanılarak yapılmıştır (Esteve, vd., 2001; Sampson, vd., 1995).



Şekil 3.1: İşlem Basamakları

#### 3.2 Araştırma Zamanı, Yeri ve Örnekler

Bu çalışma Ekim 2018’de İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi AR-GE laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Analizde kullanılan tüm tavuk ve balık eti örnekleri İstanbul’da bulunan yerel marketlerden temin edilmiştir.

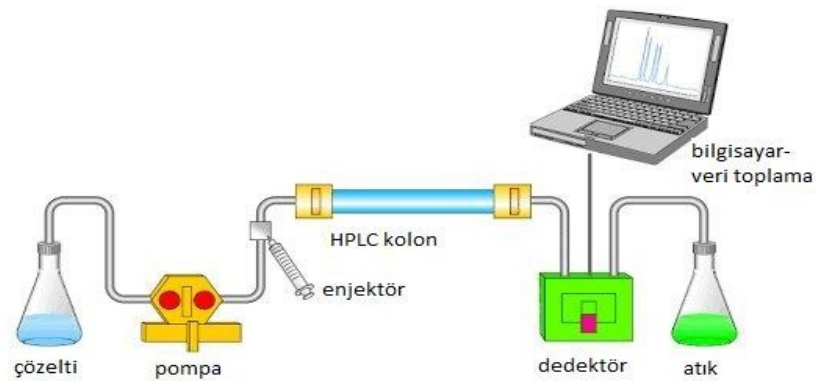
### 3.3. Kullanılan Cihazlar

Çalışmada kullanılan ekipmanlar markalarıyla birlikte Tablo 3.3.1.de yer almaktadır.

**Tablo 3.3.1: Analizde Kullanılan Cihaz ve Malzemeler**

Kullanılan malzemeler	Marka
HPLC	UFLC-Shimadzu
Analitik Ters Fazlı Kolon	Lichospher 60 RP-select B 5µmLiChroCART 250-4 HPLC cartridge
Analitik terazi	(0,0001 g hassasiyetle) Radwag – AS 220.R2
Manyetik karıştırıcı	IsolabLaborgeröteGmbH
Çalkalamalı su banyosu	Memmert
pH metre	HANNA HI/2211PH/ORP Meter
Ultrasonik su banyosu	Selectaultrasons H-D
Otoklav	SelectaPresoclave – II
Otomatik pipet (100/1000µl-5/50µl- 2/200µl)	Axypet- autoclavable
0, 45 µm CA filtre	Chromafil CA-45/25
Santrifüj	Hıtachı CR22N
Termometre	Digiital Thermometer
Buzdolabı	Uğur
Su destilasyon cihazı	Direct-Q 3 UV ultrapure (type1)

HPLC sistemi Şekil 3.2.de gösterilmiştir.



**Şekil 3.2: HPLC Sistemi**

### 3.4. Numune Alma ve Pişirme Yöntemleri

Çalışma için seçilen örnekler, Türkiye'de yaygın olarak tüketilen tavuk etleri (tavuk but, tavuk göğsü, tavuk kanat) ve balık etleri olan hamsi (*Engraulis encrasicolus*), çipura (*Sparus aurata*) ve palamut (*Sarda sarda*) idi. Bu çalışmada İstanbul'daki çeşitli yerel marketlerden tavuk ve balık eti örnekleri temin edilerek örnekler 1 saat içinde laboratuvara nakledildi ve balıklar buz üzerinde bekletildi. Laboratuvara ulaşır ulaşmaz tüm numuneler üç kez musluk suyu ile yıkandı, kurutuldu ve tartıldı.

Tüm balık örnekleri filetolandı. Daha sonra balık örnekleri her birinde üç balık filetosu bulunan üç gruba ayrıldı. Birinci grup (çiğ numune) pişirilmezken, diğer iki grup ızgara ve fırınlama yöntemleriyle pişirildi. Her örnek ortalama bir Türk hane halkı için yeterliydi (155-172 g). Numuneler için kullanılan pişirme süreleri, toplumda kabul gören standart pişirme yöntemindeki sürelerle eşitti. Balıkların ızgara yöntemi ile pişirilmesi geleneksel bir ızgarada gerçekleştirildi. Hamsi ve palamutun her iki yüzeyi de 200 °C'de 15 dakika ızgara yapılırken, çipura 20 dakika ızgara edildi. Fırınlama, klasik bir fırında 190 °C'de hamsi, çipura ve palamut için sırasıyla 25, 40 ve 35 dakika süreleriyle uygulandı. Örnekler kılçıkları ve derileri ile pişirildi, ancak analizden önce çiğ ve pişmiş balık örneklerinin kılçıkları ve derileri el ile çıkarıldı.

Tavuk eti numuneleri ise, tartılma aşamasından sonra beş gruba ayrıldı ve her grup üç tavuk etinden (tavuk but, tavuk göğsü, tavuk kanat) oluştu. Birinci grup pişirilmedi, diğer dört grup ise ızgara, fırınlama, haşlama ve kızartma yöntemleriyle pişirildi. Her tavuk numunesi (150 – 350 g, ortalama Türk hanesi için yeterli miktarda) istenen genel kabul edilebilirliğe kadar pişirildi ve pişirme süreleri standart pişirme yöntemindeki sürelerle eşitti. Tavuk etlerinin ızgara işlemi geleneksel bir ızgarada yapıldı. Tavuk butu ve tavuk göğsü örnekleri ızgaraya konularak her iki yüzeyleri de 200 °C'de 35 dakika ızgara yapılırken, tavuk kanadı örnekleri 30 dakika ızgara yöntemi ile pişirildi. Örneklerin fırınlanması, tavuk but, tavuk göğsü ve tavuk kanadı için sırasıyla 35, 45 ve 30 dakika boyunca 190 °C'ye ayarlanan sıcaklıkta geleneksel bir fırında yapıldı. Tavuk etlerinin haşlanması ise, paslanmaz çelik bir tencerede tavuk butu ve tavuk göğsü için sırasıyla 40 ve 35 dakika boyunca 99 – 101 °C'de (suyun sıcaklığı) gerçekleştirildi. Daha sonra numuneler süzüldü. Tüm örneklerin kızartılması ev tipi bir tavada yapıldı ve kızartma için ayçiçek yağı kullanıldı. Yağ sıcaklığı 190 °C'ye ayarlandı ve numuneler 10 dakika pişirildikten sonra süzüldü.

Çiğ ve pişmiş tavuk ve balık eti örnekleri öğütüldü ve vitamin analizi için temsili örnekler sağlamak için bir mutfak robotu (HR7625, Philips, Çin) kullanılarak homojenize edildi.

Belirtilen sürelerde pişirildikten sonra pişmiş numuneler oda sıcaklığına soğutuldu, tartıldı ve 4 °C’de saklandı. Örnekler buzdolabından 1 saat içinde alındı ve gelecekteki analizler için –20 °C’de saklandı.

### 3.5. Vitamin Tayinleri

Vitaminlerin tayininde; vitamin standartları (tiamin, riboflavin, nikotinik asit, nikotinamid, pyridoxal.HCl, pyridoxamine.2HCl, pyridoxine.HCl), *Aspergillus oryzae*'den taka diastaz (EC 3.2.1.1) (toz, 100 U/mg), patatesten asit fosfataz (EC 3.1.3.2) (liyofilize toz, 0.5 – 3.0 U/mg), bademden beta-glukozidaz (EC 3.2.1.21) (liyofilize toz, 10 – 30 U/mg, katı), hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), 1-heptan sülfonik asit, bakır (II) sülfat pentahidrat (CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O), potasyum ferrisiyanür (III) (K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>), potasyum dihidrojen fosfat (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), orto-fosforik asit, asetonitril (ACN), 1-oktan sülfonik asit sodyum tuzu, hidroklorik asit (HCl) kimyasalları kullanılmıştır ve bu kimyasallar Sigma-Aldrich'ten (St. Louis, MO, ABD) temin edilmiştir. Bu çalışmada, diğer tüm kimyasallar yüksek saflıkta kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan çözeltilerin hazırlanış şekilleri aşağıda açıklanmıştır.

a) Hidroklorik Asit Çözeltisi (0,1 N); 1 L’lik balon jöje içerisine 8,28 ml hidroklorik asit konuldu ve distile su ile 1 litreye tamamlandı.

b) Sodyum Hidroksit Çözeltisi (%15); 15 g sodyum hidroksit 100 ml’lik balon jöje içine tartıldı ve hacim distile suyla tamamlandı.

c) Potasyum Ferrisiyanid Çözeltisi (%1); 25 ml’lik balon jöjeye 0,250 g potasyum ferrisiyanid tartıldı ve hacim %15 lik sodyum hidroksitle tamamlandı.

d) Sodyum Asetat Çözeltisi (2,5 M); 20,51 g sodyum asetat tartıldı ve hacmi 100 ml distile su ile tamamlandı.

### 3.5.1. B<sub>1</sub> Vitamini Tayini

Tang ve ark. (2006) ve Akça ve ark. (2019) tarafından uygulanan B<sub>1</sub> vitamini ekstraksiyon yöntemi bazı modifikasyonlarla gerçekleştirildi (Tang, vd., 2006; Akça, vd., 2019).

#### a) Örneğin Hazırlanması

Numuneler homojenize edildikten sonra numunenin 5 g'ı 250 ml'lik bir Erlenmeyer şişesine kondu. Daha sonra 60 ml 0,1 N HCl solüsyonu eklendi ve karışım 121 °C'de 30 dakika otoklavlandı. Örnekler otoklavdan alındıktan sonra oda sıcaklığına soğutuldu. Bu adımdan sonra, B<sub>1</sub> vitamini (TMP, TDP ve TTP) fosforile formlarını serbest bırakmak için enzimatik işlem gerçekleştirildi. Karışım oda sıcaklığına soğutulduktan sonra pH, bir sodyum asetat (2,5 mM) çözeltisi kullanılarak 4,5'e ayarlandı. Daha sonra numuneye 100 mg taka-diastraz ve 10 mg asit fosfataz enzimleri ilave edildi ve çalkalamalı su banyosunda 3 saat 37 °C'de inkübe edildi. Numuneler oda sıcaklığına soğutuldu ve hacim 0,1 N HCl solüsyonu kullanılarak 100 ml'ye getirildi, ardından 0,45 µm filtre kağıdından süzüldü.

Bununla birlikte, B<sub>1</sub> vitamini doğal yapısında floresan özelliğe sahip olmadığı için tespiti için, tiaminin trikroma türevlendirilmesi gereklidir. Bu nedenle, yukarıdaki çözeltiden alınan 20 ml'lik bir süzüntü ile 1,5 ml potasyum ferrisiyanür çözeltisi karıştırıldı ve orto-fosforik asit kullanılarak pH 7,1 ± 1'e ayarlandıktan sonra türev çözelti, 0,45 µm'lik bir filtre ile süzüldü ve HPLC'ye enjekte edildi.

#### b) HPLC koşulları

Mobil faz, %25 metanol ve %75 tampon çözeltisi (0,033 M KH<sub>2</sub>P0<sub>4</sub>) ile hazırlandı. Daha sonra orto-fosforik asit kullanılarak pH 7,0 – 7,1'e ayarlandı ve 0,22 µm selüloz asetat (CA) filtre kullanılarak vakum altında süzüldü. Floresans detektörünün eksitasyon ve emisyon dalga boyları sırasıyla 366 ve 445 nm idi. Ayırma, bir Eclipse X08-C18, 5 µm, 4.6 x 150 mm kolon (Agilent, ABD) kullanılarak gerçekleştirildi. Akış hızı 1 ml/dk ve kolonun fırın sıcaklığı 25 °C' idi.

### 3.5.2. B<sub>2</sub> Vitamini Tayini

Tang ve ark. (2006) ve Akça ve ark. (2019) tarafından uygulanan B<sub>2</sub> vitamin tayini modifiye edilerek gerçekleştirildi (Tang, vd., 2006; Akça, vd., 2019).

#### ***a) Örneğin Hazırlanması***

Homojenize edilmiş numunenin 5 g'ı 100 ml'lik erlene konuldu. Üzerine 60 ml 0,1 N HCl solüsyonu eklendikten sonra karışım 121 °C'de 30 dk otoklavlandı. Otoklav sonrası örnekler oda sıcaklığına soğutuldu. Bu adımdan sonra B<sub>2</sub> vitamini (FAD ve FMN) fosforile formlarını serbest bırakmak için enzimatik işlem gerçekleştirildi. Çözelti oda sıcaklığına soğutulduktan sonra, 2,5 M'lık sodyum asetat çözeltisi kullanılarak pH 4,5' e ayarlandı. Daha sonra numuneye 100 mg taka-diazoz ve 10 mg asit fosfataz enzimleri ilave edildi ve çalkalamalı su banyosunda 37 °C'de 3 saat inkübe edildi. Numuneler oda sıcaklığına soğutuldu ve hacim 0,1 N HCl solüsyonu kullanılarak 100 ml'ye getirildi, ardından 0,45 µm filtre kağıdından süzülerek doğrudan HPLC'ye enjekte edildi.

#### ***b) HPLC koşulları***

Mobil faz, %25 metanol ve %75 damıtılmış sudan oluşuyordu. Ayırma, bir Eclipse X08-C18, 5 µm, 4,6 x 150 mm kolon (Agilent, ABD) kullanılarak gerçekleştirildi. Floresans detektörünün eksitasyon dalga boyu 445 nm'ye, emisyon dalga boyu 525 nm'ye ayarlandı. Akış hızı 1 ml/dk ve kolonun fırın sıcaklığı 25 °C idi.

### **3.5.3. B<sub>3</sub> Vitamini Tayini**

Çatak (2019) ve Akça ve ark. (2019) tarafından uygulanan B<sub>3</sub> vitamini ekstraksiyon yöntemi bazı modifikasyonlarla gerçekleştirildi (Tang, 2019; Akça, vd., 2019).

#### ***a) Örneğin Hazırlanması***

Numuneler homojenize edildi. Örneğin 5 g'ı 250 ml'lik bir Erlenmeyer şişesine tartıldı. 5 g'lık örneğin üzerine 60 ml 0,1 N HCl solüsyonu eklendi ve karışım 121 °C'de 30 dk otoklavlandı. Örnekler otoklavdan alındı ve oda sıcaklığına soğutuldu. B<sub>3</sub> vitamini için enzimatik ekstraksiyona gerek yoktur; bu nedenle numune soğuduktan sonra hacim deiyonize suyla tamamlandı. Filtre kağıdı ile süzildikten sonra 0,45 µm CA filtre ile tekrar süzülerek HPLC'ye enjekte edildi.

### ***b)HPLC koşulları***

Nikotik asit ve nikotinamid dahil olmak üzere B<sub>3</sub> vitamini formlarını saptamak için kolon sonrası türevlendirme gereklidir. Laboratuvarında, 60 cm uzunluğunda bir UV-A lamba üzerine 20 m uzunluğunda ve 0,5 mm çapında Teflon tüpün sarılmasıyla kolon sonrası türevlendirme için bir fotokimyasal türevlendirme sistemi kuruldu. Sistem alüminyum folyo ile sarıldıktan sonra, analitik kolon ile floresan detektörü arasına bağlandı. Mobil faz günlük olarak hazırlandı ve ışıktan korundu. Mobil faz için 9,5 g potasyum dihidrojen fosfat, 500 ml deiyonize su içinde çözüldü. Daha sonra 7,5 ml hidrojen peroksit solüsyonu (%31) ve 2 ml bakır (II) sülfat pentahidrat solüsyonu (100 ml deiyonize su içinde 0,12 g) eklendi ve hacim deiyonize su ile 1 L'ye tamamlandı. Son olarak, mobil faz 0,22 µm'lik bir selüloz asetat filtre ile vakum altında filtre edildi. Floresans detektörünün eksitasyon ve emisyon dalga boyları sırasıyla 322 ve 380 nm idi. Nikotik asit ve nikotinamid, bir Eclipse X08-C18 (5 µm, 4,6 x 150 mm) kolon (Agilent, ABD) kullanılarak ayrıldı. Kolon akış hızı 1 ml/dk ve kolonun fırın sıcaklığı 25 °C idi.

### **3.5.4. B<sub>6</sub> Vitamini Tayini**

Kall (2003), B<sub>6</sub> vitamini için ekstraksiyon yöntemini tanımlamıştır ve çalışmada bu yöntem bazı modifikasyonlarla gerçekleştirilmiştir.

#### ***a) Örneğin Hazırlanması***

Numuneler homojenize edilerek 5 g numune 250 ml'lik bir Erlenmeyer şişesine yerleştirildi ve üzerine 60 ml HCl çözeltisi (0,1 N) ilave edildi ve karışım 121 °C'de 30 dk otoklavlandı. Örnekler otoklavdan alındı ve oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutuldu. Daha sonra sodyum asetat (2,5 M) solüsyonu kullanılarak pH 4.5'e ayarlandı. B<sub>6</sub> vitamininin fosforile formlarını (PLP, PMP ve PNP) serbest bırakmak için enzimatik işlem uygulandı. Örnekler 10 mg β-glukozidaz, 10 mg asit fosfataz ve 100 mg taka-diafraz enzimleri eklendi. Numuneler, çalkalamalı su banyosunda 37 °C'de 18 saat inkübe edildi. Daha sonra numuneler, oda sıcaklığına kadar soğutuldu. Son olarak hacimler HCl çözeltisi (0,1 N) ile tamamlandı ve 0,45 µm CA filtre ile süzülerek HPLC'ye enjekte edildi.

### ***b)HPLC koşulları***

Mobil faz, 11 g KH<sub>2</sub>P0<sub>4</sub> ve 0,5 g 1-oktan sülfonik asidi deiyonize su (950 ml) içinde çözüdürerek günlük olarak hazırlandı. Daha sonra 50 ml asetonitril eklendi ve ortofosforik asit ile pH 2,4'e ayarlandı. Floresans detektörü eksitasyon dalga boyları 290 nm'ye ayarlanırken, emisyon dalga boyları 395 nm'ye ayarlandı. Vitamin B<sub>6</sub> vitamerlerini ayırmak için Zorbax Eclipse X08-C18 kolonu (5 µm, 4.6 × 150 mm) (Agilent, Santa Clara, CA, USA) kullanıldı. Akış hızı 0,8 ml/dk iken kolonun fırın sıcaklığı 25 °C idi.

### **3.6. Miktar Tayini ve Kalite Kontrolü**

Miktar tayini HPLC' de uygun standart konsantrasyon alanına karşılık gelen pik alanı hesaplanarak yapıldı. Çalışmada, yöntemin doğruluğu Standart Referans Materyal (SRM 1849a), ve Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü'nden (Gaithersburg, MD, ABD) alınan Bebek/Yetişkin Beslenme Formülü analiz edilerek değerlendirilmiştir. Analitik yöntemin kalite prosedürleri ISO/IEC 17025 gerekliliklerine dayanmaktadır.

### **3.7. İstatiksel Analizler**

Her ayrı deneyde her bir gıda maddesi üç kez analiz edildi. Tek yönlü varyans analizi (ANOVA, p<0,05, Tukey testi) kullanılarak istatistiksel analiz yapıldı ve gruplar arasındaki önemli farklılıklar istatistiksel olarak değerlendirildi. Tablolarda sunulan veriler ortalama ± standart sapmadır (SD).

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### ARAŞTIRMA BULGULARI

Tavuk etinin üç farklı kısmı ve üç farklı balık çeşidi dört farklı yöntemle pişirilmiştir. Her basamakta B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> ve B<sub>6</sub> vitamin miktarları ölçülüp pişirme yöntemleri sonrasında oluşan kayıplar saptanmıştır.

#### 4.1. Çiğ ve Pişmiş Balık ve Tavuk Etlerinde B<sub>1</sub> Vitamini Miktarları ve Pişirme Kayıpları

Çiğ ve pişmiş balık ve tavuk örneklerindeki toplam B<sub>1</sub> vitamini miktarları ve pişirme kayıpları (%) Tablo 4.1.1.de verilmiştir.

**Tablo 4.1.1: Çiğ ve Pişmiş Balık ve Tavuk Etlerindeki Toplam B<sub>1</sub> Vitamini Miktarı ve Pişirme Kayıpları (%)**

Numune	Çiğ		Izgara		Fırınlama	
	B <sub>1</sub> vitamini (µg/100 g)	B <sub>1</sub> vitamini (µg/100 g)	Kayıp (%)	B <sub>1</sub> vitamini (µg/100 g)	Kayıp (%)	
Hamsi	30±2 <sup>a</sup>	13±1 <sup>b</sup>	56.6	17±0 <sup>b</sup>	43,3	
Çipura	134±7 <sup>a</sup>	54±3 <sup>b</sup>	59.7	59±3 <sup>b</sup>	56,0	
Palamut	88±4 <sup>a</sup>	61±4 <sup>b</sup>	30.7	64±4 <sup>c</sup>	27,3	
Tavuk but	99±5 <sup>a</sup>	70±4 <sup>b</sup>	29.0	61±3 <sup>b</sup>	38,6	
Tavuk göğüs	115±6 <sup>a</sup>	59±3 <sup>b</sup>	48.3	35±2 <sup>b</sup>	69,5	
Tavuk kanat	70±4 <sup>a</sup>	36±2 <sup>b</sup>	48.0	16±1 <sup>c</sup>	77,6	

Aynı satırdaki farklı harfler, uygulamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p <0,05) (n = 3).

Numunelerdeki B<sub>1</sub> vitamini miktarı başlangıçta 30 ile 134 µg/100 g aralığındayken, ızgara yöntemiyle pişirildikten sonra 13 –70 µg/100 g ve fırınlandıktan sonra 16 – 64 µg/100 g arasında değişmiştir. Çiğ örneklerde en yüksek B<sub>1</sub> vitamini miktarı 134 µg/100 g ile çipurada bulunurken, en düşük miktar 30 µg/100 g ile hamside görülmüştür.

Izgarada pişirildikten sonra en yüksek B<sub>1</sub> vitamini miktarı 70 µg/100 g ile tavuk butunda saptanmıştır. Fırınlama sonrasında en yüksek B<sub>1</sub> vitamini miktarı palamutta

(64 µg / 100 g) ölçülmüştür. Hamsi, çipura, tavuk butu ve tavuk göğsündeki ortalama B<sub>1</sub> vitamini sonuçları karşılaştırıldığında, ızgara ve fırınlama arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Ancak palamut ve tavuk kanadında ızgara ve fırınlama arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır (p <0,05). Tavuk kanadındaki B<sub>1</sub> vitamini miktarı, ızgara işlemine göre fırınlama işleminden oldukça etkilenmiştir (p <0,05).

Izgara ve fırınlama yöntemi sonrası numunelerdeki B<sub>1</sub> vitamini pişirme kayıpları sırasıyla %29 – 59,7 ve %27,3 – 77,6 arasında değişmiştir. Izgara ile en yüksek B<sub>1</sub> vitamini kaybı çipurada (%59,7) belirlenmiştir. Ancak, fırınlama yönteminde en yüksek B<sub>1</sub> vitamini kaybı tavuk kanadında (%77,6) görülmüştür. En düşük B<sub>1</sub> vitamini kayıpları ise fırınlanmış palamutta (%27,3) ve ızgara yapılmış tavuk butunda (%29) saptanmıştır. Örneklerdeki ortalama B<sub>1</sub> vitamini pişirme kaybı ızgarada %45, fırınlamada %52'dir.

#### 4.2. Çiğ ve Pişmiş Balık ve Tavuk Etlerinde B<sub>2</sub> Vitamini Miktarları ve Pişirme Kayıpları

Çiğ ve pişmiş balık ve tavuk örneklerindeki toplam B<sub>2</sub> vitamini miktarları ve pişirme kayıpları (%) Tablo 4.2.1.de verilmiştir.

**Tablo 4.2.1: Çiğ ve Pişmiş Balık ve Tavuk Etlerindeki Toplam B<sub>2</sub> Vitamini Miktarı ve Pişirme Kayıpları (%)**

Numune	Çiğ	Izgara		Fırınlama	
	B <sub>2</sub> vitamini (µg/100 g)	B <sub>2</sub> vitamini (µg/100 g)	Kayıp (%)	B <sub>2</sub> vitamini (µg/100 g)	Kayıp (%)
Hamsi	103±4 <sup>a</sup>	60±2 <sup>b</sup>	41,7	49±2 <sup>b</sup>	52,4
Çipura	104±4 <sup>a</sup>	61±2 <sup>b</sup>	41,3	56±2 <sup>b</sup>	46,2
Palamut	145±6 <sup>a</sup>	138±6 <sup>b</sup>	4,80	54±2 <sup>b</sup>	62,8
Tavuk but	146±6 <sup>a</sup>	108±4 <sup>b</sup>	26,0	76±3 <sup>b</sup>	47,9
Tavuk göğüs	180±7 <sup>a</sup>	68±3 <sup>b</sup>	62,8	50±2 <sup>b</sup>	72,2
Tavuk kanat	132±5 <sup>a</sup>	67±3 <sup>b</sup>	49,3	54±2 <sup>c</sup>	59,1

Aynı satırdaki farklı harfler, uygulamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p <0,05) (n = 3).

Numunelerdeki B<sub>2</sub> vitamini miktarı başlangıçta 103 – 180 µg/100 g aralığındayken, ızgara yöntemiyle pişirildikten sonra 60 – 138 µg/100 g ve fırınlandıktan sonra 49 – 76 µg/100 g arasında değişmiştir. Çiğ numunelerde en yüksek B<sub>2</sub> vitamini miktarı 180 µg/100 g ile tavuk göğsünde bulunurken, en düşük miktar 103 µg/100 g ile hamside görülmüştür. Izgarada pişirildikten sonra en yüksek B<sub>2</sub> vitamini miktarı 138 µg/100 g olarak palamutta saptanmıştır. Fırınlama sonrasında en yüksek B<sub>2</sub> vitamini miktarı tavuk butunda (76 µg/100 g) ölçülmüştür. Örneklerdeki ortalama B<sub>2</sub> vitamini sonuçları karşılaştırıldığında, bir örnek (tavuk kanadı) haricinde ızgara ve fırınlama arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Tavuk kanadında ızgara ve fırınlama yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır (p < 0,05).

Izgara ve fırınlama yoluyla pişirme sonrasında örneklerdeki B<sub>2</sub> vitamini pişirme kayıpları sırasıyla %4,8 – 62,8 ve %46,2 – 72,2 arasında değişmiştir. Izgara ile en fazla B<sub>2</sub> vitamini kaybı tavuk göğsünde (%62,8) tespit edilmiştir. Bununla birlikte, fırınlama yönteminde en yüksek B<sub>2</sub> vitamini kaybı tavuk göğsünde (%72,2) görülmüştür. En düşük B<sub>2</sub> vitamini kayıpları ise ızgara edilmiş palamutta (%4,8) ve tavuk butunda (%26) belirlenmiştir. Numunelerdeki ortalama B<sub>2</sub> vitamini pişirme kaybı ızgarada %38, fırınlamada %57'dir.

### **4.3. Çiğ ve Pişmiş Balık ve Tavuk Etlerinde B<sub>3</sub> Vitamini Miktarları ve Pişirme Kayıpları**

Bu çalışmada incelenen örneklerdeki toplam B<sub>3</sub> vitamini miktarı örneğin türüne, kompozisyonuna, uygulanan pişirme yöntemlerine ve niasin formlarına bağlı olarak değişmiştir. Bu nedenle, niasinin iki formu (nikotinik asit ve nikotinamid) detaylandırılarak incelenmiştir.

#### **4.3.1. Nikotinik asit**

Çiğ ve pişmiş numunelerindeki nikotinik asit miktarları ve pişirme kayıpları (%) Tablo 4.3.1.1.de verilmiştir.

**Tablo 4.3.1.1: Çiğ ve Pişmiş Balık ve Tavuk Etlerindeki Nikotinik Asit Miktarları ve Pişirme Kayıpları (%)**

Numune	Çiğ		Izgara		Fırınlama	
	Nikotinik asit ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )	Nikotinik asit ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )	Kayıp (%)	Nikotinik asit ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )	Kayıp (%)	
Hamsi	245 $\pm$ 6 <sup>a</sup>	86 $\pm$ 3 <sup>b</sup>	64,7	75 $\pm$ 2 <sup>b</sup>	69,4	
Çipura	303 $\pm$ 8 <sup>a</sup>	74 $\pm$ 2 <sup>b</sup>	75,6	42 $\pm$ 1 <sup>b</sup>	86,1	
Palamut	296 $\pm$ 7 <sup>a</sup>	123 $\pm$ 3 <sup>b</sup>	58,4	249 $\pm$ 6 <sup>b</sup>	15,9	
Tavuk but	247 $\pm$ 6 <sup>a</sup>	81 $\pm$ 2 <sup>b</sup>	67,1	73 $\pm$ 2 <sup>b</sup>	70,4	
Tavuk göğüs	593 $\pm$ 15 <sup>a</sup>	30 $\pm$ 1 <sup>b</sup>	94,9	219 $\pm$ 5 <sup>b</sup>	63,1	
Tavuk kanat	396 $\pm$ 10 <sup>a</sup>	169 $\pm$ 4 <sup>b</sup>	57,3	30 $\pm$ 1 <sup>b</sup>	92,4	

Aynı satırdaki farklı harfler, uygulamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ( $p < 0,05$ ) ( $n = 3$ ).

Numunelerdeki nikotinik asit miktarı başlangıçta 245 – 593  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  aralığındayken, ızgara yöntemiyle pişirildikten sonra 30 – 169  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  ve fırınlandıktan sonra 30 – 249  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  arasında değişmiştir. Çiğ numunelerde en yüksek nikotinik asit miktarı 593  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  ile tavuk göğsünde bulunurken, en düşük miktar 245  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  ile hamside görülmüştür. Izgara ile pişirildikten sonra en yüksek nikotinik asit miktarı 169  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  ile tavuk kanadında saptanmıştır. Fırınlamadan sonra en yüksek nikotinik asit miktarı palamutta (249  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ) ölçülmüştür. Örneklerdeki ortalama nikotinik asit sonuçları karşılaştırıldığında ızgara ve fırınlama arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ( $p > 0,05$ ).

Izgara ve fırınlama yoluyla pişirme sonrasında örneklerdeki nikotinik asit pişirme kayıpları sırasıyla %57,3 – 94,9 ve %15,9 – 92,4 arasında değişmiştir. Izgara ile en yüksek miktarda nikotinik asit kaybı tavuk göğsünde (%94,9) tespit edilmiştir. Bununla birlikte, fırınlama yönteminde en yüksek nikotinik asit kaybı tavuk kanadında (%92,4) görülmüştür. En düşük nikotinik asit kaybı ise fırınlanmış palamutta (%15,9) belirlenmiştir. Numunelerdeki ortalama nikotinik asit pişirme kaybı ızgarada %70, fırınlamada %66'dır. Örnekler arasında, fırınlanmış palamut en iyi nikotinik asit kaynağı olarak saptanmıştır (249  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ).

### 4.3.2. Nikotinamid

Çiğ ve pişmiş numunelerindeki nikotinamid miktarları ve pişirme kayıpları (%) Tablo 4.3.2.1.de verilmiştir.

**Tablo 4.3.2.1: Çiğ ve Pişmiş Balık ve Tavuk Etlerindeki Nikotinamid Miktarları ve Pişirme Kayıpları (%)**

Numune	Çiğ	Izgara		Fırlama	
	Nikotinamid (µg/100 g)	Nikotinamid (µg/100 g)	Kayıp (%)	Nikotinamid (µg/100 g)	Kayıp (%)
Hamsi	7047±177 <sup>a</sup>	4201±105 <sup>b</sup>	40,4	3536±89 <sup>b</sup>	49,8
Çipura	14528±372 <sup>a</sup>	5084±128 <sup>b</sup>	65,0	4399±110 <sup>b</sup>	69,7
Palamut	9969±250 <sup>a</sup>	6766±170 <sup>b</sup>	32,1	5392±135 <sup>b</sup>	45,9
Tavuk but	9502±238 <sup>a</sup>	8532±214 <sup>b</sup>	10,2	3025±76 <sup>b</sup>	68,1
Tavuk göğüs	11517±289 <sup>a</sup>	1979±50 <sup>b</sup>	82,8	8589±215 <sup>b</sup>	25,4
Tavuk kanat	9016±226 <sup>a</sup>	5450±137 <sup>b</sup>	39,6	2994±75 <sup>b</sup>	66,8

Aynı satırdaki farklı harfler, uygulamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ( $p < 0,05$ ) ( $n = 3$ ).

Numunelerdeki nikotinamid miktarı başlangıçta 7047 – 14528 µg/100 g aralığındayken, ızgara yöntemiyle pişirildikten sonra 1979 – 8532 µg/100 g ve fırınlandıktan sonra 2994 – 8589 µg/100 g arasında değişmiştir. Çiğ numunelerde en yüksek nikotinamid miktarı 14528 µg/100 g ile çipurada bulunurken, en düşük miktar 7047 µg/100 g ile hamside görülmüştür. Izgara ile pişirildikten sonra en yüksek nikotinamid miktarı 8532 µg/100 g ile tavuk butunda saptanmıştır. Fırınlamadan sonra en yüksek nikotinamid miktarı tavuk göğsünde (8589 µg/100 g) ölçülmüştür. Örneklerdeki ortalama nikotinamid sonuçları karşılaştırıldığında ızgara ve fırınlama arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ( $p > 0,05$ ).

Izgara ve fırınlama yoluyla pişirme sonrasında örneklerdeki nikotinamid pişirme kayıpları sırasıyla %10,2 – 82,8 ve %25,4 – 69,7 arasında değişmiştir. Izgara ile en yüksek miktarda nikotinamid kaybı tavuk göğsünde (%82,8) tespit edilmiştir. Bununla birlikte, fırınlama yönteminde en yüksek nikotinamid kaybı çipurada (%69,7) görülmüştür. En düşük nikotinamid kaybı ise fırınlanmış tavuk butta (%10,2)

belirlenmiştir. Numunelerdeki ortalama nikotinamid pişirme kaybı ızgarada %45, fırınlamada %54'tür. Örnekler arasında fırınlanmış tavuk göğsü en iyi nikotinamid kaynağıdır (8589 µg/100 g).

#### 4.3.3. Toplam B<sub>3</sub> Vitamini

Çiğ ve pişmiş numunelerindeki toplam B<sub>3</sub> vitamini miktarları ve pişirme kayıpları (%) Tablo 4.3.3.1.de verilmiştir.

**Tablo 4.3.3.1: Çiğ ve Pişmiş Balık ve Tavuk Etlerindeki Toplam B<sub>3</sub> Vitamini Miktarları ve Pişirme Kayıpları (%)**

Numune	Çiğ	Izgara		Fırınlama	
	Toplam vitamin B <sub>3</sub> (µg/100 g)	Toplam vitamin B <sub>3</sub> (µg/100 g)	Kayıp (%)	Toplam vitamin B <sub>3</sub> (µg/100 g)	Kayıp (%)
Hamsi	7292±183 <sup>a</sup>	4287±108 <sup>b</sup>	41,2	3611±91 <sup>b</sup>	50,5
Çipura	14831±118 <sup>a</sup>	5158±130 <sup>b</sup>	65,2	4441±111 <sup>b</sup>	70,1
Palamut	10265±257 <sup>a</sup>	6890±173 <sup>b</sup>	32,9	5641±141 <sup>b</sup>	45,0
Tavuk but	9749±244 <sup>a</sup>	8613±216 <sup>b</sup>	11,7	3098±78 <sup>b</sup>	68,2
Tavuk göğsü	12110±304 <sup>a</sup>	2009±51 <sup>b</sup>	83,4	8808±220 <sup>b</sup>	27,3
Tavuk kanat	9412±236 <sup>a</sup>	5619±141 <sup>b</sup>	40,3	3024±76 <sup>b</sup>	67,9

Aynı satırdaki farklı harfler, uygulamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p <0,05) (n = 3).

Numunelerdeki toplam B<sub>3</sub> vitamini miktarı başlangıçta 7297 – 14831 µg/100 g aralığındayken, ızgara yöntemiyle pişirildikten sonra 2009 – 8613 µg/100 g ve fırınlandıktan sonra 3024 – 8808 µg/100 g arasında değişmiştir. Örneklerdeki ortalama toplam B<sub>3</sub> vitamini sonuçları karşılaştırıldığında, ızgara ve fırınlama arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (p >0,05). Izgara ve fırınlama yoluyla pişirme sonrasında örneklerdeki toplam B<sub>3</sub> vitamini pişirme kayıpları sırasıyla %11,7 – 83,4 ve %27,3 – 70,1 arasında değişmiştir. Numunelerdeki ortalama toplam B<sub>3</sub> vitamini pişirme kaybı ızgarada %46, fırınlamada %55'tir.

#### 4.4. Çiğ ve Pişmiş Balık ve Tavuk Etlerindeki B<sub>6</sub> Vitamini Miktarları ve Pişirme Kayıpları

B<sub>6</sub> vitamininin PL, PM ve PN formlarının biyoyararlılığı farklı olduğu için pişirildikten sonra bu formların miktarını bilmek çok önemlidir. Bu nedenle bu çalışmada, pişirme işlemlerinden sonra örneklerin B<sub>6</sub> vitamini profillerindeki değişimler ve pişirme kayıpları da dikkate alınmıştır.

##### 4.4.1. Çiğ ve Pişmiş Balık Etlerindeki B<sub>6</sub> Vitamini Miktarları ve Pişirme Kayıpları

##### 4.4.1.1. Çiğ ve Pişmiş Balık Etlerindeki Piridoksal Miktarları ve Pişirme Kayıpları

Çiğ, ızgarada pişirilmiş ve fırınlanmış balık filetolarındaki PL miktarları ve PL değişimleri (%) Tablo 4.4.1.1.1.de verilmiştir.

**Tablo 4.4.1.1.1: Çiğ ve Pişmiş Balık Filetolarındaki PL Miktarları ve Pişirme Kayıpları (%)**

Numune	Çiğ	Izgara		Fırınlama	
	PL (µg/100 g)	PL (µg/100 g)	Kayıp (%)	PL (µg/100 g)	Kayıp (%)
Hamsi	72±4 <sup>a</sup>	14±1 <sup>b</sup>	80,5	14±1 <sup>b</sup>	80,5
Çipura	165±9 <sup>a</sup>	77±5 <sup>b</sup>	53,6	68±4 <sup>b</sup>	59,1
Palamut	186±10 <sup>a</sup>	21±1 <sup>b</sup>	88,7	6±0 <sup>c</sup>	96,8

Aynı satırdaki farklı harfler, uygulamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p <0,05) (n = 3).

Çalışma sonuçlarından görülebileceği gibi, çiğ hamsi, çipura ve palamutta PL seviyesi sırasıyla 72 µg /100 g, 165 µg /100 g ve 186 µg /100 g idi. PL'nin pişirme kayıpları, ızgara ve fırınlanmış örneklerde sırasıyla %53,6 – 88,7 ve %59,1 – 96,8 arasında değişmiştir. Izgara ve fırınlama işlemlerinden sonra, hamsi örneğindeki PL seviyesi önemli ölçüde azaldı (değişim: %80,5, p<0,05). Hem ızgara (%53,6) hem de fırınlanmış (%59,1) çipuralardaki PL seviyeleri diğer iki türe göre daha stabildi. Tüm balık örnekleri arasında çiğ palamut, biyoaktif form olan PL formuna en yüksek oranda sahip olmasına rağmen aynı zamanda en yüksek pişirme kaybına da sahipti. Sonuç olarak, pişmiş çipura diğer iki türden daha yüksek PL'a sahipti. En yüksek kayıplar

hem ızgarada pişirilmiş (değişim: %88,7,  $p < 0,05$ ) hem de fırınlanmış (değişim: %96,8,  $p < 0,05$ ) palamutta görüldü. Hamsi ve çipura örneklerinde ızgara ve pişirme yöntemleri arasında PL kaybı açısından önemli bir fark yoktu. Palamutta ise ızgara ve fırınlama yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardı ( $p < 0,05$ ). Bu çalışmada, daha büyük çiğ balık örnekleri (palamut ve çipura), daha küçük örneklerle (hamsi) kıyasla daha yüksek PL düzeyine sahipti. Tüm balık türleri arasında PL'nin korunması açısından, ızgara çipura örnekleri en kararlı örneklerdi. Ayrıca, ızgara yöntemi ile pişirilmiş çipura diğer pişirilmiş örneklerden daha yüksek PL içeriğine sahipti.

#### 4412 Çiğ ve Pişmiş Balık Etlerindeki Piridoksamin Miktarları ve Pişirme Kayıpları

Çiğ, ızgarada pişirilmiş ve fırınlanmış balık filetolarındaki PM miktarları ve PM değişimleri (%) Tablo 4.4.1.2.1.de gösterilmiştir.

**Tablo 4.4.1.2.1: Çiğ ve Pişmiş Balık Filetolarındaki PM Miktarları ve Pişirme Kayıpları (%)**

Numune	Çiğ	Izgara		Fırınlama	
	PM ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )	PM ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )	Kayıp (%)	PM ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )	Kayıp (%)
Hamsi	34 $\pm$ 2 <sup>a</sup>	24 $\pm$ 1 <sup>b</sup>	29,4	28 $\pm$ 2 <sup>b</sup>	18,6
Çipura	26 $\pm$ 2 <sup>a</sup>	10 $\pm$ 1 <sup>b</sup>	61,1	10 $\pm$ 1 <sup>b</sup>	61,1
Palamut	113 $\pm$ 7 <sup>a</sup>	25 $\pm$ 1 <sup>b</sup>	77,8	29 $\pm$ 2 <sup>b</sup>	74,6

Aynı satırdaki farklı harfler, uygulamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ( $p < 0,05$ ) ( $n = 3$ ).

Tablo 4.4.1.2.1.de görülebileceği gibi, çiğ hamsi, çipura ve palamuttaki PM seviyeleri sırasıyla 34  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ , 26  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  ve 113  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  idi. PM'nin pişirme kayıpları, ızgara ve fırınlanan numunelerde sırasıyla %29,4 – 77,8 ve %18,6 – 74,6 arasındadır. Izgara ve fırınlama işlemlerinden sonra en yüksek PM kaybı ızgara palamutta (%77,8), en düşük PM kaybı ise fırınlanmış hamside (%18,6) oldu. Hem fırınlanmış (%18,6) hem de ızgara edilmiş (%29,4) hamsi, PM içeriği açısından diğer iki türe göre daha stabildi. Bununla birlikte, fırında pişirilmiş ve ızgara edilmiş palamut örneklerinde

yüksek kayıplar (%74,6 ile %77,8) gözlenmiştir. Öte yandan, üç tür için ızgara ve fırınlama yöntemleri arasında PM kaybında önemli bir fark görülmedi ( $p>0,05$ ). Fırınlanmış ve ızgarada pişirilmiş hamsi örnekleri üç tür arasında pişirildikten sonra en düşük PM kayıp oranına sahipti.

#### 4413. Çiğ ve Pişmiş Balık Etlerindeki Piridoksin Miktarları ve Pişirme Kayıpları

Çiğ, ızgarada pişirilmiş ve fırınlanmış balık filetolarındaki PN miktarları ve PN değişimleri (%) Tablo 4.4.1.3.1.de verilmiştir.

**Tablo 4.4.1.3.1: Çiğ ve Pişmiş Balık Filetolarındaki PN Miktarları ve Pişirme Kayıpları (%)**

Numune	Çiğ	Izgara		Fırınlama	
	PN ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )	PN ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )	Kayıp (%)	PN ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )	Kayıp (%)
Hamsi	1 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	0 $\pm$ 0 <sup>b</sup>	100	0 $\pm$ 0 <sup>b</sup>	100
Çipura	2 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	0 $\pm$ 0 <sup>b</sup>	100	0 $\pm$ 0 <sup>b</sup>	100
Palamut	2 $\pm$ 0 <sup>a</sup>	0 $\pm$ 0 <sup>b</sup>	100	0 $\pm$ 0 <sup>b</sup>	100

Aynı satırdaki farklı harfler, uygulamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ( $p < 0,05$ ) ( $n = 3$ ).

Üç balık türündeki B<sub>6</sub> vitamininin vitamerlerini karşılaştırdığımızda, PN içeriği, Tablo 4.4.1.3.1.de görülebileceği gibi oldukça düşüktü.

#### 4414. Çiğ ve Pişmiş Balık Etlerindeki Toplam B<sub>6</sub> Miktarları ve Pişirme Kayıpları

Tablo 4.4.1.4.1 çiğ, ızgarada pişirilmiş ve fırınlanmış balık örneklerindeki toplam B<sub>6</sub> vitamini seviyelerini göstermektedir.

**Tablo 4.4.1.4.1: Çiğ ve Pişmiş Balık Filetolarındaki Toplam B<sub>6</sub> Miktarları ve Pişirme Kayıpları (%)**

Numune	Çiğ	Izgara	Kayıp (%)	Fırlama	Kayıp (%)
	Toplam B <sub>6</sub> vitamini (µg/100 g)	Toplam B <sub>6</sub> vitamini (µg/100 g)		Toplam B <sub>6</sub> vitamini (µg/100 g)	
Hamsi	107±6 <sup>a</sup>	38±2 <sup>b</sup>	64,4	42±3 <sup>b</sup>	61,0
Çipura	193±11 <sup>a</sup>	87±6 <sup>b</sup>	55,1	78±5 <sup>b</sup>	59,8
Palamut	301±17 <sup>a</sup>	46±2 <sup>b</sup>	84,8	35±2 <sup>b</sup>	88,5

Aynı satırdaki farklı harfler, uygulamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p <0,05) (n = 3).

Çiğ balık örneklerinde en yüksek toplam B<sub>6</sub> vitamini içeriği palamut örneklerinde 301 µg/100 g olarak bulunmuştur. USDA'e göre çiğ hamsinin toplam B<sub>6</sub> vitamini içeriği 143 µg/100 g (USDA, 2019) olup bu çalışmada belirlenen değerden daha yüksektir. Bu çalışmada, tüm balık örneklerinin B<sub>6</sub> vitamini içeriği her iki pişirme yönteminde de önemli ölçüde azalmıştır (p <0,05). Türler arasında en yüksek kayıp, ızgara (%84,8) ve fırınlama (%88,5) işleminden sonra palamut balığı örneklerinde tespit edilmiştir. Sonuçlar, çipura numuneleri için ızgara işleminin diğer grup numunelerine kıyasla daha stabil toplam B<sub>6</sub> vitamini içeriği sağladığını göstermektedir.

#### **4.4.2. Çiğ ve Pişmiş Tavuk Etlerindeki B<sub>6</sub> Vitamini Miktarları ve Pişirme Kayıpları**

##### **4421. Çiğ ve Pişmiş Tavuk Etlerindeki B<sub>6</sub> Vitamini İçeriği**

Tablo 4.4.2.1.1 çiğ ve pişmiş tavuk örneklerindeki B<sub>6</sub> vitamini profillerini göstermektedir.

**Tablo 4.4.2.1.1: Çiğ ve Farklı Pişirme Yöntemleriyle Pişirilmiş Tavuk Etlerindeki B<sub>6</sub> Vitamini Formları (PL, PM, PN) ve Toplam B<sub>6</sub> Vitamini Miktarları**

Numune	Çiğ (µg/100 g)				Izgara (µg/100 g)				Fırlama (µg/100 g)				Haşlama (µg/100 g)				Kızartma (µg/100 g)			
	PL	PM	PN	Toplam	PL	PM	PN	Toplam	PL	PM	PN	Toplam	PL	PM	PN	Toplam	PL	PM	PN	Toplam
<b>Tavuk but</b>	100±6 a	33±2 a	1±0 a	134±8 a	40±2 b	7±0 c	0±0 b	47±2 b	18±1 c	10±1 b	0±0 d	28±2 c	34±2 b	5±0 c	0±0 e	39±2 b	38±2 b	6±0 c	0±0 c	44±2 b
<b>Tavuk göğüs</b>	237±13 a	37±2 a	1±0 a	275±15 a	67±4 c	5±0 d	0±0 b	72±4 c	39±2 d	11±1 b	0±0 d	50±3 d	107±6 b	8±0 c	0±0 e	115±6 b	119±7 b	3±0 d	0±0 c	122±7 b
<b>Tavuk kanat</b>	175±10 a	27±2 a	1±0 a	202±11 a	43±3 b	1±0 c	0±0 b	44±3 b	14±1 c	7±0 b	0±0 d	21±1 c	-	-	-	-	51±3 b	2±0 c	0±0 c	53±3 b

“-“ uygulanmadı. Aynı satırdaki farklı harfler, uygulamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p <0,05) (n = 3).

Tüm tavuk örneklerinde başlangıçta önemli ölçüde daha yüksek miktarda PL ve PM vardı. Bununla birlikte, PN başlangıçta ihmal edilebilir düzeydeydi ve tüm pişirme yöntemleri sonrasında ortadan kayboldu. Çiğ numunelerde PL miktarı, yüksekten düşüğe sırasıyla tavuk göğsü ( $237 \pm 13 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ ), tavuk kanadı ( $175 \pm 10 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ ) ve tavuk butunda ( $100 \pm 6 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ ) saptanmıştır. Tavuk örneklerinde başlangıçtaki toplam B<sub>6</sub> vitamini miktarı  $134 \pm 8 - 275 \pm 15 \mu\text{g}/100 \text{ g}$  arasında değişiyordu. En yüksek toplam B<sub>6</sub> vitamini  $275 \pm 15 \mu\text{g}/100 \text{ g}$  ile tavuk göğsünde tespit edilirken, en düşük toplam B<sub>6</sub> vitamini ise  $134 \pm 8 \mu\text{g}/100 \text{ g}$  ile tavuk butunda bulundu.

Tavuk butundaki ortalama PL sonuçları karşılaştırıldığında, ızgara, haşlama ve kızartma arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Tavuk göğsü için, PL'nin ortalama sonuçları karşılaştırıldığında haşlama ve kızartma yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Ancak tavuk kanadında ızgara ve kızartma sonrasındaki PL miktarlarının, fırınlamaya göre istatistiksel olarak daha yüksek olduğu saptanmıştır ( $p < 0,05$ ).

Tavuk butunda fırınlama sonrasındaki PM değerleri ızgara, haşlama ve kızartma yöntemlerine göre istatistiksel olarak daha yüksektir. Buna ek olarak ızgara, haşlama ve kızartma yöntemleri arasında PM açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ( $p > 0,05$ ). En yüksek PM değeri fırınlama sonrasında sırasıyla tavuk butta  $10 \pm 1$ , tavuk göğsünde  $11 \pm 1$  ve tavuk kanadında  $7 \pm 0 \mu\text{g}/100 \text{ g}$  bulunmuştur. Tavuk göğsü başlangıçta en yüksek PM değerine sahipti ( $37 \pm 2 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ ). Tavuk göğsü fırınlama ve haşlama yöntemleriyle pişirildikten sonra saptanan PM miktarları, ızgara ve kızartma yöntemleriyle elde edilen miktarlarından istatistiksel olarak daha yüksekti ( $p < 0,05$ ).

Başlangıçta en yüksek toplam B<sub>6</sub> vitamini  $275 \pm 15 \mu\text{g}/100 \text{ g}$  ile çiğ tavuk göğsünde saptandı. Benzer şekilde, dört pişirme yönteminin uygulanması sonucunda, en yüksek toplam B<sub>6</sub> vitamini  $122 \pm 7 \mu\text{g}/100 \text{ g}$  olarak yine tavuk göğsünde kızartma yöntemi sonrasında kalmıştır. En düşük toplam B<sub>6</sub> vitamini ise  $21 \pm 1 \mu\text{g}/100 \text{ g}$  ile fırınlama yöntemiyle pişirilen tavuk kanadında bulunmuştur. Tavuk butundaki ızgara ve kızartma sonrasındaki toplam B<sub>6</sub> vitamini miktarları, fırınlama ve haşlama yöntemlerine göre istatistiksel olarak daha yüksek bulundu. Bununla birlikte tavuk kanadında fırınlama sonrasında belirlenen toplam B<sub>6</sub> vitamini miktarı, ızgara ve kızartma sonrasında saptanan toplam B<sub>6</sub> vitamini miktarından istatistiksel olarak daha

düşüktü ( $p < 0,05$ ). Bunlara ek olarak ızgara ve kızartma yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

#### **4422 Çiğ ve Pişmiş Tavuk Etlerindeki B<sub>6</sub> Vitamini Pişirme Kayıpları**

Tablo 4.4.2.2.1 tavuk örneklerinde ızgara, fırınlama, haşlama ve kızartma sonrasında oluşan PL, PM ve toplam B<sub>6</sub> vitamini kayıplarını göstermektedir (%). PN kayıplarının hesaplanması gerekli bulunmamıştır çünkü PN başlangıçta tüm çiğ numunelerde ihmal edilebilir düzeyde bulundu.



**Tablo 4.4.2.2.1: Farklı Pişirme Yöntemleriyle Pişirilmiş Tavuk Etlerindeki B<sub>6</sub> Vitamini Formları (PL, PM, PN) ve Toplam B<sub>6</sub> Vitamini Pişirme Kayıpları**

Numune	Izgara Pişirme Kaybı (%)			Fırlama Pişirme Kaybı (%)			Haşlama Pişirme Kaybı (%)			Kızartma Pişirme Kaybı (%)		
	PL	PM	Toplam vitamin B <sub>6</sub>	PL	PM	Toplam vitamin B <sub>6</sub>	PL	PM	Toplam vitamin B <sub>6</sub>	PL	PM	Toplam vitamin B <sub>6</sub>
<b>Tavuk but</b>	59,9±0,2	78,7±1,3	64,82±0,49	81,9±0,1	69,7±1,2	79,06±0,32	65,9±0,2	84,8±0,9	70,82±0,16	61,9±0,2	81,8±1,1	67,07±0,36
<b>Tavuk göğüs</b>	71,9±0,1	86,5±0,7	73,97±0,15	83,6±0,1	70,3±1,1	81,84±0,11	55,1±0,1	78,3±1,2	58,34±0,27	50±0	91,9±0,4	55,81±0,05
<b>Tavuk kanat</b>	75,6±0,2	96,2±0,2	78,42±0,11	92±0,1	73,7±1,5	89,62±0,08	-	-	-	70,8±0,1	92,5±0,4	73,81±0,09

“-“ uygulanmadı.

Izgara ile PL kaybının tüm tavuk örneklerinde %59,9 – 75,6 arasında değişmekte olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek PL kaybı tavuk kanadındayken (%75,6), en düşük kayıp ise tavuk butundadır (%59,9). Izgarada PM kaybının ise %78,7 – 96,2 aralığında olduğu saptanmıştır. En yüksek PM kaybı tavuk kanadında (%96,2), en düşük PM kaybı ise tavuk butundadır (%78,7). Tavuklarda ızgarada pişirme yönteminde toplam B<sub>6</sub> vitamini açısından kayıplar %64,8 – 78 arasında tespit edilmiştir. Izgarada pişirme ile oluşan en yüksek toplam B<sub>6</sub> vitamini kaybı %78,4 ile tavuk kanatlarında, en düşük kayıp ise %64,8 ile tavuk butlarında tespit edildi. Izgara yöntemi sonucunda en yüksek PL, PM ve toplam B<sub>6</sub> vitamini kayıpları tavuk kanadı örneğinde görülmüştür.

Fırlama ile PL kayıplarının tüm örneklerde %81,9 – 92 arasında değişmekte olduğu belirlenmiştir. En yüksek PL kaybı tavuk kanadında (%92), en düşük ise tavuk butunda (%81,9) bulundu. Bununla birlikte, tavuk örneklerinde fırlama yoluyla PM kayıplarının %69,7 – 73,7 arasında olduğu belirlenmiştir. En yüksek PM kaybı tavuk kanadında (%73,7) tespit edilirken, en düşük PM kaybı tavuk butta (%69,7) belirlenmiştir. Fırlama yoluyla toplam B<sub>6</sub> vitamini kaybının %79,1 – 89,6 aralığında bulunduğu tespit edilmiştir. En yüksek toplam B<sub>6</sub> vitamini kaybı tavuk kanadında (%89,6), en düşük kayıp ise tavuk butunda (%79,1) görüldü. Izgara yönteminde olduğu gibi fırlama yönteminde de en yüksek PL, PM ve toplam B<sub>6</sub> vitamini kaybı tavuk kanadı örneğinde görülmüştür.

Haşlama yöntemi tavuk butu ve tavuk göğsü örneklerine uygulanmıştır. Örneklerde haşlama sonucunda oluşan PL kayıpları %55,1 – 65,9 değerleri arasında bulunmuştur. En yüksek PL kaybı tavuk butunda (%65,9) tespit edilmiştir. Bununla birlikte, numunelerde haşlama sonucu oluşan PM kayıplarının %78,3 – 84,8 arasında değişmiştir. Benzer şekilde, en yüksek PM kaybı %84,8 ile tavuk butunda tespit edilmiştir. Haşlama yöntemi sonrasındaki toplam B<sub>6</sub> vitamini kaybının %58,3 – 70,8 arasında değiştiği saptanmıştır. En yüksek toplam B<sub>6</sub> vitamini kaybı yine tavuk butunda (%70,8) görülmüştür. Haşlama sonucunda tüm vitamerlerde ve toplam B<sub>6</sub> vitamininde en yüksek pişirme kayıplarının tavuk but örneğinde gerçekleştiği gözlemlenmiştir.

Kızartma ile PL kayıplarının %50 – 70,8 arasında değişmekte olduğu saptanmıştır. En yüksek PL kaybı tavuk kanadında (%70,8), en düşük PL kaybı ise tavuk göğsünde (%50) bulunmuştur. Kızartmadaki PM kayıpları ise %81,8 – 92,5 arasında değişmiştir.

En yüksek PM kaybı tavuk kanadında (%92,5), en düşük PM kaybı ise tavuk butunda (%81,8) tespit edilmiştir. Toplam B<sub>6</sub> vitamini açısından tavukların kızartılmasıyla oluşan pişirme kayıplarının %55,8 – 73,8 aralığında değişim gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek toplam B<sub>6</sub> vitamini kaybı %73,8 ile tavuk kanadında, en düşük ise %55,8 ile tavuk göğsünde tespit edilmiştir. Izgara ve fırınlama yönteminde olduğu gibi en yüksek PL, PM ve toplam B<sub>6</sub> vitamini kaybı kızartma yöntemiyle pişirilmiş tavuk kanadı örneğinde görülmüştür.

#### **4.4.2.2.1. Pişmiş Tavuk Etlerindeki Piridoksal Pişirme Kayıpları**

Pişirme yöntemleri arasında en yüksek PL kayıplarının fırınlama yönteminde olduğu ve bu değerlerin %82 – 92 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek PL kaybı fırınlama yöntemi uygulanmış tavuk kanadında (%92), en düşük PL kaybı ise kızartılmış tavuk göğsünde (%50) tespit edilmiştir. Başlangıçta en yüksek PL, çiğ tavuk örnekleri arasında tavuk göğsünde belirlenmiştir. Dört farklı pişirme yöntemi sonucunda en yüksek PL, çiğ halinde olduğu gibi tavuk göğsünde saptanmıştır. Bu sonuçlara göre PL alımı açısından ızgara yöntemi tavuk butu için en uygun pişirme yöntemi olabilir. Tavuk göğsü ve tavuk kanadı pişirmek için ise en uygun pişirme yöntemi kızartma olabilir. Bazı doymamış yağ asitleri ve antioksidan vitaminler kızartmadaki oksidasyon nedeniyle kaybolmasına rağmen bu çalışmada kızarmış tavuk göğsü ve tavuk kanadı iyi PL kaynakları olarak gözlemlenmiştir.

#### **4.4.2.2.2. Pişmiş Tavuk Etlerindeki Piridoksamin Pişirme Kayıpları**

En düşük PM kaybı fırınlama yöntemiyle pişirilmiş tavuk butunda tespit edildi (%69,7). PM stabilitesi açısından en iyi yöntemlerin sırasıyla fırınlama, haşlama, ızgara ve kızartma olduğu belirlenmiştir. Tavuk göğsünde en yüksek PM kayıpları ızgara ve kızartma yöntemleriyle gerçekleşmiştir. Tavuk kanadında, haşlama sonrasında bulunan PM miktarı ızgara ve kızartmaya göre istatistiksel olarak daha yüksekti ( $p < 0,05$ ). Ayrıca, PM kaybı açısından tavuk kanadında ızgara ve kızartma yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ( $p > 0,05$ ). En yüksek PM kaybı ızgara yöntemi ile pişirilmiş tavuk kanadında (%96,2) belirlenmiştir. Izgara ve kızartma yöntemleri tavuk kanadındaki PM' i neredeyse ortadan kaldırmaktadır.

#### 4.4.2.2.3. Pişmiş Tavuk Etlerindeki Toplam B<sub>6</sub> Vitamini Pişirme Kayıpları

Sonuçlarda görüldüğü üzere en düşük toplam B<sub>6</sub> vitamini kaybı %55,8 ile kızartma yöntemi uygulanmış tavuk göğsünde, en yüksek toplam B<sub>6</sub> vitamini kaybı ise %89,6 ile fırınlanmış tavuk kanadında tespit edilmiştir.

Fırınlama yöntemiyle pişirilmiş tavuk butundaki toplam B<sub>6</sub> vitamini miktarı ızgara, haşlama ve kızartma yoluyla pişirilmiş numunelerdeki toplam B<sub>6</sub> vitamini miktarından istatistiksel olarak daha düşüktü. Bu nedenle fırınlama yönteminin, toplam B<sub>6</sub> vitamini kaybının yüksek olması nedeniyle tavuk butun pişirilmesi için uygun değildir. Düşük toplam B<sub>6</sub> vitamini kaybindan dolayı tavuk kanadı pişirmek için en iyi yöntem kızartmadır.

Tavuk göğsü, tüm tavuk numuneleri arasında çiğ halinde ve tüm pişirme yöntemlerinden sonra oldukça yüksek miktarda PL ve toplam B<sub>6</sub> vitamini içermektedir. PL'in B<sub>6</sub> vitamininin biyoaktif formu olduğu dikkate alındığında, tavuk göğsünün kızartma ve haşlama yöntemleriyle pişirilerek tüketilmesi öncelikle tavsiye edilebilir. Ölçülen PL seviyeleri tavuk örneklerinde nispeten yüksek bulunmuştur ve bu yöntemlerin tüketicinin vitamin B<sub>6</sub> gereksinimlerine önemli ölçüde katkıda bulunma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma, tavuk ve balık eti çeşitlerinin pişirme sırasındaki B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> ve B<sub>6</sub> vitamini kayıplarını belirlemek, bu kayıpların pişirme yöntemine göre değişkenlik gösterip göstermediğini saptamak için yapılmıştır. Çalışmada B<sub>3</sub> ve B<sub>6</sub> vitamini formları da detaylandırılarak incelenmiştir.

Tavuk ve balık eti örneklerinin pişirme yöntemleri sonrasında B<sub>1</sub> vitamini içeriği incelendiğinde, ızgara örneklerinin B<sub>1</sub> vitamini içeriği fırınlanmış örneklerden daha yüksekti. Izgara ve pişirme sonrası B<sub>1</sub> vitamini seviyelerini karşılaştırdığımızda, et örneklerinde ızgarada pişirme yöntemi fırında pişirmeye göre daha uygundur. Izgarada pişirilmiş tavuk butu, B<sub>1</sub> vitamini alımı açısından örnekler arasındaki en iyi B<sub>1</sub> vitamini kaynağıdır (70 µg/100 g).

Combs ve McClung'un (2016) çalışmasında, somon ve alabalık balık örneklerinde tiamin içeriği sırasıyla 0,17 ve 0,09 mg/100 g olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada çiğ balık örneklerinin B<sub>1</sub> vitamini içeriği 30 – 134 µg/100 g arasında değişmiştir. Bu bulgular Dias ve arkadaşlarının (2003) rapor ettiği kırma mercan ve eşkina balığının B<sub>1</sub> vitamini içeriğine benzerdir (ortalama değer 0,07 mg/100 g). Balıkların işlenmesi veya korunması sırasında, daha kararsız tiamin özellikleri dolayısıyla B<sub>1</sub> vitamini kaybı diğer vitamin türlerine göre yaygın olarak gözlenir (Ceylan, vd., 2018). Ersoy ve Özeren (2009) çiğ, ızgara ve fırınlanmış karayayın balıklarında B<sub>1</sub> vitamini içeriğinin sırasıyla 0,07, 0,05 ve 0,04 mg/100 g olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada bulunan miktarlar, farklı balık türleri üzerinde yapılan mevcut araştırmanın B<sub>1</sub> vitamini değerleri ile tutarlıdır.

Tiamin, özellikle alkali koşullar altında B grubu vitaminler arasında ısıya en duyarlı olanıdır (Ball, 2004). Tüm örneklerde B<sub>1</sub> vitamini içeriği, ızgara ve fırınlamadan sonra önemli ölçüde (p <0,05) azaldı. Bununla birlikte, B<sub>1</sub> vitamini örnekler arasında tavuk but ve palamutta en yüksek stabiliteye sahipti. Ayrıca balık ve tavuk eti örneklerinin saklama koşullarına ve raf ömrüne bağlı olarak vitamin kaybı gözlemlenebilir. Ceylan

ve diğeri (2018), soğukta saklanan balık filetolarında %7-39 arasında tiamin kaybı saptanmıştır.

Izgara örneklerinin B<sub>2</sub> vitamini içeriği fırınlanmış örneklerinkinden daha yüksekti. Izgara ve fırınlama sonrası B<sub>2</sub> vitamini seviyelerini karşılaştırdığımızda, et örneklerinde ızgara yöntemi fırınlayarak pişirmeye göre daha uygundur. Izgara edilmiş palamut, B<sub>2</sub> vitamini alımı açısından örnekler arasındaki en iyi B<sub>2</sub> vitamini kaynağıdır (138 µg/100 g). Ersoy ve Özeren (2009), çiğ ve pişmiş karayayın balıklarında B<sub>2</sub> vitamini içeriğinin sırasıyla 0,03 ve 0,02 mg/100 g olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada bulunan B<sub>2</sub> vitamini miktarları, farklı balık türleri üzerinde yaptığımız araştırmanın değerlerinden daha düşüktür. Bu çalışmada analiz edilen balık türleri başlangıçta 3 ile 5 kat daha fazla B<sub>2</sub> vitamini içermektedir.

B<sub>2</sub> vitamini, asit, ısı ve oksidasyona dirençli, nispeten stabil bir vitamindir, ancak alkali ve ışık varlığında kararsızdır (Ball, 2004). Tüm örneklerde B<sub>2</sub> vitamini içeriği ızgara ve fırınlamadan sonra önemli ölçüde (p <0,05) azaldı. Bununla birlikte, B<sub>2</sub> vitamini numuneler arasında ızgara yöntemiyle pişirilmiş palamutta en yüksek stabiliteye sahipti. Ceylan ve diğeri (2018), çiğ ve kaplanmış balık filetosu örneklerinde B<sub>2</sub> vitamini içeriğinin soğuk depolama döneminde (4°C'de) 88 – 130 mg/100 g aralığında bulunabileceğini belirtmiştir.

Piştirme işlemi, numunelerdeki B<sub>2</sub> vitamini içeriğini doğrudan etkilemiştir. Tüm fırınlanmış tavuk örneklerindeki vitamin kaybı, ızgara edilmiş tavuk örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. En yüksek B<sub>2</sub> vitamini kaybı fırınlanmış tavuk göğsü örneklerinde tespit edildi. Pinheiro-Sant'ana ve diğeri (1999) tavuk etlerinde (göğüs ve but) riboflavin tutulumunu incelemiş ve piştirme kayıplarının %20 – 40 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Özellikle 180 °C'de geleneksel ızgara tekniği ile piştirilmiş tavuk göğsünde riboflavin kaybı %34 idi. Çalışma sonuçlarından da anlaşılacağı üzere tavuk but örneklerinde B<sub>2</sub> vitamini (kayıp: %26 ve %47,9) tavuk göğsü ve kanat örneklerine göre daha stabil bulunmuştur. Ayrıca ızgara edilmiş palamut örneklerinin B<sub>2</sub> seviyesi 138 µg/100 g iken, fırınlanmış palamut örneklerinin B<sub>2</sub> seviyesi 54 µg/100 g olarak saptanmıştır. Bu açıdan tüm ızgara edilmiş balık örneklerinde B<sub>2</sub> vitamini düzeyinin fırınlanmış balık örneklerine göre daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

Gıda kompozisyon tablolarının büyük çoğunluğunda toplam niasin değeri belirtilmektedir. Çalışmamızda nikotinic asit ve nikotinamid değerleri ve pişirme kayıpları ayrı ayrı ölçülerek toplam niasin verileri elde edilmiştir.

Tüm numunelerdeki nikotinic asit içeriği, ızgara ve fırınlamadan sonra önemli ölçüde ( $p < 0,05$ ) azalmıştır. Ölçülen nikotinic asit miktarları örneklerde düşük seviyelerde bulunmuştur. Benzer şekilde, Çatak (2019) çalışmasındaki çeşitli etlerin nikotinic asit değerleri oldukça düşüktü ve benzer sonuçlar bildirildi. Ayrıca nikotinic asit konsantrasyonlarının et örneklerinde tahıl örneklerine göre düşük miktarlarda (0,751–3,739 mg/100 g) bulunabileceği belirtilmiştir.

Ayrıca ızgara ve fırınlama işlemlerinin ardından tüm balık örneklerinde en yüksek nikotinic asit kaybı (%75,6 ve %86,1) çipura örneklerinde tespit edilmiştir. En stabil grup palamut numuneleriydi çünkü nikotinic asitteki kayıp fırınlanmış numunelerde sadece %15,9'a ve ızgara numunelerde %58,4'e ulaşmıştır. Tavuk örnekleri arasında, fırınlama işlemi tavuk kanadı örneklerinin nikotinic asit seviyesini önemli ölçüde etkilemiştir (kayıp: %92,4). Tüm numuneler birlikte değerlendirildiğinde, palamut gibi yağlı et örneklerinin, tavuk göğsü gibi yağsız et örneklerine göre nikotinic asit düzeylerindeki kayba karşı çok daha fazla direnç gösterdiği saptanmıştır. Burke (2011) tarafından sudaki azalmanın yağ içeriğindeki artışla bağlantılı olabileceği bir korelasyon rapor edildi. Bu bağlamda, incelenen et örneklerinin nikotinic asit seviyesindeki kayıp kompozisyon ile ilgili olabilir. Örneğin, tavuk göğsü numunesinin daha düşük yağ içeriğine sahip olduğu yaygın olarak bilinmektedir, bu nedenle ızgara işlemine bağlı olarak nikotinic asit kaybı çok hızlı gözlemlenebilmektedir. Buna ek olarak pişirme yöntemleri vitamin kompozisyonunu veya kayıplarını doğrudan etkileyebilir. Bu çalışmadan da görülebileceği gibi, tavuk kanadı örneklerindeki nikotinic asit kaybı, suyu hızla buharlaştıran ve gıda örneklerinden yağ kaybına neden olan fırınlama işleminden önemli ölçüde etkilenmiştir.

Tüm numunelerin nikotinamid içeriği ızgara ve fırınlamadan sonra önemli ölçüde ( $p < 0,05$ ) azalmıştır. Çiğ, pişmiş balık ve tavuk örneklerindeki nikotinamid seviyelerinin nikotinic aside kıyasla dikkat çekici derecede yüksek olduğu bulunmuştur. Örnekler, nikotinic asitten 20 ila 48 kat daha fazla nikotinamid içermekteydi. Nikotinamid için benzer sonuçlar Çatak (2019) tarafından bildirilmiştir. Ayrıca balık ve et

örneklerindeki nikotinamid miktarları literatürle uyumlu olarak nikotinic aside göre anlamlı derecede daha yüksekti.

Tavuk göğsü numunesi, diğer pişirme yöntemine kıyasla ızgara işleminden doğrudan etkilenmiştir. Tavuk butu, nikotinamidde (%10,2) pişirme kaybına karşı ızgara ile pişirme yönteminde mükemmel bir dirence sahipti. En yüksek nikotinamid içeriğine sahip çığ çupra ve tavuk göğsü nikotinamid düzeyleri sırasıyla 14528 ve 11517 µg/100 g olarak belirlendi. Izgara edilmiş balıklarda nikotinamid pişirme kaybı %32,1 – 65 aralığında belirlenirken, fırınlanmış balık örneklerinde nikotinamid kaybı %45,9 – 69,7 arasında bulunmuştur. Bu bağlamda nikotinamid kaybı, esas olarak fırınlanmış çipura örneklerinde gözlenmiştir.

Mizanur Rahman ve arkadaşları (2019), nikotinamid adenin dinükleotid düzeylerinin oksitlenmiş ve azaltılmış formlarının balık dokusundaki kas dokusunu ve rengini etkileyebileceğini bildirdi. Nikotinamid seviyeleri ile ilgili mevcut çalışma sonuçları pişirme sürecinden etkilenmiş olabilir. Özellikle renk ve dokuyu doğrudan etkileyen fırınlama işlemi balık ve yağlı tavuk örneklerinde nikotinamid düzeyini etkilemiştir.

Tüm örneklerde toplam B<sub>3</sub> vitamini içeriği, ızgara ve fırınlamadan sonra önemli ölçüde (p <0,05) azaldı. Ersoy ve Özeren (2009), çığ ve pişmiş karayayın balıklarında niasin içeriklerinin sırasıyla 1,13 ve 0,73 mg/100 g olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada bulunan niasin miktarları, farklı balık türleri üzerindeki araştırmamızın değerlerinden oldukça düşüktür. Bu çalışmada analiz edilen balık türleri başlangıçta 6 ila 11 kat daha fazla B<sub>3</sub> vitamini içermekteydi.

B<sub>3</sub> vitamininin stabil bir vitamin olduğu belirtilmiştir (Ball, 2004). Bu çalışmada, toplam B<sub>3</sub> vitamini, ızgara edilmiş tavuk butunda (%11,7 kayıp) ve tavuk göğsünde (%27,3 kayıp) mükemmel bir stabiliteye sahipti. Ancak ızgara yöntemiyle pişirilmiş tavuk göğsü örneklerinde toplam B<sub>3</sub> vitamini kararsız (kayıp %83,4) olarak saptanmıştır. Kumar ve Aalbersberg (2006a; 2006b) tarafından belirtildiği gibi 88 °C fırında pişirme yöntemi tavuktaki B<sub>3</sub> vitamini miktarını etkileyebilir.

Gıda kompozisyon tablolarında B<sub>6</sub> vitamini, PL, PM ve PN formlarının toplamı olarak verilmektedir. Balıklarda B<sub>6</sub> vitamini içeriğinin belirlenmesine yönelik çalışmalar ise genellikle çığ balıklara dayanmaktadır (Yaman, 2019). Öte yandan, tüm dünyada

yaygın olarak tüketilen pişmiş balıklarda PL, PM ve PN formları hakkında yeterli çalışma yoktur.

Yaptığımız çalışmada pişmiş hamsi, çipura ve palamut örneklerinde PN seviyeleri tespit edilmedi, muhtemelen yüksek sıcaklık tarafından yok edildi. Önceki bir çalışmada, kaplanmamış ve kaplanmış çiğ çipura filetolarındaki PL ve PM seviyeleri, 11 günlük soğuk saklama süresi boyunca 73 – 357 µg/100 g arasında iken, PN seviyesi 13 – 36 µg/100 g arasında tespit edilmiştir (Ceylan, vd., 2018). Bu çalışmada, çiğ numunelerdeki PN içeriği PL ve PM içeriklerinin aksine sadece eser seviyelerde bulunmaktaydı (1 – 2 µg/100 g). Balıklarda PN seviyesinin bu kadar düşük olması şaşırtıcı değildir çünkü PN ışığa ve ultraviyole radyasyona oldukça duyarlıdır (Bingöl, 1977; Bowling, 2011). Çalışmamızın bulgularına uygun olarak Yaman (2019), 11 farklı çiğ balık örneğinin 8'inde PN formunu tespit edememiştir. Ayrıca çiğ dana eti, koyun, kuzu eti ve tavuk etlerinin PN içerikleri aynı et gruplarının PL ve PM içeriklerinden önemli ölçüde daha düşüktür (Yaman, 2019). Kall (2003) çalışmasında belirttiği gibi, balık ve ette PL ve PM formları tespit edilirken, PN formu bulunmamaktadır. Örneklerimizdeki B<sub>6</sub> vitamininin PL ve PM vitamer içeriği PN'den çok daha yüksekti.

Pişmiş balıkların B<sub>6</sub> vitamini stabilitesini etkileyen faktörler arasında nem içeriği, pişirme süresi ve pişirme sıcaklığı bulunur. Hamsi için toplam B<sub>6</sub> vitamini fırınlama yönteminde daha stabildi. Hamsi 200 °C'de 15 dakika ızgara edilmiş ve 190 °C'de 25 dakika fırınlanmıştır. Beklenildiği gibi, daha yüksek pişirme ısıları hamside daha yüksek oranda toplam B<sub>6</sub> vitamini kaybına neden oldu. Hamsi daha uzun süre fırınlanmasına rağmen, bu durumda pişirme süresinin B<sub>6</sub> vitamini kaybına etkisi daha düşüktü.

Öte yandan, toplam B<sub>6</sub> vitamini, çipura ve palamut için ızgarada pişirme yönteminde daha stabildi. Izgarada pişirme yöntemi (200 °C), fırınlamadan daha yüksek bir sıcaklıkta (190 °C) gerçekleştirildi. Ancak, ızgarada pişirilen çipura ve palamut için fırınlama yöntemine göre daha az toplam B<sub>6</sub> vitamini kaybı gözlemlendi. Daha kısa pişirme süresinin bu sonuca neden olabileceği düşünülmektedir. Çalışmada, ızgara yöntemi (15–20 dk) fırın yönteminden daha kısa bir pişirme süresine (25–40 dk) sahipti. Palamut ve çipura örnekleri sırasıyla 15 ve 20 dakika ızgarada pişirilmiş ve 35 dakika ve 40 dakika fırınlanmıştır.

Türkiye Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanına göre hamsi, çipura ve palamutun nem içerikleri sırasıyla %65,68, %70,31 ve %63,49'dur (TÜRKOMP, 2020). Dolayısıyla bu balık türlerinin nem içerikleri yüksektir ve suda çözünen vitaminler pişirme sürecinde su kaybı ile kolayca kaybedilebilir. Çipura en yüksek nem içeriğine ve numuneler arasında ızgara (%55,1) ve fırınlamada (%59,8) en düşük toplam B<sub>6</sub> vitamini kaybına sahiptir. Benzer şekilde, palamut en düşük nem içeriğine ve numuneler arasında ızgara (%84,8) ve fırınlamada (%88,5) en yüksek toplam B<sub>6</sub> vitamini kaybına sahiptir.

Çiğ tavuk numunelerindeki PL değerleri incelendiğinde en yüksek değer tavuk göğsünde saptandı. Yaman (2019) çalışmasında, çiğ tavuk göğsü ve kanatta PL miktarının sırasıyla 230 ve 183 µg/100 g olduğunu bildirmiştir. Bu değerler, bu çalışmada elde edilen sonuçlarla uyumluydu ( $237 \pm 13$  ve  $175 \pm 10$  µg/100 g).

PL ve PM vitamerlerinin miktarları etin türüne göre değişiklik gösterebilir. Bu çalışmada, çiğ tavuk örneklerinde PL'in toplam B<sub>6</sub> vitaminine oranı %75 – 87 idi ve bu oran daha önceki bazı çalışmalarda bildirilen oranlardan daha yüksekti. Bowers ve Craig (1978), çiğ hindi etindeki PL ve PM içeriklerinin toplamının, toplam B<sub>6</sub> vitamini içeriğinin %82'si olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmalarında, çiğ hindi etindeki PL ve PM miktarları sırasıyla toplam B<sub>6</sub> vitamininin %40 ve %42'sidir. Bowers ve Craig (1978), açık kolon ayırma yöntemini ve ardından mikrobiyolojik analizi kullanmışlardır ve çiğ ve pişmiş hindi göğüs kası arasında önemli bir fark bulamamışlardır. Ancak pişmiş numunelerde PL ve PN miktarlarının azaldığını, PM miktarlarının arttığını bildirmişlerdir.

Olds ve diğerleri (1993) çiğ tavuk göğsündeki PL, PM ve PN vitamerlerinin sırasıyla toplam B<sub>6</sub> vitamininin %63, %37 ve %0'ı olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise çiğ tavuk göğsündeki PL, PM ve PN vitamerleri, toplam B<sub>6</sub> vitamini içeriğinin sırasıyla %86,2, %13,4 ve %0,36'sı idi. Ayrıca, çiğ tavuk butundaki PL, PM ve PN miktarları, toplam B<sub>6</sub> vitamini içeriğinin sırasıyla %74,6, %24,6 ve %0,8'i iken bu miktarlar çiğ tavuk kanadındaki toplam B<sub>6</sub> vitamini içeriğinin sırasıyla %86,6, %13,3 ve %0,1'i idi.

Tavuk etlerinde pişirildikten sonra oluşan toplam B<sub>6</sub> vitamini kaybına ilişkin mevcut sonuçlar diğer araştırmacıların önceki verilerinin bir kısmı ile uyumluydu. Ancak,

pişirmenin etkisine ilişkin veriler sınırlıydı. Leklem (2001) çiğ tavuk göğsündeki PL, PM ve PN miktarlarını toplam B<sub>6</sub> vitamininin sırasıyla %74, %19 ve %7'si olarak rapor etmiştir. Bu bulgular bizim sonuçlarımızla tutarlıydı ve bu çalışmada PM miktarları toplam B<sub>6</sub> vitamininin %13-25'i arasında değişiyordu. Benzer şekilde Yaman (2019), çiğ tavuktaki PL ve PM toplamını toplam B<sub>6</sub> vitamininin %94,5'i olarak bildirmiştir. Vanderslice, Brownlee ve Cortissoz (1984), tavuk but doku örneklerinin tavuk göğsü örneklerinden daha az PLP' ye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuçlar da, sonuçlarımızla tutarlıdır.

Piştirme yöntemleri incelendiğinde en az PL kaybının kızartma yönteminde olduğu görülmüştür. Bunun sebebi önceki çalışmaların ortaya koyduğu gibi kızartma işleminin yüksek sıcaklık ve kısa geçiş süresi sayesinde, diğer piştirme türlerine göre ısıya duyarlı vitaminlerde düşük bir kayba neden olması olabilir. Örneğin, yapılan bir çalışmada kızarmış patateslerdeki C vitamini konsantrasyonlarının çiğ patateslerde olduğu kadar yüksek olduğu rapor edilmiştir, bunun yanı sıra tiaminin kızarmış patates ürünlerinde ve kızarmış domuz etinde iyi bir şekilde muhafaza edildiği saptanmıştır (Fillion ve Henry, 1998).

Pişmiş tavuk etlerinde B<sub>6</sub> vitamininin piştirme kaybı %55 ile %89 arasında değişmiştir. Pişmiş tavuk etlerindeki B<sub>6</sub> vitamini piştirme kaybı için bu çalışmada elde edilen değerler, daha önce bildirilenlerden önemli ölçüde daha yüksekti. Lushbough, Weichman ve Schweigert (1959), çeşitli pişmiş etlerdeki retensiyon oranlarının %42 ile %67 arasında değiştiğini ve B<sub>6</sub> vitamininin ortalama %54 oranında tutulduğunu (% 46 piştirme kaybı) bildirdi. Schroeder (1971), konserve kümes hayvanlarının etinde ortalama B<sub>6</sub> vitamini kaybının %56 olduğunu ortaya koymuştur.

Bu çalışmanın sonuçlarını değerlendirdiğimizde, ızgara, haşlama ve kızartma yöntemleriyle PM kayıpları göreceli olarak daha yüksek, fırınlama yöntemiyle ise PL kayıpları daha yüksek olarak bulunmuştur. Tüm çiğ ve pişmiş tavuk örneklerinde baskın vitamerler PL ve PM idi. Daha önceki çalışmalarda B<sub>6</sub> vitamininin PLP formunun en çok et, balık ve kümes hayvanı ürünlerinde bulunduğu, PN ve PNP formlarının ise ağırlıklı olarak bitkisel bazlı gıdalarda bulunduğu belirtilmiştir (Ball, 2004; Ceylan, vd., 2018; Gregory ve Ink, 1986). Kall (2003), PL ve PM formlarının en çok et ve balıkta bulunduğunu ve bu gıdalarda PN formu tespit edilmediğini bildirmiştir. Bu çalışmadaki sonuçlar bu ifadelerle tutarlıdır. PL ve PM formu ağırlıklı

olarak en yüksek düzeyde belirlenirken, PN formu tüm örneklerde ihmal edilebilir bulunmuştur.

Önceki çalışmalarda görülen farklı sonuçlar, analiz edilen sınırlı sayıda numuneden, küçük numune boyutundan, kaynak tavukların beslenme durumundaki farklılıklardan ve muhtemel mevsimsel değişimden kaynaklanıyor olabilir. Yaşı, diyeti, cinsiyeti, egzersizi, cinsi, stresi ve kesim sonrası diğer faktörler tavuk dokusundaki B6 vitamini miktarını etkileyebilir. Ayrıca, çeşitli yem uygulamaları ve yetiştirme şekli et kalitesinde değişikliklere neden olabilir. Bütün bu nedenler, tavuklardaki B vitaminleri içeriğinin değişimini açıklayabilir. Tavukların coğrafi konumu, mevsim, cinsiyet, beslenme alışkanlıkları ve üreme durumu gibi kontrolsüz değişkenlerin tavuk etlerinin besin bileşimini etkileyebileceği bilinmektedir.

## SONUÇ

Tavuk ve balık etleri Türkiye'nin beslenme kültürünün önemli bir parçasıdır ve kaliteli protein, doymamış yağ, vitamin ve mineral içeriği ile sağlıklı ve dengeli bir diyetle mutlaka bulunması gereken öğelerdendir. Ancak yanlış hazırlama ve pişirme yöntemleri içeriğin kalitesinin düşmesine, biyoyararlılığının azalmasına sebep olmaktadır.

Literatürdeki gıda kompozisyon tablolarında vitamin değerleri genellikle çiğ etler üzerinden verilmektedir ve B<sub>6</sub> vitamini PM, PL ve PN formlarının toplamı olarak verilmektedir. Bu çalışmada ise bu formlar detaylandırılarak incelenmiştir ve B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> ve B<sub>6</sub> vitaminlerinin pişirme kayıpları üzerine odaklanılmıştır. Izgara yönteminin özellikle B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub> vitamini stabilitesi için et pişirmenin en iyi yolu olduğu ve nikotik asitin en kararsız vitamere olduğu, en yüksek pişirme kayıplarına uğradığı saptanmıştır. B<sub>6</sub> vitamininin her üç formunda ve toplam B<sub>6</sub> vitamini miktarlarında pişirme sonrası saptanan kayıplar daha önce bildirilenlerden önemli ölçüde yüksek bulunmuştur.

Vitamin kayıplarını azaltmak için pişirme öncesi saklama aşamasında ışığa maruz bırakmamak, haşlama yönteminde az su kullanmak veya suyunu çektirmek, mümkün olan en kısa süre ısıya maruz bırakmak ve kapağı kapalı olarak pişirmek tercih edilebilir.

Sonuç olarak, çalışmamız B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> ve B<sub>6</sub> vitaminlerinin alım ihtiyacını karşılamada tavuk ve balık eti tüketiminin önemli rolünü vurgulamaktadır. Gıdaların korunması kapsamında yapılan bu çalışma, pişirme sürecinin etlerdeki vitamin seviyesini önemli ölçüde etkileyebileceğini ortaya koymuştur. Bu besin kaynaklarının Türk toplumunun vitamin ihtiyacına katkıda bulunmadaki potansiyel önemine dayanarak, hayvansal gıdalardaki suda çözünen vitaminlerin analizine ihtiyaç vardır. Çalışmanın sonuçları bir kılavuz olarak kullanılabilir.

## KAYNAKÇA

- Akça, S. N., Sargın, 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.
- Ang, C. Y. W., Cenciarelli, M., Eitenmiller, R. R. (1988). A simple liquid chromatographic method for determination of B<sub>6</sub> vitamers in raw and cooked chicken. *Journal of Food Science*, 53(2):371–375.
- AOAC, (2002). *Guidelines for single laboratory validation of chemical methods for dietary supplements and botanicals*, Association of Official Analytical Chemists, Arlington.
- Arslan P. (2014) Tavuk etinin sağlıklı beslenme için önemi. *Beyaz et sanayicileri ve damızlıkçıları birliği derneği*, Yayın no:17; 6-7.
- Aygün, T., Karakuş, F., Yılmaz, A., Gökdal, Ö., Ülker, H. Van İli Merkez İlçede Kırmızı Et Tüketim Alışkanlığı. *IV. Ulusal Zooteknik Bilim Kongresi*. 01-03 Eylül 2004. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi, 2004, Cilt 1. Sözlü Bildiriler. 361-364
- Aytop Y. (2019). Gaziantep ili merkez ilçede yaşayan tüketicilerin tavuk eti tüketim davranışları. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 16(1): 14-18.
- Bailey, A., Finglas, P., Wright, A., & Southon, S. (1994). Thiamin intake, erythrocyte t transketolase (EC 2.2.1.1) activity and total erythrocyte thiamin in adolescents. *British Journal of Nutrition*, 72( 1): 111-125.
- Baines, M., Bligh, J., & Madden, J. (1988). Tissue thiamin levels of hospitalised alcoholics before and after oral or parenteral vitamins. *Alcohol and Alcoholism*, 23(1): 49-52.

- Ball, G. F. M. (1994). Chemical and biological nature of the water-soluble vitamins. *In Water-Soluble Vitamin Assays in Human Nutrition* (pp. 10-98). Springer, Boston, MA.
- Ball, G. F.M. (2008). *Vitamins: their role in the human body*. John Wiley&Sons.
- Ball, G.F.M. (2004). Vitamin B1, B2, B3, B6. *Vitamins: Their Role in the Human Body* (pp. 273-325) Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK.
- Barut, İ. (2016). *Niasin (B3) Vitamininin Yağ Grefti Sağ Kalımı Üzerine Etkisi* (Uzmanlık Tezi). Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ankara.
- Bates, C.J., (1997). *Vitamin analysis. Annals of Clinical Chemistry and Biochemistry*, 34:599-626.
- Baysal, A., (2011). *Beslenme*, Ankara: Hatiboğlu Yayınevi, 193-217.
- Bellows, L., and Moore, R. (2012). Water-soluble vitamins: B-complex and vitamin C. *Food and Nutrition Series: Health*, 9:312.
- Bettendorff, L. (1991). Application of high-performance liquid chromatography to the study of thiamine metabolism and in particular thiamine triphosphatase. *Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications*, 566(2): 397-408.
- Bettendorff, L., Peeters, M., Wins, P., & Schoffeniels, E. (1993). Metabolism of Thiamine Triphosphate in Rat Brain: Correlation with Chloride Permeability. *Journal of Neurochemistry*, 60(2):423-434
- Bingöl, G. (1977). *Vitaminler ve Enzimler*. Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı Serisi, Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Yayınları, 46.

- Bourre, J. M. (2006). Effects of nutrients (in food) on the structure and function of the nervous system: update on dietary requirements for brain. Part 1: micronutrients. *Journal of nutrition health and aging*, 10(5): 377
- Bowers, J. A., Craig, J. (1978). Components of vitamin B6 in turkey breast muscle. *Journal of Food Science*, 43(5):1619–1619.
- Bowling, F.G. (2011). Pyridoxine supply in human development. *Semin Cell Dev Biol*. 22(6): 11–618.
- Burke, A. B., (2011). *The proximate, fatty acid and mineral composition of the muscles of cultured yellowtail (Seriola lalandi) at different anatomical locations*. PhD Thesis. Stellenbosch: University of Stellenbosch. 1–35.
- Butterworth, R. (1987). Thiamine malnutrition and brain development. *T Curr Top Nutr Dis*, 16: 287– 304.
- 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):138–146.
- Çatak, J., & Yaman, M. (2019). Determination of Nicotinic Acid and Nicotinamide Forms of Vitamin B<sub>3</sub> (Niacin) in Fruits and Vegetables by HPLC Using Postcolumn Derivatization System. *Pakistan Journal of Nutrition*, 18(6):563–570.
- Ceylan, Z., Yaman, M., Sağdıç, O., Karabulut, E., Yilmaz, M. T., (2018). Effect of electrospun thymol-loaded nanofiber coating on vitamin B profile of gilthead sea bream fillets (*Sparus aurata*). *LWT-Food Science and Technology*, 98:162-169.
- Combs Jr, G. F., McClung, J. P., (2016). *The vitamins: fundamental aspects in nutrition and health*. Academic press.

Council, N. R. (1989). *Recommended dietary allowances*. National Academies Press.

Demirci, M. (2014). Beslenme, *Gıda Teknoloji Derneği Yayınları*, 7(44): 85-123.

Demiroğlu, E. (2011). *Fare (Mus Musculus)'nin Karaciğer ve B6brek Dokularında Chlorpyrifos Toksisitesine Karsı B Vitamini Kompleksinden (B1, B6, B12) Koruyucu Etkisinen Histopatolojik Yontemlerle Araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). Kafkas Üniversitesi, Kars.

Demirulus H., Aydın A. (1995). Tavuk etinin bileşimi ve insan beslenmesindeki önemi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(2), 105-111

Dias, M. G., Sanchez, M. V., Bártolo, H., Oliveira, L., (2003). Vitamin content of fish and fish products consumed in Portugal. *J. Env. Agricult. Food Chem*, 2(4):510–513.

Dokuzlu S., Barř O., Hecer C., Gülsař M. (2013). Türkiye’de tavuk eti tüketim alışkanlıkları ve marka tercihleri. *U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2), 83-92.

Drewke, C. & Leistner, E. (2001). Biosynthesis of vitamin B<sub>6</sub> and structurally related derivatives. *In vitamins and hormones* (Litwack, G., ed.). Academic Press, San Diego, CA, 61:121–155.

Durmuş İ., Mızrak C., Kamanlı S., Demirtaş ř., Kalebaşı S., Karademir E., Dođu M. (2011) Türkiye’de tavuk eti tüketimi ve tüketici eğilimleri. *1. Uluslararası Beyaz Et Kongresi*, 11-15 Mayıs. Antalya, Türkiye.

Eitenmiller, R., & Landen, W. O. (1995). Analyzing Food for Nutrition Labeling and Hazardous Contaminants. *Vitamins* (s. chapter 9).

- Eittenmiller, R. R., Lin, W. O., Landen, Y. Jr., (2008). Vitamin B1, B2, B3. *Vitamin analysis for food the health and food sciences* (2nd ed.). New York: CRC Press. pp.471–488.
- Ersoy, B., Özeren, A., (2009). The effect of cooking methods on mineral and vitamin contents of African catfish. *Food Chemistry*, 115(2):419-422.
- Esteve, M.J., Farre, R., Frigola, A. & Garcia-Cantabella, J.M. (1998). Determination of vitamin B6 (pyridoxamine, pyridoxal and pyridoxine) in pork meat and pork meat products by liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 795(2): 383–387.
- Esteve, M.J., Farre, R., Frigola, A. And Cantabella, J.M.G., (2001). Simultaneous Determination of Thiamine and Riboflavin in Mushroomsby Liquid Chromatography, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(3): 1450-1454.
- Fanelli, A. J., Burlew, J. V., & Gabriel, M. K. (1985). Protection of milk packaged in high density polyethylene against photodegradation by fluorescent light. *Journal of food protection*, 48(2): 112-117.
- FAO. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. *Sustainability in action. Rome*, 3-5.
- Fillion, L., & Henry, C. J. K. (1998). Nutrient losses and gains during frying: a review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 49(2):157–168.
- Finglas, P. (1993). Thiamin. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 63(4): 270-274.
- Food and Nutrition Board (1998). *Dietary Reference intakes for thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B6, folate, vitamin B12, pantothenic acid, biotin, and choline*. Washington, DC: National Academy Press, pp. 150–195.

- Gibson, S. (1990). *Principles of Nutritional Assessment*. Oxford University Press, 425.
- Gregory, J. F. III., Trumbo, P. R., Bailey, L. B., Toth, J. P., Baumgartner, T. G. & Cerda, J. J. (1991). Bioavailability of pyridoxine-5'- $\beta$ -D glucoside determined in humans by stable-isotopic methods. *Journal of Nutrition*, 121(2):177–186.
- Gregory, J.F.III, Ink, S.L. (1986). Identification and quantification of pyridoxine- $\beta$ -glucoside as a major form of vitamin B6 in plant-derived foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 35:76–82.
- Gündüz, O., Esengün, K., Göktolga, Z. (2006). Ailelerin Et Tüketimleri Üzerine Bir Araştırma: Tokat İli Örneği. *VII. Tarım Ekonomisi Kongresi*, (s. 1152-1160). Antalya.
- Güngör, K. (2003). “*Vitamin ve Minerallerin Diş Hekimliğindeki Önemi*” (Derleme) Gazi Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi 51-56.
- Guyton, J. R., Blazing, M. A., Hagar, J., Kashyap, M. L., Knopp, R. H., McKenney, J. M., & Nash, S. D. (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.
- Hansen, C. M., Leklem, J. E., Miller, L.T. (1996). Vitamin B<sub>6</sub> status of women with a constant intake of vitamin B<sub>6</sub> changes with three levels of dietary protein. *Journal of Nutrition*, 126:1891–1901.
- Institute of Medicine, Food and Nutrition Board, (1998). *Dietary Reference Intakes for Thiamine, Riboflavin, Niacin, Vitamin B<sub>6</sub>, Folate, Vitamin B<sub>12</sub>, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline*. National Academy Press, Washington, DC.150–195.

- Kall, M. A. (2003). Determination of total vitamin B<sub>6</sub> in foods by isocratic HPLC: a comparison with microbiological analysis. *Food Chemistry*, 82(2):315–327.
- Kennedy, D.O. (2016). B vitamins and the brain: Mechanisms, dose and efficacy a review. *Nutrients*. 8:68.
- Koç, M. (2014). *Milli Takım Gelişim Kamplarına Katılan Güreşçilerin Beslenme Alışkanlıkları Ve Beslenme Destek Ürünü Kullanma Durumlarının İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi) Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Kondjoyan, A., Portanguen, S., Duchène, C., Mirade, P. S., Gandemer, G., (2018). Predicting the loss of vitamins B3 (niacin) and B6 (pyridoxamine) in beef during cooking. *Journal of Food Engineering*, 238:44–53.
- Kotancılar, G., Çelik, İ., & Ertugay, Z. (1995). Ekmeğin besin değeri ve beslenmedeki önemi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(3).
- Kumar, S., Aalbersberg, B., (2006a). Nutrient retention in foods after earth-oven cooking compared to other forms of domestic cooking: 1. Proximates, carbohydrates and dietary fibre. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(4):302–320.
- Kumar, S., Aalbersberg, B., (2006b). Nutrient retention in foods after earth-oven cooking compared to other forms of domestic cooking: 2. Vitamins. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(4):311–320.
- Leklem, J. E. (2001). Vitamin B<sub>6</sub>. *Handbook of Vitamins, 3rd ed, revised and expanded*, 339–396.
- Lombardi-Boccia, G., Lanzi, S., Aguzzi, A., (2005). Aspects of meat quality: Trace elements and B vitamins in raw and cooked meats. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18(1):39–46.

- Lonsdale, D. (2006). A review of the biochemistry, metabolism and clinical benefits of thiamin (e) and its derivatives. . *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 3(1): 49-59.
- Lonsdale, D., & Marrs, C. (2017). Chapter 1-The History of Thiamine and Beriberi. D. Lonsdale, & C. Marrs, *Thiamine Deficiency Disease, Dysautonomia, and High Calorie Malnutrition* (s. 1-26).
- Ložnjak, P., Jakobsen, J., (2018). Stability of vitamin D3 and vitamin D2 in oil, fish and mushrooms after household cooking. *Food chemistry*, 254:144-149.
- Lushbough, C. H., Weichman, J. M., & Schweigert, B. S. (1959). The retention of vitamin B<sub>6</sub> in meat during cooking. *The Journal of Nutrition*, 67(3):451–459.
- Machlin, L. J., & Huni, J. E. (1996). *Vitamin Analysis for the Health and Food Sciences*.
- Mann, D.L., Ware, G, M., Bonnin, E. & Eitenmiller, R.R. (2001). Liquid Chromatographic Analysis of Vitamin B<sub>6</sub> in Reconstituted Infant Formula: Collaborative Study. *The Journal of AOAC International*, 88(1):30–37.
- Mittenhuber, G. (2001). Phylogenetic analyses and comparative genomics of vitamin B<sub>6</sub> (pyridoxine) and pyridoxal phosphate biosynthesis pathways. *Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology*, 3(1): 1–20.
- Munoz, A., Ortiz, R., & Murcia, M. A. (1994). Determination by HPLC of changes in riboflavin levels in milk and nondairy imitation milk during refrigerated storage. *Food chemistry*, 49(2):203,206.
- Murray, J., & Burt, J. R. (1969). The composition of fish: Torrey Research Station.

- National Cholesterol Education Program (US). (2002). Third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) (Adult Treatment Panel III) (No. 2). *Expert Panel on Detection, & Treatment of High Blood Cholesterol in Adults* (s. 3143–421). International Medical Pub.
- 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.
- Nettleton, J.A., and Exler, J. (1992). Nutrients in wild and farmed fish and shellfish. *Journal of Food Science*, 57(2): 257–260.
- Nohr, D., Biesalski, H. (2011). Vitamins | Riboflavin. D. Nohr, & H. Biesalski, *Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition)*, 704-706.
- Olds, S. J., Vanderslice, J. T., & Brochetti, D. (1993). Vitamin B<sub>6</sub> in raw and fried chicken by HPLC. *Journal of Food Science*, 58:505–507.
- Öksüz A., Alkan Ş.B., Taşkın H., Ayrancı M. (2018). Yaşam boyu sağlıklı ve dengeli beslenme için balık tüketiminin önemi. *Food and Health*, 4(1): 43-62.
- Pinheiro-Sant'ana, H. M., Stringheta, P. C., Penteado, M. V., Brandão, S. C., (1999). Stability of B-vitamins in meats prepared by foodservice. 2. Riboflavin. *Food Res. Int*, 11(1):53–67.
- Polansky, M. F., Toepfer, E. W. (1969). Vitamin B<sub>6</sub> components in some meats, fish, dairy products, and commercial infant formulas. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 17(6): 1394–1397.
- Prodanov, M., Sierra, I., & Vidal-Valverde, C. (2004). Influence of soaking and cooking on the thiamin, riboflavin and niacin contents of legumes. *Food Chemistry*, 84(2): 271-277.

- Puthesseri, B., Divya, P., Lokesh, V., and Neelwarne, B. (2013). Salicylic acid-induced elicitation of folates in coriander (*Coriandrum sativum* L.) improves bioaccessibility and reduces pro-oxidant status. *Food Chemistry*, 136(2):569–575.
- Rahman, M. M., Shibata, M., ElMasry, G., Nakazawa, N., Nakauchi, S., Hagiwara, T., Osako, K., Okazaki, E., (2019). Expeditious prediction of post-mortem changes in frozen fish meat using three-dimensional fluorescence fingerprints. *Biosci. Biotechnol. Biochem*, 83(5):901-913.
- Romanski, S., Mollymcmahon, M. (1999). Metabolic acidosis and thiamine deficiency. *Mayo Clinic Proceedings*, 74(3): 259-263.
- Royer-Morrot, J., Zhiri, A., Paille, F., Royer, R. (1992). Plasma thiamine concentrations after intramuscular and oral multiple dosage regimens in healthy men. *European Journal of Clinical Pharmacology*, 42(2): 219-222.
- Russell, L. F., Vanderslice, J. T. (1990). A comprehensive review of vitamin B2 analytical methodology. *Journal of micronutrient analysis*, 8(4): 257-310.
- Saedisomeolia, A., Ashoori, M. (2018). Riboflavin in human health: a review of current evidences. *In Advances in food and nutrition research*, Vol. 83, pp. 57-81.
- Sampson, D.A., Eoff, L.A., Yan, X.L., Lorenz, K., (2003). Analysis of Free and Glycosylated Vitamin B6 in Wheat by HPLC, *Cereal Chemistry*, 72(2): 217-221.
- Samur, G. (2008). “Vitaminler Mineraller ve Sağlığımız” Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bakanlığı, Yayın No: 727: 5-27. Ankara.

- Schroeder, H. A. (1971). Losses of vitamins and trace minerals resulting from processing and preservation of foods. *American Journal of Clinical Nutrition*, 24(5):562–573.
- Shastri, N. V., Nayudu, S. G., & Nath, M. C. (1968). Effect of High Fat and High Fat-High Protein Diets on Biosynthesis of Niacin From Tryptophan in Rats. *The Journal of vitaminology*, 14(3): 198-202.
- Tacon, A. G. J., & Metian, M. (2013). Fish matters: Importance of aquatic foods in human nutrition and global food supply. *Reviews in Fisheries Science*, 21(1): 22-38.
- 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. *J. Food Compos. Anal*, 19(8):831–837.
- TBSA. (2010). <https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayat-db/Yayinlar/kitaplar/diger-kitaplar/TBSA-Beslenme-Yayini.pdf> adresinden alındı.
- Thakur, K., Tomar, S. K., Singh, A. K., Mandal, S., & Arora, S. (2017). Riboflavin and health: A review of recent human research. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57(17): 3650-3660.
- TÜİK (2019) Su ürünleri istatistikleri. Erişim:19.06.2019. <http://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BSGM.pdf>.
- Uğur H., Çatak J., Mızrak Ö.F., Çebi N., Yaman M. (2020) Determination and evaluation of in vitro bioaccessibility of added vitamin C in commercially available fruit-, vegetable-, and cereal-based baby foods, *Food Chemistry*, 127166.

- USDA (2020). United States Department of Agriculture. USDA Food Composition Databases. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/>, Erişim: Aralık 2019.
- Vanderslice, J. Brownlee, S. & Cortissoz, M. (1984). Liquid chromatographic determination of vitamin B<sub>6</sub> in foods. *Journal - Association of Official Analytical Chemists*, 67:999–1007.
- Vatansev, H. (2013, Kasım). Vitamin ve Mineral Takviyeleri. *Uluslararası 2.Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi*. Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Williams, R., & Cline, J. (1936). Synthesis of vitamin B1. *Journal of the American Chemical Society*, 58(8):1504-1505.
- World Health Organization. (2000). Pellagra and its prevention and control in major emergencies.[https://www.who.int/nutrition/publications/en/pellagra\\_prevention\\_control.pdf](https://www.who.int/nutrition/publications/en/pellagra_prevention_control.pdf) Erişim: Haziran 2020.
- Wozenski J.R., Leklem, J.E., Miller, L.T. (1980). The metabolism of small doses of vitamin B6 in men. *Journal of Nutrition*, 110:275–285.
- Yaman, M. (2019). Determination and evaluation in terms of healthy nutrition of the pyridoxal, pyridoxine and pyridoxamine forms of vitamin B<sub>6</sub> in animal-derived foods. *European Journal of Science and Technology*, (15):611–617.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Reyhan ÇAMAN

### EĞİTİM BİLGİLERİ

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Beslenme ve Diyetetik	Marmara Üniversitesi	2011-2016
Y. Lisans	Beslenme ve Diyetetik (tezli)	İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi	2017-2021

### YAYINLAR

#### Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1. Çatak, J., Çaman, R. (2020). Pyridoxal, pyridoxamine, and pyridoxine cooking loss: Characterizing vitamin B6 profiles of chicken meats before and after cooking. Journal of Food Processing and Preservation, e14798. <http://dx.doi.org/10.1111/jfpp.14798> Online ISSN:1745-4549. Vol:44, Issue:10.
2. Çatak, J., Çaman, R., Ceylan, Z. (2020) Critical Vitamin Assessment: Pyridoxal, Pyridoxamine, and Pyridoxine Levels for Three Species of Raw and Cooked Fish Samples, Journal of Aquatic Food Product Technology. <https://doi.org/10.1080/10498850.2020.1827113> Print ISSN: 1049-8850 Online ISSN: 1547-0636. Vol:29, Issue:10. pp. 981-989.