

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

NANOLİFLERLE KAPLANAN KARİDES VE TAVUK
ETLERİNİN RİBOFLAVİN DÜZEYLERİNİN VE
BİYOERİŞİLEBİLİRLİĞİNİN TESPİT EDİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Merve GÜVEN

İstanbul
Temmuz-2021

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

NANOLİFLERLE KAPLANAN KARİDES VE TAVUK
ETLERİNİN RİBOFLAVİN DÜZEYLERİNİN VE
BİYOERİŞİLEBİLİRLİĞİNİN TESPİT EDİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Merve GÜVEN

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Zafer CEYLAN

İstanbul

Temmuz-2021

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

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

Danışman Doç. Dr. Zafer CEYLAN

Üye Doç. Dr. Mustafa YAMAN

Üye Doç. Dr. Jale ÇATAK

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

Prof. Dr. Ali GÜNEŞ

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım hazırladığım “**Nanoliflerle Kaplanan Karides ve Tavuk Etlerinin Riboflavin Düzeylerinin ve Biyoerişilebilirliğinin Tespit Edilmesi**” 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.

Merve GÜVEN

ÖN SÖZ

Tezin hazırlanması sürecinde yol gösterici olan ve desteğini esirgemeyen değerli tez danışmanlarım Doç. Dr. Zafer CEYLAN ve Doç. Dr. Raciye MERAL'e, lisans ve lisansüstü eğitimimde engin bilgileriyle beni aydınlatan değerli hocam Mustafa YAMAN'a, tezin deneysel sürecindeki her aşamada destek olan Araştırmacı Ömer Faruk MIZRAK'a, Öğretim Görevlisi Turgay ÇETİNKAYA'ya ve Gıda Yüksek Mühendisi Nazan KUTLU'ya teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez sürecindeki her türlü desteğini hissettiğim dostlarım ve meslektaşlarım Melika SAR'a ve Seher ERDOĞAN'a, beni yetiştirerek hayatım boyunca her zaman bana destek ve yol gösterici olan sevgili annem Meral GÜVEN'e, bugünlere gelmemde ve gelişmemde bana büyük katkısı olan, minnetle andığım sevgili babam Öğretmen Erkan GÜVEN'e, her zaman yanımda olan kardeşim Ceren Asena GÜVEN'e sonsuz minnetlerimi ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Merve GÜVEN
İstanbul-2021

ÖZET

**NANOLİFLERLE KAPLANAN KARİDES VE TAVUK
ETLERİNİN RİBOFLAVİN DÜZEYLERİNİN VE
BİYOERİŞİLEBİLİRLİĞİNİN TESPİT EDİLMESİ**

Merve GÜVEN

Yüksek Lisans, Beslenme ve Diyetetik

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Zafer CEYLAN

Temmuz, 2021 - 93 Sayfa

Et grubu ürünler, aminoasit örüntüsü ve biyoyararlılık açısından kaliteli protein kaynağı olarak beslenmede öneme sahiptir. Bunun yanı sıra vitamin ve mineraller de barındırmaktadır. Et ve et ürünlerinin, depolama, işleme ve pişirme süreçlerinde vitamin stabilizasyonları bozulmaktadır. Bu çalışmada, elektrodöndürme tekniği kullanılarak üretilen riboflavin yüklü nanolifler, iki farklı gıda ürününe (tavuk eti ve karides) kaplanarak nanoliflerin riboflavin stabilitesi ve biyoerişilebilirliği üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Gıda örneklerinde kontrol (nanolif uygulanmamış grup) ve lifli grup (nanolif uygulanmış grup) olmak üzere iki grup belirlenmiştir. Her iki farklı örnekte (tavuk eti ve karides) lifli grup ayrı ayrı nano kaplama materyaline sarılarak 5 saat, 1 gün ve 3 gün olmak üzere +4°C'de bekletilmiştir. Bekletme işlemlerinin ardından tüm gruplar için HPLC ile riboflavin miktarları hesaplanmıştır. *İn vitro* gastrointestinal sistem oluşturularak biyoerişilebilirlik düzeyleri hesaplanmıştır. Sonuçların istatistiksel analizleri için tüm veriler ortalama±standart sapma olarak belirlenmiş ve ortalamalar arasındaki önem dereceleri Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılarak p<0.05 önem seviyesinde değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak riboflavin yüklü nanoliflerin gıda örneklerindeki riboflavin stabilitesini ve riboflavin biyoerişilebilirliğini arttırdığı ve bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Nanolif, Elektrodöndürme, Riboflavin, Stabilité,
Biyoeşişilebilirlik



ABSTRACT
DETERMINATION OF RIBOFLAVIN LEVEL AND
BIOACCESSIBILITY OF SHRIMP AND CHICKEN MEAT
SAMPLES TREATED WITH NANOFIBERS

Merve GÜVEN

Master, Nutrition and Dietetic

Thesis Advisor: Asst. Prof. Dr. Zafer CEYLAN

July, 2021 - 93 Pages

Meat group products are important in nutrition as a quality protein source in terms of amino acid pattern and bioavailability. It also contains vitamins and minerals. Vitamin stabilization is impaired during the storage, processing, and cooking processes of meat and meat products. In this study, riboflavin-loaded nanofibers were produced using the electrospinning technique. The nanofibers produced were coated in two different food products (chicken meat and shrimp). It was aimed to investigate the effects of nanofibers on riboflavin stability and bioaccessibility.

Two groups were determined as the control (non-nanofiber group) and the nanofiber group (nanofiber applied group) in the food samples. In both different samples (chicken meat and shrimp), the nanofiber group was wrapped in nano-coating material separately and kept at + 4°C for 5 hours, 1 day, and 3 days. Following the incubation, the amount of riboflavin was calculated by HPLC for all groups. In vitro gastrointestinal system was established and the amount of riboflavin after digestion was determined by HPLC. Then, bioaccessibility levels were calculated. The mean and standard deviation of all data were determined for statistical analysis of the results. Significance levels between means were evaluated using Tukey's multiple comparison test at $p < 0.05$ significance level.

As a result, it has been shown that riboflavin loaded nanofibers increase riboflavin stability and riboflavin bioaccessibility in food samples and this increase is statistically significant.

Keywords: Nanofiber, Electrospinning, Riboflavin, Stability, Bioaccessibility



İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ.....	ii
ÖN SÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
TABLOLAR LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiii
KISALTMALAR	xv
SEMBOLLER	xvii

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ	1
-------------	---

İKİNCİ BÖLÜM

GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Nanoteknoloji.....	4
2.1.1. Nano Kavramı ve Nanoteknolojinin Tarihi.....	4
2.1.2. Nanoteknolojinin Kullanım Alanları.....	5
2.1.3. Nano Yapılar	6
2.1.4. Nanolif.....	8
2.1.5. Nanoliflerin Üretilmesinde Kullanılan Başlıca Yöntemler.....	9
2.1.5.1. Çekme Yöntemi (Drawing)	9

2.1.5.2. Faz Ayrımı Yöntemi.....	9
2.1.5.3. Elektrodöndürme Yöntemi	10
2.1.6. Elektrodöndürme ile Nanolif Üretiminde Majör Parametreler	11
2.1.6.1. Moleküler Ağırlık.....	11
2.1.6.2. Besleme Hızı	11
2.1.6.3. Kollektör ve İğne Ucu Arasındaki Mesafe.....	12
2.1.6.4. Sisteme Uygulanan Voltaj.....	12
2.1.7. Gıda Endüstrisinde Nanoteknolojik Uygulamalar	13
2.2. Beslenmede Etin Yeri ve Önemi.....	14
2.2.1. Etin Yapısı ve Özellikleri.....	15
2.2.1.1. Tavuk Eti	16
2.2.1.2. Karides.....	20
2.3. Riboflavin.....	25
2.3.1. Genel Özellikleri ve Kimyasal Yapısı.....	25
2.3.2. Riboflavinin Besinsel Kaynakları ve Günlük Gereksinimi.....	26
2.3.3. Riboflavinin Yetersizliği ve Toksik Etkisi.....	28
2.3.4. Riboflavinin Emilimi, Taşınması, Atımı ve Metabolizması	28
2.3.5. Riboflavinin İşlevleri	29
2.4. Biyoyararlılık ve Biyoerişilebilirlik	30

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT	31
3.1. Materyal	31
3.2. Nanolif Üretimi	32
3.2.1. Elektrodöndürme Solüsyonunun Hazırlanması	32
3.2.2. Elektrodöndürme Prosesi	32

3.2.3. Nanoliflerin Morfolojik Karakterizasyonu (SEM Analizi).....	34
3.2. Gıda Örneklerinin Nanoliflerle Kaplanması	34
3.3. Biyoerişilebilirlik Analizleri	37
3.3.1. <i>İn Vitro</i> Sindirim Metodu.....	37
3.3.1.1. Sindirim Solüsyonlarının Hazırlanması.....	37
3.3.1.2. <i>İn Vitro</i> Sindirim Prosedürü	38
3.3.2. HPLC Yöntemi ile B ₂ Vitamini (Riboflavin) Tayini	40
3.3.2.1. Çözeltilerin Hazırlanması.....	40
3.3.2.2. Örneğin Hazırlanması.....	40
3.3.2.3. HPLC Koşulları	40
3.3.3. Biyoerişilebilirliğin Hesaplanması.....	41
3.4. İstatistiksel Analiz.....	41

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI	44
4.1. Elektrodöndürme Yönteminin Optimizasyonu	44
4.2. Nanoliflerin Karakterizasyon Analizi	44
4.3. HPLC Metoduyla Riboflavin Miktarı Analizi	45
4.3.1. Karides İçin Bulgular	46
4.3.2. Tavuk İçin Bulgular	53
4.3.3. Biyoerişilebilirlik Bulguları	59

BEŞİNCİ BÖLÜM

TARTIŞMA VE SONUÇ.....	62
KAYNAKÇA	66



TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1: Bazı Nano Yapılar ve Özellikleri	7
Tablo 2.2: Çeşitli Parametrelerde Üretilen Nanoliflerin Özellikleri	13
Tablo 2.3: Tavuk Etinin Besin Öğeleri	17
Tablo 2.4: Tavuk Göğüs Etinin Mineral Maddeleri.....	17
Tablo 2.5: Tavuk Göğüs Etinin Vitamin İçeriği	18
Tablo 2.6: Tavuk Göğüs Etinin Yağ Asidi İçeriği	19
Tablo 2.7: Tavuk Göğüs Etinin Aminoasit İçeriği.....	19
Tablo 2.8: Karidesin Besin Öğeleri.....	21
Tablo 2.9: Karidesin Mineral Maddeleri.....	22
Tablo 2.10: Karidesin Vitamin İçeriği	22
Tablo 2.11: Karidesin Yağ Asidi İçeriği	23
Tablo 2.12: Karidesin Aminoasit İçeriği.....	24
Tablo 2.13: Bazı Gıdaların Riboflavin Miktarları (100g için).....	27
Tablo 2.14: Yaşa Göre Günlük Riboflavin Gereksinmesi	28
Tablo 3.1: Karides İçin Kullanılan Kısaltmalar	36
Tablo 3.2: Tavuk İçin Kullanılan Kısaltmalar	37
Tablo 3.3: HPLC Koşulları	41
Tablo 4.1: Karides Örneklerinde Riboflavin Miktarı.....	47
Tablo 4.2: Tavuk Örneklerinde Riboflavin Miktarı.....	53
Tablo 4.3: Gıda Örneklerinin Riboflavin Biyoerişilebilirlikleri	59

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: SI Metrik Sistem Uzunluk Ölçüleri	4
Şekil 2.2: Nano Malzemelerin Kullanım Alanları	5
Şekil 2.3: Parçacık Boyutunun Küçülmesi İle Yüzey Alanının Artması	6
Şekil 2.4: Nanoteknolojik Üretim Biçimleri ve Nano Yapılar.....	7
Şekil 2.5: Silindirik Elektrodöndürme Yönteminin Şematik Gösterimi.....	10
Şekil 2.6: İğneli Elektrodöndürme Yönteminin Şematik Gösterimi.....	11
Şekil 2.7: Riboflavin	25
Şekil 2.8: Riboflavin fosfat (Flavin mononükleotit (FMN))	25
Şekil 2.9: Flavin adenin dinükleotit (FAD)	26
Şekil 3.1: Elektrodöndürme Prosesinin Şeması	32
Şekil 3.2: Elektrodöndürme Cihazı.....	33
Şekil 3.3: Riboflavin Yüklü Nanolif.....	33
Şekil 3.4: Kontrol Grubu Örneklerinin Tartımı	34
Şekil 3.5: Lifli Grup Örneklerinin Tartımı.....	35
Şekil 3.6: Lifli Grup Numunelerinin Nanolifli Folyo İle Kaplanması.....	35
Şekil 3.7: Folyoya Sarılmış Gıda Örnekleri.....	36
Şekil 3.8: Fırında Pişirilmek İçin Sarılan Örneklerin Bir Kısmı.....	38
Şekil 3.9: Gıda Numuneleri.....	39
Şekil 3.10: Özet Şema.....	42
Şekil 4.1: Nanoliflerin SEM Görüntüleri	44
Şekil 4.2: Nanoliflerin Çapları	45
Şekil 4.3: Riboflavin Standardı HPLC Kromatogramı	45
Şekil 4.4: Numunelerdeki Riboflavin Kromatogramı.....	46
Şekil 4.5: Çiğ Karıdeste B ₂ Miktarı Değişimi	48

Şekil 4.6: Pişmiş Karideste B ₂ Miktarı Değişimi.....	49
Şekil 4.7: Sindirim Sonrası Karideste B ₂ Miktarı Değişimi.....	50
Şekil 4.8: Karides 0. Gün (5 Saatlik Bekletme).....	51
Şekil 4.9: Karides 1. Gün	52
Şekil 4.10: Karides 3. Gün	52
Şekil 4.11: Çiğ Tavuk Göğüs Etinde B ₂ Miktarı Değişimi.....	54
Şekil 4.12: Pişmiş Tavuk Göğüs Etinde B ₂ Miktarı Değişimi.....	55
Şekil 4.13: Sindirim Sonrası Tavuk Göğüs Etinde B ₂ Miktarı Değişimi.....	56
Şekil 4.14: Tavuk 0. Gün	57
Şekil 4.15: Tavuk 1. Gün	58
Şekil 4.16: Tavuk 3. Gün	58
Şekil 4.17: Karideste B ₂ Vitamininin Biyoerişilebilirliği	60
Şekil 4.18: Tavuk Etinde B ₂ Vitamininin Biyoerişilebilirliği.....	61

KISALTMALAR LİSTESİ

EFSA	: European Food Safety Authority (Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi)
FAD	: Flavin Adenin Dinükleotit
FAO	: Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
FMN	: Flavin Mono Nükleotit
HPLC	: High Performance Liquid Chromatography (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi)
HSGM	: Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü
KKÇ	: Karides, kontrol, çiğ
KKP	: Karides, kontrol, pişmiş
KKS	: Karides, kontrol, sindirim
KLÇ	: Karides, lifli, çiğ
KLP	: Karides, lifli, pişmiş
KLS	: Karides, lifli, sindirim
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
NIH	: National Institutes of Health
NNI	: National Nanotechnology Initiative
PAN	: Poliakrilonitril
PL	: Piridoksal
PM	: Piridoksamin
PN	: Piridoksin
PLP	: Piridoksal Fosfat
PVA	: Polivinil Alkol
SEM	: Scanning Electron Microscope (Taramalı Elektron Mikroskobu)
Sf	: Sayfa

TDD	: Türkiye Diyetisyenler Derneği
TKÇ	: Tavuk, kontrol, çiğ
TKP	: Tavuk, kontrol, pişmiş
TKS	: Tavuk, kontrol, sindirim
TLÇ	: Tavuk, lifli, çiğ
TLP	: Tavuk, lifli, pişmiş
TLS	: Tavuk, lifli, sindirim
TÚRKOMP	: Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı
TÚBER	: Türkiye Beslenme Rehberi
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
Vd	: Ve Diğerleri

SEMBOLLER LİSTESİ

Ag	: Gümüş
cm	: Santimetre
dk	: Dakika
g	: Gram
kV	: Kilovolt
L	: Litre
M	: Molarite
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
N	: Normalite
nm	: Nanometre
rpm	: Revolutions per Minute (Dakikadaki Devir Sayısı)
ZnO	: Çinko oksit
μ g	: Mikrogram
$^{\circ}$ C	: Santigrat Derece
%	: Yüzde

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Sağlık, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından mental, fiziksel ve sosyal yönden iyi olma hali olarak ifade edilmektedir (Conference, 2002). Büyüme, gelişme, hastalıklardan korunma, mental sağlığın korunması, yaşam kalitesinin artırılması için besinlerin tüketilmesi, beslenme olarak tanımlanır. Beslenme, mutfak kültürü, yöresel yemek etkileşimleri ile insanların günlük hayatlarında temel ihtiyacın yanı sıra sosyal bir aktivite olarak da rol oynamaktadır (Türkiye Diyetisyenler Derneği TDD, 2021). Tüm bunlara bakıldığında her yönden sağlıklı bir insan için beslenmenin önemi kaçınılmazdır. Yeterli ve dengeli beslenme bireyin fizyolojik durumu, hastalık varlığı, yaş ve cinsiyet gibi özellikleri göz önüne alınarak, vücudun büyümesi, gelişmesi, yenilenmesi ve metabolizmada kullanılması için gerekli olan enerji ve besin öğelerinin tam olarak vücuda alınmasını kapsamaktadır (Besler vd., 2015). Besin öğelerinin günlük gereksinimlerinin karşılanması için, karbonhidrat, yağ, protein, vitamin, mineral gibi makro ve mikro besin öğelerini barındıran süt, et, kuru baklagiller, sebzeler, meyveler, tahıllar gibi çeşitli besin gruplarına günlük diyetinde yer verilmelidir (Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü HSGM, 2021).

Birçok besin ögesi için iyi bir kaynak olan et, beslenmede oldukça önemli bir gıdadır. B grubu vitaminlerden B₁₂, B₆, B₃, B₂, B₁ ve A vitaminini; çinko, demir, fosfor, potasyum, magnezyum, selenyum gibi mineralleri; doymuş ve doymamış yağ asitlerini içerir (Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı TÜRKOMP, 2021). Esansiyel aminoasitleri barındırması ve sindirilebilirliğinin bitkisel protein kaynaklarına göre daha yüksek olması bakımından et, kaliteli protein kaynağıdır. Kırmızı ete oranla beyaz et, daha az kolesterol ve daha fazla demir içermektedir. Antioksidan ve antiinflamatuvar etki gösteren omega-3 yağ asitlerini barındırması sebebiyle beyaz et grubundan olan su ürünleri, beslenmede önem taşımaktadır (Baysal, 2014; Türkiye'ye Özgü Beslenme Rehberi TÖBR, 2015).

Diğer et ürünlerine oranla tavuk eti ve karides daha az riboflavin içermektedir (TÜRKOMP, 2021). Riboflavin (B₂ vitamini) gıdalarda serbest olarak, flavin mono nükleotid ve flavin adenin dinükleotid formlarında bulunur. Riboflavin, insan

metabolizmasında lipidlerin peroksidasyonunun önlenmesinde antioksidan rolündedir. Yükseltgenme ve indirgenme reaksiyonlarında enzimler için koenzim görevi görür (Yusufoğlu, Özkan ve Yaman, 2019). Oldukça yaygın görülen demir eksikliği anemisine riboflavin eksikliğinin de eşlik edebileceği, çölyak hastalığına sahip bireylerin riboflavin eksikliği riskiyle daha fazla karşı karşıya olduğu, riboflavin eksikliğinin farklı kanser türleri ve nörolojik bozukluklarla ilişkili olabileceği belirtilmektedir (Saedisomeolia ve Ashoori, 2018; Tunçer ve Ayhan, 2021).

Proteinler, yağ asitleri, karbonhidratlar, mineraller ve vitaminler oksijen, ısı, ışık ve pH değişimlerinden etkilenir. Besinlerin hazırlanması, pişirilmesi, depolanması ve gıdaların işlenmesi sırasında, gıdalar bu etkenlere maruz kalırlar. Bunun sonucunda besin öğelerinin kayıpları artar. Kayıplar sebebiyle besin öğelerinin miktarlarının azalması, diyetle günlük alınan miktarı ve biyoyararlılığı etkilemektedir (Sürücüoğlu ve Balgamış, 1987; Yaman, 2019).

Olası kayıplar ve yetersiz alımlar sebebiyle dünyada ve Türkiye’de gıdaların vitamin ve minerallerle zenginleştirilmesi üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Türkiye’de tuz iyotla; ekmek, un ve makarnalar B₁, B₂, B₃ vitaminleriyle ve demirle zenginleştirilmektedir (Ekşi, 1996). Zenginleştirmelerin yanı sıra son yıllarda yenilebilir film kaplamalar, vitaminlerin enkapsülasyonu ve akıllı nanoambalajlar üzerine yapılan araştırmalar, gıdanın mikrobiyal açıdan korunmasında, tekstürün iyileştirilmesinde, duyu özelliklerinin korunmasında ve iyileştirilmesinde, gıdada fizikokimyasal stabilitenin arttırılmasında umut vadetmektedir (Saka ve Terzi, 2015; Şahin ve Akpınar Bayizit, 2008).

Günlük diyetle alınması gereken besin öğelerinin birçoğunu barındıran beyaz etin riboflavin ile zenginleştirme çalışmaları, riboflavin eksikliği prevalansının azaltılmasında yarar sağlayabilir. Işıktan kolay etkilenecek stabilitesini kaybeden bir vitamin olması ve ışığa duyarlı reaksiyonları katalizlemesi, riboflavinin kapsüle edilmesi gereksinimini doğurmuştur (Bou, Cofrades, Colmenero, 2014).

Enkapsülasyon, aktif maddenin, kaplama materyali ile kaplanarak dayanıklılığının arttırılması, korunması, etkinliğinin arttırılması veya kontrollü salınımının sağlanması amacıyla gerçekleştirilen bir uygulamadır (Atak, Yıldız ve Uslu, 2017). Mikroorganizmalar, enzimler, gıda bileşenleri, katı veya sıvı maddeler enkapsüle edilebilir (Soyuçok, Kılıç ve Kılıç, 2020). Gıdalarda nano boyutta enkapsülasyonun,

aktif maddenin çevresel etkenlerden daha iyi korunmasına, biyoyararlılığın atmasına olanak sağladığı, tat ve kontrollü salınım üzerine daha etkili sonuçlar verdiği belirtilmektedir. Ekstraksiyon, liyofilizasyon, emülsifikasyon, püskürterek soğutma, püskürterek kurutma gibi yöntemler, enkapsülasyon tekniklerinden bazılarıdır (Atak, Yıldız ve Uslu, 2017). Bileşenlerin nanoliflerin içerisinde enkapsüle edilmesine dayanan elektrodöndürme yöntemi de tercih edilen uygulamalar arasındadır (Atay ve Altan, 2020). Elektrodöndürme, nano boyuta indirgenmek istenen solüsyona gerilim uygulanarak elektrik alan oluşturulması ve nanoliflerin elde edilmesi prensibine dayanır (Çallıoğlu, 2013). Sistem parametrelerinin kolaylıkla değiştirilebilmesi, basit bir düzenek ve ucuz olması gibi avantajları sebebiyle en yaygın nanolif üretim metodudur (Alghoraibi ve Alomari, 2018; Göktepe ve Mülâyim, 2015).

Yapılan bu çalışmanın amacı, elektrodöndürme yöntemiyle üretilen riboflavin yüklü nanoliflerin tavuk eti ve karideste kaplama materyali olarak kullanımının riboflavinin stabilitesine ve biyoerişilebilirliğine etkisinin incelenmesidir.

İKİNCİ BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

2.1. Nanoteknoloji

2.1.1. Nano Kavramı ve Nanoteknolojinin Tarihi

Nano (nános) terimi Antik Yunanlardan günümüze kazandırılmış, cüce, küçük anlamı taşıyan bir kelimedir (Swiss Nano Science Institute (SNSI), 2021). Bir nanometre ölçüm birimi, SI (Uluslararası Birim Sistemi) metrik sistemde metrenin milyarda biri olarak belirtilir (National Nanotechnology Initiative (NNI), 2021).

Metrenin katları	Ön ek ve sembol	10 ⁰	deca- da 10 ¹	hecto- h 10 ²	kilo- k 10 ³	mega- M 10 ⁶	giga- G 10 ⁹	tera- T 10 ¹²	peta- P 10 ¹⁵	exa- E 10 ¹⁸	zetta- Z 10 ²¹	yotta- Y 10 ²⁴
Metrenin as katları	Ön ek ve sembol	10 ⁰	deci- d 10 ⁻¹	centi- c 10 ⁻²	milli- m 10 ⁻³	micro- µ 10 ⁻⁶	nano- n 10 ⁻⁹	pico- p 10 ⁻¹²	femto- f 10 ⁻¹⁵	atto- a 10 ⁻¹⁸	zepto- z 10 ⁻²¹	yocto- y 10 ⁻²⁴

Şekil 2.1: SI Metrik Sistem Uzunluk Ölçüleri

Kaynak: NNI, 2021

Nanoteknoloji, 1000 nm altı boyutlarla ilgilenen bir bilim dalı, mühendislik ve teknoloji olarak tanımlanmıştır (SNSI, 2021; Wilson, 2010; Göktepe ve Mülâyim, 2015; Atak, Yıldız ve Uslu, 2017). Nanoteknolojinin temelleri, 1959 yılında Amerikan Fizikçiler Cemiyeti'nin yıllık toplantısındaki konuşmasında atomların ve moleküllerin kontrol edilebileceği fikrini ortaya koyan, Fizikçi Richard Phillips Feynman tarafından atılmış ancak Feynman "nanoteknoloji" terimini kullanmamıştır (NNI, 2021). Bu terimi ilk kez Japon bilim adamı Norio Taniguchi kullanmıştır (Sandhu, 2006).

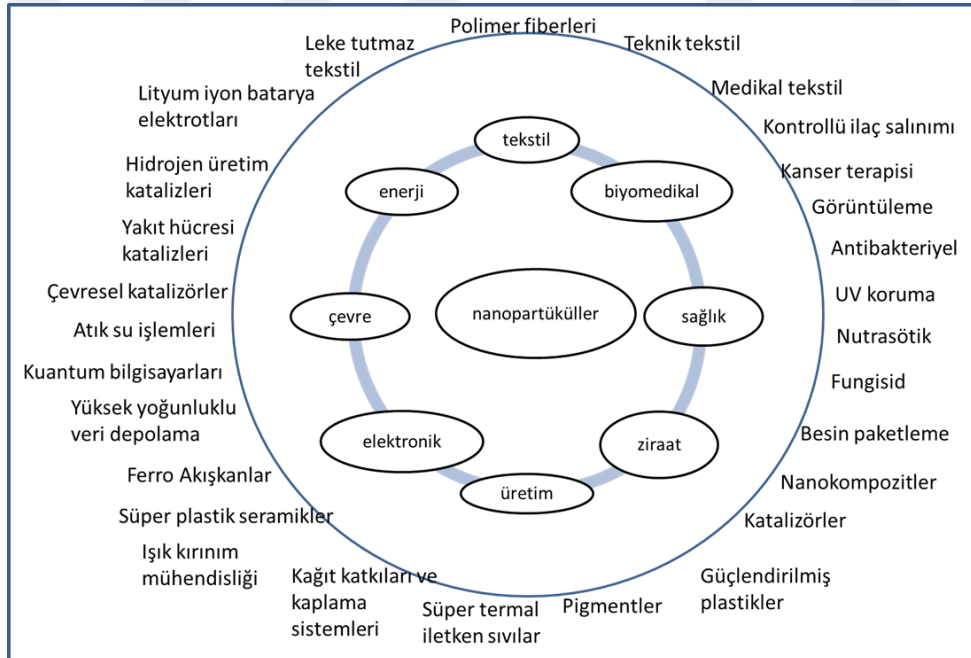
Modern nanoteknoloji, 1981 yılında Heinrich Rohrer ve Gerd Karl Binning tarafından, atomların tek tek görülebilmesini sağlayan Taramalı Tünel Mikroskopunun icadıyla başlamıştır. Alman Fizikçi Gerd Binnig, Amerikalı Fizikçi Calvin Forrest Quate ve

İsviçreli Fizikçi Christoph Gerber tarafından 1986 yılında Atomik Kuvvet Mikroskobu'nun icadıyla nanoteknolojik çalışmalar hız kazanmıştır (NNI, 2021; Anonim, 2021).

2.1.2. Nanoteknolojinin Kullanım Alanları

Nanoteknoloji günümüzde elektrik-elektronik alanında, eczacılıkta, tıpta, otomotiv sektöründe, genetik çalışmalarda, gıda ve kimya sektöründe ve daha birçok alanda uygulanmakta ve bu konu ile ilgili çalışmalar yürütülmektedir.

Elektrodondürme cihazının icadıyla nanolif üretimi üzerine çalışmalar yapılmış ve gelişerek günümüzde nanoliflerin kullanımı pek çok alanda yerini almıştır (Wu vd., 2020). Nanoliflerin bir araya getirilerek lif demetleri oluşturulmasıyla üretilen iplikler, hidrofıl tekstillerde, yüksek performanslı filtrelerde, biyomedikal tekstillerde, nanolif esaslı yüksek performanslı elektrotlarda, lif destekli kompozitlerde, doku iskelesinde kullanılmaktadır (Göktepe ve Mülayim, 2015; Sahu vd., 2021). Şekil 2.2'de nanoteknolojinin kullanım alanları detaylı olarak verilmiştir.



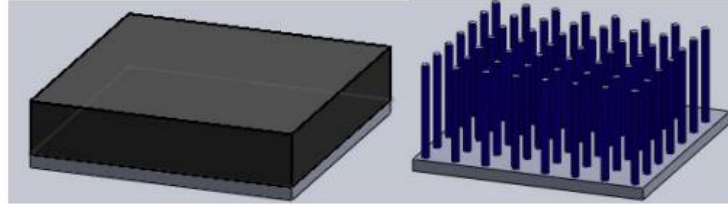
Şekil 2.2: Nano Malzemelerin Kullanım Alanları

Kaynak: Aksoy, 2019

Nanoteknoloji ile atomik seviyede üretim gerçekleştirilebilmektedir. Atomların yönlendirilebilmesi ile istenilen yere yerleştirilebilme imkanı sağlanmaktadır. Az malzeme ile daha fazla yüzey alanına sahip ürünlerin eldesi, hammadde maliyetini dolayısıyla üretim maliyetini azaltmaktadır (Nedir, 2010).

2.1.3. Nano Yapılar

Nanoteknolojik yöntemlerle üretilen ve yapılarında bulunan nanoparçacıklar sayesinde farklı özellikler kazanan malzemeler nanomalzeme olarak isimlendirilir. Nanoparçacıklar, boyutlarının, içyapılarının, şekillerinin farklılık göstermesi ve kontrol edilebilir olması sebebiyle üstün özelliktedir. Temelini nanoparçacıkların oluşturduğu nanomalzemeler, yüzey alanlarının fazla olması, kullanım ömürlerinin uzunluğu, iletkenlik özelliklerinin değişmesi, kuantum boyut etkileri, yüzey atomlarının karakterleri bakımından üstün özellikler kazanmaktadır (Ateş, 2015; Ateş ve Bahçeci, 2015; Tüylek, 2016).



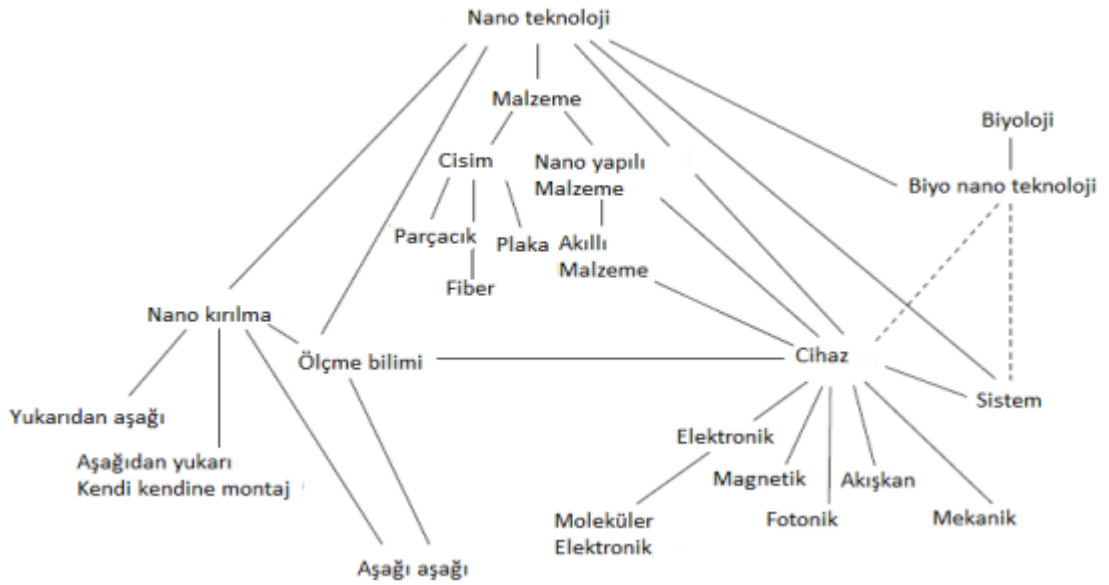
Şekil 2.3: Parçacık Boyutunun Küçülmesi İle Yüzey Alanının Artması

Kaynak: Ateş, 2015

Farklı özellikte nano yapılar bulunmaktadır. Nano yapılar boyutlarına, morfolojilerine, kimyasal ve fiziksel özelliklerine göre çeşitli kategorilerde sınıflandırılır. Tablo 2.1’de bazı nano yapıların özellikleri ve Şekil 2.4’te nanoteknolojiyle ilgili şema verilmiştir.

Tablo 2.1: Bazı Nano Yapılar ve Özellikleri

Kaynak	İsim	Özellik
(Rao, Müller ve Cheetham, 2005)	Nano kristaller ve kuantum noktaları	1-10 nm aralığında çap, metallere, yarı iletkenlere, manyetik malzemelere
(Tüylek, 2016)	Nanoteller	1-100 nm aralığında çap, farklı uzunluklarda olabilen, yarı iletken veya iletken özellik gösterebilen tek boyutlu nanomateryaller
(Rao, Müller ve Cheetham, 2005)	Nanotüpler	1-100 nm aralığında çap, Karbon, katmanlı metal kalkojenitler



Şekil 2.4: Nanoteknolojik Üretim Biçimleri ve Nano Yapılar

Kaynak: Ateş, 2015

Nanomalzemeler boyutlarına göre sıfır boyutlu (0D), tek boyutlu (1D), iki boyutlu (2D) ve üç boyutlu (3D) olmak üzere 4 kategoride incelenmektedir. Sıfır boyutlu nano yapılara kuantum noktalar (quantum dots), fullerenler, çekirdek nanoparçacıkları, nanoküreler (nanospheres), içi boş nanoküreler (hollow nanospheres) örnek verilmektedir. Bu yapılar nano dispersiyon veya nano toz biçiminde, birbirinden izole halde bulunurlar. Tek boyutlu nano yapılara nanoçubuklar ve nanotüpler örnek verilebilir. Bunlar, nano aygıtlarda, nano elektronikte, nano kompozitte ve daha birçok alanda kullanılmaktadırlar. İki boyutlu malzemelere nanometrik boyuttaki kaplamalar ve filmler örnek verilebilir. Üç boyutlu malzemeler lifli, toz yapılı, polikristal ve çok katmanlıdır (Anonim, 2021).

Nanomalzemeler; nano yapılı malzeme ve nanocisim olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Nanocisimler, nano plaka (bir dış boyutu nano ölçekte), nanolif (iki dış boyutu nano ölçekte), nanoparçacık (üç dış boyutu nano ölçekte) olmak üzere gruplandırılmıştır. Nanolif de nanotüp (delikli nano fiber), nanotel (elektriksel olarak iletken nanolif) ve nanoçubuk (rijit nano fiber) olmak üzere sınıflandırılabilir (Ateş, 2015).

2.1.4. Nanolif

Genel olarak, bir mikron (1000 nm) ve altında dış çapa sahip, uzunluk/çap arasındaki oran 50'den büyük olan lifler nanolif olarak tanımlanmaktadır. Bazı kaynaklara göre ise 100 nm çapın altında olan lifler nanolif olarak kabul edilmektedir (Wilson, 2010; Göktepe ve Mülâyim, 2015).

Farklı nano yapıdaki malzemelerin üretiminde aşağıdan yukarıya "Bottom Up" ve yukarıdan aşağıya "Top Down" olmak üzere iki genel yaklaşım bulunmaktadır. Aşağıdan yukarıya yaklaşımının temeli, moleküler veya atomik boyuttaki yapıların çeşitli kimyasal reaksiyonlarla büyütülmesi ile partikül oluşumuna dayanmaktadır. Yukarıdan aşağıya yaklaşımında hacimsel malzemeye dışarıdan enerji verilerek, malzemenin nano boyuta küçültülmesi sağlanır (Gürmen ve Ebin, 2008).

2.1.5. Nanoliflerin Üretilmesinde Kullanılan Başlıca Yöntemler

Nanoliflerin üretiminde farklı yöntemler mevcuttur. Bu yöntemler; elektrostatik kuvvetin kullanıldığı elektrosinning teknikleri (Elektroeğirme, elektro lif çekimi veya elektrodöndürme olarak da bilinir.) ve mekanik kuvvetlerin kullanıldığı elektrodöndürme dışı yöntemler olmak üzere iki başlık altında toplanabilir. Elektrodöndürme dışı yöntemlere faz ayrımı, çekme yöntemi (drawing), kalıp sentez yöntemi (template synthesis), kendiliğinden birleşme (self assembly) örnek verilebilir. Nanoliflerin farklı yapıları mevcuttur ve hangi yapıda nanolif üretileceğine göre uygun üretim metodu seçilir. Örneğin gözenekli nanoliflerin üretiminde faz ayrımı; öz-kılıf yapıları nanoliflerin üretiminde koaksiyel elektrosinning yöntemi kullanılmaktadır (Alghoraibi ve Alomari, 2018).

2.1.5.1. Çekme Yöntemi (Drawing)

Çekme yönteminde, mikro manipülatör aracılığıyla çözeltinin yüzey ile temas ettiği çizgiye mikro pipet daldırılır ve hızla çekilir. Çözücünün buharlaşması sonucu viskozite artar. Viskozite artışıyla liflerin parçalanmaması için viskoelastik çözeltiler kullanılır. Bu yöntemde tek ve uzun nanolifler elde edilebilmektedir. Ancak üretilen nanoliflerin çapları kontrol edilemez. Süreksiz bir işlemdir (Sunar ve Hasçipek, 2017; Alghoraibi ve Alomari, 2018).

2.1.5.2. Faz Ayrımı Yöntemi

Faz ayrışması yönteminde, polimer çözeltisi kullanılır. Polimer çözeltisi termodinamik ayrılma ile polimerce fakir ve polimerce zengin olmak üzere fazlara ayrışır. Polimerik maddeyi çözmeyen bir çözücünün polimer çözeltisine ilave edilmesi veya termal indüklenme gibi etkenler ile jel oluşumu gözlenir. Çözücünün jelden uzaklaştırılması işlemi gerçekleştirilir ve geriye kalan jel soğutulur. En son vakum altında liyofilizasyon işlemi yapılır ve nanolif ağ elde edilmiş olur.

Bu metotta kullanılabilen polimer sayısının sınırlı olması, düşük verimli ürün eldesi ve sadece laboratuvar ölçeğinde üretimin gerçekleştirilebilmesi bu yöntemin dezavantajlarıdır (Sunar ve Hasçipek, 2017).

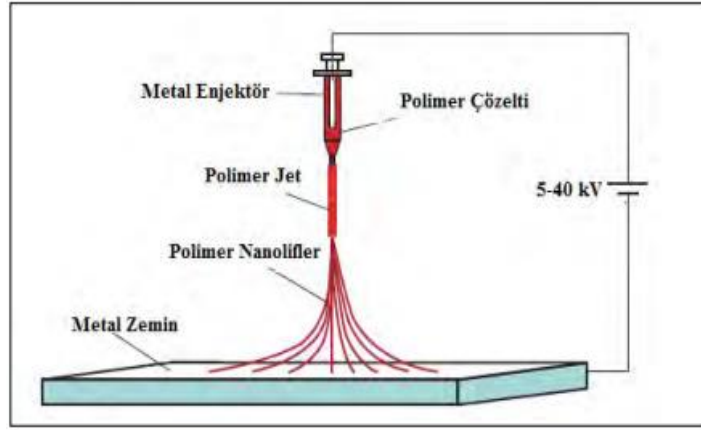
2.1.5.3. Elektrodöndürme Yöntemi

Elektrodöndürme, en yaygın nanolif üretim metodudur (Alghoraibi ve Alomari, 2018). Elektrodöndürme yöntemiyle elde edilen liflerin inceliğinin, genel olarak 50-500 nm arasında olduğu ortaya konulmuştur. (Göktepe ve Mülayim, 2015). Elektrodöndürme yöntemi, elektrotlardan biri olarak işlev gören bir uç ve toplayıcı plaka arasında elektrik alan oluşturulması ve elektrik alanda kalan solüsyondan lif oluşumu prensibine dayanır (Çallıoğlu, 2013). Voltaj eşik seviyesine ulaştığında iğne ucundan çıkan sıvı damlası, yüzey gerilimine karşı koyarak Taylor konisi adı verilen konik bir biçim alır. Daha sonra kollektör üzerinde nanolifler oluşmaya başlar. Elektrodöndürme metodunda toplayıcı, yüksek voltaj ünitesi ve şırınga pompası olmak üzere üç temel parça bulunur (Evcin, Ersoy ve Bezir, 2019). İğneli ve iğnesiz olmak üzere iki farklı elektrodöndürme yöntemi bulunur. İğnesiz yöntem olan silindirli elektro lif çekim yöntemi 2005 yılında Jirsek ve arkadaşları tarafından, iğneli yöntemdeki iğne ucunun tıkanması, düşük üretim hızı gibi dezavajlara karşı geliştirilmiş yeni bir yöntemdir (Çallıoğlu, 2013). Genel olarak elektrodöndürme yönteminin avantajları arasında proses parametrelerinin kolaylıkla değiştirilebilmesi, düzeneğin basit olması, kullanılacak polimerlerde geniş bir seçenek olması örnek verilebilir. Liflerin genellikle ağ şeklinde bir yüzey olarak üretilebilmesi, bu yöntemin sınırlılığı olarak belirtilmektedir (Göktepe ve Mülayim, 2015).



Şekil 2.5: Silindirli Elektrodöndürme Yönteminin Şematik Gösterimi

Kaynak: Çallıoğlu, 2013



Şekil 2.6: İğneli Elektrodöndürme Yönteminin Şematik Gösterimi

Kaynak: Göktepe ve Mülayim, 2015

Elektrodöndürme yönteminde lif üretimine etki eden parametreler, çözelti parametreleri (moleküler ağırlık, polimerin yapısı (düz, dallanmış ağ), ve işlem parametreleri (sisteme uygulanan voltaj, akış hızı, iğne ucu ile kollektör arasındaki mesafe) olmak üzere iki başlık altında toplanabilir (Evcin, Ersoy ve Bezir, 2019).

2.1.6. Elektrodöndürme ile Nanolif Üretiminde Majör Parametreler

2.1.6.1. Moleküler Ağırlık

Nanolif üretilebilmesi için çözeltinin yeterli moleküler ağırlıkta olması gereklidir. Molekül ağırlığının artması polimer zincirinin uzunluğunun artmasına bağlı olarak viskoziteyi artırır. Bu durum liflerin yapısıyla doğrudan ilgilidir. Viskozite arttığında oluşan liflerde boncuklu yapı azalmakta ve daha kalın lifler oluşmaktadır (Almetwally vd., 2017; Yılmaz ve Altan, 2017).

2.1.6.2. Besleme Hızı

Çözelti besleme hızının artışının nanoliflerin çapına etkisinin incelendiği bir çalışmada, iğne çapı sabit tutularak değerler incelenmiştir. Besleme hızının artması sonucunda nanoliflerinin çaplarında artış gözlemlendiği ortaya konulmuştur (İçoğlu, 2019). Dinçer ve Köse (2019) tarafından yapılan çalışmada sabit besleme hızında,

çözeltinin molekül ağırlığının değiştirilmesiyle nanolif çaplarının azaldığı ortaya konulmuştur (Dinçer ve Köse, 2019). Besleme hızı diğer parametrelerle birlikte lif çapında farklı etkilere sebep olmaktadır.

2.1.6.3. Kollektör ve İğne Ucu Arasındaki Mesafe

Kollektör ve iğne ucu arasındaki mesafenin fazla olması durumunda liflerin havada uçuş süresi uzamaktadır. Bu durum küçük çaplarda ve daha kuru lif oluşumuna neden olur. Mesafenin azaltılması durumunda ıslak ve boncuklu yapının fazla olduğu lifler meydana gelmektedir (Yılmaz ve Altan, 2017).

2.1.6.4. Sisteme Uygulanan Voltaj

Sisteme uygulanan voltajın liflerin çapına olan etkisi net değildir. Voltajın artmasıyla çözelti, daha fazla elektriksel yüklenir. Bunun sonucunda iğne ucunda kararsız jet oluşumu görülür. Lif çapı önce azalırken daha sonra artmaktadır. Lifte boncuklar görülebilmektedir (Yılmaz ve Altan, 2017). PVA nanolif üretimi üzerine yapılan bir çalışmada, artan voltajın, nanolif çapının değişkenliğini arttırdığını ortaya konulmuştur. Yüksek voltaj değerlerinde nanoliflerde boncuk yapıların oluştuğu ve bunun polimer akışının daha düzensiz olmasından ileri geldiği ifade edilmiştir (İkiz, 2009). Çok düşük voltaj değerlerinde ise jet oluşumunun gerçekleşmeyeceği ve çözeltinin sadece damlayacağı belirtilmiştir (Leach vd., 2011).

Tablo 2.2’de farklı parametrelerde üretilen nanoliflerin özellikleri verilmiştir.

Tablo 2.2: Çeşitli Parametrelerde Üretilen Nanoliflerin Özellikleri

Kaynak	Lif	Lif çapı	Besleme hızı	Voltaj	Kollektör ve iğne arasındaki mesafe
(Evcin, Ersoy ve Bezir, 2019)	Ag katkılı PAN bazlı karbon nanolif	174 nm	1 ml/h	24 kV	6 cm
(Yılmaz, 2014)	PAN nanolifleri	636 nm	3 ml/h	19 kV	20 cm
(Dinçer ve Köse, 2019)	PAN nanolifleri	182 nm	2 ml/h	15 kV	12 cm
(Dinçer ve Köse, 2019)	Ağırlıkça %1 ZnO katkılı PAN nanolifleri	305 nm	2 ml/h	15 kV	12 cm
(Dinçer ve Köse, 2019)	Ağırlıkça %3 ZnO katkılı PAN nanolifleri	267 nm	2 ml/h	15 kV	12 cm
(Dinçer ve Köse, 2019)	Ağırlıkça %5 ZnO katkılı PAN nanolifleri	251 nm	2 ml/h	15 kV	12 cm

2.1.7. Gıda Endüstrisinde Nanoteknolojik Uygulamalar

Son yıllarda gıda sektöründe çeşitli nanoteknolojik uygulamalar gerçekleştirilmektedir. Nanoteknoloji gıda sektöründe, biyoaktif maddelerin kontrollü salınımı ve taşınması, patojenlerin tespiti ile gıda güvenliğinin sağlanması, gıdalara fonksiyonel özellik kazandırılması, paketleme uygulamaları, filtrasyon olmak üzere çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. (Saka ve Terzi, 2015).

Ambalaj materyallerinde kullanılan nanopartiküller, ambalajın geçirgenlik özelliğinin azalmasında, materyalin dayanıklılığının artırılmasında, sıcaklık ve nem stabilitesinin

korunmasında, patojenlerin gelişiminin engellenmesinde rol oynar. Gıdanın bozulduğunu veya raf ömrünün bittiğini renk değişimiyle tüketiciye haber veren nanosensörlerin kullanıldığı akıllı ambalajlar geliştirilmektedir. Ayrıca, süt ürünlerinden ve içeceklerden tuzun uzaklaştırılmasında, gıdalardaki renk maddelerinin indirgenmesi ve uzaklaştırılmasında, yerinde temizlik (CIP = Clean in Place) sisteminde kullanılan kimyasalların saflaştırılmasında nanofiltrasyon uygulanmaktadır (Süfer ve Karakaya, 2011).

Tang vd. (2011) balıklarda bozulmanın göstergesi olan hipoksantin konsantrasyonunun belirlenmesini sağlayan nanosensörü PAN nanoliflerinden üretmişlerdir (Tang, Liu ve Hou, 2011). Aflatoksin B1'in, Bisfenol A'nın algılandığı nanosensörler, *E.coli*'nin varlığını belirleyen elektrokimyasal nanosensörler de gıda güvenliği ve kalitesinin korunması amacıyla kullanılmaktadır. Oksijen tutucu nanosensörler gıda ambalajında sızıntının göstergesi olarak kullanılmaktadır (Yılmaz ve Altan, 2017). Yapılan bir çalışmada farklı konsantrasyonlarda hazırlanan jelatin-pektin çözeltileri, süt ve zeytinyağına uygulanarak viskoziteleri değerlendirilmiştir. Ayrıca jelatin-pektin nanolifleri üretilip süt ve zeytinyağına muamele edildiğinde, çözelti uygulamasına göre nanolif uygulamasının daha fazla kıvam arttırıcı özellik gösterdiği ortaya konulmuştur (Kumru, 2014).

2.2. Beslenmede Etin Yeri ve Önemi

İnsan vücudundaki metabolik faaliyetlerin gerçekleşmesi için diyetle protein alımı gereklidir. Fizyolojik özelliklere ve hastalık durumlarına göre değişmekle birlikte günlük diyetle kilogram başına 0,8-1,5 g protein alınmalıdır (Aksoy, 2007). Ayrıca beslenmede günlük enerji ihtiyacının ortalama olarak %15'i proteinlerden gelmelidir. Süt ürünleri, et, yumurta, kurubaklagiller, yağlı tohumlar ve bazı sebzeler günlük diyetle protein sağlar. Ancak hayvansal kaynaklar sindirilebilirlik açısından ve esansiyel aminoasit çeşitliliği bakımından bitkisel kaynaklara göre kalitelidir ve biyoyararlılığı daha yüksektir. Esansiyel aminoasitler (izolösin, lösin, lizin, valin, triptofan, treonin, metionin, fenilalanin), vücutta üretilmeyen ancak diyetle alınması zorunlu olan aminoasitlerdir. Et, hayvanın cinsine ve diğer özelliklerine göre değişmekle birlikte bir miktar tiamin, riboflavin, A vitamini, B₁₂ vitamini, doymuş ve doymamış yağ asitleri, eser miktarda karbonhidrat, demir, çinko gibi besin öğelerini

barındırmaktadır. Vücutta emilim oranı yüksek olan hem demir açısından zengin kaynak olması sebebiyle, aneminin önlenmesinde ve diyet tedavisinde önerilmektedir. Kanatlı hayvan etlerinin kırmızı ete göre daha düşük kolesterol içermesi, kalp ve damar hastalıklarının diyet tedavilerinde daha sık tercih edilmesini sağlamıştır. Maliyet ve ulaşılabilirlik açısından daha uygun olması beyaz ete olan tüketim yönelimini arttırmaktadır. Balık ve deniz ürünleri selenyum, iyot ve omega-3 bakımından zengindir. Omega-3'ün inflamasyon önleyici etkileri birçok hastalığa karşı koruyucudur. Beyin gelişimi ve sinir sisteminin korunmasında, kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde, sağlığın genel olarak korunmasında önemi büyüktür (TÖBR, 2015; Baysal, 2014)

2.2.1. Etin Yapısı ve Özellikleri

Hayvanların yenebilen kas dokuları et olarak adlandırılır. Tüketilen etlere örnek olarak büyükbaş (sığır, dana), küçükbaş hayvanlar (koyun, keçi), kanatlı hayvanlar (tavuk, ördek, hindi), av hayvanları, balık ve kabuklu deniz hayvanları örnek verilebilir. Büyükbaş ve küçükbaş etleri kırmızı et; kanatlı hayvan etleri ve su ürünleri beyaz et olarak sınıflandırılır. Etler, protein bakımından zengin olmaları sebebiyle beslenmede büyük öneme sahiptir. Etin su içeriği %60-80 civarındadır. Bu miktar etin türüne göre değişiklik göstermektedir. Su ette, serbest su, bağlı su ve immobilize su olmak üzere üç farklı formda yer alır. Etin mikrobiyolojik bozulmasında, depolanmasında ve işlenmesinde etin su miktarı önem arz etmektedir (Şireli, 2018).

Büyükbaş ve küçükbaş hayvanlarda, kanatlılarda ve av hayvanlarında kesimden hemen sonra kaslar yenilebilecek durumda değildir. Kesim sonrası kasların yenilebilir et dokusuna dönüşme sürecinde ette bazı değişimler görülür. Kesimden sonra kaslardaki pH 5,3-5,5 civarına gelir ve rigor mortis denen ölüm sertliği oluşur. Büyükbaş hayvanlarda 20-24 saat, kanatlı hayvanlarda 3-6 saat sonra rigor mortis oluşur. Rigor mortisin maksimum seviyeye ulaşmasının ardından et yavaş yavaş çözülür ve etin olgunlaşma süreci başlar. Etin olgunlaşma süresi büyükbaş hayvan etlerinde 10-15 günde, kanatlı hayvan etlerinde birkaç saatte tamamlanmaktadır. Olgunlaşmış ette pH 5,6-6,0 civarına gelir ve su aktivitesi artar. Et yumuşar ve gevrek bir hal alır. Ette bulunan mikrobiyal floranın lipolitik enzimlerinin etkisi sonucunda et yağı hidroliz olur. Bunun sonucunda açığa çıkan serbest yağ asitleri, gliserin ve

karbonil bileşikleri, etin kendine özgü lezzet ve aroma kazanmasını sağlar (Anar, 2012; Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2016).

2.2.1.1.Tavuk Eti

Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği 'ne göre "Çiğ kanatlı eti: Vakum ambalajlı veya kontrollü ortamda ambalajlanmış kanatlı eti dahil soğutma, dondurma veya hızlı dondurmada başka herhangi bir muhafaza yöntemine tabi tutulmamış olan çiğ et" olarak tanımlanır (T.C. Resmi Gazete, TEBLİĞ NO: 2018/52). Kanatlı hayvan etleri tavuk, hindi, ördek, kaz, bıldırcın, devekuşu ve benzeri hayvanları kapsamaktadır (T.C. Resmi Gazete, TEBLİĞ NO: 2006/29).

Tavuk eti, tüketim sıklığı ve miktarı bölgelere göre değişmekle birlikte Türk mutfağında yeri olan kanatlı etleri arasındadır (Dokuzlu vd., 2013). Kırmızı et fiyatlarının artışı, et ihtiyacının karşılanması için insanları tavuk etine yöneltmiştir. Kaliteli protein içermesi, vitamin ve mineral içeriğinin yanı sıra kırmızı ete göre doymuş yağ miktarının daha az, protein miktarının daha fazla olması tavuk etini sağlık açısından daha sık tercih edilebilir kılmaktadır (İkikat Tümer vd., 2016). 100 g tavuk etinde ortalama 21,7 g protein bulunmaktadır (Tablo 2.3). 70 kg ağırlığında bir insan için günlük ortalama protein ihtiyacının %34'ü 100 g tavuk etiyle karşılanabilir.

Tavuk etinin vitamin içeriğinin çoğunluğunu riboflavin ve niasinin oluşturduğu ortaya konulmuştur. Folat, B12, B1, B5, B6 gibi diğer B grubu vitaminleri ve A, E, K vitaminlerini de barındırmaktadır. Minerallerden demir, potasyum, selenyum, çinko, fosfor ve magnezyumu barındırır (Özer, Naserifar ve Esmer, 2020).

Aşağıda tavuk etinin besin ögesi miktarları tablo olarak sunulmuştur (TÜRKOMP, 2021)

Tablo 2.3: Tavuk Göğüs Etinin Besin Ögeleri

Bileşen	Birim	Ortalama	Minimum	Maksimum
Enerji	kcal	121	104	138
Enerji	kJ	506	437	579
Su	g	73.73	71.21	76.3
Kül	g	1	0.93	1.13
Protein	g	21.7	20.02	22.73
Azot	g	3.47	3.2	3.64
Yağ, toplam	g	3.78	1.7	5.28
Karbonhidrat	g	0	0	0

Kaynak: TÜRKOMP, 2021

Tablo 2.4. Tavuk Göğüs Etinin Mineral Maddeleri

Bileşen	Birim	Ortalama	Minimum	Maksimum
Tuz	mg	95	75	125
Demir, Fe	mg	0.31	0.23	0.41
Fosfor, P	mg	217	183	249
Kalsiyum, Ca	mg	19	3	94
Magnezyum, Mg	mg	28	22	31
Potasyum, K	mg	345	300	396
Sodyum, Na	mg	38	30	50

Çinko, Zn	mg	0.53	0.45	0.6
Selenyum, Se	µg	20	10.3	36.8

Kaynak: TÜRKOMP, 2021

Tablo 2.5: Tavuk Göğüs Etinin Vitamin İçeriği

Bileşen	Birim	Ortalama	Minimum	Maksimum
Tiamin	mg	0.173	0.148	0.217
Riboflavin	mg	0.098	0.086	0.119
Niasin eşdeğerleri, toplam	NE	13.334	12.483	14.257
Niasin	mg	9.38	9.153	9.769
B-6 vitamini, toplam	mg	0.56	0.461	0.686
B-12 vitamini	µg	0.84	0.12	1.78
A vitamini	RE	10	3	22
Retinol	µg	10	3	22
D vitamini, IU	IU	0	0	0
D-3 vitamini (kolekalsiferol)	µg	0	0	0
K-2 vitamini	µg	8.9	3.6	11.9

Kaynak: TÜRKOMP, 2021

Tablo 2.6: Tavuk Göğüs Etinin Yağ Asidi İçeriği

Bileşen	Birim	Ortalama	Minimum	Maksimum
Yağ asitleri, toplam doymuş	g	1.002	0	1.863
Yağ asitleri, toplam tekli doymamış	g	1.203	0	1.961
Yağ asitleri, toplam çoklu doymamış	g	0.395	0	0.677
Kolesterol	mg	62	57	69

Kaynak: TÜRKOMP, 2021

Tablo 2.7: Tavuk Göğüs Etinin Aminoasit İçeriği

Bileşen	Birim	Ortalama	Minimum	Maksimum
Triptofan	mg	237	198	299
Treonin	mg	1414	1287	1598
Izolosin	mg	769	552	1072
Lösin	mg	1842	1618	2108
Lizin	mg	1498	1056	1977
Metiyonin	mg	608	527	682
Sistin	mg	173	111	275
Fenilalanin	mg	981	622	1209
Tirozin	mg	867	676	1018
Valin	mg	762	679	901
Arjinin	mg	450	288	832

Histidin	mg	1078	822	1470
Alanin	mg	1438	1198	1652
Aspartik asit	mg	2116	1890	2574
Glutamik asit	mg	2945	2500	3804
Glisin	mg	1146	774	1349
Prolin	mg	1040	703	1341
Serin	mg	1087	858	1214

Kaynak: TÜRKOMP, 2021

2.2.1.2. Karides

Karides, taze veya dondurulmuş olarak tüketilen, kabuklu deniz canlılarından biridir. Türkiye’de 61 karides türü belirlenmiştir. Bunlardan ticari değere sahip türleri *Penaeus semisulcatus*, *Penaeus japonicus*, *Metapenaeus monoceros* ve *Penaeus kerathurus* olarak belirtilmektedir (Başçınar, 2004).

Karidesin yenilebilir kısmının yaklaşık dörtte üçü sudur. Geriye kalan kuru maddenin yaklaşık %80’i proteindir. Karides, biyolojik değeri yüksek protein içeriğinin yanında düşük doymuş yağ içeriğine sahiptir. Lipid profili olarak incelendiğinde hücre zarının yapıtaşı olan %65- 70 oranında fosfolipit, %15-20 oranında kolesterol ve %10-20 oranında asil gliserol içermektedir. İçerdiği doymuş yağların çoğunluğu kolesteroldür ancak total yağ oranına bakıldığında diğer besin öğelerine göre oldukça düşük miktarda yağ barındırmaktadır. İçerdiği çoklu doymamış yağ asitlerinin yaklaşık %64’ü omega-3’tür (Dayal vd., 2013). Yapısında bulunan (EPA) ve dokosaheksaenoik asitin (DHA), özellikle zihinsel, kardiyovasküler ve antiinflamatuvar süreçlerdeki önemli rolleri sebebiyle omega-3, önemli bir besin ögesidir (Hernández-Martínez vd., 2013; Oliveira vd., 2017; Reksten vd., 2020).

Karides, B₁₂ vitamini, selenyum, fosfor, kalsiyum için iyi bir kaynaktır (Dayal vd., 2013). Yağda eriyen A, D, E vitaminlerini ve suda çözünen B grubu vitaminlerden niasini de içermektedir. Karides ayrıca karetonoidler grubundan olan astaksantin için iyi bir kaynak olarak belirtilmektedir. Astaksantin, karoteinin antioksidan aktivitesinin 10 katı ve α -tokoferolün 500 katı etki gösteren güçlü bir antioksidandır. Karidesin aterojenik ve trombojenik indeksi hesaplanmış ve hayvansal kaynaklar arasında en düşük değere sahip olduğu ortaya konulmuştur (sırasıyla 0,36 ve 0,29). Bu sebeple karidesin, kardiyovasküler sistem koruyucu özellikte olduğu söylenebilir (Dumbravă vd., 2020).

Aşağıda karidesin besin ögesi miktarları tablo olarak sunulmuştur (TÜRKOMP, 2021).

Tablo 2.8: Karidesin Besin Ögeleri

Bileşen	Birim	Ortalama	Minimum	Maksimum
Enerji	kcal	78	73	84
Enerji	kJ	328	305	350
Su	g	79.25	76.99	81.53
Kül	g	1.67	1.24	1.93
Protein	g	18.08	16.56	20.31
Azot	g	2.89	2.65	3.25
Yağ, toplam	g	0.67	0.28	1.09
Karbonhidrat	g	0	0	0

Kaynak: TÜRKOMP, 2021

Tablo 2.9: Karidesin Mineral Maddeleri

Bileşen	Birim	Ortalama	Minimum	Maksimum
Tuz	mg	669	575	762
Demir, Fe	mg	2.92	2.54	3.3
Fosfor, P	mg	197	191	203
Kalsiyum, Ca	mg	229	133	325
Magnezyum, Mg	mg	45	45	45
Potasyum, K	mg	202	202	202
Sodyum, Na	mg	267	230	305
Çinko, Zn	mg	1.17	1	1.34
Iyot, I	µg	57.88	44.46	76.24
Selenyum, Se	µg	26.9	22.8	34.4

Kaynak: TÜRKOMP, 2021

Tablo 2.10: Karidesin Vitamin İçeriği

Bileşen	Birim	Ortalama	Minimum	Maksimum
Tiamin	mg	0.029	0.024	0.037
Riboflavin	mg	0.045	0.041	0.052
Niasin eşdeğerleri, toplam	NE	7.502	6.784	8.392
Niasin	mg	3.386	3.14	3.587
B-6 vitamini, toplam	mg	0.211	0.149	0.283

B-12 vitamini	µg	2.17	1.86	3.15
A vitamini	RE	5	4	7
Retinol	µg	5	4	7
D vitamini, IU	IU	53	49	57
D-3 vitamini (kolekalsiferol)	µg	1.3	1.2	1.4

Kaynak: TÜRKOMP, 2021

Tablo 2.11. Karidesin Yağ Asidi İçeriği

Bileşen	Birim	Ortalama	Minimum	Maksimum
Yağ asitleri, toplam doymuş	g	0.196	0.084	0.348
Yağ asitleri, toplam tekli doymamış	g	0.141	0.059	0.23
Yağ asitleri, toplam çoklu doymamış	g	0.11	0.037	0.192
Yağ asidi 20:5 n-3 all-cis	g	0.026	0.013	0.042
Yağ asidi 22:6 n-3 all-cis	g	0.051	0.012	0.095
Kolesterol	mg	145	137	151

Kaynak: TÜRKOMP, 2021

Tablo 2.12: Karidesin Aminoasit İçeriği

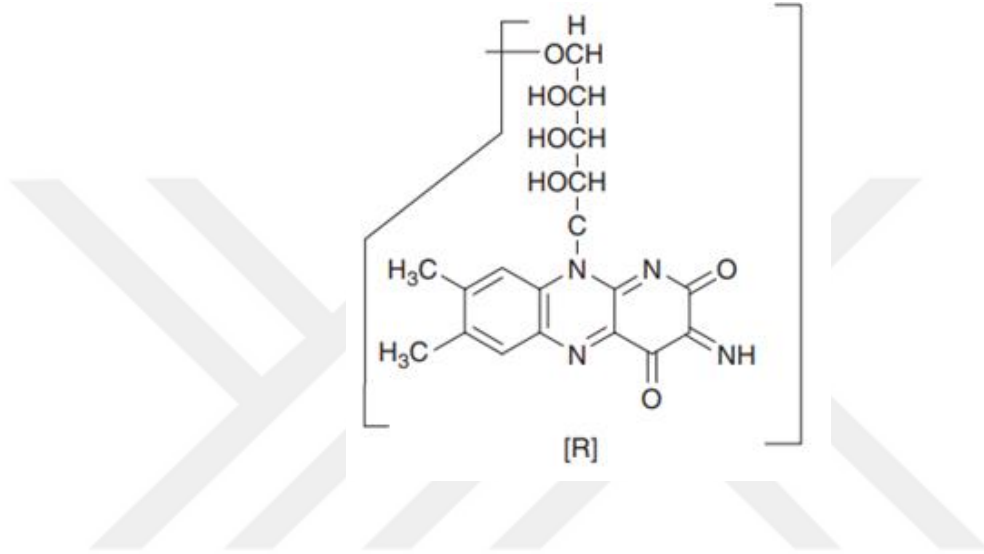
Bileşen	Birim	Ortalama	Minimum	Maksimum
Triptofan	mg	247	213	288
Treonin	mg	926	549	1432
Izolosin	mg	695	625	773
Lösin	mg	1307	1132	1415
Lizin	mg	1826	1632	2044
Metiyonin	mg	489	411	538
Sistin	mg	151	125	166
Fenilalanin	mg	755	659	825
Tirozin	mg	542	475	595
Valin	mg	702	636	800
Arjinin	mg	615	444	840
Histidin	mg	432	359	503
Alanin	mg	965	248	1370
Aspartik asit	mg	1527	1236	1913
Glutamik asit	mg	2680	2227	3020
Glisin	mg	1673	1411	1821
Prolin	mg	783	625	925
Serin	mg	658	575	716

Kaynak: TÜRKOMP, 2021

2.3. Riboflavin

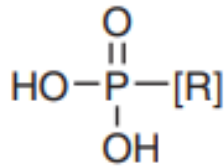
2.3.1. Genel Özellikleri ve Kimyasal Yapısı

1920’lerde keşfedilen riboflavin, suda çözünen bir vitamindir. İlk defa süttten izole edilmesi sebebiyle laktoflavin olarak da adlandırılmıştır. Molekül yapısının riboza benzemesi nedeniyle “ribo”ekini almıştır. 1930’ların başında riboflavinin flavin mono nükleotit ve flavin adenin dinükleotit olmak üzere iki koenzim formu bulunmuştur (McCormick, 2014; Saedisomeolia ve Ashoori, 2018).



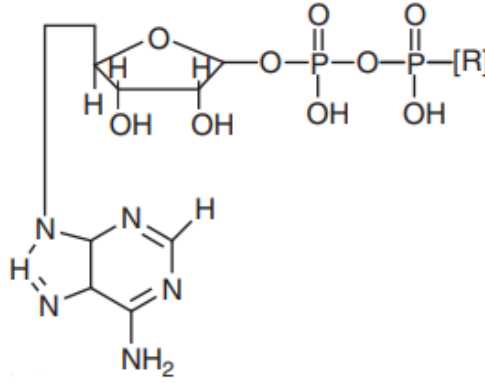
Şekil 2.7: Riboflavin

Kaynak: Bates, 2013



Şekil 2.8: Riboflavin fosfat (Flavin mononükleotit (FMN))

Kaynak: Bates, 2013



Şekil 2.9: Flavin adenin dinükleotit (FAD)

Kaynak: Bates, 2013

Riboflavin, ribitole bağlı heterosiklik izoalkoksazin halkasından oluşan bir dinükleotit ve fosfat esteridir. Moleküler formülü $C_{17}H_{20}N_4O_6$ olan riboflavinin sulu çözeltileri sarı, turuncu, yeşil renk arasında bir görünüme sahiptir ve floresans özellik göstermektedir. IUPAC ismi “7,8-dimethyl-10-[(2*S*,3*S*,4*R*)-2,3,4,5-tetrahydroxypentyl]benzo[g]pteridine-2,4-dione” olarak ifade edilmiştir. Erime noktası 280-290 °C, moleküler ağırlığı 376,4 g/mol, suda çözünürlüğü 25 °C’de 0,1 g/L ‘dir. Suda çözünürlüğü azdır (FAO, 2021; National Center for Biotechnology Information, 2021; Anonim, 2021). Alkali ortamlarda çözünürlüğü yüksektir. Riboflavin, oksidasyona ve ısı işlemlere dayanıklı bir bileşiktir. Alkali ortamlarda ısıtıldığı zaman vitamin aktivitesi kaybolur. Riboflavinin stabilitesi ışıkla temasta bozulur. Riboflavinin ışık ile reaksiyonundan lumikrom ve lumiflavin olarak isimlendirilen parçalanma ürünleri oluşmaktadır. Parçalanma sonucunda besinlerdeki riboflavin miktarı azalmaktadır. Bununla birlikte ortaya çıkan parçalanma ürünleri, güçlü birer oksidasyon ajanıdır (Demirci, 2016).

2.3.2. Riboflavinin Besinsel Kaynakları ve Günlük Gereksinimi

Riboflavin besinlerde serbest riboflavin, flavin adenin dinükleotit ve flavin mono nükleotit olarak bulunmaktadır (Yaman, 2019). Riboflavin bakımından zengin besinler süt ve süt ürünleri, yumurta, sakatatlar, yeşil yapraklı sebzeler, et ve et

ürünleri, yağlı tohumlardır. En yüksek miktar 2,676 mg/100 g olmak üzere dana karaciğerde bulunur. Maya da yüksek miktarda B₂ vitamini ihtiva etmektedir. Badem 0,804 mg/ 100g ile yağlı tohumlarda en yüksek riboflavin içeriğine sahiptir. Yoğurt ve yöresel bazı peynir türleri de yüksek miktarlarda B₂ vitamini barındırır (TÜRKOMP, 2021).

Tablo 2.13'te bazı besinlerin riboflavin miktarları verilmiştir (TÜRKOMP, 2021).

Tablo 2.13: Bazı Gıdaların Riboflavin Miktarları

GIDA	ORTALAMA MİKTAR (100 g için)
Dana karaciğeri	2.676 mg
Koyun sütü	0.486 mg
Tavuk yumurtası	0.449 mg
Dereotu	0.351 mg
Hindi eti, but, derisiz	0.250 mg
Midye, Akdeniz, kara midye	0.238 mg
Kaymaklı yoğurt	0.231 mg
Koyun peyniri	0.229 mg
Ispanak	0.198 mg
İstavrit, balık	0.191 mg
Antep fıstığı, iç, kavrulmuş	0.189 mg
Piliç eti, but	0.184 mg

Kaynak: TÜRKOMP, 2021

B₂ vitamini, enerji metabolizmasında görev alır. Yaşamsal faaliyetlerin devamı için günlük diyetle B₂ vitamini gereksinmesi tamamlanmalıdır (Demirci, 2016). Bireylerin fizyolojik durumuna göre riboflavin gereksinmesi değişmektedir. 19-70 yaş aralığında

kadınlar için günlük gereksinme 1,1 mg; erkekler için gereksinme 1,3 mg'dır. Hamilelik ve emzicilik döneminde riboflavin gereksinmesi artmaktadır. Hamilelik döneminde 14-50 yaş aralığında günlük riboflavin ihtiyacı 1,4 mg; 14-50 yaş aralığında emzicilik döneminde günlük gereksinme 1,6 mg'dır (Aksoy, 2007).

Tablo 2.14. Yaşa Göre Günlük Riboflavin Gereksinmesi

Yaş (Ay)		Yaş (Yıl)			
0-6	7-12	1-3	4-8	9-13	14-18
0.3 mg	0.4 mg	0.5 mg	0.6 mg	0.9 mg	1.3 mg (Erkek) / 1.0 mg (Kız)

Kaynak: Aksoy, 2007

2.3.3. Riboflavin Yetersizliği ve Toksik Etkisi

Riboflavin yetersizliği ariboflavinosiz veya hiporiboflavinozis olarak tanımlanmaktadır. Boğaz ağrısı, faringeal ve oral mukoza membranlarında ödem, keylozis, angular stomatit, glossit, seboreik dermatit, hiperemi gibi semptom ve bulgularla karakterizedir. Yetersizliğin ana nedeni genellikle diyetle yetersiz alımdan kaynaklıdır. Gıdaların işlenmesi, depolanması sonucu riboflavin miktarının besinlerde sınırlanması, riboflavin eksikliğine neden olabilmektedir. Diyetle yetersiz alımın yanı sıra, gastrointestinal sistem hastalıkları (enfeksiyonlar, laktoz intoleransı, çölyak hastalığı, tropikal sprue, ince bağırsağın rezeksiyonu gibi) ve genetik hasarlar da ariboflavinosize sebebiyet verebilir. B₂ vitamininin gıdayla alımında ve suplementasyonunda bağırsaklardan sınırlı emilim olması, fazlasının idrarla atımı sebebiyle toksik etki bildirilmemiştir (FAO, 2001; National Institutes of Health (NIH), 2021).

2.3.4. Riboflavinin Emilimi, Taşınması, Atımı, Metabolizması

Besinlerde bulunan flavin mono nükleotit (FMN), flavin adenin dinükleotit (FAD) ve serbest riboflavin, incebağırsaklarda proksimal jejunumdan aktif taşıma ile emilirler (Mercanlıgil, 1997). FAD ve FMN proteine bağlı şekildedir. Emilimin gerçekleşmesi

için FAD formu, ince bağırsakta “FAD profosfaz enzimi” ile FMN’ye dönüşür. Ardından “FMN fosfataz enzimi” ile FMN bağlı olduğu proteinden ayrılarak serbest hale geçer. Serbest halde vücuda alınan riboflavin ise aktif taşıma ile incebağırsak mukozasına geçer, “fosfokinaz enzimi” ile ATP ve FMN’ye dönüşür. Portal dolaşıma FMN ve serbest riboflavin olarak katılırlar. Plazmada bu yapıların bir kısmı globülin, albümin ve fibrinojene bağlı olarak taşınırlar. Hücrelere ve dokulara serbest formda giren riboflavinin %60-95’i FMN’ye, kalan kısmı FAD’a çevrilir. FAD ve FMN oluşumu tiroid hormonu tarafından “riboflavin flavokinaz enziminin” aktivasyonu ile sağlanmaktadır. Kan plazmasındaki riboflavin düzeyi 2,5-4,0 µg/100 ml’dir. En fazla buldukları organlar karaciğer, kalp ve böbrektir. Dokuların riboflavin depolama kapasitesi sınırlıdır. Vücutta bulunan depolar, yetişkinlerde 2-6 haftalık gereksinmeyi karşılayabilir. Atım, idrarla α-D-glukozit ve 10-formil metil flavin formlarında gerçekleşir. Beslenme durumunun saptanmasında plazma riboflavin, idrar riboflavin ve eritrosit glutatyon aktivitesi göstergedir. İdrarla 24 saatlik riboflavin atım miktarının 40-70 µg düzeyinde olması ve eritrositlerde 8 µg/100ml düzeyine düşmesi sonucunda klinik yetersizlik belirtileri görülür (Aksoy, 2014; Baysal, 2014; Baysal vd., 2016).

2.3.5. Riboflavinin İşlevleri

FMN ve FAD koenzim görevi görür ve hücrelerdeki oksidasyon-redüksiyon tepkimelerinde hidrojen taşıyıcısı olarak görev alırlar. Protein ve aminoasit metabolizmasında aminoasit oksidaz enzimi, yağ metabolizmasında asil CoA dehidrogenaz enzimi, aldehit dehidrogenaz enzimleri ve birçok metabolik olay için gereklidir. Karbonhidrat metabolizmasında krebs döngüsünde suksinik asidin fumarik aside dönüşmesinde, homosistein metabolizmasında, demirin emiliminde ve taşınmasında, görme işlevinde ve deri sağlığının korunmasında rol alır. B₆ vitamini ve folat metabolizmasında da görev almaktadır (Baysal, 2014; Bates, 2013).

2.4. Biyoyararlılık ve Biyoerişilebilirlik

İn vivo ortamda besinlerin alınıp gastrointestinal sistemde sindirilip emilmesi sonucu organizmaya alınan besin ögelerinin, dokularda ve hücrelerde kullanılma miktarı o besinin biyoyararlılığı olarak ifade edilmektedir (Aksoy, 2007).

Biyoerişilebilirlik, *in vitro* ortamda hazırlanan gastrointestinal sistem modelinde besinlerin katı matrisinden açığa çıkan ve *in vitro* sindirim uygulandıktan sonra geriye kalan besin ögelerinin, gıdada başlangıçta bulunan miktara oranı olarak ifade edilir. Araştırmalar, biyoerişilebilirlik ve biyoyararlılığın korelasyon gösterdiğini ortaya koymuştur. *İn vivo* ortamda etik, zaman ve maliyet açısından çalışma zorlukları, *in vitro* ortamda daha kısa sürede daha fazla örnekle çalışılabilmesi biyoerişilebilirlik analizlerinin daha fazla tercih edilmesini sağlamıştır (Horasan Sağbasan, 2015).

Gıdaların hazırlanması, pişirilmesi, depolanması gibi durumlar besinlerdeki bileşenlerin biyoyararlılığını arttırabilir veya azaltabilir. Genellikle pişirme ve gıda işleme proseslerinde ısı, ışık, pH, oksijen, diğer bileşiklerle etkileşimler sebebiyle gıdalarda besin ögesi kayıpları olur. Tiamin, folat ve C vitamini gibi suda çözünen vitaminlerde kayıplar fazla olmaktadır. Stabilitelerinin düşük olması sebebiyle vitaminin yapısı bozulmakta ve bu durum biyoyararlılığı azaltmaktadır. Beslenme ve diyet açısından günlük gereksinimlerin karşılanması hususunda besin ögesi kayıpları önem taşımaktadır. (Çapanoğlu, 2008; Horasan Sağbasan, 2015; Yaman vd., 2021).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada, riboflavin yüklü nanoliflerin üretimi gerçekleştirilmiştir. Gıda numuneleri üzerinde yapılan tüm analizler, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Gıda örnekleri olarak fileto haline getirilmiş tavuk göğsü ve jumbo karides olarak bilinen Yeşil Kaplan Karidesi (*Penaeus semisulcatus*) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan tavuk ve karides İstanbul'da bulunan büyük market zincirlerinden temin edilmiştir.

Deneysel çalışmalarda kullanılan kimyasallardan polivinil alkol (PVA), riboflavin ($C_{17}H_{20}N_4O_6$), sodyum klorür (NaCl), ürik asit ($C_5H_4N_4O_3$), üre (CH_4N_2O), hidroklorik asit (HCl), potasyum klorür (KCl), kalsiyum klorür dihidrat ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$), kalsiyum klorür monohidrat ($CaCl_2 \cdot H_2O$), sodyum bikarbonat ($NaHCO_3$), pepsin, musin, sığır serum albümini, safra, lipaz, alfa-amilaz (*Aspergillus oryzae*'den elde edilen, 1,9 U/mg), orto fosforik asit (H_3PO_4), HPLC kalite metanol (CH_3OH), asit fosfataz (patatesten elde edilen, 0,5-0,3 U/mg), taka-diastraz (*Aspergillus oryzae*'den elde edilen, 100 U/mg), klara-diastraz (mixture of enzyme, ≥ 35 U/mg), papain (*carrica papaya*, 3,10 U/mg) Sigma Aldrich (St. Louis, MO, ABD) firmasından temin edilmiştir. Sodyum hidroksit (NaOH) Fluka Analytical (Germany), sodyum asetat (CH_3COONa) Isolab Laborgeräte GmbH (Germany) firmasından temin edilmiştir. Kimyasal analizlerde tüm kimyasallar analitik saflıkta kullanılmıştır.

Deneysel çalışmalarda uygulanan metotlar aşağıda anlatılmıştır.

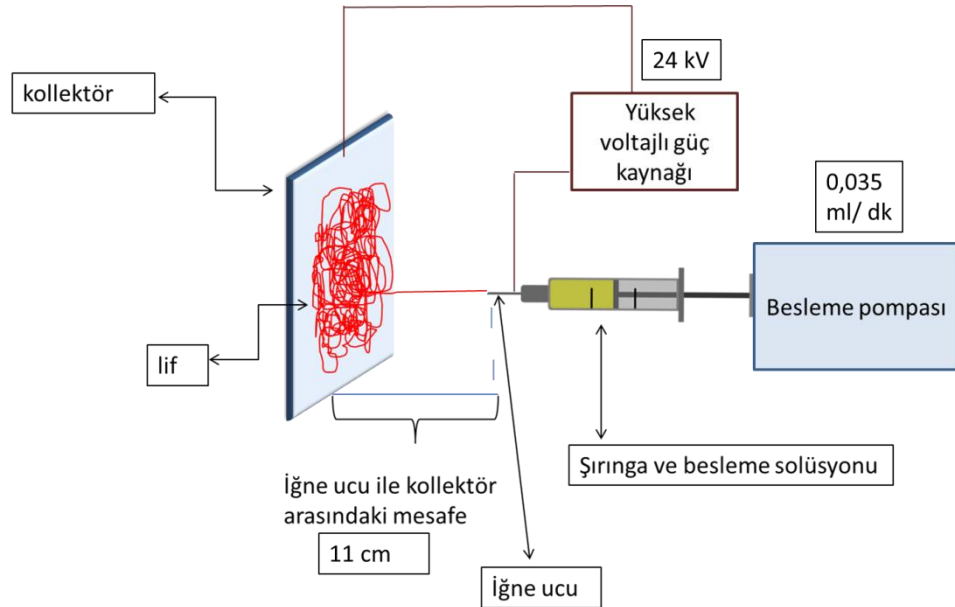
3.2. Nanolif Üretimi

3.2.1. Elektrodöndürme Solüsyonunun Hazırlanması

10 g PVA 100 ml saf suda 80 °C’de 180 dk çözüldürülmüştür. 0,4 g riboflavin tartılarak üzerine 10 ml %10’luk PVA eklenmiştir. Karıştırılıp hazırlanan solüsyon plastik bir şırıngaya aktarıldıktan sonra, şırınga pompa ünitesine yerleştirilmiştir.

3.2.2. Elektrodöndürme Prosesi

Nanoliflerin üretiminde Fytronix ESP-900 Elektrodöndürme Cihazı (Elazığ-Türkiye) ile birlikte yüksek voltaj ünitesi, şırınga pompa ünitesi ve düz kollektör kullanılmıştır. Hazırlanan elektrodöndürme solüsyonu, şırınga pompa ünitesine yerleştirilmiştir. Yüksek voltaj ünitesinde 24 kV gerilim ayarlanıp uygulanmıştır. Besleme hızı 0,035 ml/dk olarak belirlenmiştir. İğne ucu ve düz kollektör arasındaki mesafe 11 cm olarak ayarlanmıştır. Elektrodöndürme prosesinin ardından riboflavin yüklü nanolifler üretilmiştir. Şekil 3.1’de riboflavin yüklü PVA tabanlı nanoliflerin üretim parametreleri verilmiştir. Şekil 3-2’de elektrodöndürme cihazında nanoliflerin üretim aşaması ve Şekil 3.3’te elde edilen nanolifler verilmiştir.



Şekil 3.1: Elektrodöndürme Prosesinin Şeması



Şekil 3.2: Lif Üretiminin Gerçekleştirildiği Elektrodöndürme Cihazı



Şekil 3.3: Riboflavin Yüklü Nanolif

3.2.3. Nanoliflerin Morfolojik Karakterizasyonu (SEM Analizi)

Tavuk ve karides örneklerinin kaplanması amacıyla üretilen nanoliflerin morfolojileri Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) (Zeiss Supra 50 VP, Oberkochen, Almanya) ile tespit edilmiştir. 20 kV kullanılarak vakum altında ve 8mm'lik mesafede, SEM cihazı ile 10000, 5000 ve 2500 × büyütme oranları kullanılarak morfolojileri belirlenmiştir.

3.2. Gıda Örneklerinin Nanoliflerle Kaplanması

Soyulmuş haldeki jumbo karidesler ve fileto haline getirilmiş tavuk göğsü, buz içinde termal çantalarda İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Beslenme Laboratuvarına getirilmiştir. Her iki gıda örneği (karides ve tavuk göğsü) için ayrı ayrı kontrol grubu ve lifli grup oluşturulmuştur.

Çiğ gıda örnekleri (tavuk ve karides) analitik terazide (Radwag PS 510/C/1) $\pm 0,001$ g hassasiyetle 60'ar g tartılmıştır. Tartılan örnekler, riboflavin yüklü nanoliflerin bulunduğu alüminyum folyolara (lifli grup) ayrı ayrı sarılmıştır. Aynı örneklerden kontrol grubu (lifsiz grup) için 30 g numune tartılarak boş alüminyum folyolara ayrı olarak sarılmıştır. Sarma işleminin ardından tüm numuneler $+4C^{\circ}$ 'de soğuk muhafaza altında bekletilmiştir. İşlemler 5 saatlik, 1 günlük ve 3 günlük bekletme süreleri için yeni numuneler alınarak hazırlanıp işlemler aynı şekilde tekrarlanmıştır. Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6 ve Şekil 3.7'de gıdalara uygulanan işlemler gösterilmiştir.



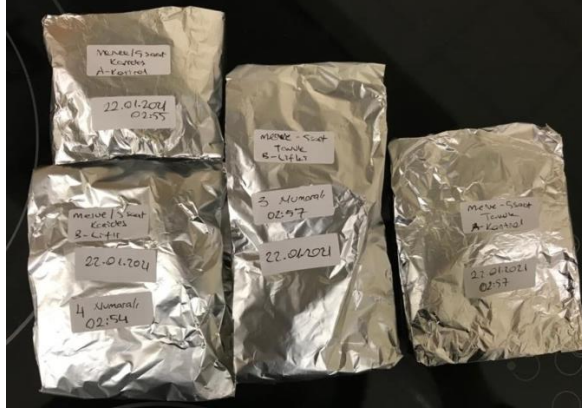
Şekil 3.4: Kontrol Grubu Örneklerinin Tartımı



Şekil 3.5: Lifli Grup Örneklerinin Tartımı



Şekil 3.6: Lifli Grup Numunelerinin Nanolifli Folyo İle Kaplanması



Şekil 3.7: Folyoya Sarılmış Gıda Örnekleri

Bekletme işleminin ardından folyolara sarılı numuneler açılmıştır. Lifli grup ve kontrol grubundan 5'er g tartılarak, 3'er grup olmak üzere toplamda 6 grup oluşturulmuştur. 3 farklı bekletme süreleri (5 saat, 1 gün, 3 gün) için aynı işlem tekrarlanmış ve toplam 36 grup örnek (18 karides + 18 tavuk) hazırlanmıştır. Örnek kodları tablo olarak aşağıda verilmiştir (Tablo 3.1 ve Tablo 3.2).

Tablo 3.1: Karides İçin Kullanılan Kısaltmalar

Bekletme Süresi	Kontrol Grubu			Lifli Grup		
	0KKÇ	0KKP	0KKS	0KLÇ	0KLP	0KLS
5 saat	0KKÇ	0KKP	0KKS	0KLÇ	0KLP	0KLS
1 gün	1KKÇ	1KKP	1KKS	1KLÇ	1KLP	1KLS
3 gün	3KKÇ	3KKP	3KKS	3KLÇ	3KLP	3KLS

Tüm gruplar 5'er g olarak tartılmıştır. KKÇ: Karides, kontrol, çiğ KKP: Karides, kontrol, pişmiş KKS: Karides, kontrol, sindirim KLÇ: Karides, lifli, çiğ KLP: Karides, lifli, pişmiş KLS: Karides, lifli, sindirim

Tablo 3.2: Tavuk İçin Kullanılan Kısaltmalar

Bekletme Süresi	Kontrol Grubu			Lifli Grup		
	0TKÇ	0TKP	0TKS	0TLÇ	0TLP	0TLS
5 saat	0TKÇ	0TKP	0TKS	0TLÇ	0TLP	0TLS
1 gün	1TKÇ	1TKP	1TKS	1TLÇ	1TLP	1TLS
3 gün	3TKÇ	3TKP	3TKS	3TLÇ	3TLP	3TLS

Tüm gruplar 5'er g olarak tartılmıştır. TKÇ: Tavuk, kontrol, çiğ TKP: Tavuk, kontrol, pişmiş TKS: Tavuk, kontrol, sindirim TLÇ: Tavuk, lifli, çiğ TLP: Tavuk, lifli, pişmiş TLS: Tavuk, lifli, sindirim

3.3. Biyoerişilebilirlik Analizleri

İn vitro sindirim, biyoerişilebilirlik ve HPLC metotları için (Yaman, 2019) tarafından kullanılan yöntem uygulanmıştır (Yaman, 2019).

3.3.1. İn Vitro Sindirim Metodu

3.3.1.1. Sindirim Solüsyonlarının Hazırlanması

İn vitro sindirim metodu için ağız, mide, ince bağırsak ve safra solüsyonları hazırlanmıştır.

Ağız ortamı: 1.7 mL NaCl (175.3 g/L), 8 ml üre (25 g/L), 15 g ürik asit, 280 mg α -amilaz ve 25 mg müsin, 500 ml'lik bir erlen deiyonize su ile çözündürülmüştür. Daha sonra hacim deiyonize su ile tamamlanmıştır. pH metre (HANNA HI/2211 pH/ORP Meter) ile pH, yaklaşık 6.8 ± 0.2 olarak ayarlanmıştır. pH istenen değerde değilse, HCl veya NaOH çözeltileri kullanılarak istenilen aralığa getirilmiştir.

Mide ortamı: 6.5 ml HCl (37 g/L), 18 ml CaCl₂.H₂O (22 g/L), 1 g sığır serumu albümini, 2.5 g pepsin ve 3 g musin, 500 ml'lik bir erlen içerisinde deiyonize su ile çözündürülmüştür. Daha sonra, hacim deiyonize su ile 500 ml' ye tamamlanıp pH

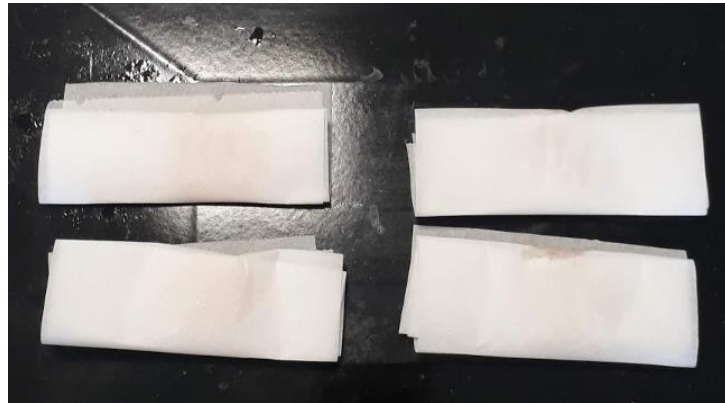
1.5'a (± 0.02) getirilmiştir. pH istenen aralıkta değilse, HCl veya NaOH çözeltileri kullanılarak istenilen aralığa getirilmiştir.

İnce bağırsak ortamı: 6.3 ml KCl (89.6 g/L), 9 ml $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (22.2 g/L), 2 g sığır serum albümini, 1 g pankreatin ve 1.5 g lipaz, deiyonize su ile 500 ml'lik bir erlen içerisinde çözündürülmüştür. Hacim deiyonize su ile 500 ml' ye tamamlanıp pH 8.0 ± 0.2 'e ayarlanmıştır. pH istenilen değerde değilse, HCl veya NaOH çözeltileri kullanılarak istenilen aralığa getirilmiştir.

Safra solüsyonu: 68.3 ml NaHCO_3 (84.7 g/L), 10 ml $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (22.2 g/L), 1.8 g sığır serum albümini ve 30 g safra, 500 ml'lik bir erlende deiyonize su ile çözdürülmüştür. Daha sonra hacim, deiyonize su ile tamamlanıp pH 7.0 ± 0.2 'ye ayarlanmıştır. pH istenen aralıkta değilse, HCl veya NaOH çözeltileri kullanılarak istenilen aralığa getirilmiştir.

3.3.1.2. *İn Vitro* Sindirim Prosedürü

İn vitro sindirim metodu için bekletme işleminin ardından folyolara sarılı numuneler açılmıştır. Lifli gruptan ve kontrol grubundan 5'er g tartılarak, 3'er grup olmak üzere toplamda 6 grup oluşturulmuştur. Lifli gruptan 5 g, kontrol grubundan 5 g tartılan örnekler, pişirme prosesi için hazırlanmıştır. Her örnek ayrı ayrı yağlı kağıtlara sarılarak fırın tepsisine dizilmiştir. Gıda örnekleri 200 C° 'de 5 dk süresince pişirilmiştir. Aynı işlemler tüm bekletme süreleri için her iki gıda örneğinde tekrarlanmıştır. Şekil 3.8 ve 3.9'da uygulanan işlemlerden bazı fotoğraflar verilmiştir.



Şekil 3.8: Fırında Pişirmek İçin Sarılan Örneklerin Bir Kısmı

100 ml'lik erlene, 5'er g tartılan örneklere sıra ile ağız, mide ve ince bağırsak ortamı solüsyonları ilave edilerek *in vitro* ortamda sindirim gerçekleştirilmiştir.

100 ml'lik erlene, 5 g pişmiş gıda örneği konulmuş ve üzerine hazırlanan ağız solüsyonundan 5 ml eklenerek karıştırılmıştır. 30 saniye boyunca vortekslenerek (IKA T18 digital Ultra TURRAX, Germany) homojenize edilmiştir. Bu işlemin ardından erlenler çalkalamalı su banyosunda 37 °C'de 5 dk boyunca inkübe edilmiştir. Ağız ortamında sindirim prosedürü bu aşamadan sonra tamamlanmıştır. Su banyosundan alınan numunelere, mide enzimlerinin çalışması için uygun ortam sağlanması amacıyla HCl eklenerek pH $1,5 \pm 0,02$ olmak üzere ayarlanmıştır. Daha sonra 12 ml mide solüsyonu eklenerek 30 saniye boyunca vorteksle karıştırılmıştır. Karıştırma işleminden sonra çalkalamalı su banyosunda 37 °C'de 2 saat süresince tekrar inkübe edilmiştir. Bu işlemlerin ardından mide ortamında sindirim prosedürü tamamlanmıştır. İncebağırsak ortamı için uygun koşulların sağlanması amacıyla pH $7,0 \pm 0,2$ olmak üzere ayarlanmış ve karışıma 10 ml ince bağırsak solüsyonu ile 5 ml safra solüsyonu eklenmiştir. Numuneler tekrardan çalkalamalı su banyosunda 37 °C'de 2 saat süresince inkübe edilmiştir. Sindirim işlemi tamamlandıktan sonra son hacim, 50 ml'ye deiyonize su ile tamamlanarak seyreltilmiştir. Daha sonra numuneler 8000 rpm'de 10 dk boyunca santrifüj (Hitachi CR22N, Japan) edilmiştir.



Şekil 3.9: Gıda Numuneleri

3.3.2. HPLC Yöntemi ile B₂ Vitamini (Riboflavin) Tayini

3.3.2.1. Çözeltilerin Hazırlanması

Hazırlanan çözeltiler süzme cihazından süzülüp, ultrasonik su banyosunda (Selecta ultrasons H-D) gazı alınarak kullanılmıştır.

Hidroklorik Asit Çözeltisi (0,1 N): 8,28 ml hidroklorik asit 1000 ml'lik balon jöjeye konulmuş ve hacim deiyonize su ile 1 L'ye tamamlanmıştır.

Sodyum Asetat Çözeltisi (2,5 M): 20,51 g sodyum asetat tartılmış ve hacmi deiyonize su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

Standart Riboflavin Stok Çözeltisi (100 µg/ml): 100 ml'lik balon jöje içine 10 mg riboflavin standardı tartılmış, bir miktar 0,1 N hidroklorik asit ile çözündürülüp hacim 100 ml'ye tamamlanmıştır.

3.3.2.2. Örneğin Hazırlanması

Homojenize edilmiş 5 g gıda örneği 100 ml'lik erlene tartılmış, üzerine 60 ml 0,1 N hidroklorik asit çözeltisi ilave edilmiştir. Ardından otoklava (Selecta Presoclave-II) konulmuş; 121°C'de 30 dk bekletilmiştir. Örnekler oda sıcaklığına kadar soğutulup, 2,5 M'lık sodyum asetat çözeltisi kullanılarak pH 4,5'e ayarlanmıştır. Örneğin üzerine 100 mg taka-diastaz, 100 mg klara-diastaz, 50 mg papain, 20 mg alfa-amilaz, 5 mg asit fosfataz enzimleri eklenmiş ve çalkalamalı su banyosunda 45°C'de 3 saat süreyle inkübe edilmiştir. Süre sonunda gıda örneği oda sıcaklığına gelene kadar soğutulmuş ve hacim 100 ml'ye 0,1 N hidroklorik asit çözeltisi ile tamamlanmıştır. Daha sonra örnek filtre kâğıdından süzölmüş, 0,45 µm membran filtreden geçirilip viallere alınmış ve HPLC sistemine aktarılmıştır.

3.3.2.3. HPLC Koşulları

Gıda numunelerinde bulunan riboflavin miktarı analizinde Shimadzu, LC-2040C 3D (Kyoto, Japonya) HPLC sistemi ile floresans dedektör kullanılarak belirlenmiştir. Floresans dedektörde emisyon 525 nm, eksitasyon 445 nm dalga boyunda analiz yapılmıştır. Kromotografik ayırım, analitik ters fazlı kolon Agilent, Eclipse XCD-C18, 5 µm, 4,6x150 mm (Ca, USA) ile gerçekleştirilmiştir. Kolon sıcaklığı 25 °C', akış hızı

1 ml/dk olarak ayarlanmıştır. Mobil faz deiyonize su ve HPLC saflıkta metanolden oluşmaktadır: Su: metanol (75:25, v/v). Kromatografik ayırım 20 dk'da gerçekleştirilmiştir. HPLC çalışma koşulları tablo 3.3'te sunulmuştur.

Tablo 3.3: HPLC Koşulları

Mobil faz	Su: Metanol (75:25)
Dedektör	Floresans
Dalga Boyu	Eksitasyon: 445 nm Emisyon: 525 nm
Enjeksiyon Hacmi	20 µl
Akış Hızı	1 ml/dakika
Analiz Süresi	20 dakika

3.3.3. Biyoerişilebilirliğin Hesaplanması

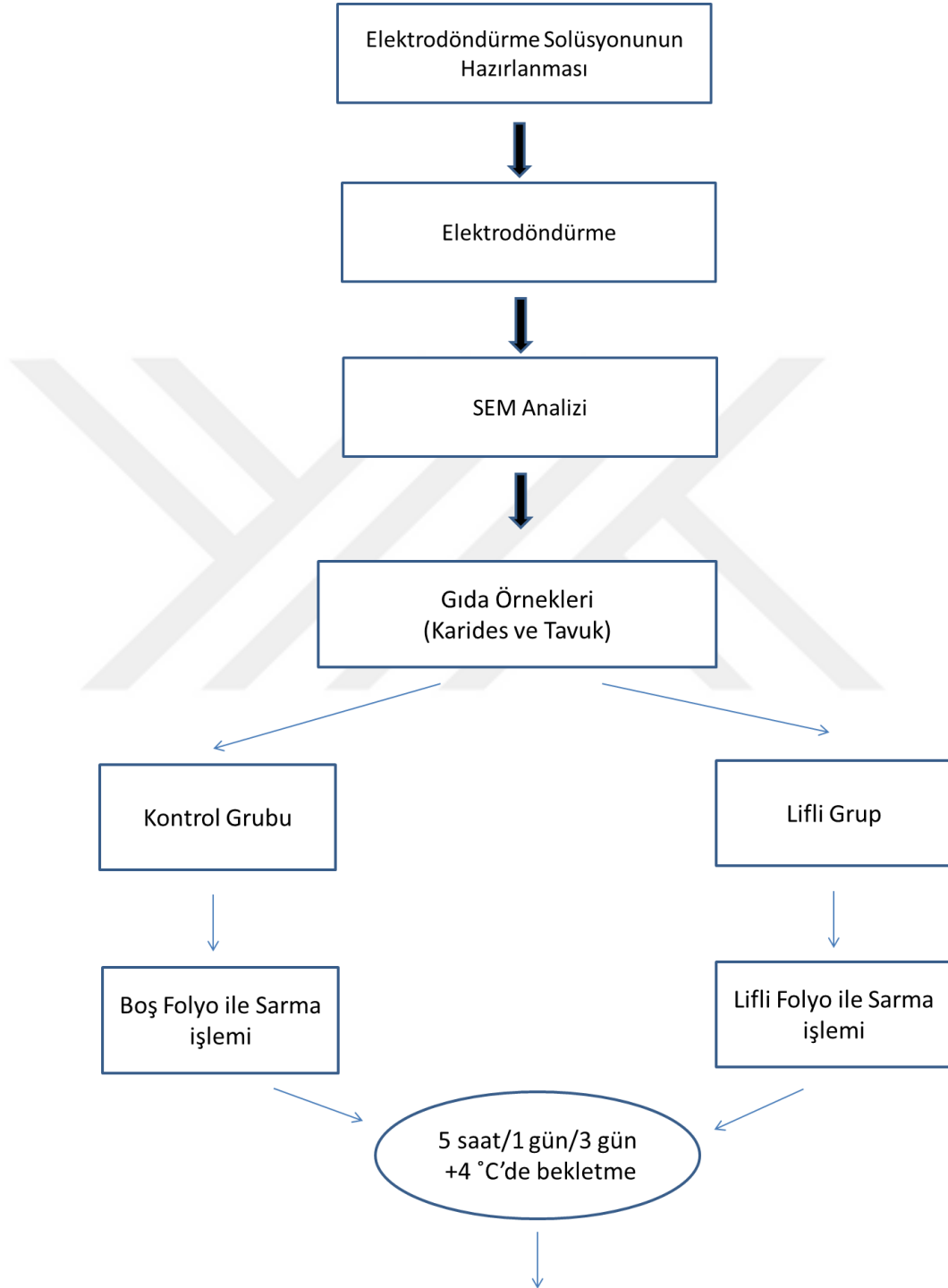
Biyoerişilebilirliğin hesaplanmasında HPLC ile elde edilen sonuçlar kullanılmıştır. *In vitro* sindirim uygulanmış gıda örneğinin riboflavin miktarının, pişmiş gıda örneğinin riboflavin miktarına oranı elde edilmiştir ve yüzdesi hesaplanmıştır. 5 saat, 1 gün ve 3 gün bekletme uygulanan karides ve tavuk örneklerinin her biri için biyoerişilebilirlik yüzdesi hesaplanmıştır. Biyoerişilebilirliğin hesabı formül olarak aşağıda verilmiştir. (1).

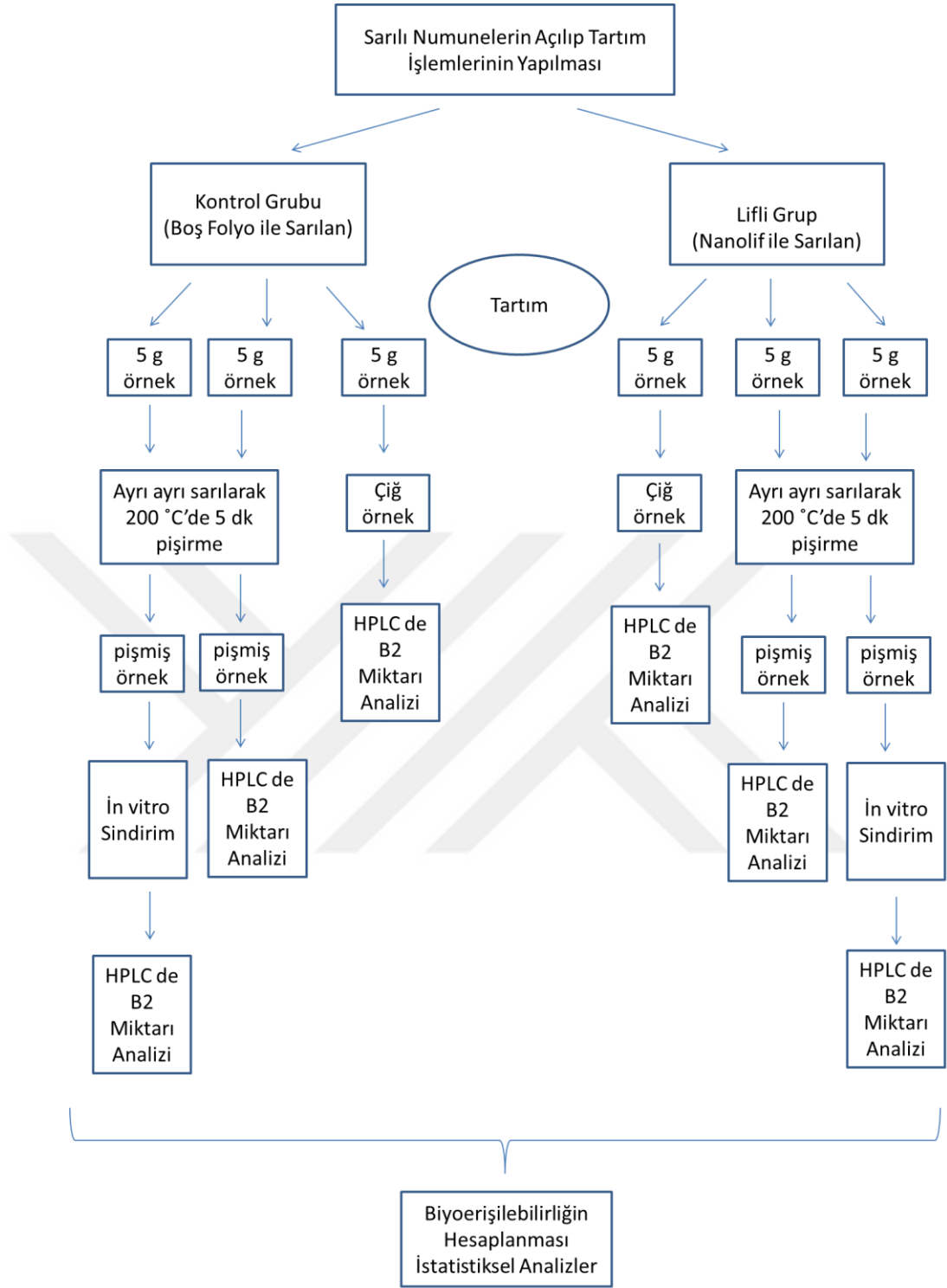
$$\text{biyoerişilebilirlik \%} = \frac{\text{in vitro sindirim uygulandıktan sonra geriye kalan besin öğeleri miktarı}}{\text{gıdada başlangıçta bulunan besin öğesi miktarı}} \times 100 \quad (1)$$

3.4. İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde Minitab Programı 18. versiyon (Minitab Inc., USA 2008) kullanılmıştır. Tüm veriler ortalama±standart sapma olarak belirlenmiş ve ortalamalar arasındaki önem dereceleri Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılarak p<0.05 önem seviyesinde değerlendirilmiştir.

Çalışmada uygulanan prosesler Şekil 3.10.'da şema olarak verilmiştir.





Şekil 3.10: Özet Şema

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Elektrodöndürme Yönteminin Optimizasyonu

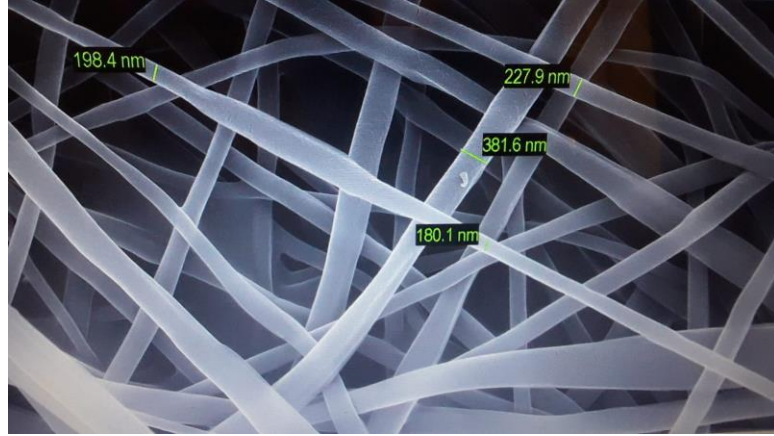
Elektrodöndürme yönteminin optimizasyonu için farklı parametreler (farklı akış hızı, kollektör ve iğne ucu arasındaki mesafe, farklı çapa sahip iğne uçları, gerilim) denenmiştir. Denemeler sonucunda riboflavin yüklü nanolif üretebilmek için en uygun optimizasyon parametreleri: Akış hızı 0,035 ml/dk, iğne ucu ve kollektör arası mesafe 11 cm, gerilim 24 kV olarak bulunmuştur.

4.2. Nanoliflerin Karakterizasyon Analizi

Tavuk ve karidesin kaplanması amacıyla üretilen nanoliflerin karakterizasyon analizleri Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile gerçekleştirilmiştir. Riboflavin yüklenen nanoliflerde boncuksu bir yapı görülmemektedir. Düz silindirik nanolifler elde edildiği ortaya konulmuştur. Elde edilen nanoliflerin SEM görüntüleri Şekil 4.1’de verilmiştir.



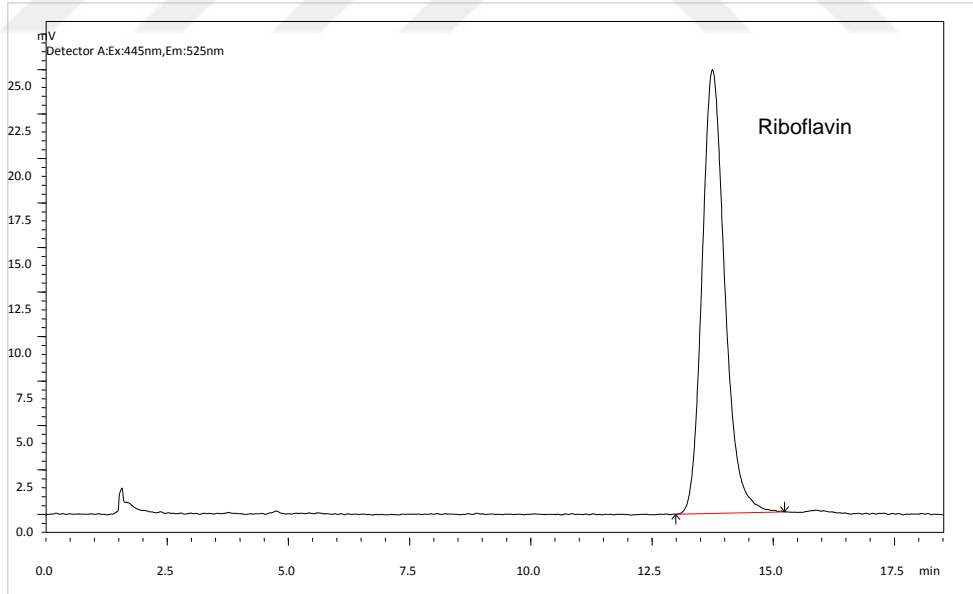
Şekil 4.1: Nanoliflerin SEM Görüntüleri



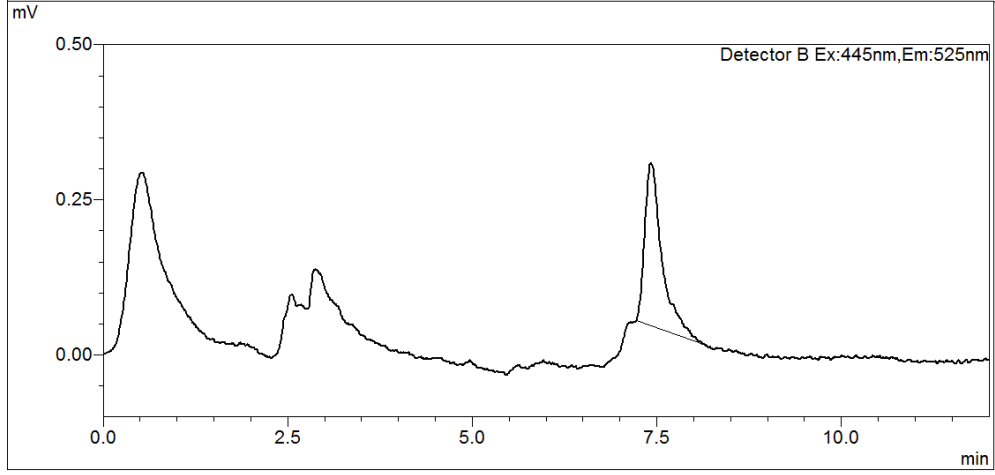
Şekil 4.2: Nanoliflerin Çapları

4.3. HPLC Metoduyla Riboflavin Miktarı Analizi

Riboflavin miktarları, elde edilen kromatogramda riboflavinin yaptığı pikin alanının hesaplanması ile bulunmuştur. Şekil 4.3'te örneklerden elde edilen kromatogram verilmiştir.



Şekil 4.3: Riboflavin Standardı HPLC Kromatogramı



Şekil 4.4: Numunelerdeki Riboflavin Kromatogramı

4.3.1. Karides İçin Bulgular

Farklı bekletme sürelerine göre gruplandırılan karides örneklerinde (çiğ, pişmiş ve *in vitro* sindirim sonrası) HPLC’de analiz edilen riboflavin miktarları Tablo 4.1’ de verilmiştir.

Çiğ karideste yapılan riboflavin miktarı analizi sonucunda; kontrol grubunda (lifsiz grup) 0 gün (5 saat bekletilen) örnekte 34 ± 1 $\mu\text{g}/100$ g, 1 gün bekletilen örnekte 33 ± 1 $\mu\text{g}/100$ g, 3 gün bekletilen örnekte 28 ± 1 $\mu\text{g}/100$ g riboflavin hesaplanmıştır (Tablo 4.1).

Çiğ karideste yapılan riboflavin miktarı analizi sonucunda; lifli grupta 0 gün (5 saat bekletilen) örnekte 46 ± 2 $\mu\text{g}/100$ g, 1 gün bekletilen örnekte 51 ± 2 $\mu\text{g}/100$ g, 3 gün bekletilen örnekte 57 ± 2 $\mu\text{g}/100$ g riboflavin hesaplanmıştır (Tablo 4.1).

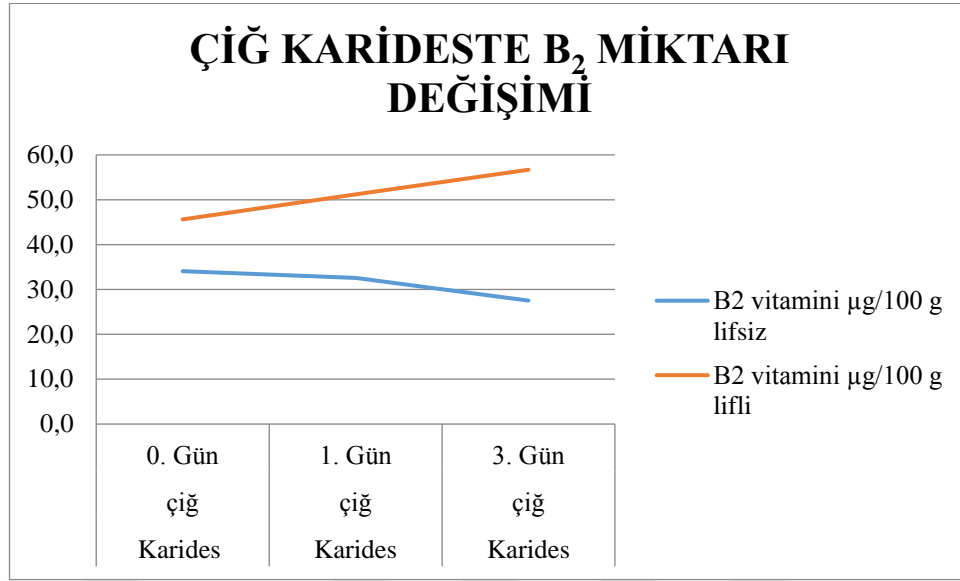
Tablo 4.1: Karides Örneklerinde Riboflavin Miktarı

	Bekletme Süresi (Gün)	Kontrol Grubu (µg/100 g)	Lifli Grup (µg/100 g)
Çiğ	0	34±1 ^{aX}	46±2 ^{bX}
	1	33±1 ^{aY}	51±2 ^{bY}
	3	28±1 ^{aZ}	57±2 ^{bZ}
Pişmiş	0	42±2 ^{aX}	37±1 ^{bX}
	1	43±2 ^{aX}	38±2 ^{bX}
	3	30±1 ^{aY}	39±2 ^{bX}
Sindirim	0	35±1 ^{aX}	30±1 ^{bX}
	1	31±1 ^{aY}	32±1 ^{aX}
	3	24±1 ^{aZ}	34±1 ^{bX}

^{a,b,c} yatay ekseninde ayrı ayrı çiğ, pişmiş, sindirim parametreleri için istatistiksel önem farkını gösterir. X, Y, Z dikey ekseninde kendi içindeki çiğ, pişmiş ve sindirim parametrelerindeki istatistiksel farkı ortaya koyar. (p<0.05)

Farklı sürelerde bekletilen (0 gün, 1 gün, 3 gün) çiğ karides örneklerinin lifli ve kontrol gruplarında riboflavin miktarının değişimi, Şekil 4-5'te grafik olarak verilmiştir. Sonuçlara göre başlangıçta kontrol grubu (lifsiz), lifli gruba göre daha az riboflavin içermektedir. Aynı bekletme sürelerindeki numuneler göz önüne alındığında, lifli grupta B₂ vitamini miktarının kontrol grubuna göre fazla olması, nanoliflerde bulunan riboflavinin karidese nüfuz ettiğini göstermektedir.

Kontrol grubundaki riboflavin miktarının bekletme süresine bağlı olarak azaldığı, dolayısıyla vitamin stabilitesinin bozulduğu görülmektedir. Lifli grupta bekletme süresine bağlı olarak riboflavin konsantrasyonu artmıştır. Bunun sebebi, riboflavin yüklü nanoliflerin etle temas süresinin artması ve bu sebeple ete riboflavin geçişinin daha fazla olması olarak açıklanabilir. Lifli grubun tüm bekletme süreleri için riboflavin miktarı, kontrol grubundan fazla seyretmektedir. Lifli grupta, riboflavin stabilitesinin kontrol grubuna göre daha fazla korunduğu ortaya konulmuştur (Şekil 4.5). Şekil 4.5'te çiğ karides örneklerinde bulunan riboflavin miktarının değişimi sunulmuştur.

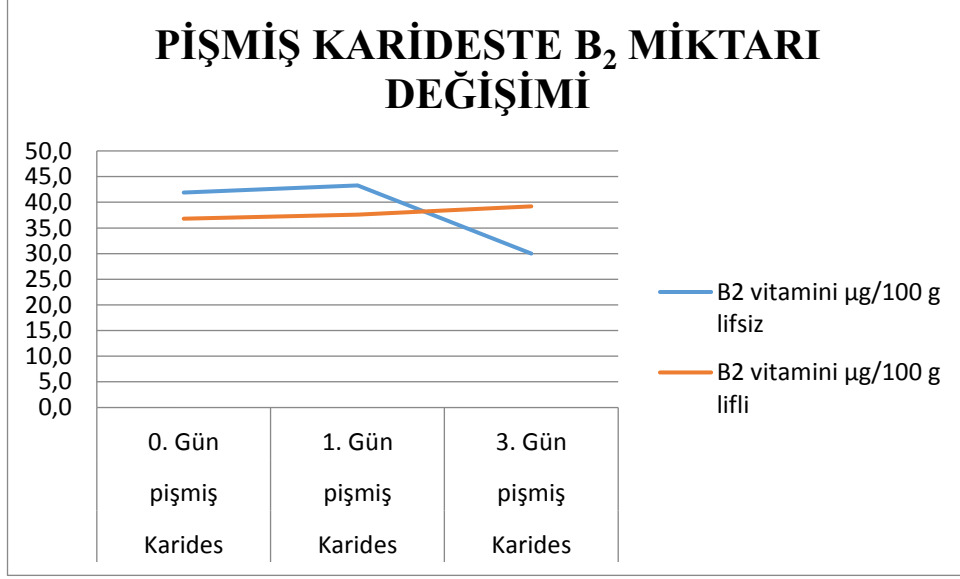


Şekil 4.5: Çığ Karideste B₂ Miktarı Değişimi

Pişmiş karideste yapılan riboflavin miktarı analizi sonucunda; kontrol grubunda (lifsiz grup) 0 gün (5 saat bekletilen) örnekte 42 ± 2 $\mu\text{g}/100$ g, 1 gün bekletilen örnekte 43 ± 2 $\mu\text{g}/100$ g, 3 gün bekletilen örnekte 30 ± 1 $\mu\text{g}/100$ g riboflavin bulunmuştur (Tablo 4.1).

Pişmiş karideste yapılan riboflavin miktarı analizi sonucunda; lifli grupta 0 gün (5 saat bekletilen) örnekte 37 ± 1 $\mu\text{g}/100$ g, 1 gün bekletilen örnekte 38 ± 2 $\mu\text{g}/100$ g, 3 gün bekletilen örnekte 39 ± 2 $\mu\text{g}/100$ g riboflavin tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

Pişmiş karides örneklerinde lifli grup ve kontrol grubu karşılaştırıldığında lifli grupta riboflavin miktarı, 0 gün ve 1 gün için kontrol grubuna göre daha az bulunmuştur. 3. Gündeki kontrol grubu örneğinde riboflavin stabilitesi azalmıştır. 3. Gündeki kontrol örneğindeki B₂ miktarının, 3. gündeki lifli örnekte hesaplanan riboflavin miktarının altına düştüğü görülmüştür. Bekletme süresi arttıkça lifli grupta kontrol grubuna göre riboflavin stabilitesi daha iyi korunmuştur (Şekil 4.6). Şekil 4-6'da pişmiş karides örneklerinde bulunan riboflavin miktarının değişimi sunulmuştur.

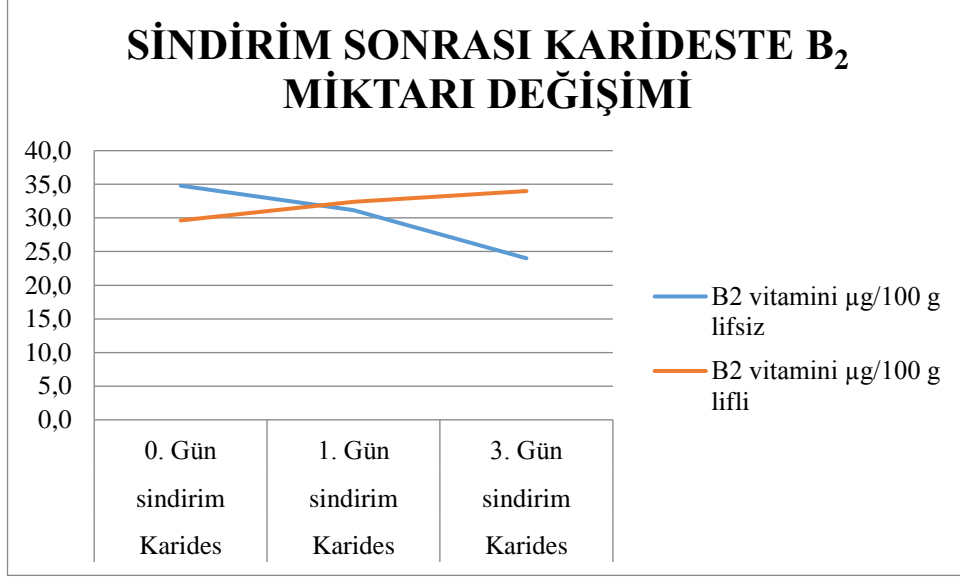


Şekil 4.6: Pişmiş Karideste B₂ Miktarı Değişimi

İn vitro sindirim sonrası karideste yapılan riboflavin miktarı analizi sonucunda; kontrol grubunda (lifestiz grup) 0 gün (5 saat bekletilen) örnekte 35 ± 1 µg/100 g, 1 gün bekletilen örnekte 31 ± 1 µg/100 g, 3 gün bekletilen örnekte 24 ± 1 µg/100 g riboflavin hesaplanmıştır (Tablo 4.1).

İn vitro sindirim sonrası karideste yapılan riboflavin miktarı analizi sonucunda; lifli grupta 0 gün (5 saat bekletilen) örnekte 30 ± 1 µg/100 g, 1 gün bekletilen örnekte 32 ± 1 µg/100 g, 3 gün bekletilen örnekte 34 ± 1 µg/100 g riboflavin hesaplanmıştır (Tablo 4.1).

İn vitro sindirim uygulandıktan sonra analiz grubu ve kontrol grubundaki riboflavin miktarının değişimi Şekil 4.7’de sunulmuştur. Bekletme süresinin artmasıyla lifli grupta vitamin stabilitesi korunurken, kontrol grubunda vitamin stabilitesi bozulmuştur.



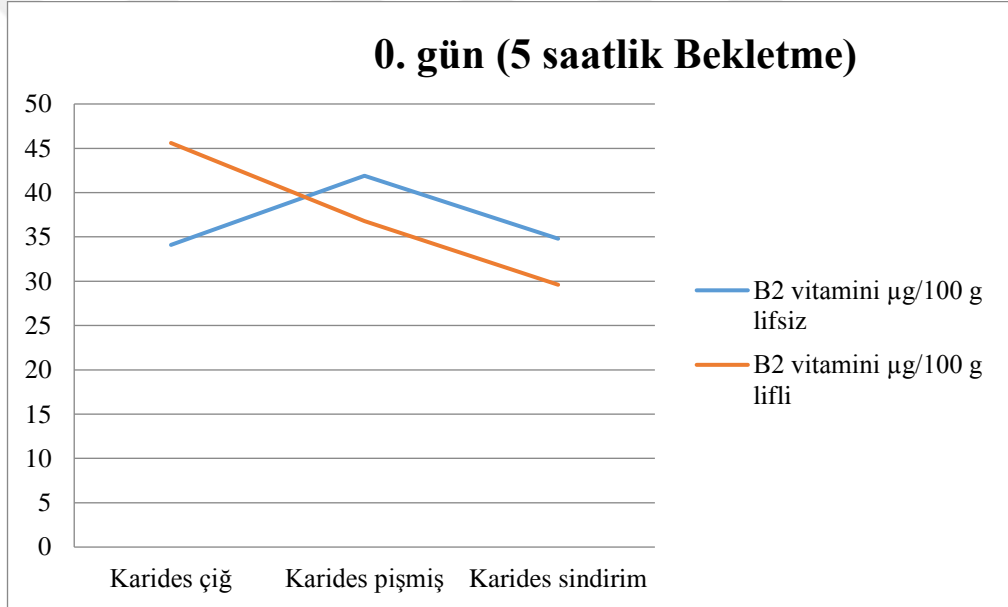
Şekil 4.7: Sindirim Sonrası Karideste B₂ Miktarı Değişimi

Karides örnekleri bekletme sürelerine göre kendi içinde karşılaştırıldığında benzer grafikler ortaya çıkmıştır. Lif içermeye kontrol gruplarında (tüm bekletme sürelerine göre) 5 saatlik süreden 1 günlük süreye geçişte artış görülmektedir. Grafikler incelendiğinde pişirme ve sindirim sonrası riboflavin stabilitesi ve konsantrasyonu azalmıştır. 3. günde lifli grubun vitamin stabilitesinin, kontrol grubuna göre daha fazla olduğu görülmektedir (Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10).

Lifli grupta pişirme ve sindirimin etkisiyle çiğ örneğe göre B₂ miktarının azaldığı, bu azalışın kontrol grubundan daha fazla olduğu görülmüştür (Şekil 4-8, Şekil 4-9, Şekil 4-10). Riboflavin gıdalarda serbest formda, çoğunlukla FAD ve FMN formlarında proteine bağlı olarak bulunmaktadır (Yaman, 2019). Çiğ örnekler incelendiğinde lifli grubun B₂ miktarı kontrol örneğinden fazla bulunmuştur. Bunu sebebi nanoliflere yüklenen serbest riboflavin formunun ete nüfuz etmesidir. Pişirme ve sindirimin etkisiyle riboflavinin stabilitesinin azaldığı lifli örnekte görülmektedir. Çiğ kontrol örneklerinde pişirmenin etkisiyle riboflavin miktarında artış görülmüştür. Bunun sebebinin, gıdalarda proteine kovalent olmayan bağlarla bağlı olarak bulunan riboflavin formlarının sıcaklık etkisiyle serbest hale geçmesi olarak yorumlanabilir (Yaman vd., 2021). Kovalent olmayan bağlardan ayrılarak açığa çıkan riboflavin formları, HPLC’de saptanan toplam riboflavin miktarına, bir artış olarak yansımıştır.

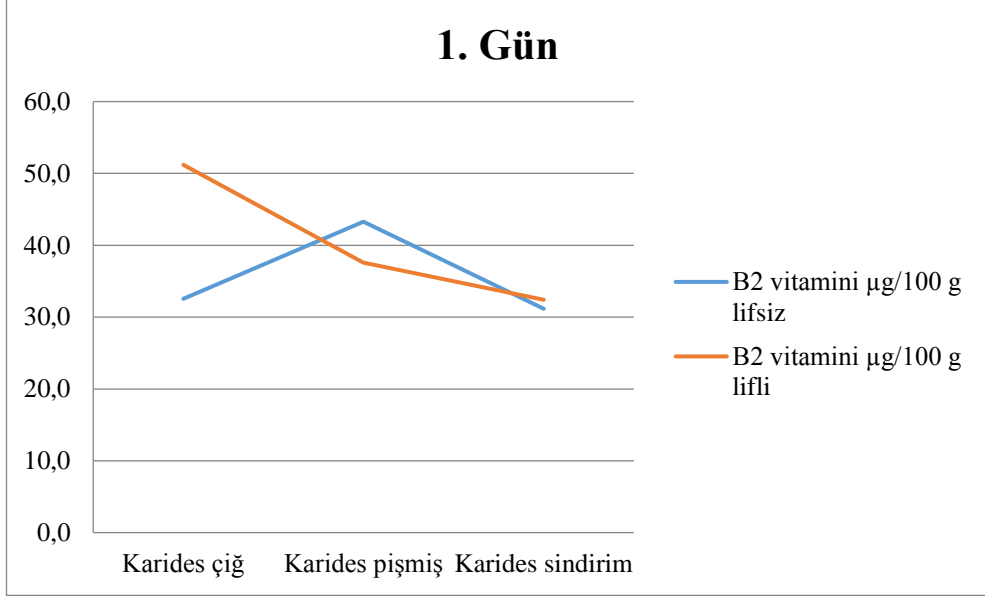
In vitro sindirim işleminin ardından B₂ miktarında, tüm grafiklerde azalma olduğu görülmektedir (Şekil 4-8, Şekil 4-9, Şekil 4-10). Riboflavin, pH 2 ve pH 5 arasında, 121 °C'ye kadar olan sıcaklıklarda stabilitesini koruyan bir vitamindir (Yaman vd., 2021). Gıda örneklerine uygulanan pişirme sıcaklığı 200 °C'ydi. Bununla birlikte sindirim uygulamasında incebağırsak ortamının pH'sı alkali bir ortamdı. Tüm bunlar, sindirim işleminin ardından tüm numunelerdeki vitamin stabilitesinin azalış nedenini açıklamaktadır.

Şekil 4.8'de 5 saat boyunca bekletilen karides örneklerinde bulunan riboflavin miktarının değişimi sunulmuştur.



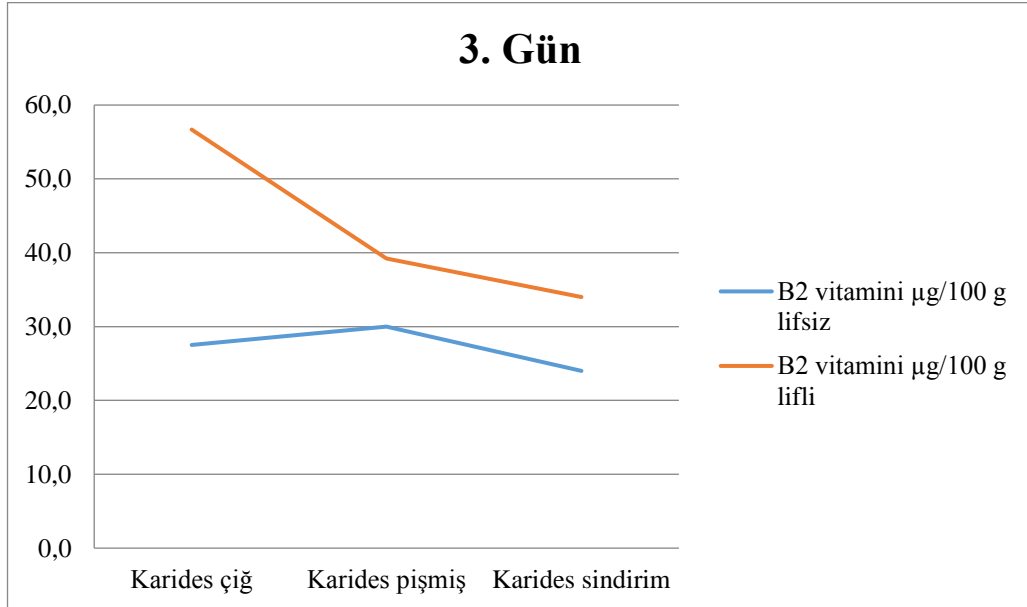
Şekil 4.8: Karides 0. Gün (5 Saatlik Bekletme)

Şekil 4.9'da 1 gün boyunca bekletilen karides örneklerinde bulunan riboflavin miktarının değişimi sunulmuştur.



Şekil 4.9: Karides 1. Gün

Şekil 4.10'da 3 gün boyunca bekletilen karides örneklerinde bulunan riboflavin miktarının değişimi sunulmuştur



Şekil 4.10: Karides 3. Gün

4.3.2. Tavuk İçin Bulgular

Farklı bekletme sürelerine göre gruplandırılan tavuk örneklerinde (çiğ, pişmiş ve *in vitro* sindirim sonrası) HPLC’de analiz edilen riboflavin miktarları Tablo 4.2’ de verilmiştir.

Tablo 4.2. Tavuk Örneklerinde Riboflavin Miktarı

	Bekletme Süresi	Kontrol Grubu (µg/100 g)	Lifli Grup (µg/100 g)
Çiğ	0	206±8 ^{aX}	208±8 ^{aX}
	1	192±8 ^{aY}	235±9 ^{bY}
	3	174±7 ^{aZ}	320±13 ^{bZ}
Pişmiş	0	174±7 ^{aX}	256±10 ^{bX}
	1	189±8 ^{aY}	288±12 ^{bY}
	3	149±6 ^{aZ}	304±12 ^{bZ}
Sindirim	0	150±6 ^{aX}	228±9 ^{bX}
	1	158±6 ^{aY}	260±10 ^{bY}
	3	139±6 ^{aZ}	287±11 ^{bZ}

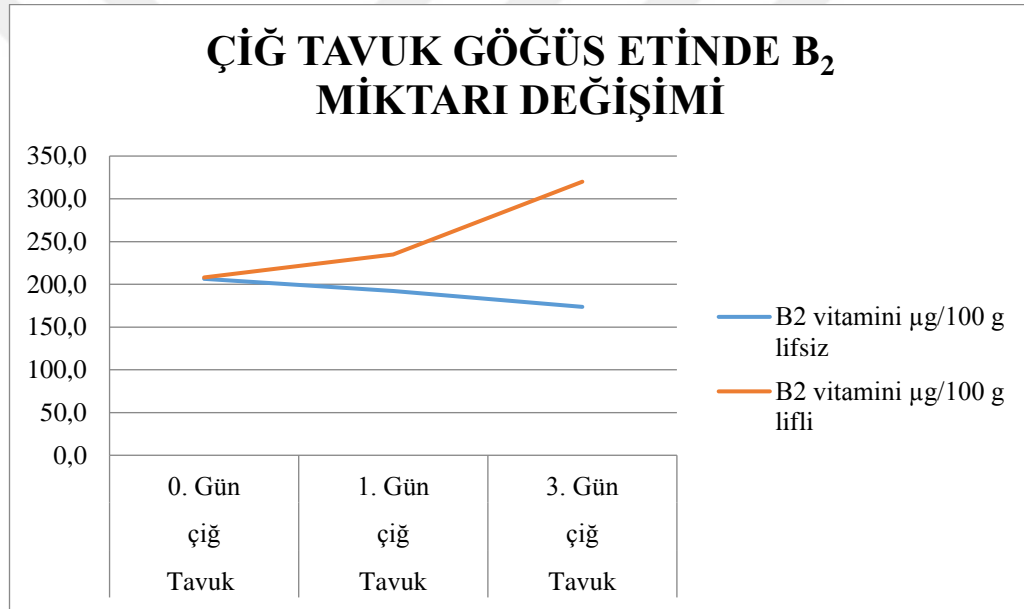
^{a,b,c} yatay ekseninde ayrı ayrı çiğ, pişmiş, sindirim parametreleri için istatistiksel önem farkını gösterir. X, Y, Z dikey ekseninde kendi içindeki çiğ, pişmiş ve sindirim parametrelerindeki istatistiksel farkı ortaya koyar. (p<0.05)

Çiğ tavuk göğüs etinde yapılan riboflavin miktarı analizi sonucunda; kontrol grubunda (lifsiz grup) 0 gün (5 saat bekletilen) örnekte 206±8 µg/100 g, 1 gün bekletilen örnekte 192±8 µg/100 g, 3 gün bekletilen örnekte 174±7 µg/100 g riboflavin hesaplanmıştır (Tablo 4.2).

Çiğ tavuk göğüs etinde yapılan riboflavin miktarı analizi sonucunda; lifli grupta 0 gün (5 saat bekletilen) örnekte 208±8 µg/100 g, 1 gün bekletilen örnekte 235±9 µg/100 g, 3 gün bekletilen örnekte 320±13 µg/100 g riboflavin hesaplanmıştır (Tablo 4.2).

Farklı sürelerde bekletilen (0 gün (5 saat), 1 gün, 3 gün) tavuk örneklerinin lifli grup ve kontrol gruplarının riboflavin miktarı Şekil 4.11 ‘de verilmiştir. Sonuçlara göre

başlangıçta kontrol grubu (lifsiz) ve lifli grup birbirlerine yakın miktarlarda riboflavin içermektedir. Bekletme süresinin artmasıyla kontrol grubunda riboflavin derişimi azalmıştır. Genel olarak grafik incelendiğinde, kontrol grubunun riboflavin miktarı, lifli gruba göre az bulunmuştur. Bunun sonucunda lifle sarma işleminin ette riboflavin konsantrasyonunu arttırmada başarılı olduğu görülmüştür. Bekletme süresi arttıkça, lifli grupta etin lif ile temas süresine bağlı olarak riboflavin miktarı artmıştır. Kontrol grubunda bekletme süresi arttıkça riboflavin miktarının azaldığı, dolayısıyla stabilitenin bozulduğu görülürken; lifli gruptaki gıda numunelerinde riboflavin stabilitesinin korunduğu ortaya konulmuştur. Aşağıda Şekil 4.11’de çiğ tavuk örneklerinde bulunan riboflavin miktarının değişimi sunulmuştur.

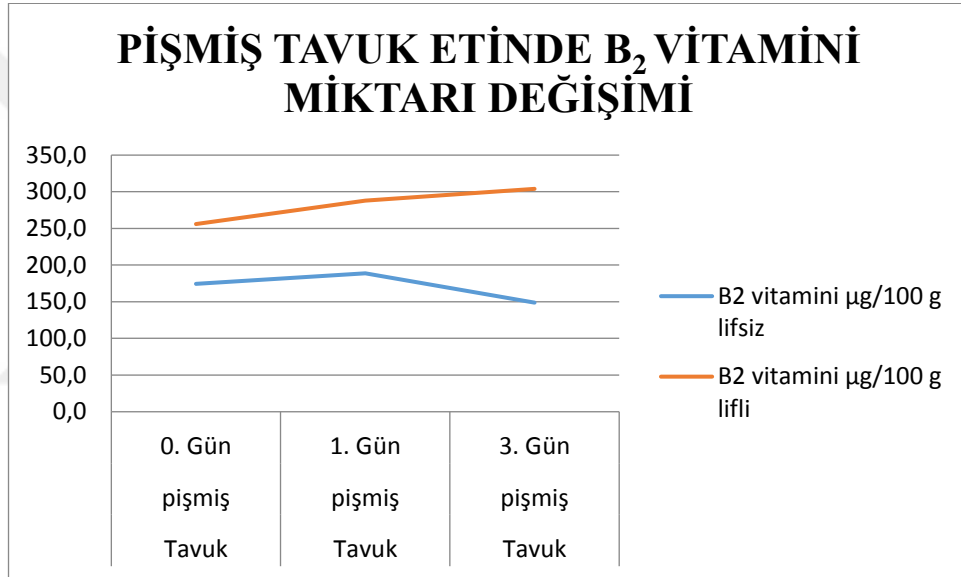


Şekil 4.11: Çiğ Tavuk Göğüs Etinde Riboflavin Miktarı Değişimi

Pişmiş tavuk etinde yapılan riboflavin miktarı analizi sonucunda; kontrol grubunda (lifsiz grup) 0 gün (5 saat bekletilen) örnekte 174 ± 7 µg/100 g, 1 gün bekletilen örnekte 189 ± 8 µg/100 g, 3 gün bekletilen örnekte 149 ± 6 µg/100 g riboflavin hesaplanmıştır (Tablo 4.2).

Pişmiş tavuk etinde yapılan riboflavin miktarı analizi sonucunda; lifli grupta 0 gün (5 saat bekletilen) örnekte $256 \pm 10 \mu\text{g}/100 \text{ g}$, 1 gün bekletilen örnekte $288 \pm 12 \mu\text{g}/100 \text{ g}$, 3 gün bekletilen örnekte $304 \pm 12 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ riboflavin hesaplanmıştır (Tablo 4.2).

Pişmiş tavuk örneklerinde lifli grup ve kontrol grubu karşılaştırıldığında, kontrol grubunda riboflavin miktarı lifli gruba göre daha az bulunmuştur. Bekletme süresi arttıkça analiz grubunda, kontrol grubuna göre vitamin stabilitesi daha iyi korunmuştur. Kontrol grubunda 1. gün den sonra 3. gün bekletme işleminde riboflavin kayıpları artmıştır (Şekil 4.12). Şekil 4.12’de pişmiş tavuk örneklerinde bulunan riboflavin miktarının değişimi sunulmuştur.



Şekil 4.12: Pişmiş Tavuk Göğüs Etinde Riboflavin Miktarı Değişimi

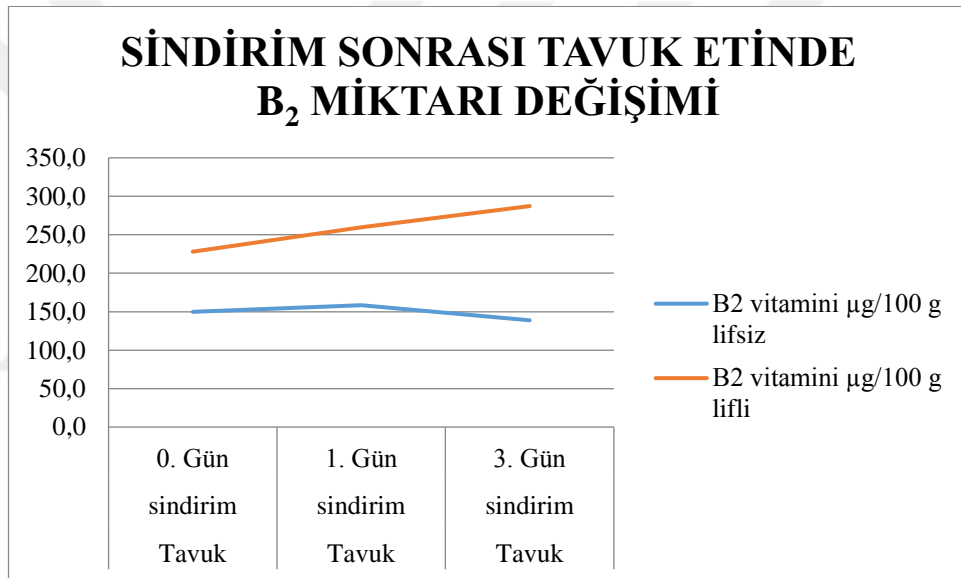
Sindirim sonrası tavuk etinde yapılan riboflavin miktarı analizi sonucunda; kontrol grubunda (lifsiz grup) 0 gün (5 saat bekletilen) örnekte $150 \pm 6 \mu\text{g}/100 \text{ g}$, 1 gün bekletilen örnekte $158 \pm 6 \mu\text{g}/100 \text{ g}$, 3 gün bekletilen örnekte $139 \pm 6 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ riboflavin hesaplanmıştır (Tablo 4.2).

Sindirim sonrası tavuk etinde yapılan riboflavin miktarı analizi sonucunda; lifli grupta 0 gün (5 saat bekletilen) örnekte $228 \pm 9 \mu\text{g}/100 \text{ g}$, 1 gün bekletilen örnekte 260 ± 10

$\mu\text{g}/100\text{ g}$, 3 gün bekletilen örnekte $287\pm 11\ \mu\text{g}/100\text{ g}$ riboflavin hesaplanmıştır (Tablo 4.2).

In vitro sindirim uygulandıktan sonra lifli grup ve kontrol grubundaki riboflavin miktarının değişimi Şekil 4-13'te verilmiştir. Bekletme süresinin artmasıyla lifli grupta vitamin stabilitesi korunurken, kontrol grubunda vitamin stabilitesi 3. günde azalmıştır. Her iki grup için (lifli ve kontrol) grafik incelendiğinde nanolif uygulamasının, riboflavin stabilitesini arttırdığı görülmektedir (Şekil 4.13).

Şekil 4.13'te sindirim prosedürü uygulanmış tavuk örneklerinde bulunan riboflavin miktarı değişimi verilmiştir.

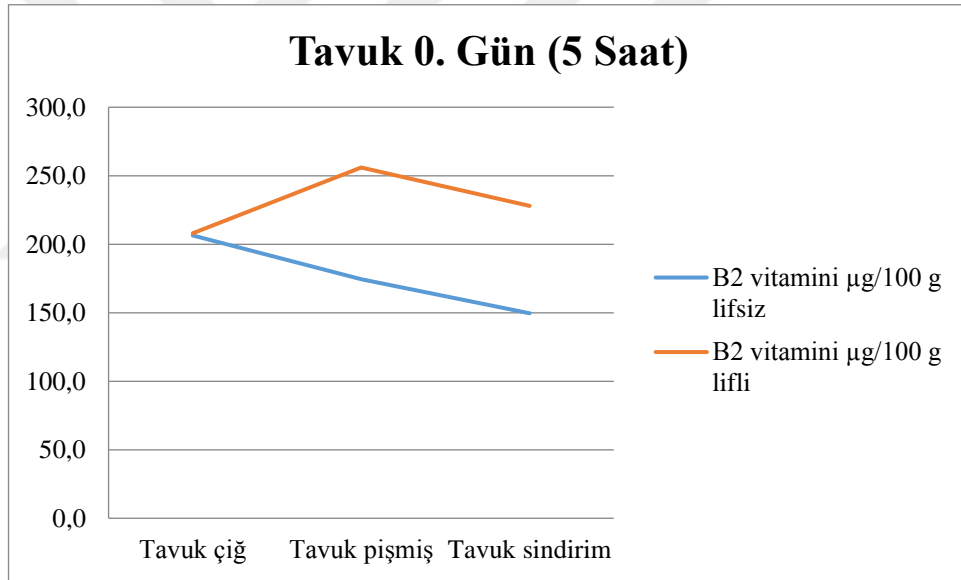


Şekil 4.13: Sindirim Sonrası Tavuk Göğüs Etinde Riboflavin Miktarı Değişimi

Tavuk örnekleri bekletme sürelerine göre kendi içinde karşılaştırıldığında benzer grafikler ortaya çıkmıştır. Lifli grupta 0 gün ve 1 gün için, çiğ ette bulunan vitamin miktarı, pişmiş ette bulunan riboflavin miktarından daha az bulunmuştur. Pişirmede uygulanan sıcaklık etkisiyle bağlarından ayrılan FMN ve FAD gruplarının, bu artışa neden olduğu söylenebilir (Yaman vd., 2021). Çalışmada, gıda örneklerinin hangi riboflavin türünü ne kadar içerdiğine dair bir analiz yapılmadığı için, farklı artış ve azalma oranları görülebilir.

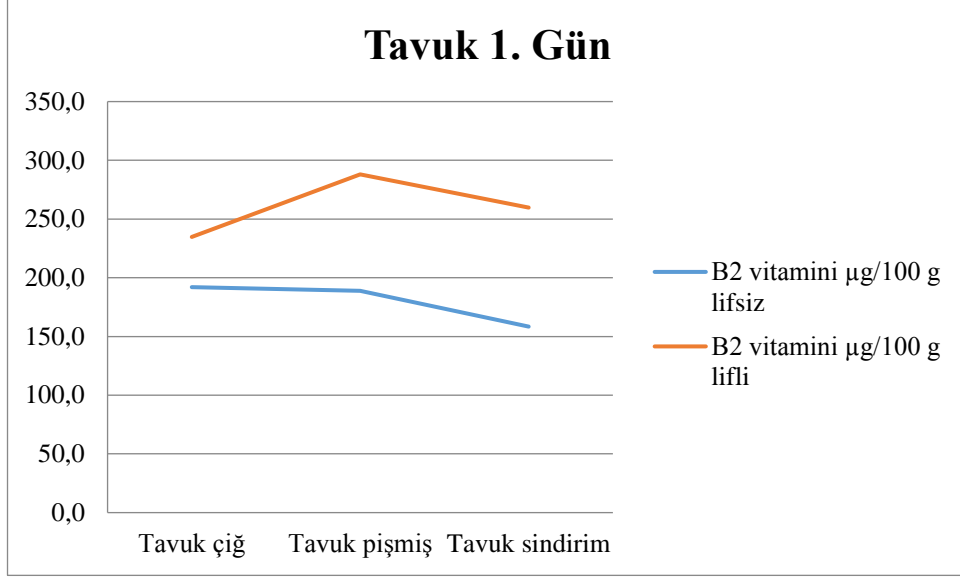
Sindirim etkisiyle tüm bekletme sürelerinde riboflavin miktarının azaldığı görülmüştür (Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16). 3. gün için grafik incelendiğinde analiz grubu ve kontrol grubunun her ikisinde de riboflavin miktarının: çiğ>pişmiş>sindirim olduğu görülmüştür (Şekil 4.16). Tüm bekletme süreleri için grafikler incelendiğinde, çiğ, pişmiş ve sindirime uğramış et numunelerindeki riboflavin miktarı, lifli gruplarda kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar doğrultusunda tavuk numunelerine lif uygulamasının riboflavinin stabilitesini arttırdığı doğrulanmaktadır (Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16).

Şekil 4.14'te 5 saat süresince bekletilen tavuk örneklerinde bulunan riboflavin miktarı değişimi verilmiştir.



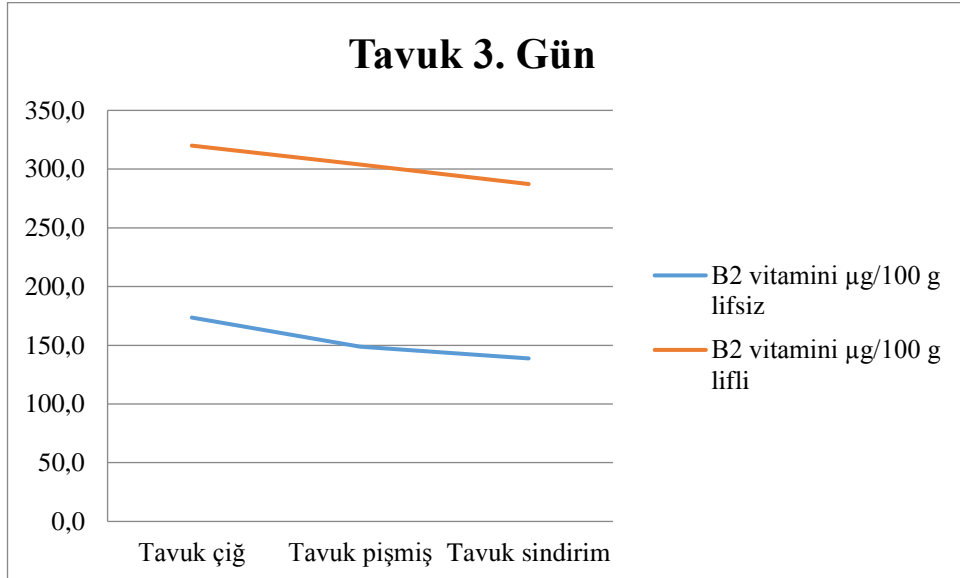
Şekil 4.14: Tavuk 0. Gün

Şekil 4.15'te 1 gün boyunca bekletilen tavuk örneklerinde bulunan riboflavin miktarı değişimi sunulmuştur.



Şekil 4.15: Tavuk 1. Gün

Şekil 4.16’da 3 gün boyunca bekletilen tavuk örneklerinde bulunan riboflavin miktarı değişimi sunulmuştur.



Şekil 4.16: Tavuk 3. Gün

4.3.3. Biyoerişilebilirlik Bulguları

Karideste riboflavin biyoerişilebilirliği; kontrol grubunda (lifsiz grup) 0 gün (5 saat bekletilen) örnekte % 83±3 , 1 gün bekletilen örnekte % 72±3 , 3 gün bekletilen örnekte % 80±3 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.3).

Karideste riboflavin biyoerişilebilirliği; lifli grupta 0 gün (5 saat bekletilen) örnekte % 81±3 , 1 gün bekletilen örnekte % 86±3 , 3 gün bekletilen örnekte % 87±3 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.3).

Tavuk etinde riboflavin biyoerişilebilirliği; kontrol grubunda (lifsiz grup) 0 gün (5 saat bekletilen) örnekte % 86±3 , 1 gün bekletilen örnekte % 84±3 , 3 gün bekletilen örnekte % 93±4 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.3).

Tavuk etinde riboflavin biyoerişilebilirliği; lifli grupta 0 gün (5 saat bekletilen) örnekte % 89±4 , 1 gün bekletilen örnekte % 90±4 , 3 gün bekletilen örnekte % 95±4 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.3).

Tablo 4.3: Gıda Örneklerinin Riboflavin Biyoerişilebilirlikleri

	Bekletme Süresi	Kontrol Grubu (%)	Lifli Grup (%)
Karides	0	83±3 ^{aX}	81±3 ^{aX}
	1	72±3 ^{aY}	86±3 ^{bY}
	3	80±3 ^{aX}	87±3 ^{bY}
Tavuk	0	86±3 ^{aX}	89±4 ^{aX}
	1	84±3 ^{aX}	90±4 ^{bY}
	3	93±4 ^{aY}	95±4 ^{aZ}

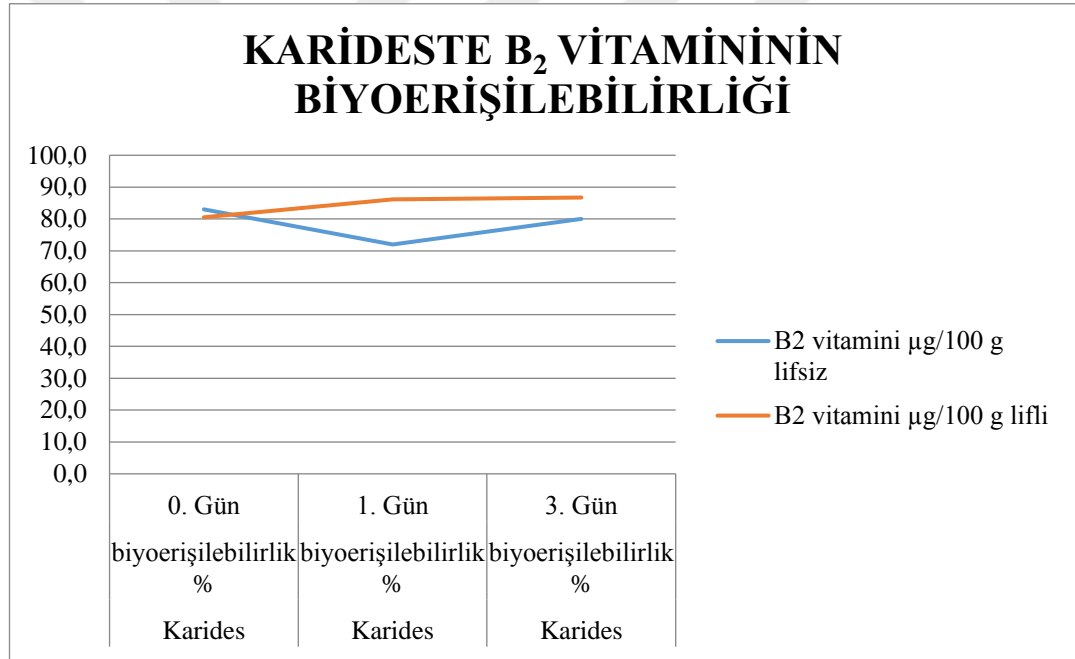
^{a,b,c} yatay ekseninde ayrı ayrı çiğ, pişmiş, sindirim parametreleri için istatistiksel önem farkını gösterir. X, Y, Z dikey ekseninde kendi içindeki çiğ, pişmiş ve sindirim parametrelerindeki istatistiksel farkı ortaya koyar. (p<0.05)

Yapılan hesaplamalar sonucunda karides örneklerinde lifli grubun 1. ve 3. Gündeki riboflavin biyoerişilebilirliğinin, kontrol grubuna kıyasla daha fazla olduğu ortaya konulmuştur. Kontrol grubunda bekletme süresi arttıkça, vitamin stabilitelelerinin

bozulmasına bağı olarak örneklerde bulunan riboflavin miktarları etkilenmiş ve biyoerişilebilirlik düzeylerinde dalgalanmalar görülmüştür. Lifli grupta riboflavin stabilitesinin daha iyi korunması sebebiyle bekletme süresi arttıkça riboflavin biyoerişilebilirliği artış göstermiştir (Şekil 4.17).

Yapılan hesaplamalar sonucunda lifli grubun riboflavin biyoerişilebilirliği kontrol grubuna kıyasla 5 saatlik bekletme süresi için % 2,99 azalırken; 1 günlük bekletme süresi için % 19,72; 3 günlük bekletme süresi için % 8,42 artış göstermiştir.(Şekil 4.17, Tablo 4.3).

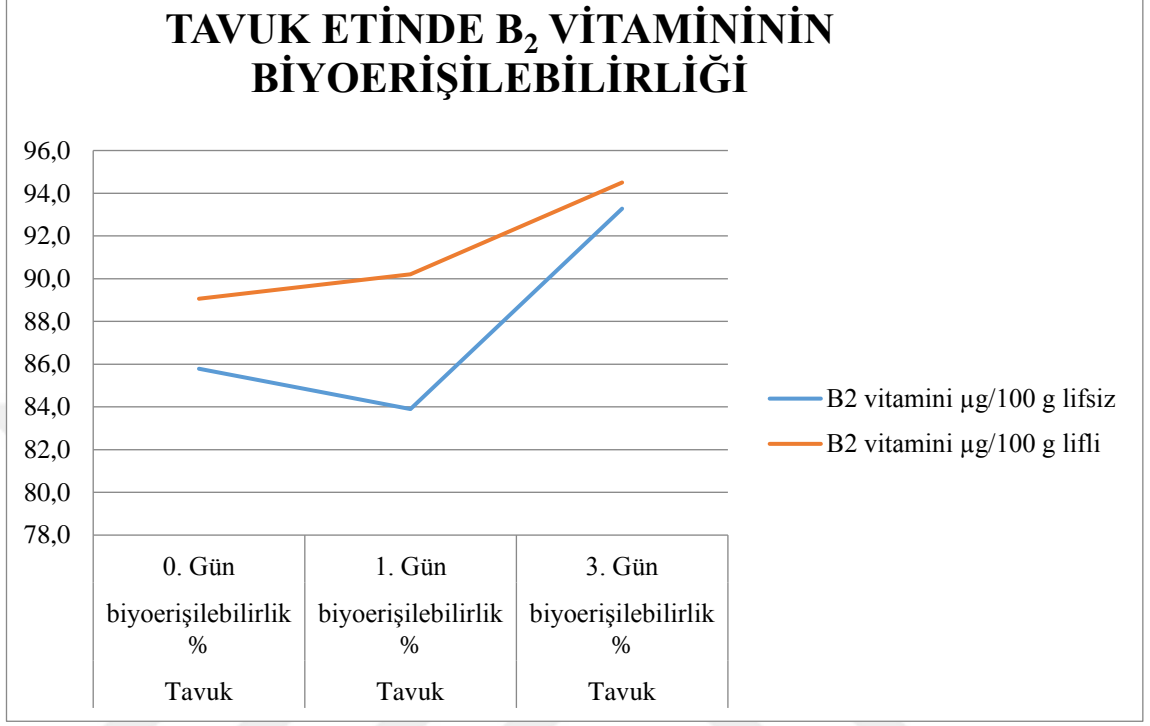
Şekil 4.17’de karides örneklerinde riboflavin biyoerişilebilirliği grafik olarak ifade edilmiştir.



Şekil 4.17: Karideste B₂ Vitamininin Biyoerişilebilirliği

Tavukta yapılan hesaplamalar sonucunda, lifli grubun riboflavin biyoerişilebilirliği kontrol grubuna kıyasla artmıştır. Bekletme süresi arttıkça, analiz grubunun riboflavin biyoerişilebilirliği kontrol grubuna kıyasla 5 saatlik bekletme süresi için % 3,83; 1 günlük bekletme süresi için %7,51; 3 günlük bekletme süresi için % 1,31 artış göstermiştir (Şekil 4.18, Tablo 4.2).

Şekil 4.18’de tavuk örneklerinde riboflavin biyoerişilebilirliği grafik olarak verilmiştir.



Şekil 4.18: Tavuk Etinde B₂ Vitamininin Biyoerişilebilirliği

BEŞİNCİ BÖLÜM

TARTIŞMA VE SONUÇ

Erdem ve Sancak (2013) tarafından yapılan çalışmada kitosan ve poliamid 6 içeren nanolif bazlı kompozit yapılar üretilmiş, lif çaplarının 87 ± 22 nm ve 44 ± 26 nm aralığında değişim gösterdiği ortaya konulmuştur (Erdem ve Sancak 2013).

Nanokil katkılı PVA/kitosan nanoliflerin üretimi için elektrodöndürme parametreleri için voltaj 18 kV, elektrotlar arası mesafe 10 cm, besleme hızı 0,2 ml/saat olarak belirlenmiştir. SEM analizlerinde nanolif çaplarının, 90 nm ve 130 nm arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çiftçi ve Özek, 2015).

Öner, Meral ve Ceylan (2021) tarafından yapılan çalışmada elektrodöndürme yöntemiyle nisin yüklü PVA bazlı nanolifler üretilmiştir. Akış hızı 1,2 ml/saat, voltaj 20 kV, mesafe 8 cm olarak belirlenmiş, elde edilen ortalama nanolif çapının 150.88 nm olduğu belirlenmiştir (Öner, Meral ve Ceylan, 2021).

Elde edilen deneysel verilere göre kontrol grubu çığ karidesi (Yeşil Kaplan Karidesi, *Penaeus semisulcatus*) 100 g için hesaplanan riboflavin miktarı 5 saat için 34,1 µg; 1 gün için 32,6 µg ve 3 gün için 27,5 µg olarak bulunmuştur. Üç gün için ortalama değer 31,4 µg'dır. TÜRKOMP verilerine göre derin su pembe karidesin (*parapenaeus longirostris*) 100 gramındaki riboflavin miktarı ortalama 45 µg olarak belirtilmektedir. Lifli gruptaki örneklerde riboflavin miktarı 5 saatlik sonuç için kontrol grubuna göre % 33, 85 , 1 gün için % 57, 25, 3 gün için % 105,97 oranında artış göstermiştir.

Kontrol grubu çığ tavukta 100 g için hesaplanan riboflavin miktarı 5 saat için 206,4 µg; 1 gün için 192,0 µg ve 3 gün için 173,6 µg olarak bulunmuştur. Üç gün için ortalama değer 190,7 µg'dır. TÜRKOMP verilerine göre tavuk göğüs etinin 100 gramındaki riboflavin miktarı ortalama 98 µg; maksimum 119 µg olarak belirtilmektedir. Çalışmada elde edilen sonuç literatürdeki ortalama değerlerin üzerindedir. Çığ tavuk örnekleri incelendiğinde kontrol grubuna göre lifli gruptaki riboflavin miktarı 5 saatlik sonuç için % 0,78, 1 gün için % 22,26, 3 gün için % 84,33 artış göstermiştir. Verilere göre nano yapıdaki liflerde bulunan riboflavinin ete nüfuz ettiği anlaşılmaktadır. Bekletme süresi arttıkça nanoliflerin ete temas süresi artmış ve lifli gruptaki örneklerde riboflavin konsantrasyonu artmıştır.

Çiğ örneklerle pişirme işlemi uygulandıktan sonra, karides için lifli grupta kontrol grubuna göre 5 saat ve 1. günde % 12 ve % 13'lük bir azalma, 3. günde ise % 30'luk bir artış olduğu saptanmıştır. Tavuk göğüs etinde ise tüm bekletme süreleri için, lifli grupta kontrol grubuna göre artış görülmüştür. (5 saat için % 47, 1 gün için %53, 3 gün için %104).

Işıkla temasta çok fazla riboflavin kayıpları görülmektedir. Pişirme işlemine hazırlık aşamasında örneklerde ışıkla temastan kaynaklı bozulmalar gerçekleşebilmektedir. Pişirme yöntemleri besin öğelerinin kayıp miktarlarını etkileyebilir (Demirci, 2016). Bununla birlikte B₂ vitamini pH 2,0 ile 5,0 arasında ve 120 °C'ye kadar olan sıcaklıkta stabildir. Asitlik arttıkça riboflavin stabilitesi artmaktadır (Yaman vd., 2021). Yapılan bir çalışmada tavuk göğüs eti mikrodalga, elektrikli fırın ve haşlama yöntemleriyle pişirilmiş ve besin öğesi kayıpları incelenmiştir. Farklı pişirme yöntemlerinin riboflavin düzeyini önemli ölçüde değiştirmedeği ortaya konulmuştur (Soyer vd., 1999).

Çalışmada elde edilen sonuçlara bakıldığında karidesin 5 saat için biyoerişilebilirliği lifli grupta kontrol grubuna göre azalmıştır. Bunun sebebi karidesin şekli sebebiyle lifin ete iyi temas edememesi olabilir. Diğer bekletme süreleri ve tavuk örneklerinin tümü için biyoerişilebilirlik, lifli gruplarda artmıştır.

Farklı ekmek çeşitlerinde tiamin, riboflavin ve niasin biyoerişilebilirliğinin incelendiği çalışmada, sindirim sonrası vitamin miktarlarının azaldığı ve bunun biyoerişilebilirliği etkilediği belirtilmektedir. İntestinal kanalda sindirim enzimlerinin çalışması için farklı pH koşulları bulunur. *İn vitro* sindirim metodunda da enzimlerin çalışabileceği uygun pH koşulları sağlanmıştır. İnce bağırsak ortamının pH'ı 7 olarak ayarlanmıştır. Riboflavinin ve diğer vitaminlerin pH etkisiyle biyoerişilebilirlik düzeylerinin azaldığı belirtilmektedir (Yaman, 2019).

Riboflavin gıdalarda serbest veya proteine kovalent olmayan bağlarla bağlı formda bulunabilir. *İn vitro* gastrointestinal sistemde proteinlerin denatürasyonunun alkali ortamda daha az olabileceği Yaman vd. (2019) tarafından ifade edilmiştir. Bu durumun, daha az riboflavin miktarının serbest hale geçmesine neden olduğu ve dolayısıyla riboflavin düzeyinin daha düşük saptanabileceği belirtilmiştir (Yaman vd., 2019). Tüm bunlar göz önüne alındığında *in vitro* gastrointestinal sistemdeki koşullar, daha düşük biyoerişilebilirlik hesabına neden olabilmektedir (Yaman, 2019).

Çalışmadan elde edilen verilere göre karides ve tavuk etinde (karides 5 saatlik bekletme hariç) bekletme sürelerine göre lifli gruplarda biyoerişilebilirliğin arttığı saptanmıştır. Bundan yola çıkılarak riboflavin stabilitesinin korunduğu dolayısıyla vitamin kayıplarının azaldığı ortaya konulmuştur. En fazla biyoerişilebilirlik artışı her iki örnek için de 1 gün bekletme süresinde hesaplanmıştır. 3 gün bekletme süresi için hesaplanan değer, her iki örnek için de 1 gün için hesaplanan değerden daha düşük bulunmuştur. Bekletme süresinin artışı ile riboflavin stabilitesinin azalmaya başladığı söylenebilir.

Kitosan nanoliflerin, çipura filetolarının B vitaminleri üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada vitamin stabilitesinin arttığı ortaya konulmuştur. Riboflavin stabilitesinin nanoliflerin ortalama çapıyla ters orantıda olduğu, çapın azalmasıyla stabilitenin arttığı belirtilmektedir. Kitosan nanoliflerine timol yüklenerek yapılan incelemede ise riboflavin stabilitesinde herhangi bir iyileşme görülmediği saptanmıştır (Ceylan vd., 2018).

Gıda ürünlerinde nanolif çalışmalarının vitamin stabilitesine etkisinin yanında mikrobiyal, duyuşsal ve kimyasal stabilizeyi de arttırdığını ortaya koyan başka çalışmalar mevcuttur (Amjadi vd., 2019; Zabihollahi vd., 2020). Tarçın nanofitozomu yüklü PVA nanoliflerle kaplanan karideslerin, nanoliflerin antimikrobiyel aktiviteyi geliştirmesi sonucu raf ömrünü uzattığı ortaya konulmuştur (Nazari vd., 2019).

Nanoliflerin üretiminde taşıyıcı faz olarak PVA kullanılmıştır. PVA gıda katkı maddesi olarak ve supplementlerde kaplama ajanı olarak kullanılmaktadır. Avrupa Gıda Güvenliğı Otoritesi (EFSA)'nin raporuna göre vücuda oral yolla alınan PVA'nın çok az miktarının emildiğı ve çok düşük bir oral toksisite ihtimaline sahip olduğı vurgulanmaktadır. Mutajenik ve genotoksik olmadığı bildirilmektedir (European Food Safety Authority (EFSA), 2005). Sentetik bir polimer olması sebebiyle, doğal polimerlerin baz olarak kullanıldığı çalışmalar gerçekleştirilebilir.

Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde, elektrodöndürme yöntemiyle üretilen riboflavin yüklü nanoliflerin nano kaplama materyali olarak tavuk eti ve karides örneklerinde kullanılması riboflavin konsantrasyonu, stabilitenin korunması ve biyoerişilebilirlik değerinin artması açısından önem taşımaktadır.

Nano tabanlı bu çalışma, gıda işleme, hazırlama, pişirme ve depolama proseslerinde vitamin stabilitesinin korunarak kayıpların önlenmesi; vitamin, mineral, biyoaktif bileşenlerle üretilen nanolifler ile besinlerin zenginleştirilmesi ve besinlere fonksiyonel özellik kazandırılması üzerine yapılacak araştırmalar için yol gösterici olacaktır.



KAYNAKÇA

- Abdolahi shahvali, E., Khalighi, A., Jahangirimehr, A., Labibzadeh, M., Bahmanyari, N., & Najafi, M. (2021). Serum Vitamin D, Calcium, and Zinc Levels in Patients with COVID-19. *Clinical Nutrition ESPEN*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2021.03.040>
- Aksoy, E. (7 Eylül 2019). <https://prosafety.com.tr/nanomalzemeler/> adresinden erişildi.
- Aksoy, M. (2014). *Beslenme Biyokimyası (4.Baskı) (ss. 411-418)*. Ankara: Hatiboğlu Yayınevi.
- Aksoy, M. (2007). Çinko. *Beslenme, Diyet ve Gıda Sözlüğü içinde* (1. bs., 112-113. ss.). Ankara.
- Aksoy, M. (2014). *Beslenme Biyokimyası*. Ankara: Hatiboğlu Yayınevi. sf 394-402.
- Aksoy, M. (2007). *Beslenme Diyet ve Gıda Sözlüğü içinde Genel Olarak Önerilen Vitamin Miktarları (1.Baskı) (ss. 650)*. Ankara: Hatiboğlu Yayınevi.
- Aksoy, M. (2007). *Beslenme Diyet ve Gıda Sözlüğü içinde Biyoyararlılık (Bioavailability) (1.Baskı) (ss. 101)*. Ankara: Hatiboğlu Yayınevi.
- Aksoy, M. (2007). *Beslenme Diyet ve Gıda Sözlüğü içinde Enerji ve Besin Gereksinimi Ekleri (1.Baskı) (ss. 647)*. Ankara: Hatiboğlu Yayınevi.
- Alghoraibi, I., & Alomari, S. (2018). Different methods for nanofiber design and fabrication. *Handbook of nanofibers*, 1-46.
- Almetwally, A. A., El-Sakhawy, M., Elshakankery, M. H., & Kasem, M. H. (2017). Technology of nano-fibers: Production techniques and properties-Critical review. *J. Text. Assoc*, 78(1), 5-14.
- Altner, A., Atalay, H., & Bilal, T. (2017). Bir antioksidan olarak E vitamini. *Balikesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(3), 149-157.
- Amjadi, S., Emaminia, S., Nazari, M., Davudian, S. H., Roufegarinejad, L., & Hamishehkar, H. (2019). Application of reinforced ZnO nanoparticle-incorporated gelatin bionanocomposite film with chitosan nanofiber for

packaging of chicken fillet and cheese as food models. *Food and Bioprocess Technology*, 12(7), 1205-1219.

Anar, Ş. (2015). *Et ve Et Ürünleri Teknolojisi (3. Baskı)*. Bursa: Dora Yayıncılık.

Anonim, (2021). Nanomalzemeler. 15 Mayıs 2021 tarihinde <https://nanoteknoloji.org/nanomalzemeler/> adresinden erişildi.

Anonim. (2021). Nanoteknolojinin Tarihi. 15 Mayıs 2021 tarihinde <https://nano.aku.edu.tr/2016/05/12/nano-4/> adresinden erişildi.

Atak E., Yıldız, E., & Uslu, M. E. (2017). *Fenolik Bileşiklerin Enkapsülasyonu*. *Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*, 2(24), 82-92.

Atay, E. ve Altan, A. (2020). Elektrohüdrodinamik İşlemler İle Nanoenkapsülasyon.

Ateş, H. (2015). Nano parçacıklar ve nano teller. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 3(1), 437-442.

Ateş, H., ve Bahçeci, E. (2015). Nano malzemeler için üretim yöntemleri. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 3(2), 483-499.

Awasthi, S., & Awasthi, A. (2020b). Role of vitamin a in child health and nutrition. *Clinical Epidemiology and Global Health*, 8(4), 1039-1042. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cegh.2020.03.016>

Azzi, A. (2019). Tocopherols, tocotrienols and tocomonoenols: Many similar molecules but only one vitamin E. *Redox Biology*, 26, 101259. doi:<https://doi.org/10.1016/j.redox.2019.101259>

Başçınar, N. S. Karides. *Aquaculture Studies (Eski Yunus Araştırma Bülteni)*, 2004(3).

Baysal, A. (2014). *Beslenme İlkeleri (15.Baskı) (ss. 198-205)*. Ankara: Hatiboğlu Yayınevi.

Baysal, A., Aksoy, M., Besler, T.,.... (2016). *Diyet El Kitabı (9.Baskı) (ss. 79-83)*. Ankara: Hatiboğlu Yayınevi.

Baysal, A. (2014). *Beslenme*. Ankara: Hatiboğlu Yayıncılık, sf 36-74, 127-136,161-175.

- Baysal, A. ve Küçükaslan, N. (2009). *Beslenme İlkeleri ve Menü Planlaması* (3. Baskı). Bursa: Ekin Yayınevi. sf 324-326.
- Bates, C. J. (2013). Riboflavin. In B. Caballero (Ed.), *Encyclopedia of Human Nutrition (Third Edition)* (pp. 158-165). Waltham: Academic Press.
- Besler, H., Rakıcıoğlu, N., Ayaz, A., Büyüktuncer Demirel, Z., Gökmen Özel, H., Samur, F., . . . Göktaş, Z. (2015). Türkiye'ye Özgü Besin ve Beslenme Rehberi.
- Bou, R., Cofrades, S., & Jiménez-Colmenero, F. (2014). Physicochemical properties and riboflavin encapsulation in double emulsions with different lipid sources. *LWT-Food Science and Technology*, 59(2), 621-628.
- Butler, M. J., & Barrientos, R. M. (2020). The impact of nutrition on COVID-19 susceptibility and long-term consequences. *Brain, Behavior, and Immunity*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.bbi.2020.04.040>
- Ceylan, Z., Yaman, M., Sağdıç, O., Karabulut, E. ve Yılmaz, M. T. (2018). *Effect of electrospun thymol-loaded nanofiber coating on vitamin B profile of gilthead sea bream fillets (Sparus aurata)*. *LWT*, 98, 162–169. doi:10.1016/j.lwt.2018.08.027
- Chang, S.-W., & Lee, H.-C. (2019). Vitamin D and health - The missing vitamin in humans. *Pediatrics & Neonatology*, 60(3), 237-244. doi:<https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2019.04.007>
- Charoenngam, N., Shirvani, A., & Holick, M. F. (2019). Vitamin D for skeletal and non-skeletal health: What we should know. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, 10(6), 1082-1093. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jcot.2019.07.004>
- Conference, I. H. (2002). Constitution of the World Health Organization. 1946. *Bulletin of the World Health Organization*, 80(12), 983.
- Çallıoğlu, F. C. (2013). Silindirli Elektro Lif Çekim Yöntemi ile Nano Lif Üretimi. *Tekstil ve Mühendis*, 20(91).
- Çapanoğlu, E. (2008). Changes in antioxidant profiles, metabolites and enzymes during development of tomato fruit and tomato paste processing.

- Çiftci, Ş., Selda, Ö. Z. E. K., Aksoy, S. A., Aksoy, K., & Fethiye, G. Ö. D. E. (2015). Nanokil katkılı PVA/kitosan nanolif sentezi ve karakterizasyonu. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 10(1), 118-128.
- Dayal, J. S., Ponniah, A. G., Khan, H. I., Babu, E. M., Ambasankar, K., & Vasagam, K. K. (2013). Shrimps–a nutritional perspective. *Current science*, 1487-1491.
- Demirci, M. (2016). *Gıda Kimyası (ss. 170)*. Tekirdağ: Toprak Ofset.
- Demirci, M. (2016). *Gıda Kimyası*. Tekirdağ: Toprak Ofset, sf. 5-6.
- Dhaneesh, K. V., Noushad, K. M., & Kumar, T. T. A. (2012). Nutritional evaluation of commercially important fish species of Lakshadweep archipelago, India. *PloS one*, 7(9), e45439-e45439. doi:10.1371/journal.pone.0045439
- Dinçer, K. ve Köse, A. (2019). Elektrosin Metodu İle Üretilen ZnO Nano Partikül Katkılı Pan Nanofiberlerin Isıl İletkenliğinin ve Elektriksel İletkenliklerinin İncelenmesi. *Selçuk-Teknik Dergisi*, 18(2), 84-98.
- Dokuzlu, S , Barış, O , Hecer, C , Gültaş, M . (2013). Türkiye'de Tavuk Eti Tüketim Alışkanlıkları ve Marka Tercihleri . Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi , 27 (2) , 83-92 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/ziraatuludag/issue/16762/174284>
- Dumbravă, D. G., Moldovan, C., Popa, V. M., Raba, D. N., Berbecea, A., Cocan, I., ... & Dogaru, D. V. (2020). Innovative shrimp products: physico-chemical and nutritional characterization. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 26(3), 168-174.
- EFSA Opinion of the Scientific Panel on Food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food (AFC) related to the use of polyvinyl alcohol as a coating agent for food supplements. (2005), *EFSA Journal*, 294, 1-15.
- Ekşi, A., & Karadeniz, F. (1996). Gıda zenginleştirme yaklaşımı ve Türkiye'de uygulanma olanağı. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 25(2), 47-51.
- Erdem, R., & Sancak, E. (2013). Elektroçekim yöntemiyle elde edilen poliamid 6/kitosan bazlı nanoliflerin morfolojik özelliklerinin incelenmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12(24).

- Evcin, A., Ersoy, B., & Bezir, N. Ç. Elektroğirme Yöntemiyle Ag Katkılı Karbon Nanoliflerin Sentezi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8, 88-97.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 6 Mayıs 2021 tarihinde http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/jecfa_additives/docs/Monograph_1/Additive-377.pdf adresinden erişildi.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2001). Thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B6, pantothenic acid and biotin. (Chapter 3., 31-33 ss.). Erişim adresi <http://www.fao.org/3/Y2809E/y2809e00.htm>.
- Göktepe, F., & Mülayim, B. (2015). Elektrik Alan Lif Çekimi (Elektrospinning) ile Nano Liflerden İplik Üretim Yöntemleri. *Tekstil ve Mühendis*, 22(99), 50-67.
- Gürmen, S., Ebin, B., & İTÜ, M. (2008). Nanopartiküller ve üretim yöntemleri-1. *Metalurji Dergisi*, 150, 31-38.
- Hernández-Martínez, M., Gallardo-Velázquez, T., Osorio-Revilla, G., Almaraz-Abarca, N., Ponce-Mendoza, A., & Vásquez-Murrieta, M. S. (2013). Prediction of total fat, fatty acid composition and nutritional parameters in fish fillets using MID-FTIR spectroscopy and chemometrics. *LWT - Food Science and Technology*, 52(1), 12-20. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.01.001>
- Horasan Sağbasan, B. (2015). Türkiye’de yaygın olarak tüketilen kuru kırmızı meyvelerin içerdiği antioksidan maddelerin biyoerişilebilirliğinin incelenmesi (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- İçoğlu, H. İ. (2019). İğne Çapı ve Besleme Hızının Elektro Çekim Tekniğiyle Üretilmiş Poliakrilonitril Nanoliflerinin Morfolojisine Etkisi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 34(4), 163-170.
- İkiz, Y. (2009). Elektro çekim yöntemi işlem parametrelerinin PVA nanolif morfolojisine etkileri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15(3), 363-369.
- İkikat Tümer, E , Akbay, C , Koşum, T , Ünal, S . (2016). Kahramanmaraş İli Kent Merkezinde Tavuk Eti Tüketim Alışkanlıkları ve Tüketimi Etkileyen

Faktörler . KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi , 19 (4) , 433-437 . Erişim adresi:
<https://dergipark.org.tr/en/pub/ksudobil/issue/25010/264075>

Kumru, A. (2014). *Elektroüretimle nanolif eldesine etki eden faktörlerin ve jelatin-pektin içeren nanoliflerin model gıdaların reolojik özelliklerine etkilerinin incelenmesi* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Leach, M. K., Feng, Z. Q., Tuck, S. J., & Corey, J. M. (2011). Electrospinning fundamentals: optimizing solution and apparatus parameters. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, (47), e2494.

McCormick, D. B. (2014). Riboflavin. In P. Wexler (Ed.), *Encyclopedia of Toxicology* (Third Edition) (pp. 128-129). Oxford: Academic Press.

Mercanlıgil, S. M. (1997). Kısa Barsak Sendromu ve Beslenme. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 26(1), 41-46.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2016). Et ve Et Ürünleri Teknolojisi. Ankara. http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Et%20ve%20Et%20%20C3%9Cr%20C3%BCnleri%20Teknolojisi.pdf

National Center for Biotechnology Information (2021). PubChem Compound Summary for CID 493570, Riboflavin. 6 Mayıs 2021 tarihinde <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Riboflavin> adresinden erişildi.

National Institutes of Health (NIH). 7 Mayıs 2021 tarihinde <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Riboflavin-HealthProfessional/#en3> adresinden erişildi.

National Nanotechnology Initiative (NNI). 15 Mayıs 2021 tarihinde <https://www.nano.gov/nanotech-101/what/definition> adresinden erişildi.

National Nanotechnology Initiative (NNI). 15 Mayıs 2021 tarihinde <https://www.nano.gov/you/standards> adresinden erişildi.

Nazari, M., Majdi, H., Milani, M., Abbaspour-Ravasjani, S., Hamishehkar, H., & Lim, L.-T. (2019). *Cinnamon nanophytosomes embedded electrospun nanofiber: Its effects on microbial quality and shelf-life of shrimp as a novel packaging. Food Packaging and Shelf Life*, 21, 100349. doi:10.1016/j.fpsl.2019.100349

Nedir, N. (2010). DERLEME REVIEW. *Türk Tıp Dergisi*.

- Oliveira, F. A. d., Neto, O. C., Santos, L. M. R. d., Ferreira, E. H. R., & Rosenthal, A. (2017). Effect of high pressure on fish meat quality – A review. *Trends in Food Science & Technology*, 66, 1-19. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.04.014>
- Öner, B., Meral, R. ve Ceylan, Z. (2021). Determination of some quality indices of rainbow trout fillets treated with nisin-loaded polyvinylalcohol-based nanofiber and packed with polyethylene package. *LWT*, 149, 111854. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111854>
- Özer. Ö., Naserifar, F. Ve Esmer, Ö. K. (2020). Taze tavuk etlerinde aktif ambalajlama uygulamaları. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 31(1), 87-92.
- Rao, CNR, Müller, A. ve Cheetham, AK (2005). *Nanomalzemeler - Giriş. Nanomalzemelerin Kimyası, 1–11*. doi: 10.1002 / 352760247x.ch1
- Reksten, A. M., Somasundaram, T., Kjellevoid, M., Nordhagen, A., Bøkevoll, A., Pincus, L. M., . . . Aakre, I. (2020). Nutrient composition of 19 fish species from Sri Lanka and potential contribution to food and nutrition security. *Journal of Food Composition and Analysis*, 91, 103508. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103508>
- Saedisomeolia, A., & Ashoori, M. (2018). Chapter Two - Riboflavin in Human Health: A Review of Current Evidences. In N. A. M. Eskin (Ed.), *Advances in Food and Nutrition Research* (Vol. 83, pp. 57-81): Academic Press.
- Sahu, T., Ratre, Y. K., Chauhan, S., Bhaskar, L. V. K. S., Nair, M. P., & Verma, H. K. (2021). Nanotechnology based drug delivery system: Current strategies and emerging therapeutic potential for medical science. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 63, 102487. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jddst.2021.102487>
- Saka. E. ve Gülel, G. T. (2015). Gıda Endüstrisinde Nanoteknoloji Uygulamaları. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 26(2), 52-57.
- Sandhu, A. (2006). *Who invented nano? Nature Nanotechnology*, 1(2), 87-87. doi:10.1038/nnano.2006.115

- Soyuçok, A., Kılıç, B. ve Kılıç, G. B. (2020). Et rnlerinde Enkapsülasyon Teknolojisinin Kullanımı. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 102-110.
- Soyer, A., Kolsarıcı, N. ve Candoğan, K. (1999). Tavuk etlerinin bazı kalite özellikleri ve besin ögelerine geleneksel ve mikrodalga ile pişirme yöntemlerinin etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(supp2), 289-296.
- Swiss Nanoscience Institute (SNI). What does nano mean? 30 Nisan 2021 tarihinde <https://nanoscience.ch/en/about-us/nanosciences/what-does-nano-mean/> adresinden erişildi.
- Sunar, B. S. ve Hasiek, C. (2017). Elektroğrilmif Nanoliflerin ilaç taşıyıcı sistem olarak ve doku mühendisliğinde kullanımı. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 21(3), 425-435.
- Süfer, . ve Karakaya, S. (2011). Gıda endüstrisi ve nanoteknoloji: durum tespiti ve gelecek. *Akademik Gıda*, 9(6), 81-88.
- Sürücüoğlu, M. S., & Balgamış, F. (1987). Beslenme eğitiminin yiyecek hazırlama ve pişirme yöntemlerine etkisi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 16(1), 39-50.
- şahin, O. I., & Akpınar-Bayizit, A. (2008). Nanokompozit filmlerin gıda sanayi uygulamaları. *Türkiye*, 10, 21-23.
- şireli, H. D. (2018). Karkaslarda et kalitesinin belirlenmesinde kullanılan geleneksel yöntemler ve yeni teknikler. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(3), 126-132.
- Tang, X., Liu, Y., Hou, H., & You, T. (2011). A nonenzymatic sensor for xanthine based on electrospun carbon nanofibers modified electrode. *Talanta*, 83(5), 1410-1414. doi:<https://doi.org/10.1016/j.talanta.2010.11.019>
- Tunçer, E., & Ayhan, N. Y. Çölyak Hastalığında Mikro Besin gesi Eksiklikleri Ve Beslenme nerileri. *Bandırma Onyediyll Üniversitesi Sağlık Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 29-38.
- Türkiye Beslenme Rehberi TÜBER 2015, T.C. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1031, Ankara 2019.

Türkiye Diyetisyenler Derneği (TDD). (t.y.) 25 Nisan 2021 tarihinde <http://www.tdd.org.tr/index.php/halk-i-cin/yeterli-ve-dengeli-beslenme> adresinden erişildi.

Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları Ve Et Ürünleri Tebliği (2019, 29 Ocak). Resmi Gazete (Sayı: 30670). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/01/20190129-4.htm>

Türk Gıda Kodeksi Çiğ Kanatlı Eti ve Hazırlanmış Çiğ Kanatlı Eti Karışımları Tebliği (2006, 7 Temmuz). Resmi Gazete (Sayı: 26221). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/07/20060707-11.htm>

Tüylek, Z. (2016). Küçük şeylerin hikâyesi: Nanomalzeme. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(2), 130-141.

Wilson, A. (2010). 1 - The formation of dry, wet, spunlaid and other types of nonwovens. In R. A. Chapman (Ed.), *Applications of Nonwovens in Technical Textiles* (pp. 3-17): Woodhead Publishing.

Wu, T., Ding, M., Shi, C., Qiao, Y., Wang, P., Qiao, R., . . . Zhong, J. (2020). Resorbable polymer electrospun nanofibers: History, shapes and application for tissue engineering. *Chinese Chemical Letters*, 31(3), 617-625. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ccllet.2019.07.033>

Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı (TURKOMP). 30 Mayıs 2021 tarihinde <http://www.turkomp.gov.tr/food-pilic-eti-gogus-derisiz-64> adresinden erişildi.

Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı (TURKOMP). 30 Nisan 2021 tarihinde <http://www.turkomp.gov.tr/food-karides-derin-su-pembe-94> adresinden erişildi.

Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı (TURKOMP). 2 Mayıs 2021 tarihinde http://www.turkomp.gov.tr/component_result-36 adresinden erişildi.

Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı (TURKOMP). 7 Mayıs 2021 tarihinde http://www.turkomp.gov.tr/component_result-riboflavin-36 adresinden erişildi.

- Yılmaz, M., & Altan, A. (2017). ELEKTROEĞİRME YÖNTEMİNE DAYALI NANOSENSÖRLERİN GIDA ALANINDAKİ UYGULAMALARI. *GIDA/The Journal of FOOD*, 42(6).
- Yılmaz, M. (2014). *Elektro döndürme yöntemi ile elde edilen karbon nanolif ve karbon nanotüplerin karakterizasyonu ve işlevselleştirilmesi* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Yaman, M. (2019). Farklı ekmek çeşitlerinde doğal olarak bulunan vitamin B1, B2 ve B6'nın in vitro biyoerişebilirliğinin incelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*(16), 758-764.
- Yaman, M., Çatak, J., Uğur, H., Gürbüz, M., Belli, İ., Tanyıldız, S. N., . . . Yıldız, M. C. (2021). The bioaccessibility of water-soluble vitamins: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 109, 552-563. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.056>
- Yusufoğlu, B., Özkan, K., & Yaman, M. (2019). Dünyanın En İyi Varış Noktası Türk Mutfağına Biyokimyasal Bakış: Bazı Geleneksel Yemekler ve B Vitamini Kompozisyonları. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*(16), 874-880.
- Yüksel, İ. K. İ. Z. (2009). Elektro çekim yöntemi işlem parametrelerinin PVA nanolif morfolojisine etkileri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15(3), 363
- Zabihollahi, N., Alizadeh, A., Almasi, H., Hanifian, S., & Hamishekar, H. (2020). *Development and characterization of carboxymethyl cellulose based probiotic nanocomposite film containing cellulose nanofiber and inulin for chicken fillet shelf life extension. International Journal of Biological Macromolecules*. doi:10.1016/j.ijbiomac.2020.05.066

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Merve Güven

Eğitim Bilgileri :

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Beslenme ve Diyetetik	İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi	2015-2019
Lisans	Gıda Mühendisliği	İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi	2016-2020
Yüksek Lisans	Beslenme ve Diyetetik (Tezli)	İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi	2019-2021