

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BEYAZ ŞERİT PROBLEMLİ TAVUK GÖĞÜS ETLERİNDEN  
ÜRETİLMİŞ NUGGETLARIN BAZI KALİTE  
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FAZİLET CEYDA YÜKSEL**

**DENİZLİ, ŞUBAT - 2022**

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**BEYAZ ŞERİT PROBLEMLİ TAVUK GÖĞÜS ETLERİNDEN  
ÜRETİLMİŞ NUGGETLARIN BAZI KALİTE  
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FAZİLET CEYDA YÜKSEL**

**DENİZLİ, ŞUBAT - 2022**

**Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.**

**Fazilet Ceyda YÜKSEL**

## ÖZET

**BEYAZ ŞERİT PROBLEMLİ TAVUK GÖĞÜS ETLERİNDEN  
HAZIRLANAN NUGGETLARIN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNİN  
BELİRLENMESİ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
FAZİLET CEYDA YÜKSEL  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI:DOÇ. DR. HALUK ERGEZER)  
DENİZLİ, ŞUBAT - 2022**

Çalışmada, beyaz şerit problemlı tavuk göğüs etinin tavuk nuggetta kullanım olanağı incelenmiştir. Bu amaçla %0, %25, %50, %75, %100 oranlarında beyaz şerit problemlı et ilavesiyle üretilen nuggetlar  $-18\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmış ve 90 günlük depolama süresi boyunca ürünlerde fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duysal değişimler izlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre örneklerin nem miktarı %50,76-58,66 arasında değişkenlik göstermekle birlikte en yüksek nem içeriği normal tavuk göğüs etlerinden yapılan nugget grubunda görülmüştür. Problemlı etin ilave oranı nuggetların yağ içeriğini değiştirmemiştir. pH değerleri problemlı etlerin ilavesiyle genel olarak artış göstermiş olup depolama boyunca farklılık sergilememiştir ( $p>0,05$ ). Örneklerin lipid oksidasyonu değerleri 0. gün hariç beyaz şerit problemlı etin ilavesiyle yükselmiştir. Depolama süresi boyunca artış gösteren TBARS değerleri problemlı etin %75 ve %100 oranlarında ilave edilmesiyle en yüksek değerlerini almıştır. Nuggetların  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  renk değerlerinde önemli bir değişim gözlenmemiştir. Örneklerin pişirme kaybı ve son ürün verimlerinde farklılık gözlenmezken kaplama tutunma miktarları en yüksek değerlerini 100N ve 100BŞ gruplarında göstermiştir. Problemlı etlerin farklı oranlarda formulasyona ilavesi ile üretilen nuggetların 100N grubuna göre sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri düşük ( $p<0,05$ ), elastikiyet değerleri yüksek ( $p<0,05$ ) sonuçlar gösterirken, dış yapışkanlık değerlerinde ise değişim gözlenmemiştir. Nuggetlar duysal açıdan (tekstür, sululuk, yağlılık, genel beğeni) incelendiğinde grupların 5 puanlık skalada 2,3 ile 3,4 arasında değerler aldığı görülmüştür. Sonuç olarak beyaz şerit problemlı tavuk göğüs etlerinin %50'ye kadar kadar nugget üretiminde kullanılmasının, ürünün fiziksel, kimyasal ve duysal özellikleri üzerinde olumsuz bir etkiye neden olmadığı görülmüştür.

**ANAHTAR KELİMELEER:** Tavuk göğüs eti, Beyaz şerit problemi, Nugget

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF SOME QUALITY CHARACTERISTICS OF NUGGET PRODUCED FROM CHICKEN BREAST MEAT WITH WHITE STRIP PROBLEM

MSC THESIS

FAZİLET CEYDA YÜKSEL

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR:DOÇ. DR. HALUK ERGEZER)

DENİZLİ, FEBRUARY 2022

The possibilities of using chicken breast meat with white stripe problem which has been added to the nuggets at different ratios have been analyzed in this study. For this purpose, nuggets prepared with 0%, 25%, 50%, 75%, 100% white stripe problem meat additions stored frozen at  $-18\pm 2^{\circ}\text{C}$  and physical, chemical, textural and sensory changes have been observed in the products during the 90 days storage period. According to the results of the analysis, the moisture content of the samples varied between 50,76-58,66%, but the highest moisture content has been observed in the nuggets group made from normal chicken breast meat. The addition rate of problematic meat did not change the fat content of the nuggets. pH values generally increased with the addition of problematic meats and did not show any change during storage. The lipid oxidation values of the samples increased with the addition of meat with white stripe problem except the day of 0. TBARS values, which increased during the storage period, reached their highest values with the addition of 75% and 100% of the problematic meat. No significant change has been observed in the  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  values of the nuggets. While no difference has been observed in the cooking loss and final product yields of the samples, the coating adhesion values showed the highest values in the 100N and 100BŞ groups. While the nuggets produced by addition of problematic meat to the formulation at different rates showed lower results of hardness, gumminess, chewiness which is ( $p<0.05$ ) and show higher results of elasticity values which is ( $p<0.05$ ) compared to 100N group. There was no change observed in the adherence values. When the nuggets were examined in terms of sensory (texture, juiciness, oiliness, general taste), it was seen that the groups got values between 2,3 and 3,4 on a 5 point scale. As a result, it has been observed that chicken breast meats with white stripe problem can be used in nuggets production at 50%.

**KEYWORDS:** Chicken breast meat, White strip problem, Nugget

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ.....	v
SEMBOL VE KISALTMA LİSTESİ.....	vi
ÖNSÖZ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
2.1 Kanatlı Sektörü.....	4
2.2 Beyaz Şerit Problemi.....	7
2.3 Beyaz Şerit Probleminin Oluşumuna Etki Eden Faktörler.....	8
2.4 Beyaz Şerit Oluşumunun Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi.....	9
2.5 Beyaz Şerit Problemi Gözlenen Etlerin Değerlendirilmesi.....	14
2.5.1 Nugget.....	15
2.6 Beyaz Şerit Problemlerinin Değerlendirilmesine Yönelik Çalışmalar	15
3. MATERYAL VE METOT.....	19
3.1 Materyal.....	19
3.1.1 Nuggetlerin Hazırlanması.....	19
3.2 Nuggetlarda Yapılan Analizler.....	22
3.2.1 Nem Tayini.....	22
3.2.2 Yağ Tayini.....	22
3.2.3 TBARS Analizi.....	23
3.2.4 pH Tayini.....	23
3.2.5 Renk Tayini.....	23
3.2.6 Kaplama Tutunma Yüzdesi.....	24
3.2.7 Pişirme Kaybı.....	24
3.2.8 Son Ürün Verimi.....	24
3.2.9 Tekstür Profil Analizi.....	24
3.2.10 Duyusal Analizler.....	25
3.2.11 İstatistiksel Analizler.....	25
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	26
4.1 Nuggetların Nem ve Yağ İçeriği Değerleri.....	26
4.2 Nuggetlarda TBARS Analiz Sonuçları.....	28
4.3 pH Tayini Sonuçları.....	30
4.4 Renk Tayini Sonuçları.....	33
4.5 Nuggetlarda Kaplama Tutunma Yüzdesi Değerleri.....	37
4.6 Nuggetlarda Pişirme Kaybı.....	38
4.7 Nuggetlarda Son Ürün Verimi Değerleri.....	40
4.8 Tekstür Profil Analizi (TPA) Değerleri.....	42
4.9 Duyusal Analiz Sonuçları.....	46
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	50
6. KAYNAKLAR.....	52
7. ÖZGEÇMİŞ.....	67

## ŞEKİL LİSTESİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 3.1: Nugget üretim akım şeması.....	21
Şekil 4.1: Nuggetların pH değerleri.....	31
Şekil 4.2: Nuggetların duyuşal analiz sonuçları.....	47

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

Tablo 2.1: Çeşitli hayvan etlerinin bileşimi ve kalori değerleri.....	4
Tablo 2.2: Dünya tavuk eti verileri .....	5
Tablo 2.3: Türkiye tavuk eti verileri .....	6
Tablo 2.4: Etlik piliç yetiştiriciliğine ait bazı parametrelerin yıllara göre değişimi.....	6
Tablo 2.5: Beyaz şeritlenme derecesinin tavuk eti kimyasal bileşimine etkisi.	10
Tablo 2.6: Normal ve beyaz çizgili göğüs etlerinde bazı minerallerin düzeyleri.....	11
Tablo 2.7: Beyaz şerit probleminin yağ asidi kompozisyonuna etkisi.....	12
Tablo 2.8: Beyaz şerit probleminin pH ve renk değerlerine etkisi .....	13
Tablo 3.1: Nugget uygulama grupları ve kodları .....	19
Tablo 3.2: Nugget formülasyonu .....	20
Tablo 3.3: Nugget kaplama materyali içeriği.....	20
Tablo 4.1: Nuggetların nem ve yağ kompozisyonu .....	26
Tablo 4.2: Nuggetların depolama süresince ortalama TBARS değerleri.....	29
Tablo 4.3: Nuggetların depolama süresince ortalama $L^*$ değerleri .....	33
Tablo 4.4: Nuggetların depolama süresince ortalama $a^*$ değerleri .....	34
Tablo 4.5: Nuggetların depolama süresince ortalama $b^*$ değerleri .....	35
Tablo 4.6: Nuggetların kaplama tutunma yüzdesi değerleri .....	38
Tablo 4.7: Nuggetların pişirme kaybı yüzdesi değerleri.....	39
Tablo 4.8: Nuggetların son ürün verimi yüzdesi değerleri .....	41
Tablo 4.9: Nuggetların tekstür profil analizi sonuçları .....	43



## SEMBOL VE KISALTMA LİSTESİ

<b>%</b>	: Yüzde
<b>&lt;</b>	: Küçüktür
<b>&gt;</b>	: Büyüktür
<b>±</b>	: Artı-eksi
<b>a*</b>	: CIELAB renk skalasında kırmızılık değeri
<b>b*</b>	: CIELAB renk skalasında sarılık değeri
<b>dk</b>	: Dakika
<b>FAO</b>	: Dünya Gıda ve Tarım Teşkilatı (Food and Agriculture Organization)
<b>g</b>	: Gram
<b>kcal</b>	: Kilokalori
<b>kg</b>	: Kilogram
<b>L</b>	: Litre
<b>L*</b>	: CIELAB renk skalasında parlaklık değeri
<b>M</b>	: Molarite
<b>MA</b>	: Malonaldehit
<b>mJ</b>	: Milijoule
<b>mL</b>	: Mililitre
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>N</b>	: Newton
<b>°C</b>	: Santigrat derece
<b>pH</b>	: Aktif asitlik (hidrojen iyonu konsantrasyonunun negatif logaritması)
<b>TAGEM</b>	: Tarımsal Araştırmalar Ve Politikalar Genel Müdürlüğü
<b>TBA</b>	: Tiyobarbitürik asit
<b>TBARS</b>	: Tiyobarbitürik asit reaktif maddeler
<b>TCA</b>	: Trikloroasetik asit
<b>TEPGE</b>	: Tepge Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü
<b>TPA</b>	: Tekstür profili analizi

## ÖNSÖZ

Çalışma konusunun belirlenmesi, planlanması, yürütülmesi sürecinde bana yol gösteren çok değerli hocam sayın Doç. Dr. Haluk Ergezer'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışmanın yürütülmesinde gerekli olanakları sağlayan Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'na, yardımlarını esirgemeyen saygıdeğer hocalarıma ve Gıda Mühendisi arkadaşlarıma desteklerinden dolayı teşekkür ederim. Son olarak benden hiçbir desteği esirgemeyen, annem Fadime Eryılmaz, babam Akif Eryılmaz, her daim yanımda olan eşim Ali Yüksel ve çocuklarım Yekta, Yağız ve Yaman'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

# 1. GİRİŞ

Toplumların sosyo-ekonomik yapılarındaki değişim, tüketim alışkanlıklarına da yansımaktadır. Coğrafi konum, iklim, tarım, hayvancılık, sanayileşme ve kitle iletişim araçlarının yaygınlaşması gibi etkenler toplumsal beslenme kültürünü etkileyerek değişip gelişmesine katkı sağlamaktadır (Browne ve diğ. 2000; Baysal 2002; Lohr 2003; Armağın ve Özdoğan 2005).

Beslenme; sağlığı korumak, geliştirmek ve yaşam kalitesini artırmak amacıyla vücudun ihtiyacı olan gıdaları uygun zamanda ve yeterli miktarda almak için bilinçli yapılması gereken bir eylemdir (FAO 2016). Yeterli ve dengeli beslenme için biyoyararlılığı yüksek gıda maddelerinin, özellikle hayvansal proteinin düzenli olarak tüketimi sağlanmalıdır (Akdur 2017). Yine günlük protein ihtiyacının üçte birinin hayvansal kaynaklardan alınmasının gerekliliği bilinmektedir. Beslenme alışkanlıkları; çevre koşulları, gelenekler ve özellikle de gelire bağlı olarak değişim göstermektedir (Büyüknisan 2008; İnci ve diğ. 2014).

Hayvansal kaynaklı gıdalar çocuk ve gençlerin büyüme ve gelişimi için önemli olduğu gibi, yaşamın sonraki dönemlerinde de organizmanın düzgün çalışması için elzemdir. Bu grup biyolojik olarak değerli, iyi kalitede protein ve organizmamızın sentezleyemediği elzem amino asitlerden oluşmaktadır. Ayrıca B12 vitamini (bitkisel kaynaklı gıdalarda bulunmadığı için), demir, magnezyum, çinko ve yağlar açısından da zengindir (Akyol ve diğ. 2008).

Başlıca gıda maddeleri arasında yer alan et; kasaplık hayvan, kanatlı ve balık etleri olmak üzere üç gruptan oluşmaktadır. Kanatlı etleri denilince tavuk eti (etlik piliç eti ve ıskarta yumurtacı tavuk eti), hindi, ördek, kaz, bildircin ve diğer kuş etleri anlaşılmaktadır. Ülkemizde kanatlı eti piyasasındaki en büyük payı etlik piliç eti (broiler) almaktadır (Güneş 2018).

Tavuk eti, insan beslenmesinde önemli bir gıdadır. Bunda tavuk etinin içerik bakımından sahip olduğu özellikler yanında, kırmızı ete kıyasla fiyatının düşük olmasının da etkisi vardır. Endüstriyel tarzda üretime uygun olması, yemden yararlanma oranının yüksek olması ve üretim sürecinin kısa olması tavuk etini önemli kılan diğer etmenlerdendir (Kahraman 2015; Elitok ve Bingüler 2018).

Toplumların beslenmesinde hayvancılık sektörünün önemli ve sürekli bir görevi bulunmaktadır. Hayvancılık kolları içerisinde, kanatlı sektöründeki yetiştirme ve besleme modelleri, insanların beslenmesine yönelik en sağlıklı çözümü en kısa sürede üretme çabası içerisinde (Armağan ve Özdoğan 2005).

Dünya nüfusundaki artışa paralel olarak hayvansal kökenli protein ihtiyacı da artış göstermektedir. Gelişmekte olan ülkelerde şehir yaşamının yoğunlaşmasıyla tarım ve hayvancılıkla uğraşan nüfus azalmakta, bunun sonucu olarak hayvansal kökenli protein açığı meydana gelmektedir. Hayvansal kökenli gıda gereksiniminin karşılanmasında kanatlı sektörü büyük önem taşımakta ve bu sektör hızla gelişmektedir (Mottet ve Tempio 2017).

Kanatlı etine olan ilginin artması, kanatlı hayvan tedarik zincirini, özellikle de broiler olarak tabir edilen etlik piliçlerin büyüme oranını ve göğüs eti verimini arttırmaya zorlamıştır. Ancak bu ilgi beraberinde göğüs eti kusurlarının da önemli ölçüde artmasına neden olmaktadır (Sihvo ve diğ. 2014; Dalle Zotte ve diğ. 2015; Papah ve diğ. 2018; Petracci ve diğ. 2019; Soglia ve diğ. 2019).

Son yıllarda tavuk göğüs kaslarında farklı kas myopatilerine (kusurlarına) rastlanmaktadır. Beyaz şerit problemi son yıllarda ortaya çıkmış bir kas kusurudur ve kanatlı etlerinin göğüs filetosunda bulunan *Pectoralis major* kasına paralel beyaz çizgilerin görünümü ile tanımlanmaktadır. Bu problem kanatlı et üretiminde göğüs eti kalitesini, görünümünü ve duyu özelliklerini olumsuz yönde etkileyen önemli bir kas problemidir (Tekeli ve diğ. 2016). Tüketiciler bu kusurdan etkilenmiş olan filetoları satın almaktan sakındıkları için bu tip ürünlerin miktarını azaltmaya çalışmak, hem üreticiye hem tüketiciye ve dolayısıyla da ekonomiye büyük faydalar sağlayacaktır. Dolayısıyla bu etlerin salam, sosis, nugget gibi ileri işlem gören ürün üretiminde farklı oranlarda kullanılabilmesi söz konusudur.

İleri işlenmiş gıdaların büyük bir kısmını boyut küçültülmüş (kıyılmış), katkılanmış, emülsifiye edilmiş ve panelenmiş ürünler oluşturmaktadır. Özellikle panelenmiş ürünlerin derin yağda kızartılması, temel olarak son ürünün gevreklik, doku, nem ve yağ içeriği, gözeneklilik, renk, görünüm, lezzet ve beslenme değeri gibi kalite faktörlerini iyileştirmek için kullanılır. Kızartılmış yiyeceklerde cıtır dış katman ve nemli, sulu iç kısım tüketici kabulünde ilk sırada yer alır (Doğan ve diğ. 2005).

Bu çalışmada beyaz şerit problemi gözlenen broiler göğüs etleri ile normal özellikteki etlerin farklı oranlarda paçallanarak nuggetlarda kullanılabilme

potansiyelinin, duyuşal kabulünün ve elde edilen ürünlerde depolama süresince gerçekleşen kalite değişimlerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1 Kanatlı Sektörü

Beyaz et insan beslenmesinde tartışılmaz bir öneme sahiptir. Tavuk etinin özellikle biyolojik değeri yüksek proteinlerce zengin olduğu bilinmektedir. Tavuk eti, vücudun sentezleyemediği ve gıdalarla alınması zorunlu olan amino asitleri yeterli miktarda ve uygun oranlarda bulunduran proteinler içermektedir. Tavuk etinin içerdiği proteinin %90-100 oranında vücut proteinine dönüşmesi ona yüksek biyolojik değeri sahip olma özelliği kazandırır (Kuter 2018). Tablo 2.1’de çeşitli hayvan etlerinin bileşimi ve kalori değeri verilmiştir.

**Tablo 2.1:** Çeşitli hayvan etlerinin bileşimi ve kalori değeri (Sarica ve Erensayın 2014)

<b>Etin cinsi</b>	<b>Protein (%)</b>	<b>Yağ (%)</b>	<b>Karbonhidrat (%)</b>	<b>Kalori (Kcal/kg)</b>
<b>Tavuk eti</b>	20,1	4,7	-	1260
<b>Dana eti</b>	19,7	8,5	0,4	1610
<b>Koyun eti</b>	17,1	22	0,2	2750
<b>Keçi ve Tavşan eti</b>	20,7	6,2	0,3	1440
<b>Domuz eti</b>	16	29,3	0,3	3390

Günümüzde tüketicilerin pek çoğunda sağlıklı beslenme bilinci de gelişmiştir. Az yağlı oluşu, yüksek protein değeri, içerdiği zengin vitamin ve mineraller, hazırlanmasının kolay olması, çeşitli yemeklerde kullanılabilmesi ve fiyatlarının göreceli olarak kırmızı ete kıyasla uygun olması tavuk eti tüketiminin artmasını sağlayan faktörlerdendir (Hekimoğlu ve diğ. 2009).

Dünyada hayvancılık sektörü hızlı bir gelişim sürecine girmiştir. Son 50 yıllık süreçte yıllık ortalama %5 (besi sığırı %1,5, domuz %3,1, küçükbaş %1,7) büyüme oranı ile kanatlı sektörü ilk sırada yer almaktadır. Dünya nüfusunun yıllık ortalama %2’lik artışla 2050 yılında 9,6 milyara ulaşması ve hayvansal protein ihtiyacına bağlı üretimin 2005 yılına göre %70 oranında artış gösterceği tahmin edilmektedir. Etlik piliç sektörünün ise %121 büyüme oranı (yumurta %65, sığırı eti %66, domuz eti %43) ile başı çekeceği öngörülmektedir (Alexandratos ve Bruinsma 2012).

Dünyada tüketime sunulan tavuk eti miktarı Tablo 2.2’de verilmiştir. Buna göre tavuk eti üretimi de 2019 yılında bir önceki yıla göre %2,6 oranında artarak 118

milyon tona ulaşmış, 2020 yılında ise 121,040 milyon tona yükselmiştir. Bu üretimin %17,1'i ABD, %12,3'ü Çin ve %11,5'i Brezilya'da gerçekleşmiştir ve toplam üretimin %40,8'i bu ülkelerce sağlanmıştır. Türkiye ise %1,8'lik pay ile dünya tavuk eti üretiminde 11. sırada yer almıştır. İlk 10 üretici arasında en büyük artışın %6,5 ile Arjantin ve %4,1 ile Meksika'da olduğu görülmüştür. Dünya tavuk eti ihracatı 2020 yılında bir önceki yıla göre %0,6 oranında azalarak 15,3 milyon tona gerilemiştir. İhracatta ilk sırada olan Brezilya toplam dünya ihracatının %25,4'ünü gerçekleştirirken, üretimde ilk sırada yer alan ABD %23,1 pay ile ihracatta ikinci sırada yer almıştır. Dünya tavuk eti ihracatının yaklaşık yarısı bu iki ülke tarafından gerçekleştirilmiştir. Dünya tavuk eti ihracatında bir önceki yıl altıncı sırada olan Türkiye ise %3,4 pay ile 2020 yılında beşinci sıraya yükselmiştir. 2020 yılında tavuk eti ihracatı bir önceki yıla göre Rusya'da %38,7 ve Birleşik Krallık'ta %22,2 oranında artarken, Almanya'da %15,8 ve Arjantin'de %14,5 oranında azalmıştır. Dünya tavuk eti ithalatı 2020 yılında bir önceki yıla göre %4,3 oranında artarak 14,1 milyon tona ulaşmıştır. Çin dünya tavuk eti ithalatında %10,9 pay ile lider konumda iken, Meksika %5,6 ve Suudi Arabistan %4,4 paya sahiptir. Başlıca ithalatçı ülkeler arasında en büyük artış oranları %95,9 ile Çin'de ve %39,1 ile Meksika'da görülmüştür (TEPGE, 2021).

**Tablo 2.2:** Dünyada tavuk eti verileri/ bin ton (TEPGE 2021)

Yıllar	2016	2017	2018	2019	2020
Üretim	106.737	110.857	115.013	118.017	121,040
Tüketim	105.240	109.144	113.294	116.324	120,855
İthalat	13.032	13.334	13.370	13.487	14.069
İhracat	14.083	14.516	15.057	15.420	15.325

Kanatlı hayvan yetiştiriciliği hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında Dünya'da olduğu gibi Türkiye'de de önemli bir etkiye sahiptir ve sektörün son 30 yıllık gelişimi incelendiğinde beyaz et ve yumurta üretimi sıralamasında Türkiye önemli gelişmeler kaydetmiştir (TAGEM, 2018).

Türkiye'de 2020 yılında 379 milyona ulaşan tavuk sayısı, kümes hayvanlarının %98,3'ünü oluşturmaktadır. 2020 yılında et tavuğu sayısı bir önceki yıla göre %16,3 oranında artarak 258 milyon adet ile en yüksek seviyesine ulaşmıştır. 2020 yılında kümes hayvanlarının %66,9'unu et tavuğu oluşturmuştur. Türkiye'de kesilen tavuk

sayısı ve tavuk eti üretimi 2018 yılında tarihinin en yüksek seviyesine ulaşmıştır. 2020 yılında kesilen tavuk sayısı bir önceki yıla göre %0,5 azalışla 1,2 milyar adet olmuştur. Tavuk eti üretimi ise kesilen tavuk sayısına paralel olarak bir önceki yıla göre %0,1 azalışla 2,1 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. 2021 yılı Ocak-Nisan dönemi tavuk eti üretim miktarı 719 bin tona yaklaşmış olup, 2020 yılı aynı dönem üretim miktarından %2,2 daha azdır, veriler Tablo 2.3'te yer almaktadır (TEPGE 2021).

**Tablo 2.3:** Türkiye’de tavuk eti verileri /ton (TEPGE 2021)

	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Üretim</b>	1.879.019	2.136.733	2.156.669	2.138.449	2.136.263
<b>Tüketim</b>	1.564.702	1.735.754	1.709.148	1.699.982	1.661.642
<b>İthalat</b>	85	2.752	5.845	1.119	1.433
<b>İhracat</b>	314.402	403.732	453.366	439.586	476.054
<b>Kişi Başı Tüketim (kg)</b>	19,6	21,5	20,8	20,4	19,9

Son yirmi yılda dünya çapında tavuk etine olan ilginin artmasının temelinde diğer et ürünlerine göre nispeten düşük maliyetli oluşu, hazırlanmasının kolaylığı ve ürün çeşitliliğinin çok olması, sağlıklı olması, kültürel ve dini kısıtlamalarının olmaması gibi sebepler yatmaktadır (Wideman ve diğ. 2016; Petracci ve diğ. 2015).

Etlik piliçlerin beslenmesinde, uzun yıllardır yapılan ve günümüzde de devam eden ıslah çalışmalarında başarılı sonuçlar alınmaktadır (Zhao ve diğ. 2012; Zuidhof ve diğ. 2014; Kuter 2018). National Chicken Council (2021) verilerine göre 1925-2015 yılları arasında etlik piliçlerin yetiştirilme süresi 112 günden 48 güne, yemden yararlanma oranı 4,7’den 1,89’a ve ölüm oranı %18’den %4,8’e düşürülmüş, aynı zaman zarfında kesim ağırlığı ise yaklaşık 2,5 kat arttırılmıştır. Etlik piliç yetiştiriciliğine ait bazı parametreler Tablo 2.4’te verilmiştir.

**Tablo 2.4:** Etlik piliç yetiştiriciliğine ait bazı parametrelerin yıllara bağlı değişimi (National Chicken Council 2021)

Yıllar	Kesim Yaşı (gün)	Kesim Ağırlığı (g)	Yemden Yararlanma Oranı*	Ölüm Oranı (%)
1925	112	1133	4,70	18,0
1950	70	1397	3,00	8,0
1975	56	1705	2,10	5,0
2000	47	2281	1,95	5,0
2015	48	2775	1,89	4,8
2017	47	2803	1,85	4,4
2018	47	2839	1,82	5,0
2019	47	2866	1,80	5,0
2020	47	2907	1,79	5,0

\*Yemden yararlanma oranı=1 kg canlı ağırlık artışı için tüketilen kg yem miktarı



Günümüzde etlik piliçler 50 yıl öncesine kıyasla 2-3 kat daha fazla canlı ağırlığa sahiptir (Petracci ve diğ. 2012). Kanatlıların büyüme oranındaki bu hızlı artış kas dokularının histolojik ve biyokimyasal modifikasyonuna neden olmuş ve bu durum farklı tipte myopatilere yol açmıştır (Barbut ve diğ. 2008). Tüm bu değişimler, myodejenerasyon (kas liflerinin yapısal bozukluğu) ve onu takiben rejenerasyon (dejenere olmuş liflerin arasına yağ ve bağ doku birikimi ile farklı bir kas yapısı oluşumu) ile farklı yapısal ve metabolik anormalliklerin kas içinde görülmesiyle sonuçlanır (Petracci ve diğ. 2012). Kalıtsal müsküler distrofi (kalıtsal kas bozuklukları), beslenme ile ilgili kas kusurları miyopatisi, toksik miyopati (toksisiteye bağlı kas kusurları), ve PSE (soluk-yumuşak ve sulu) et oluşumu tavuk göğüs etlerinde en yaygın görülen problemlerdir (Kuttappan ve diğ. 2016). Bununla birlikte son zamanlarda ortaya çıkan beyaz şeritlenme, odunsu göğüs ve spagetti et problemi ise kanatlı eti kalitesini olumsuz yönde etkileyen diğer önemli sorunlardandır (Petracci ve diğ. 2019).

## 2.2 Beyaz Şerit Problemi

Uluslararası literatürde ‘White striping’ olarak adlandırılan beyaz şerit problemi, ilk kez Bauermeister ve diğ. (2009) tarafından ele alınmış oldukça yeni bir kalite problemidir. Kanatlı göğüs filetosunun büyük bir kısmını oluşturan Pectoralis majör (*Pectoralis major*) kasına paralel beyaz çizginin görünümü olarak tanımlanmaktadır (Kuttappan ve diğ. 2009). Bu durum esas olarak göğüs filetolarının üst kısımlarında görülür, ancak butlarda da ortaya çıkabilir. Beyaz şeritler myofibrillerin hasarlanmasına neden olan kollajen ve yağ birikiminin bir sonucudur (Kuttappan ve diğ. 2013<sup>b</sup>). Beyaz şeritlenmenin bulunduğu kas dokularında yağ hücrelerinin ve bağ dokununun artışı ile ciddi hücre dejenerasyonları ortaya çıkmaktadır. Burada ortaya çıkan dejenerasyonlar mikroskobik düzeyde incelendiğinde hücresel yapılarda şekilsel bozukluklar, bazı hücrelerde ölümler ve bunun sonucu nekrozlar, hücreler arası boşluklarda kalsiyum birikimine bağlı mineralizasyon ve iltihaba bağlı ödemli yapılar gözlenmektedir (Petracci ve diğ. 2013). Beyaz şerit gözlenen filetolarda sistemik enfeksiyon belirtileri bulunmamaktadır (Kuttappan ve diğ. 2013<sup>a</sup>).

### 2.3 Beyaz Şerit Probleminin Oluşumuna Etki Eden Faktörler

Etlik piliçlerde büyüme hızının artması ve yem dönüşüm oranının iyileştirilmesi için yapılan çalışmalar olumlu sonuçlar vermiş ve buna bağlı olarak göğüs eti ağırlığı ve verimliliği günden güne artış göstermiştir. Fakat bu durum beraberinde göğüs kası miyopatilerinin görülme sıklığını arttırmıştır (Dalle Zotte ve diğ. 2015; Mudalal ve diğ. 2015; Xing ve diğ. 2017; Dalgaard ve diğ. 2018 ).

Tavukların hızlı büyüme oranları göstermesi, göğüs filetolarında beyaz çizgi oluşumunu arttırmaktadır (Kuttappan ve diğ. 2012<sup>a</sup>). Ayrıca, hızla büyüyen tavuklarda kılcal damar yoğunluğunun düşük olması nedeniyle göğüs kasına oksijen taşınımı azalmaktadır. Yeterli kan dolaşımının olmaması, oksidatif stres ve doku hasarına yol açan metabolik atık ürünlerinin birikmesine neden olmaktadır. Yüksek büyüme oranına sahip tavuklarda miyopatik değişikliklerle birlikte kas hasarını gösteren serum enzim düzeylerinde artış gözlenmiştir. Yüksek büyüme oranı ile ilişkili hasar, aynı zamanda kas dokusundaki artmış sodyum, potasyum, magnezyum ve kalsiyum seviyesine neden olan kusurlu katyon regülasyonu sonucu mineralleşmeye neden olabilir. Kas dokusunda artmış kalsiyum seviyesi, miyopatik değişikliklerle sonuçlanan hücre içi proteazların veya lipazların aktivasyonu da dahil olmak üzere çeşitli doku değişikliklerini başlatabilir (Kuttappan ve diğ. 2013<sup>a</sup>). Petracci ve diğ. (2012) yüksek verim elde etmek için üretilen melezlerin, standart verim elde etmek için üretilen tavuklar ile karşılaştırıldığında daha yüksek beyaz şeritlenme sergilediğini bildirmişlerdir.

Boerboom ve diğ. (2018), hızlı büyüyen piliçlerin kas hücrelerindeki mitokondri sayısının düşük olması nedeniyle, bu kasların daha fazla anaerobik metabolik aktivite göstermesi sonucu beyaz şeritlenme hasarına karşı daha duyarlı hale geldiğini belirtmişlerdir. Diğer yandan erkek broilerlerde büyümenin dişilere göre daha hızlı olması beyaz şerit problemlili göğüs eti görülme sıklığını arttırmaktadır (Tekeli ve diğ. 2016).

Enerji düzeyleri yüksek yemlerle beslenen tavukların düşük enerjili yemlerle beslenenlere göre canlı ağırlıklarının ve fileto randımanlarının daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Fakat bu durum tavuk filetolarında ortaya çıkan beyaz şeritlenme riskini de arttırmaktadır (Kuttappan ve diğ. 2012<sup>a</sup>). Benzer şekilde Mudalal ve diğ. (2015), daha ağır filetolarda beyaz şerit probleminin daha yaygın ve şiddetli olarak oluştuğunu gözlemlemiştir.

Yapılan araştırmalarda rasyona E vitamini ilavesinin (15, 50, 100, 200 ve 400 IU/kg yem) beyaz çizgilenme üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Kuttappan ve diğ. 2012<sup>a</sup>). Diğ.er yandan kümes hayvanları rasyonlarının güçlü bir antioksidan olan C vitamini ile desteklenmesinin, bu problemin görülme sıklığının düşmesine yardımcı olabileceği düşünülürken (Abasht ve diğ. 2016), lizin düzeyinin artırılması sonucu beyaz şerit oluşumunun arttığı gözlenmiştir (Cruz ve diğ. 2016). Yapılan başka bir çalışmada, klasik besleme yöntemlerinden farklı olarak (17-47 günlük) broilerlerin kalori düzeyleri farklı yemlerle kısıtlı sürelerde beslenmesinin göğüs filetolarında beyaz şerit problemini azalttığı gözlenmiş ve bu olumlu etki, besleme süresinin sınırlandırılmasıyla büyümenin yavaşlamasına bağlanmıştır (Livingston ve diğ. 2018).

Beyaz şerit problemi spesifik hibritlere özgü bir kusur olmayıp bu probleme neden olan genlerin belirlenmesine yönelik yürütölen genetik çalışmalar sonucu problemin karmaşık bir etiyoijisi ve poligenetik temelli bir etkisi olduğu kanıtlanmıştır (Mutryn ve diğ. 2015; Abasht ve diğ. 2016; Zambonelli ve diğ. 2016; Hubert ve diğ. 2018; Papah ve diğ. 2018; Pampouille ve diğ. 2018).

#### **2.4 Beyaz Şerit Oluşumunun Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi**

Beyaz şerit probleminin tavuk göğüs eti kimyasal bileşimini değıştirdiğı iyi bilinmektedir. Beyaz şeritlenmenin şiddeti arttıkça, kas içi yağ ve kollajen miktarı artar ve toplam kas protein miktarı azalır (Kuttappan ve diğ. 2012<sup>b</sup>; Mudalal ve diğ. 2014; Petracci ve diğ. 2014; Soglia ve diğ. 2016; Malila ve diğ. 2018). Baldi ve diğ. (2018), göğüs etlerinin farklı bölgelerinde (yüzeysel ve derin) kimyasal kompozisyonun belirlenmesine yönelik yaptıkları analizlerde beyaz çizgili göğüs etlerinin (normale kıyasla) hem yüzeysel hem de derin kısmında daha yüksek yağ, daha düşük protein içerdiğini, nem ve kül düzeyleri bakımından fark bulunmadığını belirlemiştir. Göğüs etlerinde beyaz çizgi yoğunluğu arttıkça yağ miktarı artmakta, protein miktarı ise düşmektedir dolayısıyla beyaz çizgili göğüs etlerinin yağ ve protein miktarları arasında negatif korelasyon olduğu bildirilmiştir (Kuttappan ve diğ. 2013<sup>a</sup>). Kas liflerinin dejenerasyonu, protein içeriğinin azalmasına neden olabilir, ancak yağ içeriğindeki artışın nedeni net değildir. Protein içeriğindeki azalmanın (kas lifi dejenerasyonunun veya atrofisinin bir göstergesi olabilir), adipositlerin genişlemesi

için daha fazla alan yaratılması sonucu, yağ birikiminin artmasıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir (Kuttappan ve diğ. 2012<sup>b</sup>). Beyaz şerit probleminin tavuk göğüs etlerinin kimyasal bileşimine etkisi birçok çalışmada incelenmiştir ve bazı bulgular Tablo 2.5’te özetlenmiştir.

**Tablo 2.5:** Beyaz şeritleme derecesinin tavuk eti kimyasal bileşimi üzerine etkisi

<b>Yoğunluk</b>	<b>Nem</b>	<b>Protein</b>	<b>Yağ</b>	<b>Kül</b>	<b>Kaynak</b>
Normal	82,39±0,93	90,03±0,57	3,03±0,44	4,58±0,03	Kuttappan ve diğ. (2012 <sup>b</sup> )
Orta	81,30±0,90	88,93±0,55	4,47±0,42	4,60±0,03	
Şiddetli	81,99±1,20	87,73±0,73	5,56±0,56	4,54±0,04	
p değerleri	>0,05	<0,05	<0,05	>0,05	
Normal	73,8±0,24	22,8±0,63	0,98±0,23	1,34±0,04	Mudalal ve diğ. (2014)
Şiddetli	74,4±0,31	18,7±0,25	2,15±0,40	1,14±0,02	
p değerleri	<0,01	<0,001	<0,001	<0,001	
Normal	75,08±0,7	21,7±0,7	2,6±0,5	1,1±0,1	Carvalho ve diğ. (2020 <sup>b</sup> )
Orta	75,7±0,7	20,64±1,0	4,03±0,7	1,0±0,1	
Şiddetli	75,08±1,1	20,3±0,8	4,1±0,8	1,1±0,1	
p değerleri	>0,05	<0,05	<0,001	>0,05	

Et proteinleri, etin işlenebilirliği üzerine büyük etki göstermektedir. Beyaz şerit özelliği gösteren kas lifleri üzerine yapılan mikroskopik incelemeler myofibrillerin bir kısmında işlevsellik zayıflığı ve sarkoplazmik proteinleri içeren sarkoplazmik sıvılarda kayıplar olduğunu göstermiştir. Myofibriler ve sarkoplazmik fraksiyonların azalması, tavuk etlerinde su tutma kapasitesi, pişirme kaybı, kesme kuvveti gibi dokusal, teknolojik ve duyuşal özelliklerde kayıplara neden olmaktadır (Mudalal ve diğ. 2014; Trocino ve diğ. 2015; Tijare ve diğ. 2016). Benzer şekilde Petracci ve diğ. (2013) ve Alnahhas ve diğ. (2016), beyaz şerit oluşumun etin dokusu (düşük kesme kuvveti), su tutma kapasitesi (yüksek damlama ve pişirme kayıpları) ve marinat absorpsiyon seviyesi ile kimyasal bileşimini önemli düzeyde etkilediğini belirlemişlerdir. Ayrıca bu problemin etin duyuşal özelliklerini de olumsuz yönde etkileyerek tüketicilerin bu etlere olan talebini azalttığını ifade etmişlerdir.

Kas hücresinde kalsiyum iyonu birikimine bağlı hasarlanmalar, proteolitik ve lipolitik enzimlerin aktivasyonu sonucu plazma ve serumun biyokimyasal profilini değiştirmektedir. Özellikle sarkolem bütünlüğünün bozulmasıyla çeşitli enzimlerin (kreatin kinaz, alanin aminotransferaz, aspartat aminotransferaz, laktat dehidrojenaz vb.) üretimi ve salınması artmakta ve bu durumun beyaz çizgi oluşumu üzerine etkili olduğu düşünülmektedir (Kuttappan ve diğ. 2013<sup>a</sup>; Petracci ve diğ. 2015; Mutryn ve diğ. 2015; Kuter 2018). Normal ve beyaz çizgili göğüs etlerinin kalsiyum, demir, sodyum, potasyum ve fosfor mineralleri açısından gösterdiği farklılık Tablo 2.6' da gösterilmiştir (Tasoniero ve diğ. 2016).

**Tablo 2. 6** Normal ve beyaz çizgili göğüs etlerinde bazı minerallerin düzeyleri (Tasoniero ve diğ. 2016)

<b>Mineraller (mg/kg)</b>	<b>Normal</b>	<b>Beyaz Şeritli</b>	<b>P</b>
<b>Kalsiyum</b>	47,9	55,8	>0,05
<b>Demir</b>	3,23	4,45	<0,001
<b>Sodyum</b>	498	566	>0,05
<b>Potasyum</b>	2705	2685	>0,05
<b>Fosfor</b>	2033	1984	>0,05

Tavuk ve hindi göğüs eti; biyoaktif peptidler, uzun zincirli n-3 çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), konjuge linoleik asit (CLA) ve bazı vitaminleri içermekte ve antioksidan özellik gösteren bileşenleri ihtiva etmektedir (Gibbs ve diğ. 2010; Ryan ve diğ. 2011; Mudalal ve diğ. 2019). Normal filetolar yüksek düzeyde doymamış yağ asitleri içerirler ancak, beyaz çizgi içeren filetolarda tekli doymamış (MUFA) yağ asitlerinin oranı normal filetolardan daha yüksek bulunmuştur (Kuttappan ve diğ. 2012<sup>b</sup>). Soglia ve diğ. (2016), tarafından yapılan bir çalışmada beyaz şerit probleminin ortaya çıkmasıyla etin yağ asidi profilinin önemli ölçüde değişikliğe uğradığı sonucuna ulaşılmıştır. Genel olarak toplam tekli ve çoklu doymamış yağ asidi içeriklerinde önemli farklılıklar bulunmazken, toplam doymuş yağ asidi (SFA) miktarının normal filetolarda beyaz şerit problemlili olanlardan daha yüksek olduğu bulunmuştur (p<0,05). Farklı derecelerde beyaz şerit probleminden etkilenen tavuk göğüs etlerinin yağ asidi kompozisyonları Tablo 2.7' de verilmiştir.

**Tablo 2. 7** Beyaz şerit probleminin yağ asidi kompozisyonuna etkisi

Yağ asidi kompozisyonu	MUFA (%)	PUFA (%)	SFA (%)	Yazalar
Normal	31,75	33,06	32,08	Kuttappan ve diğ. (2012 <sup>b</sup> ).
Beyaz şeritli	34,26	32,74	29,98	
P değerleri	>0,05	>0,05	<0,001	
Normal	25,06	40,26	33,03	Soglia ve diğ. (2016 <sup>b</sup> ).
Beyaz şeritli	28,21	41,10	29,45	
P değerleri	>0,05	>0,05	<0,05	

Beyaz şeritlenme problemi gözlenen tavuk göğüs etlerinde karkas ağırlığının artışına paralel olarak problemin şiddeti ve pH değeri artış göstermiştir (Kuttappan ve diğ. 2017; Gratta ve diğ. 2019). Kesim sonrası kaslarda son pH 5,5 ila 5,9 arasına düşerken, beyaz şeritlerin baskın olduğu tavuk kaslarında yaklaşık 6,1'e kadar düşüş gözlenir. Bu problemlerden etkilenen etlerde normalden daha yüksek bulunan pH değeri, glikojen deposu ve göğüs kasları ağırlığı arasındaki negatif korelasyon ile açıklanabilir (Soglia ve diğ. 2016).

Tüketici açısından renk taze etteki en önemli kalite kriterlerindedir. Etin rengi, myogloblin içeriğine, pH'ya ve pigmentasyonlara bağlıdır (Tijare ve diğ. 2016). Beyaz şerit probleminden etkilenen filetolar, şiddetli fibrotik tepki nedeniyle etkilenmeyen filetodan daha sarıdır (Dalle Zotte ve diğ. 2017). Sarılık değerindeki ( $b^*$ ) artış filetolarda beyaz şerit probleminin görülme şiddetinin artmasıyla paralellik göstermektedir. Kuttappan ve diğ. (2009),  $b^*$  değerlerinin beyaz şeritlenmenin şiddeti ile arttığını ve  $L^*$  ve  $a^*$  değerlerine herhangi bir etkisi olmadığını bulmuştur. Pereira ve diğ. (2021), beyaz şerit probleminden orta ve şiddetli derecelerde etkilenen tavuk göğüs etlerinin normal etlere kıyasla yüksek  $L^*$  ve  $b^*$  değerleri sergilediğini ( $p < 0,001$ ) belirtmişlerdir. Ayrıca şiddetli derece probleminden etkilenen etler orta derecede beyaz şerit problemlili etlerden yüksek  $L^*$  ve  $b^*$  değerleri sergilemişlerdir ( $p < 0,001$ ). Kas proteinlerinin dejenerasyonu sonucu et yüzeyinde meydana gelen fazla miktarlarda serbest su birikimi beyaz şerit problemlili etlerin  $L^*$  değerinde artışa neden olmuştur (Baldi ve diğ. 2019; Mello ve diğ. 2021). Tablo 2.8'de pH ve renk değerlerinin incelendiği çalışmalardan örnekler verilmiştir.

**Tablo 2. 8** Beyaz şerit probleminin pH ve renk ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) değerlerine etkisi

Parametreler	pH	$L^*$	$a^*$	$b^*$	Yazarlar
Normal	5,80	56,0	1,76	2,72	Mudalal ve diğ. (2014)
BŞ	5,90	54,9	1,72	2,70	
p değerleri	<0,001	<0,001	>0,05	<0,05	
Normal	5,86	54,4	0,89	10,3	Baldi ve diğ. (2018)
BŞ	5,96	54,5	1,13	12,6	
p değerleri	<0,001	<0,001	0,89	<0,001	
Normal	6,00	54,31	1,00	5,89	Bordignon ve diğ. (2021)
BŞ	6,02	56,20	0,82	7,10	
p değerleri	0,443	0,002	0,634	<0,05	

Normal filetolara kıyasla şiddetli beyaz şeritlenme gözlenen pişirilmiş göğüs filetolarının tüketimi sırasında kas dokusunun sıkıştırılması, parçalanması ve çiğnenmesi için daha fazla çaba gerekmektedir. Dokulardaki bu farklılıklar, beyaz şerit problemlili filetoların bağ dokusu içeriğindeki artıştan kaynaklanmaktadır (Tijare ve diğ. 2016). Allo-Kramer kesme tekniğini kullanan Petracci ve diğ. (2013), beyaz çizgili filetoların normal filetolardan daha düşük kesme değerlerine sahip olduğunu bildirmiştir.

Görünüm, doku ve lezzet, tavuk eti tüketicileri tarafından değerlendirilen önemli kalite özellikleridir (Carvalho ve diğ. 2017; Estevez 2015). Yapılan bir çalışmada, eğitimli panelistler beyaz şerit probleminden orta dereceli etkilenen örneklerin dokusal özelliklerini normal olarak tanımlamışlardır. Aynı panelistler probleminden şiddetli derecede etkilenen pişmiş göğüs filetolarını yapışkanlık, sertlik ve çiğnenebilirlik açısından değerlendirmişler ve kontrol numunelerinden daha yüksek puanlar vermişlerdir (Brambila ve diğ. 2016). Beyaz şerit probleminin, tavuk göğüs eti yüzeyinde görsel görünüme zarar vermesi tüketici tercihlerini olumsuz yönde etkilemektedir (Kuttappan ve diğ. 2016).

## 2.5 Beyaz Şerit Problemi Gözlenen Etlerin Değerlendirilmesi

Beyaz şerit problemi tavuk göğüs kaslarında son yıllarda ortaya çıkmış bir myopatidir. Bu problem kanatlı et üretiminde göğüs eti kalitesini, görünümünü ve duyuşal özelliklerini olumsuz etkileyen en önemli kas problemlerindedir (Tekeli ve diğ. 2016). Üreticilerin yüksek randımanlı göğüs eti talebine bağılı olarak broilerlerin stres altında kısa sürede yüksek canlı ağırlığa ulaştırılması çabası bu problemin temel sebeplerinden birisi olarak nitelendirilebilir (Dalle Zotte ve diğ. 2017).

Beyaz şerit kusurlarının azaltılması amacıyla uygulanabilecek stratejiler arasında, kanatlıların besleme rejimlerinin değıştirilmesi ve proteomik çalışmalara hız verilmesinin etkili olabileceğı düşünölmektedir. Ayrıca canlı hayvanlarda tomografik, manyetik rezonans ve ultrason gibi görüntöleme teknikleriyle kusurlu hayvanların ayrıştırılması ve bunların ayrıca kesime alınması ekonomik kayıpları azaltabilir. Yine kusurlu etlerin herhangi bir patojenik etkisinin olmaması nedeniyle bunların fiyatlandırılmasında iyileştirmeye gidilmesi mümkündür. İnnovatif ürün değıerlendirme stratejilerinden de (ileri işlemdede paçallama v.b) faydalanarak ekonomik kayıpların önüne geçilebileceğı düşünölmektedir (Ergezer 2020).

Et kalitesinin tanımını genel olarak "ette tüketici tarafından değıerlendirilen ve aranılan özelliklerin ölçümüdür" şeklinde yapılabilir. Et kalitesi, "etin duyuşal, besleyici, hijyenik ve teknolojik özellikleri gibi tüm faktörlerin toplamı" olarak tanımlanabilir. Tüketiciler arasında ilk olarak dikkate alınan kalite kriteri görünüşdür (Fletcher 2002; Kuttappan ve diğ. 2012). Tüketiciler çiğ etlerin işlenmiş ürünlere kıyasla et kalitesi hakkında daha fazla bilgi verdiğini düşündükleri için çiğ et satın alma eğilimindedirler (Kennedy ve diğ. 2004). Bu yönüyle beyaz şerit probleminin, tavuk göğüs eti yüzeyinde görsel görünüme zarar vermesi tüketici satın alma tercihlerini olumsuz yönde etkilemektedir (Kuttappan ve diğ. 2016). Daha önceden problemlili etlere dair edinilen tecrübelerede dayanarak (PSE et, yumurtacı ve anaç tavuk etlerinin değıerlendirilmesi, v.s) güncel bir problem olan beyaz şerit kusurlu etlerin de ileri işlenmiş şarküteri tip ürünlere işlenebilmesi söz konusudur. Özellikle beyaz çizgi yoğunluğu fazla olan göğüs etleri doğrudan tüketime sunulamadığı için işlenmiş ürün (sosis, nugget vb.) üretiminde kullanılmasına imkân tanıyabilmektedir (Lorenzi ve diğ. 2014; Dalle Zotte ve diğ. 2015; Baldi ve diğ. 2018).



### 2.5.1 Nugget

Dünya nüfusu ve gelişmekte olan ülkelerdeki gelir artışına paralel olarak artan kanatlı eti tüketimi endüstriyi yeni ve çeşitli ürünler sunmaya odaklamıştır. Geçmişte tüketiciler tarafından taze ya da dondurulmuş şekilde bütün olarak satın alınan kanatlı etleri, sonraki yıllarda tüketici taleplerini karşılamak için hazırlanması hızlı, kolay ve daha küçük porsiyonlarda satışa sunulmaya başlanmıştır. 1960 yılında Kuzey Amerika'daki satışa sunulan ileri işlenmiş kanatlı eti ürünlerinin piyasadaki payı %3 iken günümüzde %60 oranlarına ulaşmıştır.

Kanatlı etinin tüketim hızına yetişebilmenin yollarından biri de, nugget gibi katma değerli ürünlerin geliştirilmesiyle sağlanır. Bu tür ürünlerin kalitesinde iyileştirme çalışmaları tavuk ürünlerinin pazarlanabilirliği genişletmektedir.

Kanatlı etlerinin farklı kısımlarının (but, göğüs, kanat vb.) veya bu kısımlardan hazırlanan köftelerin çeşitli formülasyonlardaki kaplama materyalleri kullanılarak kaplanması ve daha sonra derin yağda kızartılmasıyla şnitzel, pati, nugget, pane gibi ürünler elde edilir. “Kaplama” terimi; gıdanın içine daldırıldığı su, un, yumurta, nişasta ve baharat gibi bileşenlerden oluşan sıvı karışımlar ile bu sıvı karışımları takiben uygulanan, un, nişasta ve galeta unu gibi bileşenleri içeren kuru karışımları ifade etmektedir (Ertekin 2005). Niteliklerini artırmak için gıdalara kaplama uygulaması tercih edilen işlemlerdendir. Renk ve yüzey yapısı, tat, tekstür gibi nitelikler kaplama işlemi ile geliştirilip iyileştirilebilir, bütünlük korunabilir. Ayrıca ürünlerin depolanması esnasında oksidasyon, mikrobiyolojik bozulma ve dağılma gibi olumsuz gelişmeler engellenebilir ya da yavaşlatılabilir. Özellikle kızartılan ürünlerde kızartma esnasında nem kaybı veya yağ emilimi gibi problemler azaltılabilir (Khalil 1999; Kulp ve Loewe 1990; Kılınççeker ve Doğan 2002; Akgün 2006).

### 2.6 Beyaz Şerit Problemlerinin Etlerin Değerlendirilmesine Yönelik Çalışmalar

Beyaz şerit probleminin görüldüğü tavuk etlerinin değerlendirilmesine yönelik çeşitli çalışmalar mevcuttur. Bunlardan birinde Bordignon ve diğ. (2021), farklı derecelerde beyaz şerit problemlerini tavuk göğüs etlerini kullanarak hazırladıkları nugget

ve köftelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini değerlendirmişlerdir. Tavuk göğüs etlerinde beyaz şeritlenmenin şiddetli düzeyde varlığı nuggetlarda yağ ve kollajen içeriğinin artmasına, daha yüksek lipid oksidasyonuna (TBARS) ve düşük ham protein değerlerinin elde edilmesine neden olurken  $a^*$ ,  $b^*$  ve pişirme kayıpları değerlerinde önemli farklılıklar göstermemiştir ( $p>0,05$ ). Hazırlanan köftelerde ise beyaz şeritlenmenin varlığı yüksek pişirme kaybı ve düşük su tutma kapasitesi değerlerine neden olmuş fakat bu durumun üretimi ve kaliteyi önemli ölçüde etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır.

Carvalho ve diğ. (2021), farklı derecelerde beyaz şerit problemi sergileyen hindi göğüs etlerini kullanarak ürettikleri sosislerin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerini değerlendirmişlerdir. Beyaz şeritlenmenin derecesi arttıkça yağ içeriğinde ve 56 günlük depolama süresi boyunca TBARS değerlerinde artış gözlenmiştir. Renk parametreleriyle ilgili olarak, en yüksek  $a^*$  değerleri orta şiddette problemden etkilenen göğüs etleriyle hazırlanan sosislerde,  $b^*$  değeri ise şiddetli derecede problemden etkilenen etlerden hazırlanan sosislerde ölçülmüştür. Pişirilen sosislerin sertlik değerleri problemin derecesi arttıkça azalma eğilimi gösterirken duyuşal olarak, tüm numuneler ortalamanın üstünde puanlar almışlardır. Beyaz şerit problemden etkilenen hindi göğüs etlerinden üretilen sosislerin, ürünün kalitesini bozmadığı ve üretimde kullanılabilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Lee ve diğ. (2021) tarafından yapılan başka bir çalışmada, normal ve beyaz şerit problemlili tavuk göğüs etlerinin farklı pişirme yöntemleri sonrası kalite özellikleri karşılaştırılmıştır. Bu amaçla normal ve beyaz şerit problemlili olarak tanımlanmış tavuk göğüs filetolarında fırında ve sous-vide pişirme yöntemlerinin etkileri araştırılmıştır. Fırında pişirme işlemi sonrası sous-vide yöntemine göre her iki gruptaki filetolarda daha yüksek pişirme kaybı, Warner-Bratzler kesme kuvveti değerleri ve sertlik değerleri gözlenmiştir. Duyusal kalite özellikleri ile ilgili olarak, sous-vide yöntemi ile pişirilen problemlili filetoların fırında pişirilenlere kıyasla kabul edilebilirliği daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak, sous-vide pişirme yöntemi beyaz şerit problemlili tavuk göğüs etlerinin duyuşal kalite özelliklerini geliştirmek için etkili bir yöntem olarak önerilmiştir.

Carvalho ve diğ. (2020<sup>a</sup>), tarafından yapılan çalışmada beyaz şerit problemlili hindi etinden üretilmiş pişmiş sosislere farklı oranlarda kitosan ilavesinin ürünün

fiziksel, kimyasal, duyuşal özelliklerine depolama süresince etkisi değerlendirilmiştir. Kitosan ilavesiyle sosislerde nem, lipid ve protein içerikleri azalırken ( $p < 0,001$ ) kül ve kuru madde içeriklerinin arttığı saptanmıştır ( $p < 0,001$ ). Benzer şekilde, kitosan ile yeniden formüle edilen sosislerde tekstür parametrelerinin (sertlik, kohezyon, yapışkanlık ve çiğneme) değerleri kontrol numunelerine göre daha yüksek bulunmuştur. Kitosan ilavesi pH ve sarılık ( $b^*$ ) değerlerini arttırmıştır ( $p < 0,05$ ). Son olarak kitosan uygulamasının kontrol grubundan farklı duyuşal analiz sonuçları sergilemediği g r lm ştir. Kitosan uygulamasının beyaz şerit problemlili hindi etlerinde katma değeri yükseltmek amacıyla kullanılabilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Mudalal ve diğ. (2015) tarafından beyaz şerit ve odunsu göğüs problemlili tavuk filetolarının marinasyon öncesi ve sonrası kalite özellikleri değerlendirilmiştir. Her iki problemliden de etkilenen filetolar yüksek pH, düşük marinat alımı ve son ürün verimi değerleri göstermiştir. Sonuç olarak beyaz şerit ve odunsu göğüs problemlilerinin varlığı yalnızca göğüs etinin görünümünü bozmakla kalmamış, pişirme kayıplarının artışına ve son ürün veriminde düşüşe neden olduğu belirtilmiştir.

Madruga ve diğ. (2019), tarafından yapılan çalışmada tavuk sosis üretiminde odunsu göğüs problemlili tavuk etlerinin kullanım olanakları değerlendirilmiştir. %100 normal tavuk eti, %100 problemlili tavuk eti ve %50 normal + %50 problemlili göğüs eti içeriğine sahip üç tür sosis hazırlanmıştır. Tamamen problemlili tavuk etinden üretilen sosislerin pH,  $L^*$ , nem, pişirme kaybı, kesme kuvveti, sertlik, çiğneme ve yapışkanlık değerleri normal tavuk göğüs etlerinde hazırlanan sosislere göre yüksek bulunmuştur. Problem gözlenmeyen etlerle hazırlanan sosislerin su tutma kapasitesi,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri, protein içeriği ve TBARS değerleri, yarı yarıya paçallanarak hazırlanan sosisler ile benzer ve problemlili sosislerden ise daha yüksek bulunmuştur.  r nler arasında duyuşal olarak farklılık gözlenmemiş ve satın alınma tercihleri etkilenmemiştir. Dolayısıyla odunsu göğüs problemi gözlenen tavuk göğüs etlerinin tamamen veya farklı oranlarda normal filetolara ilave edilerek sosis üretiminde kullanılabilereği sonucuna ulaşılmıştır.

Santos ve diğ. (2019), odunsu göğüs problemlili tavuk filetolarından hazırlanan köftelerin depolama süresince kalite parametrelerindeki değişimi incelemişlerdir. 90 gün süreyle dondurularak muhafaza edilen problemlili köftelerin TBARS değerleri

depolama süresince önemli bir farklılık göstermemiştir. Depolama süresinin odunsu göğüs filetolarının koku, renk ve genel beğenisine hiçbir etkisinin bulunmadığı buna bağlı olarak duyuşsal kabul edilebilirliği etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır.

Rocha ve diğ. (2020), odunsu göğüs problemlili tavuk etlerinin endüstriyel kullanımına ilişkin çalışmaların eksikliğini göz önüne alarak dondurulmuş koşullar altında odunsu göğüs problemlili tavuk etlerinden sosisler hazırlayarak depolama boyunca kalite değerlerindeki değişimi incelemişlerdir. Çalışma için problem gözlenmeyen tavuk göğüs etlerinden, tamamen problemlili filetolardan, normal ve problemlili filetoları yarı yarıya içeren üç grup sosis hazırlanmış çiğ ve pişmiş (70 °C/10 dak) sosisler 180 gün süreyle dondurulup değerlendirilmiştir. Odunsu göğüs problemlili filetolardan hazırlanan sosislerin normalden düşük su tutma kapasitesi ve yağ içeriğiyle ilişkilili olarak yüksek pH, nem, kesme kuvveti değerleri sergilediği gözlenmiştir. Depolama süresi boyunca tüm gruplar için su tutma kapasitesi,  $a^*$  değerinde düşüş, pişirme kaybı ve kesme kuvveti değerlerinde ise artış görülmüştür. Problemlili göğüs etlerinin düşük yağ içeriğine bağlı olarak TBARS değerleri normal göğüs etlerinden yapılan sosislere göre daha düşük bulunmuştur. Sonuçlar problemlili göğüs etlerinden yapılan sosislerin oksidasyona karşı direnç gösterdiğini ve bu sosislerin -20°C'de 198 güne kadar dondurulabileceğini göstermiştir.

Tüketicilerin beyaz şerit probleminden etkilenen tavuk göğüs etleri hakkındaki bilgi, kabul edilebilirlik ve satın alma isteklerini değerlendirmek için yapılan çalışmada Carvalho ve diğ. (2020<sup>b</sup>), tüketicileri konuyla ilgili bilgilendirilmeden önce ve sonra değerlendirmeye tabii tutmuşlardır. Çalışmaya katılan tüketicilerin bilgilendirme öncesi, tavuk göğüs etlerinde beyaz şerit oluşumunu algılama derecesi düşük bulunmasına rağmen tüketiciler yine de çiğ problemlili filetoları satın almada tereddüt yaşamışlardır. Konuyla ilgili bilgilendirilmeden sonra ise beyaz şerit problemlili örneklerin kabul edilebilirliği oldukça azalmış ve tüketiciler bu filetoları tüketmeyi reddetmişlerdir. Pişmiş problemlili filetolar tüketiciler tarafından renk, tat ve genel kabul edilebilirlik açısından normal tavuk filetolardan ayırt edilemezken bilgilendirilme durumunda sonuçlarda fark olmamıştır ve beyaz şeritli numuneler normale kıyasla daha yüksek koku, doku ve kabul edilebilirlik puanları almıştır.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1 Materyal

Çalışmada kullanılan normal ve beyaz şerit problemlili tavuk göğüs etleri özel bir firmadan soğuk zincir altında Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Et ve Et Ürünleri Teknolojisi Laboratuvarı'na transfer edilip -18°C'de derin dondurucu içerisinde muhafaza edilerek kullanılmıştır. Nugget formulasyonundaki diğer bileşenler olan galeta unu, karabiber, kimyon, soğan tozu, tuz ve kızartma yağı olarak da ayçiçeği yağı Denizli ilindeki yerel marketlerden temin edilmiştir. Nuggetların hazırlanmasında kullanılan ticari sıvı ve kuru kaplama karışımları ise Gedik Piliç A.Ş. tarafından tarafımıza tedarik edilmiştir.

##### 3.1.1 Nuggetlerin Hazırlanması

Çalışmada -18°C' deki dondurucuda bulunan tavuk göğüs etleri +4°C buzdolabı sıcaklığında 24 sa çözdürülmüştür. Örnekler hijyenik koşullar altında kullanım öncesinde dezenfekte edilen 3mm gözlü ayna kullanılarak kıyım makinesinde (PM-70, Mainca, Barcelona, İspanya) çekilmiştir. Araştırmada Tablo 3.1'de belirtilen şekilde paçallanarak uygulama grupları oluşturulmuş. Çember şeklindeki paslanmaz çelikten imal edilmiş kalıplar (5cm çap ve 1cm kalınlık) kullanılarak hamur yaklaşık 30g ağırlıkta olacak şekilde şekillendirilmiştir. Hazırlanan nuggetlar kaplama işlemi başlayıncaya kadar (1saat) buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Bunun amacı kaplamanın köftelere yapışma verimini arttırmaktır.

**Tablo 3.1** Çalışmada kullanılan uygulama grupları ve kodları

Uygulama Grubu	Kodlar
%100 Normal göğüs eti	100N
%75 Normal göğüs eti + %25 Beyaz şerit problemlili göğüs eti	75N
%50 Normal göğüs eti + %50 Beyaz şerit problemlili göğüs eti	50N
%25 Normal göğüs eti + %75 Beyaz şerit problemlili göğüs eti	25N
%100 Beyaz şerit problemlili göğüs eti	100BŞ

Nugget formülasyonlarının belirlenmesinde; literatürde kullanılan materyal ve metot taraması sonucu elde edilen veriler ışığında, nugget formülasyonun ne şekilde olması gerekliliği kararlaştırılmıştır ve Tablo 3.2’de belirtilen nugget formülasyonu kullanılarak hamurlar hazırlanmıştır.

**Tablo 3.2** Çalışmada uygulanan nugget formülasyonu

<b>Bileşenler</b>	<b>Oranları (%)</b>
Tavuk Kıyması	90
Galet Unu	5
Karabiber	0,5
Kimyon	0,5
Soğan Tozu	3
Tuz	1

+4°C’de bekletilen köfteler, 45±1°C’ deki su içerisinde 30s karıştırılarak hazırlanan sıvı kaplama solüsyonuna 10s daldırma işleminin ardından kuru kaplamaya bulanarak kızartıcıya konulmuştur. Çalışmada kullanılan sıvı ve kuru kaplama özel bir firmadan temin edilmiş olup Tablo 3.3’de belirtilen içeriğe sahiptir.

**Tablo 3.3** Çalışmada kullanılan kaplama materyali içeriği

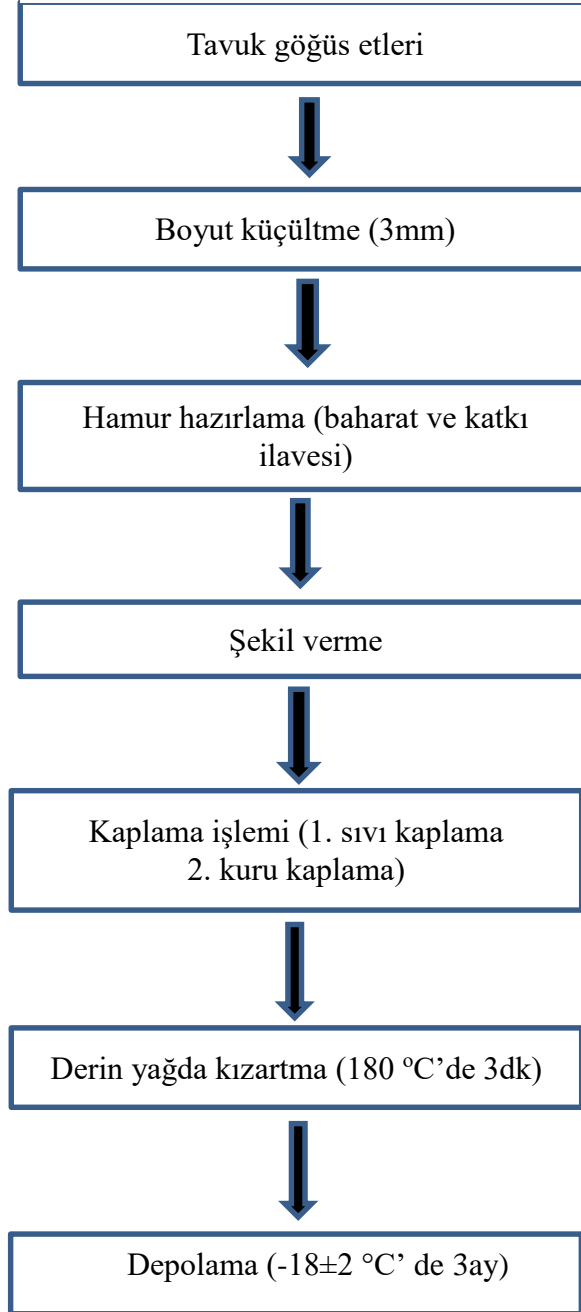
<b>Sıvı Kaplama</b>	Un
	Kapyoka Nişastası
	Mısır Nişastası
	Tuz
<b>Kuru Kaplama</b>	Galet Unu
	Zerdeçal
	Paprika

Araştırmada kaplanan köfteler 180°C’ye ayarlanmış kızartıcıda (Arnica Zg 27A, Türkiye) 3’er dakika kızartılmıştır. Termoprob (Weston 266200 CHE, USA) ile yağ sıcaklığı ve köftenin merkez (72°C) sıcaklığı sürekli olarak kontrol edilmiştir. Ayrıca her kızartma sonunda yağ seviyesi kontrol edilerek, 6 saatlik kızartma süresi sonrasında yağ değiştirilmiştir.

Üretimi gerçekleştirilen nugget örneklerinde; nem, yağ, renk, pH, TBA, kaplama tutunma yüzdesi, pişirme kaybı, son ürün verimi, tekstür profil analizi (TPA) ve duyu analizler gerçekleştirilmiş, ürünler 3 ay süreyle -18±2°C’ de depolamaya

alınarak depolama boyunca TBA, renk, pH ve duyu analizler 15 gün aralıklarla, tekstür profil analizi 30gün aralıklarla tekrar edilmiştir.

Çalışma; 5 farklı grup (100N, 75N, 50N, 25N, 100BŞ), 2 paralel ve 2 tekerrürlü olarak; 5x2x2 çalışma deseninde gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 3.1:** Nugget üretim akış şeması

## 3.2 Nuggetlarda Yapılan Analizler

### 3.2.1 Nem Tayini

Kurutma kapları önceden 105°C'de 2 saat etüvde kurutulup soğutulduktan sonra hassas terazide tartılmıştır. Örnekler kurutma kaplarına yerleştirilmiş ve 105°C'de etüv içerisine sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulmaya bırakılmıştır. Bu işlemden sonra kurutma kapları etüvden alınarak desikatörde 30 dk bekletilmiş ve kurutma kapları hassas terazide tartılarak nem içerikleri aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır (AOAC 2000).

$$\% \text{ Nem Değeri} = [(M I - M II) / W] \times 100$$

M I= Alınan Örnek + kurutma kabının darası

M II = Kurutulmuş Örnek + kurutma kabının darası

W= Numune

### 3.2.2 Yağ Tayini

Her bir gruptaki kızartılmış ürünlerin yağ miktarını saptamak için 100 mL metanol: kloroform (1:2) karışımı ve 10 g örnek blendırda parçalandıktan sonra karışım ayırma hunisine filtre kağıdı yardımıyla süzülmüştür. Filtre kağıtlarında kalan kalıntı örnek bir kez daha 100 mL metanol: kloroform çözeltisiyle parçalanmış ve ayırma hunisi içerisine tekrar süzülmüştür. Bu süzüntüye 20 mL %0,5'lik CaCl<sub>2</sub> ilave edilerek etkin bir şekilde çalkalanmış ve ayırma hunisi havası alınarak 24 saat faz ayrımı oluşması için beklenmiştir. 24 saatin sonunda alt faz daha önceden 105°C'de 2 saat bekletilen soğutulmuş ve darası alınmış yağ balonlarının içerisine alınmıştır. Yağ balonuna vakum altında 40°C sıcaklıkta damıtma işlemi uygulanıp istenilen kuruluğa ulaşan balon bir kez daha tartılarak %'de yağ miktarı aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Flynn ve Bramblett 1975).

$$\% \text{ Yağ Miktarı} = ((\text{Balon Dara} + \text{Yağ}) - \text{Balonun Darası} / \text{Örnek Miktarı}) * 100$$



### 3.2.3 TBARS Analizi

Lipid oksidasyonu son ürünlerini saptamak amacıyla TBARS analizi Witte ve diğ. (1970)'e göre yapılmıştır. 5 g örnek erlene tartılmış ve üzerine 50 ml %20'lik TCA çözeltisi ilave edilerek homojenizatörde (HG-15A WiseTis, Kore) 2 dakika süreyle parçalanmıştır. Karışım üzerine 50 ml su konularak 1 dak daha parçalanmış ve karışım 100 ml'lik balon jojeye bir huniden filtre kâğıdı yardımıyla süzümüştür. Balon joje 100 ml'ye 1:1 TCA/Su çözeltisi ile tamamlanmıştır. 5 ml süzüntü 100 ml'lik balon jojeden alınıp deney tüpüne aktarılmıştır. Deney tüpünün üzerine 5 ml 0,02 M TBA çözeltisi ilave edilmiştir. Aynı şekilde 5 ml 1:1 TCA: su ve 0,02 M TBA ile kör numune hazırlanmıştır. Tüpler karıştırılarak 35 dk. 80°C'deki su banyosunda bekletilmiş ve sonra soğutulmuştur. Süre sonunda rengi pembeye dönen örneklerin absorbansı 532 nm dalga boyuna ayarlanmış spektrofotometre ile ölçümüştür. Absorbans değerleri 5.2 faktörü ile çarpılarak kg üründeki oluşan mg malonaldehit miktarı hesaplanmıştır.

### 3.2.4 pH Tayini

pH ölçümü için 10g örneğin üzerine 100 ml distile su ilave edilerek Waring blender içerisinde homojen hale getirilmiştir. Tampon çözeltilerle standardize edilmiş pH metre (Crison Basic 20+, İspanya) elektrodu bu homejenata daldırılarak ölçüm gerçekleştirilmiştir (AOAC 1990).

### 3.2.5 Renk Tayini

Örneklerin renk değerleri Hunter lab (Mini Scan XE) cihazı ile  $L^*$  (parlaklık),  $a^*$  (kırmızılık) ve  $b^*$  (sarılık) değerleri kullanılarak saptanmıştır (Anon 1995). Bu amaçla derin yağda kızartma sonrasında olmak üzere, örneklerin yüzeyi taranarak 3 ayrı okuma yapılmış ve renk ölçümleri oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.6 Kaplama Tutunma Yüzdesi

Nuggetlar paslanmaz çelik kalıplarla şekillendirme sonrası ve kaplama işlemi sonrası tartılmıştır. Köfteye yapışan kaplamanın ağırlıkça yüzdesi aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Altunakar 2003).

$$\% \text{ Yapışan Kaplama} = (C - I / I) \times 100$$

C: Çiğ kaplanmış köfte ağırlığı (g)

I: Çiğ kaplanmamış köfte ağırlığı (g)

### 3.2.7 Pişirme Kaybı

Kaplanıp kızartılmış örneklerin pişirme kayıpları ağırlık esasına göre belirlenmiştir (Altunakar 2003).

$$\text{Pişirme kaybı} = (Wc - Wf) / Wc \times 100$$

Wc: Kaplamalı pişmemiş köfte ağırlığı (g)

Wf: Kızartılmış ürün ağırlığı (g)

### 3.2.8 Son Ürün Verimi

Kaplamalı ürünün kızartılma işlemi öncesinde ve sonrasında tartılması esasına dayanan bir analizdir. Aşağıda formüle edilmiştir (Altunakar 2003).

$$\% \text{ Son Ürün Verimi} = (CW / C) \times 100$$

CW: Pişmiş kaplamalı köfte ağırlığı (g)

C: Çiğ kaplamalı köfte ağırlığı (g)

### 3.2.9 Tekstür Profil Analizi

Hazırlanan nugget örneklerinden 2'şer numune alınıp her bir örneğin ön ve arka yüzlerinden 3 farklı noktadan olmak üzere et ürünleri probu kullanılarak tekstür cihazı (Brookfield CT3-4500, ABD) ile ölçümler (sertlik, dış yapışkanlık, sakızimsılık, çiğnenebilirlik, yapışkanlık) yapılmış ve ortalamaları alınmıştır.

### **3.2.10 Duyusal Analizler**

Nuggetların ilk ay duyusal analizleri üretiminin yapıldığı gün gerçekleştirilmiştir. Duyusal analizler kalite değişimlerini tespit etmek amacıyla depolama süresince 15 gün aralıklarla tekrarlanmıştır. Duyusal analizlere, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim elemanları ve öğrencileri panelist olarak katılım sağlamıştır. Duyusal analizler 2'şer tekerrürlü yapılmış ve her tekerrürüne 10'ar panelist katılmıştır. Panelistler tekstür, sululuk, yağlılık ve genel beğeni parametrelerine göre değerlendirmişler ve hedonik skalada 1 (aşırı kötü) ile 5 (mükemmel) puan arasında puanlamışlardır. Nugget örnekleri, rastgele seçilen 3 basamaklı sayılarla kodlanmıştır ve her tadım sonrasında ağız içinin nötrlenmesi için panelistlerden bir parça tuzsuz etimek yenmesi ve su içilmesi istenmiştir. Paneller, panelistlerin birbirinden ve ortamdan etkilenmeyecekleri şekilde paravanlarla bölünmüş masalarda yapılmıştır.

### **3.2.11 İstatistiksel Analizler**

Farklı oranlarda beyaz şerit problemlili tavuk eti ilaveli nugget örnekleri analiz sonuçları istatistiksel olarak tek yönlü varyans analizi kullanılarak analiz edilmiş ve sonuçlar Duncan çoklu karşılaştırma testiyle değerlendirilerek uygulama grupları ile depolama süreleri arasında farklılık olup olmadığı SPSS 20.0 paket programı ile gerçekleştirilmiştir (2011).

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Nuggetların Nem ve Yağ içeriği Değerleri

Kızartılmış nugget gruplarının nem miktarları %50,76-%58,66 ve yağ miktarları %6,72-%8,72 arasında değerler almıştır. Belirtilen örnek gruplarından 75N ve 50N arasında nem değerleri açısından benzerlik bulunurken ( $p>0,05$ ) beyaz şerit problemlili tavuk göğüs eti miktarının artmasıyla nem değerlerinde istatistiksel olarak 100N grubuna kıyasla önemli düzeyde düşüş saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Nugget örnek gruplarının yağ değerleri farklılık göstermemiştir ( $p>0,05$ ). Değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

**Tablo 4.1:** Nugget örneklerinin nem ve yağ kompozisyonu

Örnek	Nem (%)	Yağ (%)
100N	58,66 <sup>a</sup> ± 1,26	6,72 <sup>a</sup> ± 2,53
75N	55,00 <sup>b</sup> ± 0,69	7,02 <sup>a</sup> ± 2,34
50N	54,85 <sup>b</sup> ± 0,37	7,98 <sup>a</sup> ± 2,44
25N	52,52 <sup>c</sup> ± 0,78	8,33 <sup>a</sup> ± 2,94
100BŞ	50,76 <sup>d</sup> ± 1,38	8,72 <sup>a</sup> ± 2,29

Uygulama (100N: %100 Normal göğüs eti; 75N: %75 Normal göğüs eti+%25 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 50N: %50 Normal göğüs eti+%50 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 25N: %25 Normal göğüs eti+%75 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 100BŞ: %100 Beyaz şerit problemlili göğüs eti)

\*: Ortalama ± standart sapma

a-b: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır ( $p<0,05$ ).

Nuggetlarda kızartma işleminde kullanılan kaplama materyelinin özellikleri farklı miktarda nem kaybı ve yağın absorbe edilmesine neden olur (Öztürk 2018; Kerimoğlu ve Serdaoğlu 2020). Çalışma da kullanılan ticari sıvı ve kuru kaplama nitelik olarak optimum düzeyde hazırlanmıştır ve bu bağlamda yağlılıkta yüksek miktarlarda artış gözlenmemiştir. Yağlılığın artışıdaki önemli olmayan farkın sebebi beyaz şerit problemlili etlerin kas liflerinde meydana gelen atrofiye bağlı adipositlerin ve yağ birikiminin çoğalması olabilir.

Kumral (2021), yapılan bir çalışmada yumurtacı tavuk etlerinin döner, köfte ve nugget üretiminde kasaplık hayvan yağları ile birlikte kullanım olanakları incelemiş, farklı oranlarda kuyruk ve gömlek eklenerek üretilen döner, köfte ve nugget örneklerinin depolama süresi boyunca fiziksel, kimyasal, duyuşsal ve mikrobiyolojik özelliklerini araştırmıştır. Nugget örneklerinin ise depolama süresi boyunca nem

içeriği %60,07 belirlenmiştir. Kasaplık hayvan yağlarının (kuyruk ve gömlek yağları) kullanılmasının döner, köfte ve nugget ürünlerinin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine olumlu yönde etkilere neden olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Kızartma işlemleri süresince, ısı ve kütle transferi beraber gerçekleşmektedir. Isı, önce konveksiyon ile yağdan ürün yüzeyine, daha sonra yüzeyden konveksiyon ile ürün merkezine aktarılmaktadır. Nem, gıdanın merkezinden yüzeye difüze olmakta ve daha sonra buradan buharlaşmaktadır. Bu sırada kızartma yağında ürün tarafından emilmektedir (Çelik 2020). Beyaz şerit problemleri etlerden üretilen nuggetlarda kas deformasyonu nedeniyle su tutma kapasitesinin azalması ve boyut küçültme sonucu hücre bütünlüğünün bozulmasına bağılı olarak hücre dışına daha fazla miktarda salınan su, kızartma işlemleri esnasında üründen uzaklaşmış ve buna istinaden problemleri etin nuggetlara ilave edilme oranının artmasıyla ürünlerin nem yüzdelerinin azalmış olabileceğı düşünölmektedir.

Carvalho ve diğı. (2021), kas lifi uzunluğuna göre normal, orta ve şiddetli olarak derecelendirilmiş beyaz şerit problemleri hindi göğüs etinden yapılmış ve pişirilmiş sosislerin fizikokimyasal özelliklerini incelemişler ve beyaz şerit problemlerinin derecesi arttıkça yağ içeriğinde artış gözlemlemişlerdir. Problem gözlenmeyen normal olarak nitelendirilen göğüs etleri ile hazırlanmış sosislerin yağ içeriğı 100g üründe 1,67g olarak bulunurken şiddetli derecede beyaz şerit problemleri hindi göğüs etleriyle hazırlanmış sosislerde yağ içeriğı 100g'da 2,73 g olarak ölçölmüştür ( $p<0,05$ ).

Beyaz şerit problemlerinin tavuk göğüs etinin kimyasal bileşimi ve besin değeri üzerindeki etkisini değerlendirmek için Mudalal ve diğı. (2014) tarafından yapılan başka bir çalışma da 4 mm aynalı kıyma makinasında öğütölerek  $-2^{\circ}\text{C}$  de depolanan normal ve beyaz şerit problemleri tavuk göğüs etlerinin nem, yağ, kül, protein, kollojen miktarları incelenmiş ve beyaz şerit problemlerinin tüm parametrelerde önemli ölçüde değışime neden olduğu tespit edilmiştir. Normal tavuk göğüs etlerinde %73,8 nem oranı tespiti yapılırken beyaz şerit problemleri filetolarda bu oran %75,4 ölçölmüştür ( $p<0,001$ ). Aynı çalışmada yağlılık, normal filetolarda %0,98 iken problemleri filetolarda %2,15 tespit edilmiştir ( $p<0,001$ ).

Soglia ve diğı. (2016), tarafından yürütölün ve beyaz şerit ve odunsu göğüs problemleri tavuk göğüs etlerinin fizikokimyasal özelliklerinin incelendiğı bir çalışmada

normal filetoların nem içeriği %73,78 iken problemlı filetolarda bu değer %74,78 ölçölmüş ve bu fark anlamlı bulunmuştur  $p<0,001$ ).

Baldi ve diğ. (2018), beyaz şerit problemlı göğüs etlerinin lipid içeriğini filetoların yüzeysel ve derin bölümlerinde değerlendirmişlerdir. Her iki kısımda lipid içeriği önemli ölçüde yüksek değerler sergilemiştir ( $p<0,001$ ). Aynı çalışmada normal filetonun yüzeysel katmanında nem değeri %75, problemlı filetonun %75,2 ölçölmüş ve fark önemli bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

Benzer şekilde, Kuttappan ve diğ. (2012); Petracci ve diğ. (2014) ve Mazzoni ve diğ. (2015), beyaz şeritler gözlenen filetolarda problemin yoğunluğu artıkça lipid içeriğinin arttığını belirtmişlerdir.

#### **4.2 Nuggetlarda TBARS Analiz Sonuçları**

Et ürünlerinde lipid oksidasyonu son ürünlerinin objektif olarak belirlenebilmesi amacıyla TBARS analizi gerçekleştirilmektedir. Mevcut çalışmanın da anlamlı kılınabilmesi amacıyla 90 günlük depolama süresi boyunca elde edilen TBARS sonuçları çizelge 9'da verilmiştir. Buna göre en düşük TBARS değerleri 0. gün 100BŞ grubunda ve en yüksek TBARS değeri 75. gün 100BŞ grubunda bulunmuştur.

TBARS değeri depolamanın ilk ve son günü esas alındığında tüm gruplar için meydana gelen artışın istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). Depolamanın 0., 15., 30. ve 45. günlerinde gruplar arası TBARS değerlerinde istatistiksel olarak farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Depolamanın 60. gününde 100N, 50N ve 100BŞ grupları kendi arasında benzerlik gösterirken 75N ve 25N gruplarından farklı değerler sergilemişlerdir. 75. Güne bakıldığında ise en yüksek değer 100BŞ grubunda görölmüş ve diğer gruplardan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Örneklerin son gün depolanmasında (90.gün), grupların TBARS değerleri benzerlik göstermiştir.

**Tablo 4.2** Nugget örneklerinin depolama süresince ortalama TBARS değerleri (mg MA/ kg et)

Depolama							
Gruplar	0.gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün	75.gün	90. gün
100N	0,15 <sup>aD</sup> ± 0,12	0,30 <sup>aC</sup> ± 0,01	0,50 <sup>aB</sup> ± 0,01	0,70 <sup>aAB</sup> ± 0,01	0,80 <sup>abAB</sup> ± 0,01	0,80 <sup>bcAB</sup> ± 0,007	0,90 <sup>abA</sup> ± 0,02
75N	0,19 <sup>aD</sup> ± 0,16	0,40 <sup>aC</sup> ± 0,02	0,50 <sup>aBC</sup> ± 0,01	0,60 <sup>aB</sup> ± 0,01	0,60 <sup>cB</sup> ± 0,01	0,90 <sup>bA</sup> ± 0,01	0,75 <sup>baB</sup> ± 0,04
50N	0,17 <sup>aD</sup> ± 0,13	0,30 <sup>aC</sup> ± 0,01	0,50 <sup>aBC</sup> ± 0,02	0,60 <sup>aB</sup> ± 0,01	0,70 <sup>abAB</sup> ± 0,003	0,70 <sup>cAB</sup> ± 0,004	0,85 <sup>abA</sup> ± 0,05
25N	0,14 <sup>aD</sup> ± 0,09	0,20 <sup>aC</sup> ± 0,01	0,50 <sup>aB</sup> ± 0,02	0,60 <sup>aB</sup> ± 0,004	0,60 <sup>cB</sup> ± 0,004	1,00 <sup>abA</sup> ± 0,004	1,00 <sup>aA</sup> ± 0,001
100BŞ	0,10 <sup>aD</sup> ± 0,1	0,40 <sup>aC</sup> ± 0,01	0,50 <sup>aC</sup> ± 0,01	0,70 <sup>aB</sup> ± 0,03	1,00 <sup>aA</sup> ± 0,003	1,20 <sup>aA</sup> ± 0,03	1,00 <sup>aA</sup> ± 0,02

Uygulama (100N: %100 Normal göğüs eti; 75N: %75 Normal göğüs eti+%25 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 50N: %50 Normal göğüs eti+%50 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 25N: %25 Normal göğüs eti+%75 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 100BŞ: %100 Beyaz şerit problemlili göğüs eti)

A-B-C: Aynı satırda depolama boyunca farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

a-b-c: Farklı nugget ürünlerinin aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

\*: Ortalama ± standart sapma

Mevcut çalışmada depolamanın 15. gününde tüm gruplarda gözlenen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0,05). 30. günden depolamanın sürecinin sonuna kadar dalgalanmalarla gerçekleşen artışlar 100N ve 50N gruplarında benzerlik göstermiştir (p>0,05). 75N grubunda depolamanın 75. günü sonuna kadar gözlenen artış 90. günde kısmı bir azalma göstermiştir. 25N grubu en yüksek TBARS değerleri 75. ve 90. günlerde ölçülmüş olup diğer günlerden anlamlı olarak farklı bulunmuştur (p<0,05). 100BŞ grubunda ise 60. 75. ve 90. günlerinde benzer TBARS değerleri ölçülmüştür. Ölçülen bu değerler diğer gruplardan yüksek ve istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (p<0,05). Çalışmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında nugget üretim sürecinin çiğ etin oksidasyonunun etkisini ortadan kaldıramadığını (nötralize etmediğini) göstermektedir.

Bordignon ve diğ. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada benzer sonuçlara rastlanmıştır. Şiddetli düzeyde beyaz şerit problemlili tavuk etinden üretilen nuggetlarda TBARS değeri 3,67 mg MA/kg, normal tavuk etinden üretilenlerde değer 2,53 mg MA/kg ölçülmüş ve oksidasyon değerlerinde anlamlı derece yükseliş gözlenmiştir (p<0,01). Öte yandan, beyaz şerit problemini hamburgerlerin TBARS değerleri üzerinde oksidasyon açısından önemli bir etki göstermemiştir. Dolayısıyla bir ürünün oksidasyona duyarlılığının, formülasyon ve işleme koşullarının değiştirilmesiyle değişebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Adabi ve Soncu (2019) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada görsel olarak normal, orta ve şiddetli beyaz şeritlenme gösteren tavuk göğüs filetoalarının soğuk ve donmuş depolama sırasındaki lipid oksidasyonu seyri ile renk, yağ asidi ve aminoasit profillerindeki değişim gözlemlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre orta ve şiddetli beyaz şerit problemi gözlenen filetoaların lipid oksidasyonuna duyarlı olduğu ve bu durumun problemlili etlerde çoklu doymamış yağ asitlerinin yüksek olması ile ilişkilendirildiği görülmüştür. Soğuk depolamanın 0. gününden 7. gününe kadar orta ve şiddetli kusur gösteren örneklerde TBARS değerleri sırasıyla yaklaşık %56 ve %58'lik bir artış meydana getirmiştir ( $p<0,001$ ). Donmuş depolamada da orta ve şiddetli olarak puanlanan problemlili grupların TBARS değerlerinde benzer şekilde %44 ve %50 artış görülmüştür.

Carvalho ve diğ. (2020), tarafından yapılan çalışmada oksidatif stres ve protein oksidasyonunun beyaz şerit problemine etkisi araştırılmıştır. Normal, orta ve şiddetli derecelerde problemliden etkilenen tavuk göğüs etlerine yapılan TBARS analizi sonucu sırasıyla 0,22 mg MA/kg, 0,37 mg MA/kg, 0,64 mg MA/kg olarak ölçülen değerler normal göğüs etlerinden anlamlı olarak yüksek bulunmuştur ( $p<0,001$ ).

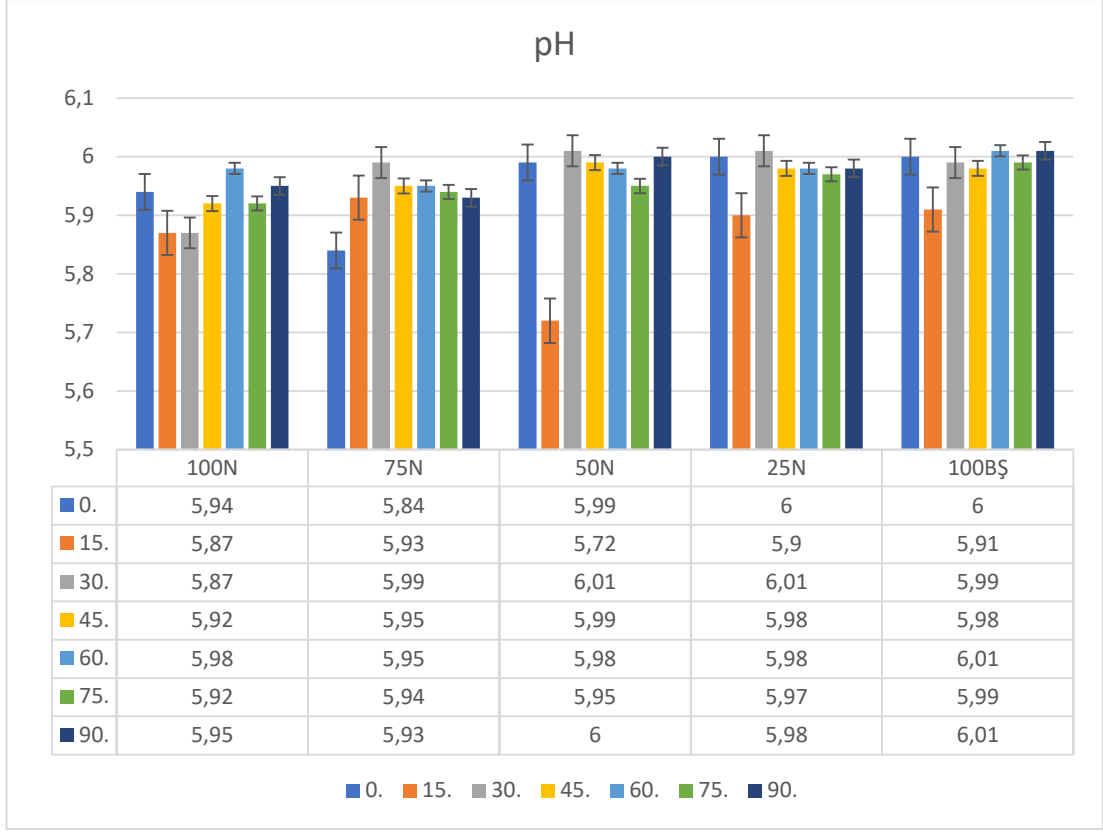
Madane ve diğ. (2020), tarafından yapılan çalışmada, farklı konsantrasyonda antioksidan diyet lifi olarak ejder meyvesi kabuğu tozunun tavuk nuggetlarında kalite iyileştirme ve lipid oksidasyonuna duyarlılık üzerindeki etkinliği 20 günlük soğuk depolama süresi boyunca incelenmiştir. Nuggetların TBARS değerlerinin üretimi yapılan tüm gruplarda 0. günden 20. güne önemli ölçüde arttığı gözlemlenmiştir ( $p<0,05$ ).

### **4.3 pH Tayini Sonuçları**

Et ürünlerinin tazeliğini, raf ömrünü ve stabilitesini belirlemek için pH önemli bir kriterdir.

Yapılan çalışmada nugget örneklerinin pH değerleri üzerine; depolama sürecinin ve ürünlerin hazırlanmasında kullanılmış olan normal göğüs eti ile beyaz şerit problemlili göğüs eti oranı farklılığının etkisi Şekil 4.1'de gösterilmiştir.





**Şekil 4.1:** Nugget örneklerinin depolama süresince ortalama pH değerleri

Mevcut çalışmada pH ölçümleri 15'er günlük periyotlarla 3 ay boyunca tekrarlanmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde analizlerin başlangıcında (0. gün) pH değerleri 5,84-6,01 arasında değişkenlik göstermiş olup 75N hariç BŞ problemlili göğüs eti ilavesi oranı arttıkça pH da artış göstermiştir. 15., 45. ve 60. günlerde gruplar arasında herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0,05$ ). 30. güne gelindiğinde BŞ içeren tüm grupların 100N den daha yüksek pH da olduğu gözlenmiştir. 75. günde tüm grupların pH değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0,05$ ). Depolama sonuna gelindiğinde de 75. güne benzer şekilde tüm grupların birbirinden farklı olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ).

Depolama boyunca 100N grubunda 0 ila 15. gün arası kısmi bir azalış gözlenmiş olup azalışın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ). Ancak 15. günden sonra pH değerleri her ne kadar dalgalı bir seyir izlemiş olsa da günler arasındaki farklılığın önemli düzeyde olmadığı ve pH' nın 3. ayın sonunda 0. günde olduğu gözlenmiştir. 75N grubunun başlangıç pH değeri 5,84 olup 30. gün en yüksek değerine (5,99) ulaşılmış ve farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). 30. günden sonra pH 3. ayın sonuna kadar stabil bir seyir

izlemiştir. Depolama süresince 50N, 25N ve 100BŞ gruplarında başlangıçtan 15. güne gelindiğinde pH değerlerinde gözlenen düşüşün istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). 15. günden sonra yükseliş gösteren pH değerlerinde depolama süresinin sonuna kadar 0. güne yaklaşık değerler gözlenmiş ve değerler arasında istatistiksel bir fark görülmemiştir ( $p>0,05$ ). Depolama sürecinin sonunda tüm grupların pH değerleri ile depolamanın başlangıç değerleri arasında istatistiksel olarak fark gözlenmemiş olması nuggetların kimyasal kalitesinin ve mikrobiyolojik aktivitenin sabit kaldığını düşündürmektedir.

Carvalho ve diğ. (2021), beyaz şerit probleminden etkilenmiş hindi göğüs etleri ile hazırlanarak pişirilmiş sosislerin ürün kalitesi ve stabilitesini incelemiştir. Normal, orta ve şiddetli problem gözlenen olarak sınıflandırılan etlerle üretilmiş sosislerin 6,39 ila 6,42 arasında ölçülen başlangıç pH değerleri, 56 günlük soğuk depolama süresi boyunca 6,07-6,42 değerleri arasında değişkenlik göstermiştir. Mevcut çalışmaya benzer şekilde depolama süresi boyunca pH değerlerinde önemli farklılıklar gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

Petracci ve diğ. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada tavuk göğüs etlerinde beyaz şerit probleminin yoğunluk derecesi ve problemlili filetoların bazı kalite özellikleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Şiddetli beyaz şerit probleminin görüldüğü tavuk göğüs etlerinin pH değerlerini (5,95) problem gözlenmeyen normal olarak nitelendirilen filetolara (5,88) göre önemli ölçüde yüksek bulmuşlardır ( $p<0,05$ ).

Yapılan başka bir çalışmada beyaz şerit problemlili tavuk göğüs eti filetoları yüzeysel ve derin olarak iki bölümde incelenmiş olup problemlili filetoların her iki bölümünde de yüksek nihai pH değerleri sergilediği sonucuna ulaşılmıştır (Baldi et al. 2018).

Pereira ve diğ. (2021), beyaz şerit problemlili göğüs etinin 12 ay süreyle donmuş muhafazası sırasında ( $-2^{\circ}\text{C}$ ) kalite özelliklerinde meydana gelebilecek olası değişiklikleri değerlendirmek için yapılan bir çalışmada orta ve şiddetli derecede beyaz şerit problemi gözlenen filetolar, normal olarak sınıflandırılan numunelerden daha yüksek pH değerleri sergilemiştir ( $p<0,001$ ). Şiddetli derece problemlili filetolarda ise pH değerleri, orta derecede bulunanlardan daha yüksek bulunmuştur.

#### 4.4 Renk Tayini Sonuçları

Et ve et ürünlerde renk, tüketici beğenisini etkileyen en önemli görsel kalite unsurudur. Kaplamalı et ürünlerinde dış kaplama materyalinin oluşturduğu kabuk, ürünün kendine özgü yüzey rengini oluşturmaktadır (Kerimoğlu ve Serdaroğlu, 2020). Kızartma işlemi genellikle 150 ile 200 °C arasındaki sıcaklıklarda gerçekleşir ve kızartılmış ürünlerin altın sarısı rengi, esas olarak kızartma işlemi sırasında gerçekleşen Maillard reaksiyonuna atfedilebilir (Farhoosh ve Nystrom 2018).

Nugget gruplarının depolama süresince belirlenen parlaklık değerleri ( $L^*$ ) Tablo 4.4' te verilmiştir.

**Tablo 4.3** Nugget örneklerinin depolama süresince ortalama  $L^*$  değerleri

Gruplar	Depolama						
	0.gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün	75.gün	90. gün
100N	41,26 <sup>aAC</sup> ± 1,04	38,21 <sup>aB</sup> ± 0,66	43,07 <sup>aC</sup> ± 0,61	41,71 <sup>aAC</sup> ± 0,65	42,06 <sup>aAC</sup> ± 3,03	40,16 <sup>acAB</sup> ± 2,06	40,42 <sup>aABC</sup> ± 2,09
75N	39,90 <sup>aAB</sup> ± 3,48	40,19 <sup>abAB</sup> ± 3,15	42,42 <sup>aAB</sup> ± 0,86	38,49 <sup>ba</sup> ± 2,71	43,40 <sup>aB</sup> ± 3,61	39,93 <sup>ba</sup> ± 1,56	39,47 <sup>aAB</sup> ± 3,12
50N	40,44 <sup>aA</sup> ± 2,26	41,80 <sup>abA</sup> ± 5,17	40,65 <sup>bcA</sup> ± 0,55	41,20 <sup>aA</sup> ± 0,79	42,48 <sup>aA</sup> ± 4,48	40,35 <sup>aA</sup> ± 0,80	40,50 <sup>aA</sup> ± 3,15
25N	40,78 <sup>aAB</sup> ± 1,90	43,66 <sup>bc</sup> ± 0,58	39,68 <sup>cAD</sup> ± 0,58	42,56 <sup>aBC</sup> ± 2,09	44,23 <sup>aC</sup> ± 0,88	38,29 <sup>bcD</sup> ± 0,44	39,05 <sup>aAD</sup> ± 1,90
100BŞ	39,72 <sup>aABC</sup> ± 2,18	41,74 <sup>abC</sup> ± 0,70	41,40 <sup>bBC</sup> ± 0,64	41,24 <sup>aBC</sup> ± 0,85	45,52 <sup>aD</sup> ± 1,31	37,83 <sup>ba</sup> ± 0,50	39,50 <sup>aAB</sup> ± 2,16

Uygulama (100N: %100 Normal göğüs eti; 75N: %75 Normal göğüs eti+%25 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 50N: %50 Normal göğüs eti+%50 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 25N: %25 Normal göğüs eti+%75 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 100BŞ: %100 Beyaz şerit problemlili göğüs eti)

\*: Ortalama ± standart sapma

A-B-C: Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır ( $p < 0,05$ ).

a-b-c: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır ( $p < 0,05$ ).

Çizelge 6'da görüldüğü gibi nuggetların  $L^*$  değerleri 37,83 ile 45,52 arasında değişiklik göstermiş olup 0. ,15., 60. ve 90. günlerde  $L^*$  değerleri gruplar arasında farklılık göstermemiştir ( $p > 0,05$ ). Depolamanın 30. gününde 100N ve 75N grubunun  $L^*$  değerleri arasındaki değişim önemli bulunmazken 50N ve 25N grubundaki düşüş akabinde 100BŞ grubundaki yükseliş istatistiksel olarak 100N grubuna kıyasla önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). 45. ve 75. günlere gelindiğinde 75N grubundaki düşüş 100N grubuna göre önemli kabul edilirken ( $p < 0,05$ ) 25N, 50N ve 100BŞ grubunun  $L^*$  değerleri kendi aralarında benzer ve 45. günde 100N grubunun  $L^*$  değeriyle benzerdir ( $p > 0,05$ ).

100N grubunda depolamanın 15. gününde 0. güne göre parlaklık değerinde gözlenen azalış istatistik olarak anlamlı bulunmuş ( $p < 0,05$ ) depolamanın 30. Gününden itibaren dalgalanmalar ile devam eden değerler arasında istatistiksel anlamda bir fark gözlenmemiş ve depolama sonunda  $L^*$  değeri başlangıç değerine benzer bulunmuştur ( $p > 0,05$ ). 75N ve 50N gruplarında depolama süresi boyunca  $L^*$  değerinde bir değişim gözlenmemiştir ( $p > 0,05$ ). 25N grubuna gelindiğinde depolamanın 15. gününde  $L^*$  değerinde gözlenen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olup ( $p < 0,05$ ) 45. ve 60. günlerle benzerlik göstermiştir ( $p > 0,05$ ). 25N grubu için depolamanın 0., 30., 75. ve 90. günlerinde yapılan  $L^*$  değeri ölçümleri arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). 100BŞ grubunda depolamanın 60. gününde yükseliş gösteren  $L^*$  değeri depolamanın diğer günlerinden farklı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Nugget gruplarının depolama süresince belirlenen kırmızılık değerleri ( $a^*$ ) Tablo 4.5'de verilmiştir.

**Tablo 4.4** Nugget örneklerinin depolama süresince ortalama  $a^*$  değerleri

Gruplar	Depolama						
	0.gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün	75.gün	90. gün
100N	11,60 <sup>aABC</sup> ± 3,99	14,09 <sup>aC</sup> ± 1,63	12,30 <sup>aBC</sup> ± 3,56	8,77 <sup>aA</sup> ± 0,53	8,52 <sup>aA</sup> ± 0,38	9,34 <sup>aAB</sup> ± 0,81	10,55 <sup>aAB</sup> ± 0,56
75N	8,89 <sup>aA</sup> ± 2,82	11,73 <sup>bA</sup> ± 2,17	11,78 <sup>aA</sup> ± 3,74	9,96 <sup>aA</sup> ± 2,29	8,47 <sup>aA</sup> ± 0,32	9,06 <sup>aA</sup> ± 0,44	10,65 <sup>aA</sup> ± 0,50
50N	8,86 <sup>aA</sup> ± 1,93	8,90 <sup>cA</sup> ± 1,70	12,74 <sup>aB</sup> ± 4,48	9,49 <sup>aAB</sup> ± 2,68	8,66 <sup>aA</sup> ± 0,70	9,16 <sup>aAB</sup> ± 0,48	10,40 <sup>aAB</sup> ± 1,05
25N	8,75 <sup>aA</sup> ± 0,87	8,92 <sup>cA</sup> ± 0,51	14,60 <sup>aB</sup> ± 5,34	8,85 <sup>aA</sup> ± 0,35	8,64 <sup>aA</sup> ± 0,28	9,39 <sup>aA</sup> ± 0,50	10,69 <sup>aA</sup> ± 0,93
100BŞ	8,88 <sup>aA</sup> ± 2,47	8,21 <sup>cA</sup> ± 0,57	13,67 <sup>aB</sup> ± 4,86	8,25 <sup>aA</sup> ± 1,92	8,92 <sup>aA</sup> ± 0,54	10,42 <sup>bAB</sup> ± 0,87	11,45 <sup>aAB</sup> ± 0,99

Uygulama (100N: %100 Normal göğüs eti; 75N: %75 Normal göğüs eti+%25 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 50N: %50 Normal göğüs eti+%50 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 25N: %25 Normal göğüs eti+%75 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 100BŞ: %100 Beyaz şerit problemlili göğüs eti)

\*: Ortalama ± standart sapma

A-B-C: Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır ( $p < 0,05$ ).

a-b-c: Aynı sütündeki farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır ( $p < 0,05$ ).

Tablo 4.52 de incelendiğinde örneklerin  $a^*$  değerlerinin 8,21 ile 14,60 arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Depolamanın 0., 30., 45., 60. ve 90. günlerinde grupların  $a^*$  değerleri arasında istatistiksel anlamda farklılık gözlenmemiştir ( $p > 0,05$ ). Depolamanın 15. gününde beyaz şerit problemlili etin ilavesiyle  $a^*$  değerinde düşüşler gözlenmiştir. 15. günde 50N, 25N ve 100BŞ grubu kendi arasında benzerlik gösterse de ( $p > 0,05$ ), 75N ve 100N gruplarından istatistiksel olarak farklıdır ( $p < 0,05$ ). 75. günde ise 100BŞ grubunun  $a^*$  değerindeki artış diğer gruplardan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Depolama süresi boyunca 100N ve 75N gruplarının ölçülen  $a^*$  değerleri arasında dalgalanmalar olsa da istatistiksel anlamda farklılık yoktur ( $p>0,05$ ). 50N, 25N ve 100BŞ gruplarında depolamanın 30. gününde gözlenen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olup ( $p<0,05$ ) 45. gün itibariyle tekrar düşüş göstermiş ve başlangıç değerlerine benzer sonuçlar alınmıştır.

Nugget gruplarının depolama süresince belirlenen sarılık değerleri ( $b^*$ ) Tablo 4.6'da verilmiştir.

**Tablo 4.5** Nugget örneklerinin depolama süresince ortalama  $b^*$  değerleri

Depolama							
Gruplar	0.gün	15. gün	30. gün	45. gün	60. gün	75.gün	90. gün
100N	27,69 <sup>aA</sup> ± 3,56	29,40 <sup>bcA</sup> ± 1,91	36,73 <sup>abB</sup> ± 4,70	25,37 <sup>abA</sup> ± 1,83	24,91 <sup>abA</sup> ± 0,79	26,44 <sup>abA</sup> ± 1,63	27,48 <sup>aA</sup> ± 5,85
75N	26,99 <sup>aA</sup> ± 2,51	29,14 <sup>bcA</sup> ± 3,45	33,66 <sup>abC</sup> ± 0,95	22,16 <sup>abB</sup> ± 0,74	24,05 <sup>abB</sup> ± 0,37	23,87 <sup>abB</sup> ± 2,22	23,35 <sup>abB</sup> ± 1,57
50N	26,59 <sup>aA</sup> ± 3,97	32,10 <sup>cbB</sup> ± 0,89	32,17 <sup>bbB</sup> ± 1,09	26,16 <sup>baA</sup> ± 2,92	24,52 <sup>aA</sup> ± 1,67	25,79 <sup>abA</sup> ± 0,37	24,58 <sup>aA</sup> ± 1,06
25N	28,83 <sup>aAB</sup> ± 2,26	28,40 <sup>abAB</sup> ± 1,42	31,20 <sup>bbB</sup> ± 0,45	27,67 <sup>baA</sup> ± 1,96	27,96 <sup>caB</sup> ± 2,12	27,36 <sup>baA</sup> ± 2,51	28,14 <sup>aAB</sup> ± 2,97
100BŞ	25,70 <sup>aA</sup> ± 1,78	25,24 <sup>aA</sup> ± 2,16	32,00 <sup>bbB</sup> ± 1,82	25,63 <sup>abA</sup> ± 3,65	27,01 <sup>bcA</sup> ± 1,56	28,44 <sup>baB</sup> ± 2,36	28,20 <sup>aAB</sup> ± 5,25

Uygulama (100N: %100 Normal göğüs eti; 75N: %75 Normal göğüs eti+%25 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 50N: %50 Normal göğüs eti+%50 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 25N: %25 Normal göğüs eti+%75 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 100BŞ: %100 Beyaz şerit problemlili göğüs eti)

A-B-C: Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır ( $p<0,05$ ).

a-b-c: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır ( $p<0,05$ ).\*: Ortalama ± standart sapma

Tablo 4.6 incelendiğinde örneklerin  $b^*$  sarılık değerlerinin 23,35 ile 36,73 arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde depolamanın ilk ve son günleri gruplar arasında ölçülen  $b^*$  değerlerinde farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Depolama sürecinin 15. gününde %50 oranında beyaz şerit problemlili tavuk göğüs eti ilavesiyle yükselen  $b^*$  değeri 100N ve 75N grupları ile benzer sonuçlar verirken 25N ve 100BŞ grupları arasında farklılık göstermiştir ( $p<0,05$ ). 30. gün depolamada 100N grubu 50N, 25N ve 100BŞ gruplarıyla istatistiksel olarak farklı  $b^*$  değeri sonuçları vermiştir ( $p<0,05$ ), 75N grubunun  $b^*$  değeri 100N grubuna göre her ne kadar düşük olsa da gruplar arasında anlamlı bir fark görülmemiş olup 50N, 25N ve 100BŞ gruplarıyla benzerdir ( $p>0,05$ ). 45. günde 75N grubu  $b^*$  değerleri ile 50N ve 25N grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunurken ( $p<0,05$ ), diğer gruplar

ile benzerdir ( $p>0,05$ ). 60. günde 100N, 75N ve 50N gruplarında benzer  $b^*$  değerlerine rastlanırken ( $p>0,05$ ), 25N grubunun  $b^*$  değerindeki yükseliş bu gruplardan istatistiksel olarak farklı ( $p<0,05$ ), 100BŞ ile benzer bulunmuştur ( $p>0,05$ ). 75. günde 75N grubu 25N ve 100BŞ grubundan  $b^*$  değeri açısından istatistiksel farklılıklar gösterirken ( $p<0,05$ ), gruplar kendi arasında benzer ölçüm değerleri vermiştir ( $p<0,05$ ).

Depolama boyunca 30. güne kadar 100N, 75N ve 100BŞ gruplarında stabil seyreden  $b^*$  değerleri 30. günün sonunda artış göstermiş ve 45. günün sonunda tekrar düşerek başlangıç değerlerine yaklaşmıştır bu dalgalanma istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olup ( $p<0,05$ ) devam eden günlerde birbirleriyle benzerlik göstermiştir. 50N grubu depolamanın 15. günü başlangıç değerine göre istatistiksel olarak farklıdır ( $p<0,05$ ) ve 30. günle benzer sonuçlar vermiştir, 45. günde tekrar düşüş gösteren  $b^*$  değeri ( $p<0,05$ ) ölçümleri depolama sürecinin sonuna kadar birbirine ve başlangıç değerine benzer sonuçlar vermiştir ( $p>0,05$ ). 25N grubu depolamanın 45. günü 30. güne kıyasla anlamlı bir düşüş sergilese de ( $p<0,05$ ) depolama boyunca benzer değerlere rastlanmıştır ( $p>0,05$ ).

Mevcut çalışmaya benzer bir çalışmada Bordignon ve diğ. (2021), farklı derecelerde beyaz şerit problemlili tavuk göğüs filetolarından nugget ve hamburgerler hazırlayarak son üründe çeşitli kalite parametrelerini değerlendirmişlerdir. Kıyım haline getirilmiş beyaz şerit problemlili etlere formülasyon katkılarının ilavesiyle hazırlanan köfte ve nuggetlarda  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerleri önemli bir farklılık göstermemiştir ( $p>0,05$ ) ve dolayısıyla katkı ilavesinin daha önce çiğ ette gözlenen yüksek  $L^*$  ve  $b^*$  değerlerine ilişkin farklılıkları ortadan kaldırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada da nugget formülasyonuna ilave edilen katkıların ve kaplama malzemesinin (karabiber, kimyon, soğan tozu, tuz vb.) hem gruplar arasında hem de depolama boyunca ürünlerin renk değişimlerini maskeleyiği düşünülmektedir.

Pereira ve diğ. (2021), tarafından yapılan çalışmada, beyaz şeritler gözlenen tavuk göğüs etinin 12 ay süreyle dondurulması sırasında kalitesinde meydana gelebilecek olası değişiklikleri değerlendirmeyi amaçlamıştır. Dondurma işleminden önce yapılan ölçümlerde beyaz şerit problemliden orta ve şiddetli düzeyde etkilenen göğüs etlerinde normal olarak sınıflandırılan numunelere göre dış yüzeyde daha yüksek parlaklık ( $L^*$ ) ve sarılık ( $b^*$ ) gözlenmiş ve problemlinin şiddeti arttıkça  $L^*$  değerleri doğru orantıda yükseliş göstermiştir ( $p<0,001$ ). 12 aylık dondurulmuş

depolama sürecinden sonra problemlı göğüs etlerinin dış ve iç yüzeylerinde  $L^*$  ve  $a^*$  değerlerinde azalma ( $P<0,05$ ),  $b^*$  değerlerinde ise artış gözlenmiştir ( $P<0,05$ ).

Faloye ve diğ. (2021), derin yağda kızartma sürelerinin tavuk nuggetların fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisini değerlendirmişler ve optimum kızartma sıcaklığı, kızartma süresi ve numune kalınlığı sırasıyla 175 °C, 3 dk, 2.32 cm olarak belirlemişlerdir. Optimum şartlarda ortalama  $a^*$  değeri 25,89;  $b^*$  değeri 37,22;  $L^*$  değeri ise 35,46 olarak tespit edilmiştir.

Petracci ve diğ. (2014); Soglia ve diğ. (2016) beyaz şerit problemlı tavuk göğüs filetoalarının su tutma kapasitesinin düşük olması, hücre içinde suyun tutulamayıp yüzeyde birikmesi sebebiyle  $L^*$  değerlerinin yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir.

Baldi ve diğ. (2019); Mello ve diğ. (2021) problemlı göğüs filetoalarını yüzey ve derin katman olarak iki bölümde incelemişlerdir. Problemin varlığının et renginde önemli değişikliklere sebep olduğunu bildirmişlerdir.

#### **4.5 Nuggetlarda Kaplama Tutunma Yüzdesi Değerleri**

Kaplamalı ürünlerde son ürün kalitesi üzerine etkili faktörlerden birisi kaplanacak ürüne kaplama materyalinin tutundurulma yüzdesidir (Chen ve diğ. 2008; Gökçe ve diğ. 2016). Kaplamalı ürünler teknolojisi ile ilgili yapılan çalışmalar son yıllarda bu teknolojinin temel problemlerinden biri olan kaplama tutunma verimi ve sürecin uygunluğunu sağlayacak ekipman dizaynı üzerine yoğunlaşmıştır. Kaplama tutunma terimi, kaplamanın kendi içinde veya uygulandığı gıda ürününe kimyasal ve fiziksel bağlanabilirliği şeklinde tanımlanabilir (Suderman ve Cunningham 1977; Ertekin 2005).

Nugget örneklerinin kaplama tutunma yüzdesine ilişkin değerler Tablo 4.7' de verilmiştir. Tablo incelendiğinde 100N ve 100BŞ gruplarının kaplama tutunma yüzdesi değerleri 43,65; 45,01 olarak ölçülmüş ve diğer örnek gruplarından önemli düzeyde yüksek bulunmuştur ( $p<0,05$ ). 75N, 50N ve 25N örneklerinin kaplama tutunma değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ( $p> 0,05$ ).

**Tablo 4.6** Nugget örneklerinin kaplama tutunma yüzdesi değerleri

Gruplar	Kaplama Tutunma Yüzdesi (%)
100N	43,65 <sup>a</sup> ± 4,18
75N	35,49 <sup>b</sup> ± 1,67
50N	32,61 <sup>b</sup> ± 2,55
25N	34,85 <sup>b</sup> ± 3,04
100BŞ	45,01 <sup>a</sup> ± 3,59

Uygulama (100N: %100 Normal göğüs eti; 75N: %75 Normal göğüs eti+%25 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 50N: %50 Normal göğüs eti+%50 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 25N: %25 Normal göğüs eti+%75 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 100BŞ: %100 Beyaz şerit problemlili göğüs eti)

\*: Ortalama ± standart sapma

a-b: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

Kaplama tutunma yüzdeleri ile ilgili literatür çalışmaları incelendiğinde bu parametrenin daha çok kaplama bileşenine ilave edilen katkıları üzerine yoğunlaştığı ancak bu çalışmaya benzer şekilde et bileşenlerinin değiştirildiği bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Yine de fikir vermesi açısından aşağıda kaplama tutunma yüzdesi ile ilgili bazı çalışmalara yer verilmiştir.

Gökçe ve diğ. (2016), farklı kaplama bileşenleriyle kaplamanın derin yağda kızartılan piliç nuggetların bazı kalite karakteristikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Buğday, mısır, çavdar ve soya unları kullanarak hazırlanan kaplama materyallerinin kullanıldığı çalışmada çiğ piliç nuggetların kaplama tutunma yüzdesi % 11,53-14,28 arasında değişkenlik göstermiş (p<0,05) ve en yüksek kaplama tutunma yüzdesi çavdar unu ile hazırlanan kaplama materyelinde gerçekleşmiştir.

Çağdaş ve Kumcuoğlu (2014), tarafından yapılan çalışmada üzüm çekirdeği tozu (GPS) ve peynir altı suyu tozunun (WPS) tavuk nugget kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Ürüne ilave edilen GPS miktarının artmasıyla yüzeye tutunma miktarında artış gözlenirken (%26,7-36,13) en yüksek yüzeyde tutunma miktarları GSP eklenen örneklerde gözlenmiştir.

#### **4.6 Nuggetlarda Pişirme Kaybı**

Pişirme yöntemi, sıcaklık, süre ve ürün boyutu değişkenleri pişirme kaybını etkileyen faktörlerdendir. Pişirme kaybının yüksek olması son ürünün kalitesinde düşüşler meydana getirmektedir ve bu durum ekonomik kayıplara neden olmaktadır.



Farklı miktarlarda beyaz şerit problemlili tavuk göğüs etlerinden üretilen nuggetların pişirme kayıpları %6,22 ile %9,64 arasında değişkenlik göstermiş olup, gruplar kendi arasında pişirme kaybı yüzdesi açısından incelendiğinde istatistiksel anlamda farklılık göstermemiştir ( $p>0,05$ ). Bu durum bize beyaz şerit probleminin nugget üretiminde pişirme kayıpları açısından herhangi bir sorun teşkil etmediğini göstermesi açısından önemli bulunmuştur. Elde edilen değerler Tablo 4.8’ de verilmiştir.

**Tablo 4.7** Nugget örneklerinin pişirme kaybı yüzdesi değerleri

Gruplar	Pişirme Kaybı (%)
100N	6,22 <sup>a</sup> ± 3,47
75N	4,75 <sup>a</sup> ± 2,30
50N	6,25 <sup>a</sup> ± 4,66
25N	5,91 <sup>a</sup> ± 2,37
100BŞ	9,64 <sup>a</sup> ± 0,12

Uygulama (100N: %100 Normal göğüs eti; 75N: %75 Normal göğüs eti+%25 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 50N: %50 Normal göğüs eti+%50 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 25N: %25 Normal göğüs eti+%75 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 100BŞ: %100 Beyaz şerit problemlili göğüs eti)

\*: Ortalama ± standart sapma

a-b: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır ( $p<0,05$ ).

Bordignon ve diğ. (2021), tarafından yapılan çalışmada şiddetli beyaz şerit problemlili tavuk göğüs etlerinden hazırlanan nuggetların pişirme kaybı (%21,24) normal göğüs etleriyle hazırlananlardan (%17,65) daha yüksek bulunmuştur fakat bu fark istatistiksel olarak bu çalışmada elde edilen sonuçlara benzer şekilde anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Alnahhas ve diğ. (2016), beyaz şeritlenmeden kaynaklanan kas dejenerasyonu, myosin ve aktin dahil olmak üzere, kontraktıl proteinlerin etkinliğini azaltarak kasların su tutma yeteneğini azalttığı sonucuna varmıştır. Beyaz şeritlenme gözlenen tavuk göğüs etlerinin marinasyon absorpsiyon kabiliyeti düşük, pişirme kaybının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda bu tip etlerde depolama kayıpları oldukça yüksek bulunmuştur.

Mudalal ve diğ. (2014), tarafından yapılan çalışma da kıyma haline getirilip -20°C de ayrı ayrı depolanan tavuk göğüs etlerinde pişirme kaybı beyaz şerit problemlili filetolarda (%33,7) normal filetolara (%27,4) kıyasla daha yüksek değerler sergilemiştir ( $p<0,001$ ).

Petracci ve diğ. (2013), beyaz şeritlenmenin etin su tutma kapasitesinin düşmesine bağlı olarak, daha yüksek damlama ve pişirme kayıpları ile daha düşük marinat absorpsiyonuna neden olduğunu ve dokusal özelliklerinde bu durumdan olumsuz etkilendiğini tespit etmiştir. Aksine, Kutappan ve diğ. (2013<sup>a</sup>), pişmiş et kalitesinde beyaz şerit probleminin önemli bir değişiklik yaratmadığını tespit etmiştir.

Kavrulmuş susam tohumları ekleyerek hazırlanan tavuk nuggetların 28 günlük dondurarak depolanması sırasında kontrol, %5, %10 ve %15 susam tohumu ilaveli 4 farklı grup nugget hazırlanmıştır. Grupların her birinde depolama boyunca su tutma kapasitesi azalırken pişirme kayıplarının arttığı gözlenmiştir ( $p < 0,05$ ). %5 ve %10 kavrulmuş susam tohumu ilaveli nuggetlar kendi aralarında kıyaslandığında, formülasyona %10 susam tohumu ilavesinin su tutma kapasitesinde artış sağladığı görülmüştür ( $p < 0,05$ ). Fizikokimyasal ve duyuşsal özellikleri geliştirmek için nugget formülasyonuna %10'a kadar kavrulmuş susam tohumu ilave edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır (Nawarathne ve diğ. 2021).

#### **4.7 Nuggetlarda Son Ürün Verimi Değerleri**

Son ürün verimi, kaplanarak kızartılmış ürünlerde meydana gelen reaksiyonlarla yakından ilgilidir. Nemin üründen hızlı bir şekilde uzaklaşması akabinde ürüne yağ pişirme kaybını ve son ürün verimini etkileyen en önemli faktörlerdendir (Gökçe ve diğ. 2016). Pişirme verimi, pişirme sırasında kaplamanın yüzeye tutunabilme özelliğinin bir göstergesidir ve verim arttıkça ürünün ekonomik değeri de artmaktadır (Altunakar ve diğ. 2004).

Beyaz şerit problemleri fileto olarak üretilen nugget örneklerinin son ürün verimi değerleri istatistiksel anlamda önemli farklılık göstermemişlerdir ( $p > 0,05$ ). Veriler incelendiğinde en yüksek verim değeri (%95,24) 75N grubunda en düşük değer ise (%92,35) 100 BŞ grubunda görülmüştür. Mevcut çalışmada ticari bir kanatlı işletmesinde hali hazırda kullanılan kaplama malzemeleriyle çalışılmıştır. Bu malzemelerin son üründe en yüksek pişirme verimini sağlayacak şekilde optimize edildiği de düşünüldüğünde çalışmada ele alınan problemleri etlerin kullanım oranlarının artmasının verim açısından nugget üretiminde olumsuz bir etkiye neden olmadığı söylenebilir. Diğer taraftan Estevez ve diğ. (2005), ısıtma işleminin yağ içeriği

yüksek ürünlerde lipid kaybına yol açarak pişirme verimini azalttığını bildirmiştir. Bu bilgiye dayanılarak bu çalışmada da son ürün verimi değerlerindeki önemli olmayan düşüşün sebebinin, beyaz şerit problemlili tavuk göğüs etlerinin normal etlere göre daha yüksek oranda yağ içermesi olduğu düşünülmektedir. Elde edilen değerler Tablo 4.9’ da verilmiştir.

**Tablo 4.8** Nugget örneklerinin son ürün verimi yüzdesi değerleri

Gruplar	Son Ürün Verimi (%)
100N	93,78 <sup>a</sup> ± 3,47
75N	95,24 <sup>a</sup> ± 2,29
50N	93,75 <sup>a</sup> ± 4,66
25N	94,08 <sup>a</sup> ± 2,36
100BŞ	92,35 <sup>a</sup> ± 3,56

Uygulama (100N: %100 Normal göğüs eti; 75N: %75 Normal göğüs eti+%25 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 50N: %50 Normal göğüs eti+%50 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 25N: %25 Normal göğüs eti+%75 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 100BŞ: %100 Beyaz şerit problemlili göğüs eti)

\*: Ortalama ± standart sapma

a-b: Aynı sütundaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

Lee ve diğ. (2021), tarafından yapılan çalışmada normal olarak nitelendirilmiş ve beyaz şerit problemlili olarak tanımlanmış tavuk göğüs filetolarının fırında ve sous-vide yöntemleriyle pişirilmesinin etkileri araştırılmıştır. Fırında pişirilen filetolar (%24,2) sous-vide yöntemiyle pişirilenlere (%13,4) kıyasla yüksek pişirme kaybı dolayısıyla düşük pişirme verimi değerleri sergilemiştir (p<0,05).

U-Chupaj ve diğ. (2021), tarafından yapılan çalışmada beyaz şerit problemliden etkilenen tavuk göğüs etlerine marinasyon işleminin etkileri araştırılmıştır. Marinasyondan önce problemlili etlerde normal etlere kıyasla yüksek pişirme kaybı ve damlama kaybı değerleri gözlenmiştir (p<0,05). Marinasyon işleminden sonra problemlili etlerdeki pişirme ve damlama kaybı değerleri marinasyon öncesine göre önemli ölçüde azalmıştır (p<0,05). Ek olarak marinasyon işlemi problemlili etlerin nem içeriği ve toplam pişirme veriminin yükselmesini sağlamıştır (p < 0,05).

Ö. Kerimoğlu ve Serdaroğlu (2020), tarafından yapılan bir çalışmada, tavuk nugget üretiminde sıvı kaplama formülasyonlarında buğday unu yerine farklı oranlarda bal kabağı tozu kullanımının kimyasal, teknolojik ve duyusal kalite kriterlerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma için %100 buğday unu, %50 buğday unu+%50 bal kabağı tozu (BKT) ve %100 bal kabağı tozu içeren sıvı kaplamalar

kullanılarak tavuk nuggetlar hazırlanmıştır. Örneklerin pişirme verimleri %93,87-95,52 aralığında olup, değerler arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ( $p<0,05$ ). Sıvı kaplama formülasyonuna ilave edilen BKT'nin su tutma kapasitesinin yüksek olması pişirme süresince ürünün su kaybını önlemiştir ve standart formülasyonlarla benzer verim sonuçlarına ulaşmıştır.

Gökçe ve diğ. (2016), yapılan bir çalışmada farklı tahıl ve baklagil unlarının (buğday, mısır, çavdar ve soya) derin yağda kızartılmış piliç nuggetların kalite karakteristikleri (nem miktarı, yağ miktarı, kaplama tutunma yüzdesi, pişirme verimi, kaplama kalınlığı, penetrometre değeri ve renk) üzerine etkileri incelenmiştir. Piliç nuggetlar eşit oranda but ve göğüs eti karışımından üretilmiş, ardından 180°C'ye ısıtılmış ayçiçek yağında 5 dakika süreyle derin yağda kızartılmıştır. Örneklerin pişirilmesini takiben elde edilen verim sonuçlarına göre en yüksek değer mısır unlu (%82,64) ve en düşük değer de soya unlu (%78,10) kaplamalarda bulunmuş ve örnekler arasında farklılık olduğu gözlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Sabikun ve diğ. (2021), tarafından yapılan çalışmada, formülasyona farklı seviyelerde süt yağı (MF) ve patates püresi (PM) ilave edilerek hazırlanan tavuk nuggetların kalite özelliklerini değerlendirilmiştir. Bu amaçla, kontrol, T1 (%5 MF), T2 (%8 MF ve %2 PM), T3 (%11 MF ve %4 PM), ve T4 (%14 MF ve %6 PM) şeklinde formüle edilmiş ürün grupları kullanılmıştır. Nuggetlara ilave edilen MF ve PM miktarının artış göstermesiyle yağ miktarı artmış fakat son ürün veriminde azalmalar meydana gelmiştir. En yüksek verim kontrol grubunda %85,6 bulunmuş T1 ve T2 örnekleri ile farklılık göstermemiştir. T3 ve T4 nugget gruplarının verimleri ise diğer gruplardan düşük ve farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

#### **4.8 Tekstür Profil Analizi (TPA) Değerleri**

Et ve et ürünlerinin tekstürel özellikleri seçim ve tüketiminde en önemli kalite kriterlerindedir. Gıdaların tekstürel özelliklerini değerlendirmek için iyi bir yöntem olan TPA (Tekstür profil analizi) testi; sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, kırılgenlik, dış yapışkanlık (kohesivlik), sakızimsılık ve çignenebilirlik gibi önemli tekstür parametrelerinin hesaplanmasında kullanılmaktadır (Bourne 2002; Barbut 2015; Erdemir ve Karaoğlu 2021).

Çalışmada nugget örneklerinin depolama sürelerine bağlı olarak tekstür profili analizi sonuçlarına ait değerler Tablo 4.9’da verilmiştir.

**Tablo 4.9** Nugget örneklerinin tekstür profil analizi sonuçları

Sertlik (g)				
Gruplar	0.gün	30.gün	60.gün	90.gün
100N	2482,50 <sup>aA</sup> ±557,63	1153,88 <sup>aB</sup> ±202,04	1304,25 <sup>aB</sup> ±80,20	2305,25 <sup>aA</sup> ±325,17
75N	1723,00 <sup>bA</sup> ±244,53	1286,50 <sup>aB</sup> ±144,70	1277,25 <sup>abB</sup> ±205,52	1634,13 <sup>bAB</sup> ±322,97
50N	1000,25 <sup>cA</sup> ±404,68	1386,00 <sup>aA</sup> ±184,15	936,88 <sup>abA</sup> ±351,68	1336,88 <sup>bA</sup> ±498,66
25N	1018,13 <sup>cA</sup> ±483,31	795,38 <sup>bA</sup> ±119,23	920,75 <sup>bA</sup> ±134,84	1149,00 <sup>bA</sup> ±342,92
100BŞ	1118,13 <sup>bcAB</sup> ±312,99	823,75 <sup>bB</sup> ±230,30	1073,13 <sup>abAB</sup> ±261,99	1436,75 <sup>bA</sup> ±126,34
Elastikiyet (mm)				
Gruplar	0.gün	30.gün	60.gün	90.gün
100N	3,50 <sup>aA</sup> ±0,28	3,93 <sup>abB</sup> ±0,17	3,95 <sup>ab</sup> ±0,05	4,03 <sup>abB</sup> ±0,21
75N	3,85 <sup>bA</sup> ±0,23	3,93 <sup>abA</sup> ±0,28	4,11 <sup>aA</sup> ±0,12	3,84 <sup>bA</sup> ±0,28
50N	3,81 <sup>bA</sup> ±0,25	3,77 <sup>bA</sup> ±0,11	3,95 <sup>aAB</sup> ±0,21	4,25 <sup>ab</sup> ±0,31
25N	4,10 <sup>bA</sup> ±0,07	4,21 <sup>aA</sup> ±0,07	4,10 <sup>aA</sup> ±0,37	4,20 <sup>abA</sup> ±0,24
100BŞ	3,97 <sup>bA</sup> ±0,11	4,00 <sup>abA</sup> ±0,32	3,96 <sup>aA</sup> ±0,29	4,22 <sup>abA</sup> ±0,09
Dış Yapışkanlık				
Gruplar	0.gün	30.gün	60.gün	90.gün
100N	0,59 <sup>abA</sup> ±0,05	0,62 <sup>aA</sup> ±0,05	0,64 <sup>abA</sup> ±0,03	0,62 <sup>abA</sup> ±0,09
75N	0,58 <sup>aA</sup> ±0,05	0,56 <sup>abA</sup> ±0,03	0,66 <sup>ab</sup> ±0,05	0,56 <sup>bA</sup> ±0,03
50N	0,59 <sup>abA</sup> ±0,05	0,54 <sup>bA</sup> ±0,05	0,57 <sup>bA</sup> ±0,04	0,70 <sup>ab</sup> ±0,07
25N	0,68 <sup>bA</sup> ±0,09	0,61 <sup>abA</sup> ±0,06	0,64 <sup>abA</sup> ±0,06	0,57 <sup>bA</sup> ±0,07
100BŞ	0,58 <sup>abA</sup> ±0,05	0,58 <sup>abA</sup> ±0,03	0,61 <sup>abA</sup> ±0,05	0,63 <sup>abA</sup> ±0,04
Sakızimsılık (g)				
Gruplar	0.gün	30.gün	60.gün	90.gün
100N	1378,35 <sup>aA</sup> ±350,14	719,40 <sup>ab</sup> ±165,98	830,03 <sup>ab</sup> ±85,61	1440,95 <sup>aA</sup> ±398,45
75N	998,32 <sup>bA</sup> ±174,48	715,70 <sup>ab</sup> ±94,37	834,18 <sup>aAB</sup> ±111,53	916,05 <sup>bAB</sup> ±185,15
50N	578,50 <sup>cA</sup> ±209,42	747,78 <sup>aA</sup> ±148,73	542,05 <sup>bA</sup> ±246,01	924,15 <sup>bA</sup> ±290,45
25N	660,30 <sup>bcA</sup> ±257,89	484,82 <sup>bA</sup> ±86,43	582,13 <sup>abA</sup> ±24,07	659,15 <sup>bA</sup> ±256,65
100BŞ	641,70 <sup>bcA</sup> ±147,65	472,23 <sup>bA</sup> ±113,98	660,53 <sup>abA</sup> ±208,71	921,05 <sup>bB</sup> ±137,31
Çiğnenebilirlik (mJ)				
Gruplar	0.gün	30.gün	60.gün	90.gün
100N	48,01 <sup>aAB</sup> ±15,16	27,85 <sup>ab</sup> ±7,01	32,18 <sup>ab</sup> ±3,58	57,54 <sup>aA</sup> ±18,45
75N	37,85 <sup>abA</sup> ±7,99	27,76 <sup>aA</sup> ±5,66	33,65 <sup>aA</sup> ±5,10	34,80 <sup>bA</sup> ±8,98
50N	21,25 <sup>cA</sup> ±6,39	27,76 <sup>aAB</sup> ±6,11	20,97 <sup>bA</sup> ±9,06	38,61 <sup>abB</sup> ±12,89
25N	26,56 <sup>bcA</sup> ±10,38	19,99 <sup>abA</sup> ±3,61	23,39 <sup>abA</sup> ±1,70	27,32 <sup>bA</sup> ±11,72
100BŞ	25,09 <sup>bcA</sup> ±6,33	18,33 <sup>bA</sup> ±3,77	25,85 <sup>abA</sup> ±9,23	38,13 <sup>abB</sup> ±6,16

Uygulama (100N: %100 Normal göğüs eti; 75N: %75 Normal göğüs eti+%25 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 50N: %50 Normal göğüs eti+%50 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 25N: %25 Normal göğüs eti+%75 Beyaz şerit problemlili göğüs eti; 100BŞ: %100 Beyaz şerit problemlili göğüs eti)

A-B-C: Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

a-b-c: Aynı sütündeki farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (p<0,05).

\*: Ortalama ± standart sapma

Sertlik; doku profili analizinde ilk sıkıştırma esnasında ölçülen en yüksek değer olarak tanımlanır (Szczeniak 1963; Bourne 1978; Taşkiran 2018). Gruplardan 0. gün 100N grubu 2482,50g en yüksek sertlik değerini almıştır ve bu değer diğer gruplardan farklı ölçülmüştür ( $p<0,05$ ). 75N grubu 0. günde 100BŞ ile benzerlik gösterirken 50N ve 25N gruplarından istatistiksel anlamda farklıdır ( $p<0,05$ ). 30. gün 100N, 75N ve 50N grupları benzer sertlik değerleri verirken 25N ve 100BŞ gruplarından yüksek aynı zamanda farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). 60. gün en düşük değer 25N grubunda 920,75 olarak ölçülmüştür ve bu değer 75N, 50N, 100N ile benzer 100N grubundan farklıdır. 90. gün en yüksek sertlik değeri 100N grubunda ölçülmüş ve diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Depolama ilk ve son günleri dikkate alındığında grupların sertlik değerleri birbirlerine benzerdir ( $p>0,05$ ).

Yapılan değerlendirmenin 0. gününde 75N grubunun elastikiyet değerleri 100N grubundan anlamlı olarak yüksek bulunurken ( $p>0,05$ ) diğer gruplar ile arasında fark gözlenmemiştir. 30. günde %50 oranında beyaz şerit problemlili etin ilave edildiği 50N grubunun elastikiyeti 25N grubundan farklı, diğer gruplarla benzerdir. 60. günde grupların elastikiyet değerleri birbiriyle aynı bulunmuştur. Depolamanın son gününe gelindiğinde en yüksek elastikiyet değeri (4,25) 50N grubunda gözlenmiş olup, 75N grubuna göre farklı ( $p<0,05$ ) diğer gruplarla benzer olduğu edilmiştir. Depolama süresi boyunca 100N grubunun elastikiyet değeri başlangıçtan 30. günün sonuna kadar artış gösterirken ( $p<0,05$ ), depolama sonuna kadar benzer değerlerde seyretmiştir. 75N, 25N ve 100 BŞ gruplarının elastikiyet değerlerinin depolama sürecinden etkilenmediği gözlenmiştir ( $p>0,05$ ). 50N grubunda ise en yüksek elastikiyet değerine 90. günün sonunda rastlanmış ve bu değer 60. gün ile benzer, diğer günlerden anlamlı olarak farklı bulunmuştur.

Dış yapışkanlık; gıdanın yapısını şekillendiren bağların dayanıklılığıdır (Kilcast, 2004; Ertaş ve Doğruer 2010). Mevcut çalışmanın 0. gününde en yüksek dış yapışkanlık değeri 25N grubunda gözlenmiş olup 75N grubundan farklı ( $p<0,05$ ), diğer gruplar ile benzer değerler sergilemiştir. 100N grubu 30. günde 0,62 dış yapışkanlık değeri göstermiştir. Bu değer 50N grubu ile farklı diğer gruplarla benzerdir. 60. güne gelindiğinde 100BŞ grubunun dış yapışkanlık değeri (0,61) diğer gruplarla benzerdir. Depolamanın son gününde 50N grubunun dış yapışkanlık değeri, 75N ve 25N gruplarıyla farklı ( $p<0,05$ ), 100N ve 100BŞ gruplarıyla benzerlik göstermiştir. Depolama süresi boyunca 100N, 25N ve 100BŞ grupları benzer dış

yapışkanlık değerleri sergilemişlerdir ( $p>0,05$ ). 75N grubu dış yapışkanlık değeri depolamanın 60. gününde en yüksek seviyeye ulaşırken (0,66) diğer günlerden farklı değerler sergilemiştir. 50N grubu depolamanın sonunda en yüksek değerlere ulaşırkenbu değer diğer tüm gruplardan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Nuggetların sakızimsılık değerleri incelendiğinde 0. günde 100N, 75N, 50N grupları birbirlerinden farklıyken ( $p<0,05$ ), 75N ve 50N grubu 25N ve 100BŞ grubuyla benzerlik sergilemiştir ( $p>0,05$ ). 100N, 75N ve 50N grupları 30. günde birbirleriyle benzerlik gösterirken 25N ve 100BŞ gruplarının sakızimsılık değerlerinde düşüş farklılığına sebep olmuştur. 60. günde 100N, 75N ve 50N gruplarının sakızimsılık değerleri 25N ve 100BŞ grubuyla benzerlik sergilemiştir. 90. günde 100N grubu en yüksek sakızimsılık değerini sergilerken (1440,95) bu değer diğer gruplardan farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Depolamanın ilk ve son günlerine bakıldığında 100BŞ grubu farklılık gösterirken, diğer gruplarda benzer sakızimsılık değerleri gözlenmiştir.

Örneklerin çiğnenebilirlik değerleri depolama süresinin başlangıcında 50N grubunda 25N ve 100BŞ ile benzerlik gösterirken 100N ve 75N gruplarından anlamlı olarak farklıdır ( $p<0,05$ ). 30. gün en düşük çiğnenebilirlik değeri 100BŞ grubunda gözlemlenmiştir ve bu değer 25N grubuyla benzer diğer gruplarla farklı sonuçlar sergilemiştir. 60. gün grupların çiğnenebilirlik değerleri benzerlik göstermektedir. 50N grubu 75N ve 100N ile farklı ( $p<0,05$ ); 25N ve 100BŞ gruplarıyla benzer sonuçlar sergilemiştir ( $p>0,05$ ). 90. gün en yüksek çiğnenebilirlik değeri 100N grubunda görülmüştür. 100N grubu, 75N ve 25N gruplarıyla farklı ( $p<0,05$ ); 50N ve 100BŞ gruplarıyla benzerlik göstermiştir ( $p>0,05$ ). Depolama süresinin ilk ve son günleri dikkate alındığında 100N, 75N ve 25N gruplarında benzer değerler gözlenmiştir ( $p>0,05$ ). 50N ve 100BŞ gruplarındaysa depolamanın başlangıç ve bitiş zamanlarında farklı çiğnenebilirlik değerleri tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ).

Beyaz şerit problemlili tavuk göğüs etleriyle yapılmış bir çalışmada gözlenen yüksek sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri dokulardaki histolojik ve kimyasal değişimlere bağlanmıştır (Sihvo ve diğ. 2014; Soglia ve diğ. 2016). Mevcut çalışmada da problemlili etlerin farklı oranlarda formülasyona ilavesi ile üretilen nuggetlarda söz konusu değerlerde iyileşmeler görülmesi (dış yapışkanlık sabit,

elastikiyet artmış), bu tip problemlili göğüs etlerinin nugget ve benzeri ileri işlenmiş ürünlerin üretiminde kullanılabileceğini düşündürmektedir.

Carvalho ve diğ. (2021), tarafından yapılan başka bir çalışmada beyaz şerit problemliden etkilenen hindi göğüs etleri kullanarak hazırlanmış sosislerin kalite özellikleri incelenmiştir. TPA sonuçlarına göre, şiddetli derece problemliden etkilenen et kullanımının pişmiş sosislerin sertlik, dış yapışkanlık ve çiğnenebilirliğini azalttığını göstermiştir ( $p<0,05$ ).

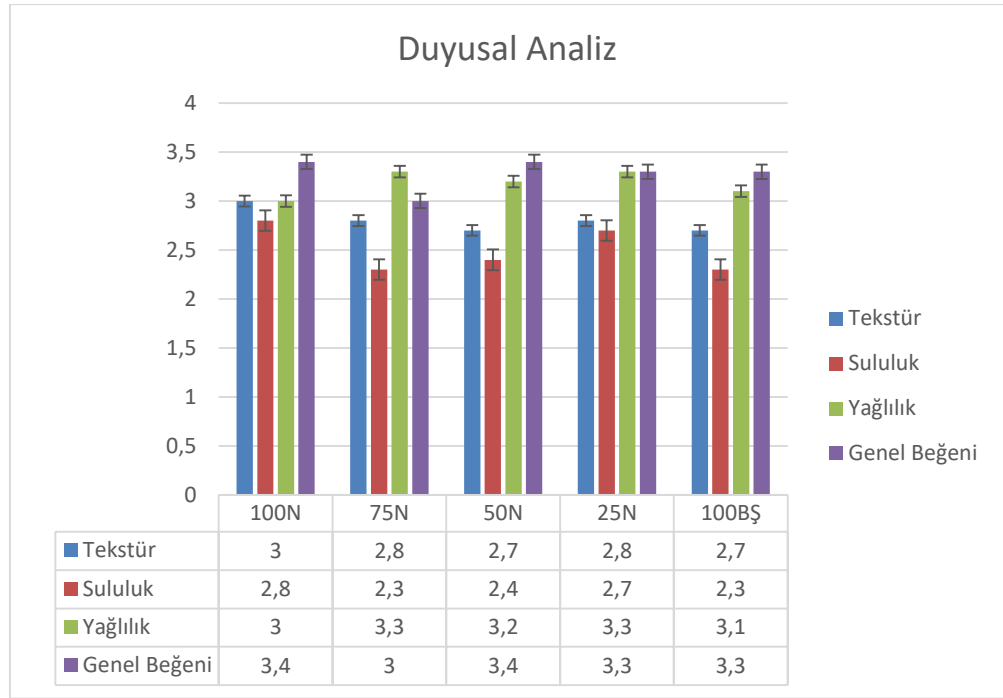
Lee ve diğ. (2021), tarafından yapılan çalışmada beyaz şerit problemlili tavuk göğüs etlerinin fırında ve sous-vide yöntemleriyle pişirilmesinin kalite özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. TPA sonuçlarına göre, sous-vide yöntemi ile pişirilmiş normal ve problemlili etlerin sertlik değerleri arasında farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Fırında pişirilmiş problemlili etlerin sertlik değeri (12,7), normal etlerin sertlik değerinden (9,6) anlamlı olarak yüksek bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Dış yapışkanlık değerleri sous-vide yöntemiyle pişirilmiş problemlili etlerde 0,13; normal etlerde 0,17 ölçülmüştür ( $p<0,05$ ). Her iki pişirme yönteminde de sakızimsılık, elastikiyet ve çiğnenebilirlik parametrelerinde anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

U-Chupaj ve diğ. (2021), tarafından yapılan çalışmada beyaz şerit problemliden etkilenen tavuk göğüs etlerinde marinasyon işleminin etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda marine edilmiş beyaz şerit problemlili etlerin marine edilmemiş normal ve problemlili etlerden yüksek sertlik, dış yapışkanlık, çiğnenebilirlik değerleri sergilemiştir ( $p<0,05$ ).

#### **4.9 Duyusal Analiz Sonuçları**

Kaplanarak kızartma işlemi, görsel olarak problem sergileyen ve satın alınma talebi düşük kanatlı etlerinin değerini arttırarak piyasaya sunulmasını ve ekonomik kayıpların azalmasını sağlayan bir uygulamadır. Bu sebeple farklı oranlarda beyaz şerit problemlili tavuk göğüs etleri kullanılarak üretilmiş nuggetların duyusal özellikleri eğitilmiş panelistler tarafından test edilmiş ve sonuçlar Şekil 4.2’de verilmiştir.





**Şekil 4.2:** Nugget örneklerinin duyu analiz sonuçları

Duyusal analiz için nuggetların tekstür, sululuk, yağlılık ve genel beğeni parametreleri değerlendirilmiştir.

Mevcut çalışmada tekstür özellikleri incelendiğinde 2,70 ile 3,0 arasında değerler almıştır. Problemlilerün ürüne ilave edilmesiyle tekstür puanlarında meydana gelen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Nugget örnek grupları sululuk parametresi açısından ele alındığında 2,30 ile 2,80 arasında puanlar almıştır. Beyaz şerit problemlilerün ilavesi ürünün sululuk değerlerine etkisi olmamıştır ( $p>0,05$ ).

Et ürünlerinin içeriğindeki yağ; aroma, tat, sululuk, vizkozite gibi duyu özelliklerin gelişimini sağlar. Çalışmada nuggetların yağlılık puanları 3,0 ile 3,30 arasındadır ve gruplar arasında fark görülmemiştir ( $p>0,05$ ).

Çalışmada en yüksek genel beğeni puanlarını 100N ve 50N grupları almıştır ve gruplar arası fark olmamasıyla ( $p>0,05$ ) beyaz şerit problemlilerün kullanımının tüketici tarafından kabul edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Duyusal değerlendirme kriterleri bütünüyle ele alındığında beyaz şerit problemlilerün kullanımının herhangi bir olumsuz etkisi gözlenmemiştir. Dolayısıyla

bu tür problemlı etlerin nugget gibi ileri işlenmiş ürünlerde değeriendirilmesi açısından olumlu bulunmuştur.

Beyaz şerit probleminden etkilenen hindi göğüs etlerinden üretilmiş ve pişirilmiş sosislerin duyuşal analizi için aroma, lezzet, doku, görünüş ve genel kabul edilebilirlik parametreleri incelenmiştir (Carvalho ve diğ. 2021). Normal, orta ve şiddetli derecelerde problemden etkilenen etlerle hazırlanmış sosislerin aroma, lezzet, doku, görünüş özellikleri açısından hiçbir farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ). Problemin şiddetinin artmasıyla genel kabul edilebilirlik puanları azalma göstereceği sonuçlar ortalamanın üzerinde bulunmuş ve anlamlı bir fark sergilememiştir ( $p<0,05$ ).

Carvalho ve diğ. (2020<sup>b</sup>) tarafından yapılan bir çalışmada panelistler normal ve beyaz şerit problemlı tavuk göğüs etleri renk, koku, lezzet, doku, genel kabul edilebilirlik parametrelerini değeriendirmek için 180°C'de fırında 75°C'lik iç sıcaklığa ulaşınca kadar pişirilmiştir. Her iki et türü de değeriendirilen tüm nitelikler için ortalama puanlar almıştır ( $p>0,05$ ). Beyaz şerit problemlı numuneler her bir duyuşal parametre için istatistiksel olarak anlamlı bulunmasa da normal filetolara kıyasla daha yüksek puanlar sergilemiştir. Bu durum lipid içeriğinin artmasıyla lezzet oluşumunun paralellik gösterdiği şeklinde yorumlanmıştır.

Carvalho ve diğ. (2020<sup>a</sup>), tarafından yapılan başka bir çalışmada beyaz şerit problemlı hindi etlerine farklı oranlarda kitosan ilavesinin, depolama sırasında pişmiş sosislerin kalitatif özellikleri, duyuşal kabulü ve stabilitesi üzerindeki etkisi incelemiştirlerdir. Kontrol, %1,5 ve %3 kitosan ilave edilerek zenginleştirilmiş problemlı etlerden hazırlanan pişmiş hindi sosisleri ile gerçekleştirilen duyuşal analizde panelistlerden ürünleri görünüm, koku, tat, doku ve genel beğeni parametrelerini 1-7 arası puanlamaları istenmiştir. Sosislerin genel beğeni puanları arasında herhangi bir fark gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ) ve tüm parametreler ortalama 4 üzeri puanlar almıştır. Beyaz şerit problemlı hindi etlerine kitosan ilavesinin ürünlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumlu yönde etkilerken duyuşal özelliklerini koruduğu görülmüştür.

Brambila ve diğ. (2016), farklı seviyelerde beyaz şerit problemi gözlenen tavuk göğüs etlerinin duyuşal profil özelliklerini araştırmışlardır. Normal, orta ve şiddetli derecelerde problemden etkilenen etler dış yapışkanlık, sertlik, çignenebilirlik

açısından incelenmiş ve şiddetli derecede problemden etkilenen göğüs etleri her üç parametrede de yüksek değerler sergilemiştir ( $p<0,05$ ). Dolayısıyla beyaz şerit probleminin pişmiş etin doku özelliklerini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Polizer ve diğ. (2015), tarafından yapılan çalışmada, tavuk nugget formulasyonuna et veya yağ yerine bezelye lifi ilave edilmesi durumunun ürün özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla kontrol grubu, %10 azaltılmış göğüs eti+ %2 bezelye lifi ilaveli ve %10 azaltılmış yağ+ %2 bezelye lifi ilaveli karışımlardan üç grup tavuk nuggetlar üretilmiştir. Duyusal analiz sonucunda panelistler aroma, doku, tat ve genel kabul edilebilirlik açısından gruplar arasında farklılık olmadığı yorumlanmıştır ( $p>0,05$ ). Nuggetlarda et ve yağ yerine kısmen bezelye lifi kullanımının ürünlerin fizikokimyasal ve duyusal özellikleri değiştirmedeği ve formülasyonda kullanılmasının mümkün olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

‘‘White strip’’ olarak adlandırılan ve kanatlıların kas liflerine paralel beyaz çizgilerin oluşumuyla karakterize olmuş beyaz şerit problemi son yıllarda sıklıkla rastlanılan kanatlı eti kusurlarındandır. Beyaz şeritlenmenin temelinde kanatlı etine duyulan yoğun talebi karşılamak adına broilerlerin hızlı büyümeye zorlanması yatmaktadır. Yapılan tüm çalışmalara rağmen beyaz şerit probleminin oluşumunun engellenmesi ya da varolan semptomların et kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerini ortadan kaldıracak çözümler henüz üretilmemiştir. Beyaz şeritlenmenin varlığı özellikle görsel problemler meydana getirmektedir ve bu durum tüketici taleplerini önemli ölçüde azaltmaktadır. Araştırmalar beyaz şeritlenmenin gözlemlendiği etlerin tüketilmesinin insan sağlığı açısından herhangi bir risk taşımadığını göstermektedir. Beyaz şerit problemlili etlerin insan gıdası olarak tüketilebileceği görüşü ve bu tip problemlili etlerin ekonomiye kazandırılabilir hale getirilmesi için çalışmalar halen devam etmektedir. Problemlili etlerin işlenmesi ve duyuşal özelliklerindeki olumsuzlukları ortadan kaldırabilmek ya da işlenebilirliğine katkı sağlamak amacıyla ileri işlem stratejilerinden faydalanılmaktadır. Bu bağlamda, mevcut çalışmada farklı oranlarda (%0, %25, %50, %75, %100) beyaz şerit problemlili tavuk göğüş etleri ilavesiyle hazırlanan nuggetların bazı kimyasal, fiziksel, tekstürel ve duyuşal özelliklerindeki değişimler, 3 aylık depolama süresi boyunca incelenmiştir.

Nuggetlarda beyaz şerit problemlili tavuk göğüş eti oranının artmasıyla yağlılık değerlerinde değişim gözlenmezken ( $p>0,05$ ), nem değerlerinde belirgin düşüşlere rastlanmıştır ( $p<0,05$ ).

Depolamanın ilk ve son günü esas alındığında, problemlili et ilavesinin nugget örneklerinin TBARS değerlerinde değişime neden olmadığı görülmüştür. Fakat 25N ve 100BŞ grupları depolama sürecinden etkilenmiş ve depolamanın sonunda başlangıca göre yükselen değerler sergilemiştir ( $p<0,05$ ). Çalışmada elde edilen TBARS değerleri gözönüne alındığında %50’ye kadar beyaz şerit problemlili et ilavesiyle hazırlanan nuggetların lipid oksidasyonu açısından depolama süresi boyunca stabil bir seyir izlediği gözlenmiştir.

Mevcut çalışmada nuggetların pH değerleri 5,84-6,00 arasında değişkenlik göstermiştir. Depolama süresi boyunca pH değerlerindeki artışın anlamlı bulunmaması

( $p>0,05$ ) nuggetların kimyasal kalitesinin ve mikrobiyolojik aktivitenin sabit kaldığını düşündürmektedir.

Elde edilen sonuçlara göre, depolama sonunda ölçülen  $L^*$  ve  $b^*$  değerleri depolamanın başlangıç değerleriyle benzer sonuçlar sergilemiştir ( $p<0,05$ ). Literatür çalışmaları incelendiğinde beyaz şeritlenme şiddetinin (orta, yüksek) artmasına paralel olarak taze göğüs filetolarında gözlenen ve istenmeyen yüksek  $L^*$  ile  $b^*$  değerleri, mevcut çalışmada olduğu gibi bu etlerin bir ileri işlem ürünü olan nugget üretiminde kullanılması ile bertaraf edilebilmiştir.

Nugget örnekleri kaplama tutunma yüzdesi değerleri açısından incelendiğinde 75N, 50N ve 25N gruplarının değerleri 100N ve 100BŞ gruplarına oranla düşük bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Örneklerin pişirme kaybı ve son ürün verimi değerleri arasından farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

Çalışmada nugget örneklerine beyaz şeritlenme gözlenen göğüs etlerinin ilavesiyle depolamanın başlangıcında 100N grubuna göre sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri düşüş ( $p<0,05$ ), elastikiyet değerleri artış ( $p<0,05$ ) gösterirken, dış yapışkanlık değerlerinde ise değişim gözlenmemiştir.

Nugget örnekleri tekstür, sululuk, yağlılık ve genel beğeni özellikleri açısından duyuşal olarak değerlendirilmiştir ve genel olarak tüm gruplar ortalamasının üstünde puanlar almıştır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, beyaz şeritlenme gözlenen tavuk göğüs etleri ile hazırlanan nuggetların lipid oksidasyonu değerleri dışında kaydadeğer fiziksel ve kimyasal değişimler sergilemediği gözlenmiştir. Beyaz şerit problemleri etlerin %50 oranında nugget formülasyonuna ilave edilerek kullanılmasının ekonomiye büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

Abasht, B., Mutryn, M. F., Michalek, R. D., Lee, W. R., “Oxidative Stress And Metabolic Perturbations In Wooden Breast Disorder In Chickens”, *Plos One*, 11, 4, (2016).

Akdur, R., “Türkiye’de Halk Sağlığı Açısından Piliç Eti”, *4. Uluslararası Beyaz Et Kongresi*, Antalya, 26-30, (2017).

Akgün, A. A., “Farklı Kaplama Formülasyonları İle Kaplanmış Tavuk Köftelerinin Duyusal, Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2006).

Akyol, A.G.A., Bilgiç, A.G.P., Ersoy, G., “*Fiziksel Aktivite, Beslenme Ve Sağlıklı Yaşam*”, Ankara: Klasmat Matbaacılık, (2008).

Alexandratos, N., Bruinsma, J., “World Agriculture Towards 2030/2050: The 2012 Revision”, FAO Agricultural Development Economics Division, (2012).

Alnahhas, N., Berri, C., Chabault, M., Chartrin, P., Boulay, M., Bourin, M. C., & Le Bihan-Duval, E., “Genetic Parameters Of White Striping In Relation To Body Weight, Carcass Composition, And Meat Quality Traits In Two Broiler Lines Divergently Selected For The Ultimate Ph Of The Pectoralis Major Muscle”, *Bmc Genetics*, 17(1), 61, (2016).

Altunakar, B., “Functionally of Different Batters in Deep-Fat Fried Chicken Nuggets”, Master of Science Thesis, *Middle East Technical University Science Pure and Applied Science*, Ankara, 1-55s, (2003).

Altunakar B, Sahin S., Sumnu G., “Functionality Of Batters Containing Different Starch Types For Deep-Fat Frying Of Chicken Nuggets”, *European Food Research And Technology*, 218: 318-322, (2004).

Anonim, “The Manual of Hunter-Lab Mini Scan XE Colorimeter”, Virginia: HunterLab Cooperation, ABD, (1995).

AOAC, “Official Methods of Analysis”, Association of Analytical Chemists, Washington, DC, (1990).

AOAC, “Official Methods of Analysis”, Association of Official Analytical Chemists, Virginia, USA, (2000).

Armağan, G. ve Özdoğan, M., “Ekolojik Yumurta Ve Tavuk Etinin Tüketim Eğilimleri Ve Tüketici Özelliklerinin Belirlenmesi”, *Hayvansal Üretim*, 46(2). (2005).

Baldi, G., Soglia, F., Laghi, L., Tappi, S., Rocculi, P., Tavaniello, S., Petracchi, M., “Comparison Of Quality Traits Among Chicken Breast Meat Affected By Current Muscle Abnormalities”, *Food Research International*, 115, January, 369– 376, (2019).

Baldi, G., Soglia, F., Mazzoni, M., Sirri, F., Canonico, L., Babini, E., Petracchi, M., “Implications Of White Striping And Spaghetti Meat Abnormalities On Meat Quality And Histological Features İn Broilers”, *Animal*, 12(1), 164– 173, (2018).

Barbut S., Sosnicki A A., Lonergan S.M., Knapp T., Ciobanu D.C., Gatcliffe L.J., Huff-Lonergan E., Wilson E.W., “Progress İn Reducing The Pale, Soft And Exudative (Pse) Problem İn Pork And Poultry Meat”, *Meat Science*, 79 (2008) 46–63, (2008).

Barbut, S., “The Science Of Poultry And Meat Processing”, Ph.D Thesis, *Guelph Üniversitesi*, Canada, (2015).

Bauermeister, L. J., Morey, A. U., Moran, E. T., Singh, M., Owens, C. M., McKee, S. R., “Occurrence of White Striping in Chicken Breast Fillets in Relation to Broiler Size”, *Poultry Science*, 88, 33, (2009).

Baysal, A., “Beslenme kültürümüz”, T.C. Kültür Bakanlığı. Ankara, 3, (2002).

Boerboom, G., Van Kempen, T., Navarro-Villa, A., Pérez-Bonilla, A., “Unraveling The Cause Of White Striping İn Broilers Using Metabolomics”, *Poultry Science*, 97(11), 3977– 3986, (2018).

Bordignon, S., Stefani, L.M., Boiago, M.M., “The Use Of White Striped Chicken Breasts On The Quality Of Nuggets And Hamburgers”, *Food Science And Technology*, (2021).

Bourne, M. C., Kenny, J. F., Barnard, J., “Computer-Assisted Readout Of Data From Texture Profile Analysis Curves 1”, *Journal Of Texture Studies*, 9(4), 481-494, (1978).

Bourne, M.C., “Relationship between rheology and food texture”, *Engineering and Food for the 21st Century*, 321-336, (2002).

Brambila, G.S., Bowker, B.C., Zhuang, H., “Comparison Of Sensory Texture Attributes Of Broiler Breast Fillets With Different Degrees Of White Striping”, *Poultry Science*, 95, 2472– 2476, (2016).

Browne, A.W., P.J.C. Haris, A.H. Hofny-Collins, N. Pasiecznik, R.R. Wallace., “Organic Production And Ethical Trade: Definition, Practice and Links”, *Food Policy*, 25: 69-80, (2000).

Büyüknisan, O., “Adana İli Kentsel Alanda Tavuk Eti Tüketim Yapısı”, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, , Adana, (2008).

Carvalho, L. T., Giampietro-Ganeco, A., de Mello, J. L. M., Ferrari, F. B., de Souza, R. A., de Souza, P. A., ... & Lorenzo, J. M., “Quality And Stability Of Cooked Sausages Made From Turkey Meat Affected By The White Striping Myopathy”, *Journal Of Food Processing And Preservation*, 15555, (2021).

Carvalho, L.T., Ventanas, S., Olegario, L.S., Madruga, M.S., Estévez, M. Consumers Awareness Of White-Striping As A Chicken Breast Myopathy Affects Their Purchasing Decision And Emotional Responses. *LWT*, 131, 109809, (2020b).

Carvalho, L.T., Lorenzo, J.M., de Carvalho, F.A.L., Bellucci, E.R.B., Trindade, M.A., Domínguez, R., “Use of Turkey Meat Affected by White



Striping Myopathy for the Development of Low-Fat Cooked Sausage Enriched with Chitosan”, *Foods*, 9(12), 1866, (2020a).

Carvalho, R.H., Ida, E.I., Madruga, M.S., Martínez, S.L., Shimokomaki, M., Estévez, M., “Underlying Connections Between The Redox System İmbalance, Protein Oxidation And İmpaired Quality Traits İn Pale, Soft And Exudative (Pse) Poultry Meat”, *Food Chemistry*, 215, 129– 137, (2017).

Cavalcante Da Rocha, T., De Carvalho, L.M., Soares, A.J., Coutinho, D.G., Olegario, L.S., De Sousa Galvão, M., Madruga, M.S., “Impact Of Chicken Wooden Breast On Quality And Oxidative Stability Of Raw And Cooked Sausages Subjected To Frozen Storage”, *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, 100(6), 2630-2637, (2020).

Chen H, Kang H., Chen S., “The Effects Of Ingredients And Water Content On The Rheological Properties Of Batters And Physical Properties Of Crusts İn Fried Foods”, *Journal Of Food Engineering*, 88: 45-54, (2008).

Cruz, R.F.A., Vieira, S.L., Kindlein, L., Kipper, M., Cemin, H.S., Rauber, S.M., “Occurrence Of White Striping And Wooden Breast İn Broilers Fed Grower And Finisher Diets With İncreasing Lysine Levels”, *Poultry Science*, 96(2), 501– 510, (2016).

Çağdaş, E., ve Kumcuoğlu, S., “Effects Of Grape Seed Powder And Whey Protein On Quality Attributes Of Chicken Nuggets”, *Gıda-Journal Of Food*, 39(5), 291-298, (2014).

Çelik, G., “Derin Yağda Kızatma İşleminde Proses Kirleticilerinin Belirlenmesi”, Doktora Tezi, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa, 142, (2020).

Dalgaard, L.B., Rasmussen, M.K., Bertram, H.C., Jensen, J.A., Møller, H.S., Aaslyng, M.D., Young, J.F., “Classification Of Wooden Breast Myopathy İn Chicken Pectoralis Major By A Standardised Method And Association With Conventional Quality Assessments”, *International Journal Of Food Science & Technology*, 53(7), 1– 9, (2018).

Dalle Zotte A., Tasoniero G., Puolanne E., Remignon H., Cecchinato M., Catelli E., Cullere M., “Effect Of “Wooden Breast Appearance On Poultry Meat Quality, Histological Traits, And Lesions Characterization”, *Czech Journal Animal Science*, 62, 51–57, (2017).

Dalle Zotte A., Tasoniero G., Russo E., Longoni C., Cecchinato M., “Impact Of Coccidiosis Control Program And Feeding Plan On White Striping Prevalence And Severity Degree On Broiler Breast Fillets Evaluated At Three Growing Ages”, *Poultry Science*, 94, 2114–2123, (2015).

Dogan, S.F., Şahin, S., Sumnu, G., “Effects Of Soy And Rice Flour Addition On Batter Rheology And Quality Of Deep-Fat Fried Chicken Nuggets”, *Journal Of Food Engineering*, 71, 127-132, (2005).

Elitok B, Bingöler N., “Kanatlılarda Escherichia Coli enfeksiyonları”, *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 11 (1), 34-38, (2018).

Erdemir, E., Karaoğlu, M., “Et Ve Et Ürünlerinin Tekstürel Özelliklerini Enstrümantal Olarak Tespit Etme Yöntemleri Ve Tekstür Profil Analizi Üzerine Bir Derleme”, *Journal Of The Institute Of Science And Technology*, 11(4), 2836-2848, (2021).

Ergezer, H., “Kanatlı Etlerinde Görülen Odunsu Göğüs, Beyaz Şerit ve Spagetti Et Probleminin Et Kalitesi Üzerine Etkileri”, IV. Et Ürünleri Çalıştayı “Et Ürünleri Üretiminde Yenilikçi Yaklaşımlar”, Kuşadası-Aydın, (2020).

Ertaş, N., Doğruer, Y., “Besinlerde Tekstür”, *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 7(1), 35-42, (2010).

Ertekin, F., “Gıda Maddelerinin Kaplanması: Kaplama Yöntem ve Ekipmanları”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(1):85-93, (2005).

Estevez, M., “Oxidative Damage To Poultry: From Farm To Fork”, *Poultry Science*, 94, 1368– 1378, (2015).

Estévez, M., Ventanas, S., Cava, R., “Physicochemical Properties And Oxidative Stability Of Liver Pâté As Affected By Fat Content”, *Food Chemistry*, 92(3), 449-457, (2005).

Faloye, O.R., Sobukola, O.P., Shittu, T.A. and Bakare, H.A., “Influence Of Frying Parameters And Optimization Of Deep Fat Frying Conditions On The Physicochemical And Textural Properties Of Chicken Nuggets From Funaab-Alpha Broilers”, *Sn Applied Sciences*, 3(2), 1-17, (2021).

FAO, “World agriculture: Towards 2030/2050 Interim Report”, Rome, (2016).

Farhoosh, R. and Nyström, L., “Antioxidant Potency Of Gallic Acid, Methyl Gallate And Their Combinations In Sunflower Oil Triacylglycerols At High Temperature”, *Food Chemistry*, 244, 29-35, (2018).

Fletcher, D.L., “Poultry Meat Quality”, *World's Poultry Science Journal*, 58 (2), 131-145, (2002).

Flynn, A.W. ve Bramblett, V.D., “Effects Of Frozen Storage Cooking Method And Muscle Quality And Attributes Of Pork Loins”, *Journal of Food Science*, 40, 631- 633, (1975).

Gibbs R.A., Rymer C, Givens D.I., “Long-Chain N-3 PUFA: Intakes In The UK And The Potential Of A Chicken Meat Prototype To Increase Them”, Postgraduate symposium, *Proceedings of the Nutrition Society*, 69(1), 144-155, (2010).

Golzar Adabi Ve Demirok Soncu, E., “White Striping Prevalence And Its Effect On Meat Quality Of Broiler Breast Fillets Under Commercial Conditions”, *Journal Of Animal Physiology And Animal Nutrition*, 103(4), 1060-1069, (2019).

Gökçe, R., Akgün, A.A., Ergezer, H., Akcan, T., “Farklı Kaplama Bileşenleriyle Kaplamanın Derin Yağda Kızartılan Piliç Nuggetların Bazı Kalite Karakteristikleri Üzerine Etkileri”, *Journal Of Agricultural Sciences*, 22(3), 331-338, (2016).

Gratta, F., Birolo, M., Sacchetto, R., Radaelli, G., Xiccato, G., Ballarin, C., Trocino, A., “Effect Of Feed Restriction Timing On Live Performance, Breast Myopathy Occurrence, And Muscle Fiber Degeneration In 2 Broiler Chicken Genetic Lines”, *Poultry Science*, 98(11), 5465-5476, (2019).

Güneş, E., “Gastronomi Ve Mutfak Sanatları Bölümü Öğrencilerinin Beslenme Alışkanlıkları: Üniversitelerde Bir Araştırma”, Mersin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Gastronomi Ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, (2018).

Hekimoğlu B., Altındağ M., “Kanatlı Hayvan Eti Sektör Raporu Sorunları Ve Çözüm Önerileri”, Samsun Tarım İl Müdürlüğü Strateji Geliştirme Birimi Yayını, (2009).

Hubert, S.M., Williams, T.J., Athrey, G., “Insights Into The Molecular Basis Of Wooden Breast Based On Comparative Analysis Of Fast-And Slow-Growth Broilers”, *Biorxiv*, 356683, (2018).

İnci, H., Karakaya, E., Şengül, T., Söğüt, B., “Bingöl İlinde Kanatlı Eti Tüketiminin Yapısı”, *Türk Tarım Ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(1), 17-24, (2014).

Kahraman, Z., “Türkiye Yumurta Sektörü”, (edt: Kaya, M.C., Sancak, A., Demir, A., Çiçekgil, Z.), Tarımsal Araştırmalardan Bakış, Ankara, 221, (2015).

Kennedy, O. B., Stewart-Knox, B. J., Mitchell, P. C., Thurnham, D. I. “Consumer Perceptions Of Poultry Meat: A Qualitative Analysis”, *Nutrition And Food Science*. (2004).

Kerimoğlu, B. Ö. Ve Serdaroğlu, M., “Tavuk Nugget Formülasyonlarında Buğday Unu Yerine Bal Kabağı Tozu Kullanımının Üzerine Bir Araştırma”, *Türk Tarım Ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7 (3), 555-565, (2020).

Khalil, A.H., “Quality Of French Fried Potatoes As Influenced By Coating With Hydrocolloids”, *Food Chemistry*, 66: 201-208, (1999).

Kılınççeker, O. ve Doğan, İ. S., “Kaplama Ürünlerde Tahıl Unlarının Kullanımı”, *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi*, Gaziantep, (2002).

Kilcast D., “*Texture in Food: Solid Foods*”, USA: CRC Press, 478-480, (2004).

Kulp, K., Loewe, R., “Batters And Breadings In Food Processing”, American Association Of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA, 268, (1990).

Kumral, M., “Yumurtacı Tavuk Etlerinden Üretilen Ürünlerde Kasaplık Hayvan Yağlarının Kullanılması Ve Bunun Ürün Kalitesine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2021).

Kuter, E., “Etlik Piliçlerde Göğüs Etinde Beyaz Çizgi Oluşumunun Önlenmesinde Rasyonlara Dİ-Metiyonin Ve L-Karnitin Katkısının Etkinliğinin İncelenmesi”, Doktora Tezi, *Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Aydın, (2018).

Kuttappan V.A., Brewer V.B., Apple J.K., Waldroup P.W., Owens C.M., “Influence Of Growth Rate On The Occurrence Of White Striping In Broiler Breast Fillets”, *Poultry Science*, 91 :2677–2685, (2012b).

Kuttappan V.A., Brewer V.B., Clark F.D., Mckee S.R., Meullenet J.F., Emmert J.L., Owens C.M., “Effect Of White Striping On The Histological And Meat Quality Characteristics Of Broiler fillets”, *Poultry Science*, 88 (E-Suppl. 1), 136-137, (2009).

Kuttappan V.A., Brewer V.B., Mauromoustakos A., Mckee S.R., Emmert J.L., Meullenet J.F., Owens C. M., “Estimation Of Factors Associated With The Occurrence Of White Striping In Broiler Breast Fillets”, *Poultry Science*, 92 ,811-819, (2013b).

Kuttappan V.A., Hargis B.M., Owens C. M., “White Striping And Woody Breast Myopathies In The Modern Poultry Industry: A Review”, *Poultry Science*, 95,2724-2733, (2016).

Kuttappan V.A., Shivaprasad H.L., Shaw D.P., Valentine B.A., Hargis B.M., Clark F.D., Mckee S.R., Owens C.M., “Pathological Changes Associated With White Striping In Broiler Breast Muscles”, *Poultry Science*, 92: 331–338, (2013a).

Kuttappan, V.A., Goodgame, S. D., Bradley, C.D., Mauromoustakos, A., Hargis, B.M., Waldroup, P.W., Owens, C.M., “Effect Of Different Levels Of Dietary Vitamin E (DL-A-Tocopherol Acetate) On The Occurrence Of Various Degrees Of White Striping On Broiler Breast Fillets”, *Poultry Science*, 91(12), 3230-3235, (2012a).

Lee, B., Park, C.H., Kong, C., Kim, Y.S., Choi, Y.M., “Muscle Fiber And Fresh Meat Characteristics Of White-Striping Chicken Breasts, And Its Effects On Palatability Of Sous-Vide Cooked Meat”, *Poultry Science*, 100(7), 101177, (2021).

Livingston, M.L., Landon, C., Barnes, H.J., Brake, J., “White Striping And Wooden Breast Myopathies Of Broiler Breast Muscle Is Affected By Time-Limited Feeding, Genetic Background, And Egg Storage”, *Poultry Science*, Advance Online Publication, (2018).

Lohr, L. “Factors Affecting International Demand and Trade in Organic Food Products”, Changing Structure of Global Food Consumption and Trade / WRS-01-1, Economic Research Service, USDA, 67-79, (2003).

Lorenzi M., Mudalal S., Cavani C., Petracchi M., “Incidence Of White Striping Under Commercial Conditions In Medium And Heavy Broiler Chickens In Italy”, *J. Appl. Poult. Res.* 23 :754–758, (2014).

Madane, P., Das, A.K., Nanda, P.K., Bandyopadhyay, S., Jagtap, P., Shewalkar, A., Maity, B., “Dragon Fruit (*Hylocereus Undatus*) Peel As Antioxidant Dietary Fibre On Quality And Lipid Oxidation Of Chicken Nuggets”, *Journal Of Food Science And Technology*, 57(4), 1449-1461. (2020).

- Madruza, M.S., Da Rocha, T.C., De Carvalho, L.M., Sousa, A.M.B.L., De Sousa Neto, A.C., Coutinho, D.G., Estévez, M., “The Impaired Quality Of Chicken Affected By The Wooden Breast Myopathy Is Counteracted In Emulsion-Type Sausages”, *Journal Of Food Science And Technology*, 56(3), 1380-1388, (2019).
- Malila, Y., U-Chupaj, J., Srimarut, Y., Chaiwiwattrakul, P., Uengwetwanit, T., Arayamethakorn, S., Visessanguan, W., “Monitoring Of White Striping And Wooden Breast Cases And Impacts On Quality Of Breast Meat Collected From Commercial Broilers (Gallus Gallus)”, *Asian-Australasian Journal Of Animal Science*, 31(11), 1807– 1817, (2018).
- Mazzoni, M., Petracci, M., Meluzzi, A., Cavani, C., Clavenzani, P., Sirri, F. “Relationship Between Pectoralis Major Muscle Histology And Quality Traits Of Chicken Meat”, *Poultry Science*, 94(1), 123-130. (2015).
- Mello, J.L.M., Souza, R.A., Ferrari, F.B., Cavalcanti, E.N.F., Oliveira, R.F., Almeida, H., Borba, H., “Quality Of Breast Meat From Broiler Chickens Raised In Brazil Affected By White Striping Myopathy”, *Society And Development*, 10(2), (2021).
- Mottet, A., Tempio, G., “Global Poultry Production: Current Status And Future Outlook And Challenges”, *World's Poultry Science Journal*, 73 (2), 245-256, (2017).
- Mudalal S., Lorenzi M., Soglia F., Cavani C., Petracci M., “Implications Of White Striping And Wooden Breast Abnormalities On Quality Traits Of Raw And Marinated Chicken Meat”, *Animal*, 9: 728–734, (2015).
- Mudalal, S., “Incidence Of White Striping And Its Effect On The Quality Traits Of Raw And Processed Turkey Breast Meat”, *Food Science Of Animal Resources*, 39(3), 410, (2019).
- Mudalal, S., Babini, E., Cavani, C., & Petracci, M., “Quantity And Functionality Of Protein Fractions In Chicken Breast Fillets Affected By White Striping”, *Poultry Science*, 93(8), 2108– 2116, (2014).

Mutryn, M.F., Brannick, E.M., Fu, W., Lee, W.R., Abasht, B., “Characterization Of A Novel Chicken Muscle Disorder Through Differential Gene Expression And Pathway Analysis Using Rna-Sequencing”, *Bmc Genomics*, 16(1), 399, (2015).

National Chicken Council, “U.S. Broiler Performance [online]”, (15.11.2021), <https://www.nationalchickencouncil.org/statistic/us-broiler-performance/>, (2021).

Nawarathne, S.R., Jayasena, D.D., Rathnayake, P.Y., Senavirathna, M., Udayanga, D., Heo, J. M., “Effect Of Incorporating Roasted Sesame (*Sesamum Indicum*) Seeds On The Quality Parameters Of Chicken Nuggets”, *Food And Life*, (2), 57-66, (2021).

Öztürk, B., “Kanatlı Eti Ürünleri Üretiminde Yenilikçi Formülasyon Yaklaşımları: Farklı Teknolojilerle Üretilen Tavuk Eti Ürünlerinde Fosfat ve Gluten Alternatifi Bileşenlerin Kullanımının Araştırılması”, Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 283, (2018).

Pampouille, E., Berri, C., Boitard, S., Hennequet-Antier, C., Beauclercq, S.A., Godet, E., Le Bihan-Duval, E., “Mapping Qtl For White Striping In Relation To Breast Muscle Yield And Meat Quality Traits In Broiler Chickens”, *Bmc Genomics*, 19(1), 202, (2018).

Papah, M.B., Brannick, E.M., Schmidt, C.J., Abasht, B., “Gene Expression Profiling Of The Early Pathogenesis Of Wooden Breast Disease In Commercial Broiler Chickens Using Rna-Sequencing”, *Plos One*, 13(12), (2018).

Pereira, M.R., Mello, J.L., Oliveira, R.F., Villegas-Cayllahua, E.A., Cavalcanti, E.N., Fidelis, H.A., Borba, H., “Effect Of Freezing On The Quality Of Breast Meat From Broilers Affected By White Striping Myopathy”, *Poultry Science*, 101(2), 101607, (2021).

Petracci M., Cavani C., “Muscle Growth And Poultry Meat Quality Issues”, *Nutrients*, 4: 1–12, (2012).



Petracci, M., Mudalal, S., Babini, E., Cavani, C., “Effect Of White Striping On Chemical Composition And Nutritional Value Of Chicken Breast Meat”, *Italian Journal Of Animal Science*, 13(1), 179-183, (2014).

Petracci, M., Mudalal, S., Bonfiglio, A., Cavani, C., “Occurrence Of White Striping Under Commercial Conditions And Its Impact On Breast Meat Quality In Broiler Chickens”, *Poultry Science*, 92(6), 1670-1675, (2013).

Petracci, M., Mudalal, S., Soglia, F., Cavani, C., “Meat Quality In Fast-Growing Broiler Chickens”, *World's Poultry Science Journal*, 71(2), 363– 374, (2015).

Petracci, M., Soglia, F., Madruga, M., Carvalho, L., Ida, E., Estévez, M., “Wooden-Breast, White Striping, And Spaghetti Meat: Causes, Consequences And Consumer Perception Of Emerging Broiler Meat Abnormalities”, *Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety*, 18(2), 565-583, (2019).

Polizer, Y.J., Pompeu, D., Hirano, M.H., Freire, M.T.D.A., Trindade, M.A., “Development And Evaluation Of Chicken Nuggets With Partial Replacement Of Meat And Fat By Pea Fibre”, *Brazilian Journal Of Food Technology*, 18, 62-69, (2015).

Ryan, J.T., Ross, R.P., Bolton, D., Fitzgerald, G.F., Stanton, C., “Bioactive Peptides From Muscle Sources: Meat And Fish”, *Nutrients*, 3:765–791, (2011).

Sabikun, N., Bakhsh, A., Rahman, M. S., Hwang, Y H., Joo, S.T., “Evaluation Of Chicken Nugget Properties Using Spent Hen Meat Added With Milk Fat And Potato Mash At Different Levels”, *Journal of Food Science and Technology*, 58(7), 2783-2791, (2021).

Santos, M.M.F., De Lima, D.A.S., Bezerra, T.K.A., De Sousa Galvão, M., Madruga, M.S., Da Silva, F.A.P., “Effect Of Wooden Breast Condition On Quality Traits Of Emulsified Chicken Patties During Frozen Storage”, *Journal Of Food Science And Technology*, 56(9), 4158-4165, (2019).

Sarıca, M., Erensayın, C., “Tavukçuluk Ürünleri”, *Tavukçuluk Bilimi (Yetiştirme, Besleme, Hastalıkları)*, Bey Ofset Matbaacılık, 110-163, Ankara, (2014).

Sihvo, H.K., Immonen, K., Puolanne, E., “Myodegeneration With Fibrosis And Regeneration İn The Pectoralis Major Muscle Of Broilers”, *Veterinary Pathology*, 51(3), 619– 623, (2014).

Soglia F., Laghi L., Canonico L., Cavani C., Petracci M., “Functional Property Issues İn Boiler Breast Meat Related To Emerging Muscle Abnormalities”, *Food Research International*, 89: 1071–1076, (2016).

Soglia, F., Mazzoni, M., Petracci, M., “Current Growth-Related Breast Meat Abnormalities İn Broilers”, *Avian Pathology*, 48(1), 1-3, (2019).

Szczesniak, A.S., “Classification Of Textural Characteristics”, *Journal Of Food Science*, 28(4), 385-389, (1963).

TAGEM Arge- İnovasyon, “Kanatlı Hayvancılık Sektör Politika Belgesi 2018-2022, [online]”, (03.11.2021), <https://www.tarimorman.gov.tr>, (2018).

Tasoniero, G., Cullere, M., Cecchinato, M., Puolanne, E., Dalle Zotte, A., “Technological Quality, Mineral Profile, And Sensory Attributes Of Broiler Chicken Breasts Affected By White Striping And Wooden Breast Myopathies”, *Poultry Science*, 95(11), 2707– 2714, (2016).

Taşkıran, M., “Mikrodalga Fırında Pişirmenin Tavuk Eti Proteinleri Üzerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, (2018).

Tekeli, A., Özcan, A., Kutlu, H.R., “Wooden Breast Problem In Broiler Chickens”, *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(11), 962-967, (2016).

TEPGE Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü, “Tarım Ürünleri Piyasaları: Tavuk Eti, [online]”, (03.12.2021), <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge>, (2021).

Tijare, V.V., Yang, F.L., Kuttappan, V.A., Alvarado, C.Z., Coon, C.N., Owens, C.M., “Meat Quality Of Broiler Breast Fillets With White Striping And Woody Breast Muscle Myopathies”, *Poultry Science*, 95(9), 2167– 2173, (2016).

Trocino, A., Piccirillo, A., Birolo, M., Radaelli, G., Bertotto, D., Filiou, E., Xiccato, G., “Effect Of Genotype, Gender And Feed Restriction On Growth, Meat Quality And The Occurrence Of White Striping And Wooden Breast In Broiler Chickens”, *Poultry Science*, 94(12), 2996– 3004, (2015).

U-Chupaj, J., Malila, Y., Gozzi, G., Vannini, L., Dellarosa, N., Laghi, L., Visessanguan, W., “Influence Of Non-Phosphate And Low-Sodium Salt Marination In Combination With Tumbling Process On Properties Of Chicken Breast Meat Affected By White Striping Abnormality”, *Journal of Food Science*, 86(2), 319-326. (2021).

Wideman, N., O'Bryan, C.A., Crandall, P.G., “Factors affecting poultry meat color and consumer preferences”, *World's Poultry Science Journal*, 72 (2), 353-366, (2016).

Witte, V.C., Krause, G. F., Bailey, M. E. “A New Extraction Method For Determining 2-Thiobarbituric Acid Values Of Pork And Beef During Storage”, *Journal Of Food Science*, 35(5), 582-585, (1970).

Xing T., Zhao X., Han M., Cai L., Deng S., Zhou G., Xu X., “A Comparative Study Of Functional Properties Of Normal And Wooden Breast Broiler Chicken Meat With Nacl Addition”, *Poultry Science*, 96:3473-3481, (2017).

Zambonelli, P., Zappaterra, M., Soglia, F., Petracci, M., Sirri, F., Cavani, C., Davoli, R., “Detection Of Differentially Expressed Genes In Broiler Pectoralis Major Muscle Affected By White Striping, Wooden Breast Myopathies”, *Poultry Science*, 95(12), 2171– 2785, (2016).

Zhao, J.P., Jiang, R.R., Zheng, M.Q., Chen, J.L., Liu, R.R., Wen, J., “Effects Of Diet-Induced Differences In Growth Rate On Metabolic, Histological, And Meat-Quality Properties Of 2 Muscles In Male Chickens Of Distinct Broiler Breeds”, *Poultry Science*, 91(1), 237-247, (2012).

Zuidhof, M.J., Schneider, B.L., Carney, V.L., Korver, D.R., Robinson, F.E.,  
“Growth, Efficiency, And Yield Of Commercial Broilers From 1957, 1978,  
And 2005”, *Poultry Science*, 93(12), 2970- 2982, (2014).