

Soğutma ve Dondurma Tekniklerinin Etlik Piliç Göğüs Eti Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi

Fatih AYBAR^{1,a}, Metin PETEK^{2,b,✉}

¹Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Bursa, TÜRKİYE

²Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootehni Anabilim Dalı, Bursa, TÜRKİYE

ORCID: ^a0009-0007-9514-4718, ^b0000-0003-4560-2438

✉ Sorumlu Yazar

Metin PETEK
Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootehni Anabilim Dalı, 16059-Bursa, TÜRKİYE

petek@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi

23.07.2024

Kabul Tarihi

22.10.2024

Yayın Tarihi

31.12.2024

DOI

10.47027/duvetfd.1518337

How to cite: Aybar F, Petek M (2024). Soğutma ve dondurma tekniklerinin etlik piliç göğüs eti kalite özellikleri üzerine etkisi. *Dicle Üniv Vet Fak Derg.*, 17(2):155-160

This journal is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License ([CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)).



Öz

Bu çalışma soğutma ve dondurma tekniklerinin etlik piliç göğüs eti kalite özellikleri üzerine olan etkisini araştırmak amacı ile yapılmıştır. Çalışmada 10'ar adet, soğutulmuş ve dondurulmuş, hızlı gelişen etlik piliç göğüs eti örnekleri kullanılmıştır. Dondurulmuş göğüs eti örnekleri standart koşullarda kesilmiş ve -18 °C sıcaklıkta 11 ay süre ile dondurularak depolanmış etlik piliç karkaslarından, soğutulmuş kas örnekleri ise standart koşullarda kesilmiş ve +4 °C sıcaklıkta 24 saat soğutulmuş karkaslardan alınmıştır. Her iki gruptaki göğüs eti örneklerinde pH, renk özellikleri, pişirme kaybı, damlama kaybı ve rutubet analizleri yapılmıştır. Renk özellikleri derili ve derisiz göğüs kasında, diğer özellikler derisiz örneklerde incelenmiştir. Etlik piliç etlerinin soğutulmuş ya da dondurulmuş olarak muhafaza edilmesi; parlaklık (L*) hariç incelenen göğüs eti renk özelliklerinin tamamını önemli düzeyde etkilemiştir. Göğüs etinin derili ya da derisiz olmasının; parlaklık (L*), kırmızı renk koordinatı (a*), chrome ve E renk özellikleri üzerine önemli bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur (P<0.001). Göğüs eti rutubet düzeyi soğutulmuş göğüs etinde (P<0.004), damlama kaybı (P<0.022) dondurulmuş göğüs etinde önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak; incelenen göğüs eti kalite özellikleri etin muhafaza şekliyle önemli düzeyde etkilenmiş, göğüs etinin derili ya da derisiz olması bazı et kalitesi renk özelliklerini önemli düzeyde etkilemiştir. Dondurulmuş piliç eti kalitesi ile ilgili olarak dondurma şekli, dondurma ve depolama süresi ile donmuş eti çözündürme yöntemleri vb. dikkate alan yeni çalışmaların planlanmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dondurma, et kalitesi, piliç eti, soğutma

Effects of Chilling and Freezing Techniques on Broiler Breast Meat Quality Characteristics

Abstract

The aim of this study was to determine the some physico-chemical quality of chicken breast meat stored at chilled (2-4 °C) and frozen (-18 °C) conditions. In the study, 10 chilled and frozen fast-growing broiler chicken breast meat samples were used. Frozen breast meat samples were taken from chicken carcasses that were slaughtered under standard conditions and stored frozen at -18 °C for 11 months, whereas chilled muscle samples were taken from carcasses that were slaughtered under standard conditions and cooled at +4 °C for 24 hours. Color (L*, a*, and b*), pH, humidity, cooking losses, and drip losses were measured. Color characteristics were measured with skin and skinless sample while other parameters were performed only on skinless sample. Color properties, pH, cooking loss, dripping loss and moisture analyzes were performed on meat samples taken from both groups. Color characteristics were examined in skinned and skinless chest muscles, and other characteristics were examined in skinless samples. Storage condition as cooling or freezing significantly affected all breast meat color characteristics examined, except L* value. It was determined that breast meat with and without skin had a significant effect on L*, a*, chrome and E color characteristics (P<0.001). Breast meat moisture level was significantly higher in chilled carcasses (P<0.004), while drip loss (P<0.022) was significantly higher in frozen carcasses. In conclusion; some breast meat quality characteristics were significantly affected by the preserving method or meat condition as with or without skin. Planning new research would be useful taking some issues as freezing method, freezing and storage time, thawing methods etc. into consideration.

Key Words: Broiler, breast meat quality, chilling, freezing

GİRİŞ

En önemli hayvansal protein kaynaklarından birisi olan piliç eti tüketilinceye kadar genelde soğutulmuş olarak kısa süreli ya da dondurularak daha uzun süreli muhafaza edilmektedir. Dondurarak muhafaza özellikle arz-talep dengesinin değiştiği durumlarda ya da etin uzak mesafelere nakledilmesi gerektiği koşullarda tercih edilmektedir. Dondurarak depolama piliç etinde olduğu gibi günümüzde pek çok gıdanın muhafazasında kullanılan başlıca tekniklerden birisidir (1). Etin soğutulması ya da dondurularak muhafaza edilmesi ve depolama süresi etin fiziki, kimyasal, duyuşsal ve mikrobiyolojik kalitesini etkileyebilmektedir (2,3). Dondurulmuş etlerin kalitesi; etin orijini, dondurma yöntemi ve etkinliği, muhafaza koşulları, depolama süresi ve sıcaklığı ile donmuş etin çözündürme metodu gibi çok sayıda faktörden etkilenmektedir (4,5).

Kısa sürede tüketime sunulacak etler tekniğine uygun bir şekilde soğutulur ve soğukta muhafaza edilirse, başta besleyici değerleri olmak üzere görünüş, lezzet, renk ve tekstür gibi özelliklerinde genelde bir değişiklik olmamaktadır. Uygulama koşullarına bağlı olarak donma-depolama ve donma-çözünme işlemi sırasında, etin kalitesi ve ticari değerinde düşme olabilir. Özellikle etin rutubet içeriği dondurma ve çözündürme tekniklerinden önemli düzeyde etkilenir. Kas lifleri arasında bol miktarda bulunan su donduğunda protein, karbonhidrat, lipid, vitamin ve mineral vb. çözünen maddelerin konsantrasyonu artar ve etteki biyokimyasal sistemin dengesi değişir. Kas liflerindeki bu değişiklikler, hücre zarlarının performansını etkileyerek et kalitesini de etkiler. Donma ve çözünme sırasında, miyoglobinin oksitlenmesi daha kolaydır ve et rengi daha koyu olur. Son yıllarda etin ticari değerindeki düşmeyi önlemek ya da azaltmak için hızlandırılmış donma ve çözünme gibi değişik teknikler uygulanmaktadır. Bu çalışma soğutulmuş ve dondurulmuş etlik piliç göğüs etlerinde bazı et kalitesi özelliklerini araştırmak amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezi Tavuk Yetiştirme Ünitesi araştırma kümesinde yetiştirilerek standart koşullarda kesilen ROSS PM₃ genotipi etlik piliç karkasları kullanılmıştır. Soğutulmuş ve dondurulmuş karkasların elde edildiği hayvanların beslenmesinde; deneme başından 10 günlük yaşa kadar etlik piliç başlangıç yemi (%22 protein ve 3000 ME, kcal/kg), 11-35. günler etlik piliç büyütme (%20 protein ve 3050 ME, kcal/kg), 35. günden kesime kadar kesim öncesi yem (%18 protein ve 3100 ME, kcal/kg) kullanılmıştır. Kesim sonrası ön soğutma işleminden sonra ev tipi buzdolabında +4 °C sıcaklıkta 1 gün süre ile soğutulan 10 adet etlik piliç karkasından alınan göğüs kası örnekleri ile kesim sonrası soğutma işleminden sonra paketlenerek -18 °C sıcaklıkta dondurularak 11 ay süre ile bu sıcaklıkta depolanmış 10 adet etlik piliç karkasından alınan göğüs kası örnekleri bu çalışmanın materyalini oluşturmuştur (3,6).

Dondurulmuş piliç karkasları analiz öncesi buzdolabında +4 °C sıcaklıkta 24 saat süre ile çözündürme işlemine tabi tutulmuş ve analizlerde kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan örnekler analizler esnasında buzdolabında muhafaza edilmiştir. Et kalitesi analizleri BUÜ Veteriner Fakültesi Zootečni

Anabilim Dalı Karkas Değerlendirme ve Et Kalitesi Analiz laboratuvarında yapılmıştır. Hayvan Deneyleri Etik Kurulları Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik (7), Madde 8 19-k gereği bu çalışma için etik kurul onayı almaya gerek yoktur.

Veri Toplama

Soğutulmuş ve dondurulmuş etlerde kalite analizleri *musculus pectoralis major* göğüs kasından yapılmıştır. Renk analizleri derili ve derisiz kas örneklerinde, pH, rutubet, damlama (drip loss) ve pişirme kaybı analizleri ise derisiz örneklerde gerçekleştirilmiştir. Zootečni Anabilim Dalında mevcut pH metre (ExStik PH100 pH-meter, Extech Instruments) ve renk ölçüm cihazı (PCE-XXM 20, PCE Instruments LTD) karkas göğüs eti kas örneklerinde pH ve renk özelliklerinin ölçümü amacıyla kullanılmıştır.

Göğüs kası örneklerinde pH ölçümü yapmadan önce pH metrenin ucu distile su ile temizlenip sonrasında ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçüm esnasında cihazın göstergesinde sabit değer okunduğunda pH değeri belirlenmiştir. Renk ölçümleri; önce derili örneklerde yapılmış, sonrasında aynı noktadan deri kaldırılarak derisiz olarak doğrudan kas üzerinden ölçüm yapılmıştır. Renk özellikleri için parlaklık (L^*), kırmızı renk koordinat (a^*) ve sarı renk koordinat (b^*) değerleri üç ölçümün ortalamasını esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de l'Eclairage, CIE, CIELAB) tarafından verilen standartlara göre yapılmıştır (8). Bu standartlara göre; parlaklık (L^* ; 0-100) koyu/siyah' tan yaygın beyaza kadar değişen renk tonunu, kırmızı renk koordinatı (a^*); 60' a kadar negatif değerler yeşil/mavi renk yoğunluğunu, 60' da kadar pozitif değerler kırmızının değişik tonlarını ifade etmektedir. Sarı renk koordinatı (b^*); mavi/sarı; 60' a kadar negatif değerler maviyi, pozitif değerler sarının değişik tonlarını göstermektedir (8-12). Kas örneklerinden ölçümle elde edilen bu değerler kullanılarak kas örneklerinin renk açısı (Hue h^* , \arctan), $h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*) \cdot 180/\pi$ ve renk doygunluk/canlılık (Chrome C^*), $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ değerleri ile ΔE değerleri ($\Delta E = (L^2 + a^2 + b^2)^{1/2}$) hesaplanmıştır (13,14). Göğüs kaslarında pH ve renk ölçümleri yapıldıktan sonra, her bir göğüsten 30 gram ağırlığında örnek alınarak su geçirmez plastik torbalara konulmuştur. Torbalara konulan et parçaları 80 derece sıcaklıktaki su banyosunda 20 dakika ısıtma tabi tutulmuş, sonrasında torbalardan çıkarılarak tekrar tartılmıştır. Elde edilen değerler; *Pişirme Kaybı*, $\% = (\text{çiğ/pişmemiş örnek ağırlığı} - \text{pişmiş örnek ağırlığı}) / \text{çiğ/pişmemiş örnek ağırlığı}$ formülünde yerlerine yazarak pişirme kaybı analizi tamamlanmıştır (15). *Rutubet* analizi amacıyla; her iki gruptaki göğüs etlerinden 30'ar gram ağırlığında parçalar kesilerek ayrı ayrı petri kaplarına konulup 105 derece sıcaklıktaki etüv cihazında 1 saat kurutulmuştur. Petri kaplarının darası alınmış (G1), et örnekleri tartılarak ağırlıkları ölçülmüştür (G2). Örnekler tekrardan petri kaplarına konularak etüv cihazından 4 saat işleme tabi tutulmuş ve işlem sonrası tekrardan ağırlıkları ölçülmüştür. Elde edilen değerler $\% \text{ Rutubet} = ((G1 - G2) / G1) \cdot 100$ formülünde yerlerine yazılarak kuru madde değeri hesaplanmış ve elde edilen değerlerin ortalaması alınmıştır. *Damlama Kaybı (Drip Loss) analizi* amacıyla et örneklerinden 6 gram ağırlığında (W1) parçalar kesilerek plastik torbaların içine konulmuş, et parçalarının uç kısmı plastik torbaya kürdan ile sabitlenerek +4 derecedeki buzdolabı ızgarasında dik şekilde sabit durması sağlanmıştır. Bu

şekilde etten akacak suyun örnek parçaya temas etmeden torbanın altında toplanması sağlanmıştır. Buzdolabında 24 saat bekletilen örnek parça paketlerden çıkartılarak tartılmıştır. Elde edilen değerler % $(W1 - W2)/W1 * 100$ formülünde yerlerine yazılarak damlama kaybı hesaplanmıştır (15,16).

İstatistiki Analizler

Rutubet, damlama kaybı, pişirme kaybı ve pH bakımından gruplar arası farklılıklar t testi (paired sample test) ile renk kalite özellikleri için gruplar arası farklılıklar çok yönlü varyans analizi (general linear model) ile analiz edilmiş, gruplar arası farklılıkların önemli bulunması halinde Duncan testi kullanılmıştır (17). İstatistiki analizler SPSS (Version 28.0) bilgisayar programında yapılmıştır (18).

BULGULAR

Soğutulmuş ve dondurulmuş piliç göğüs etlerinde tespit edilen renk kalite özellikleri Tablo 1' de sunulmuştur. Renk kalite özelliklerinden a^* ($P < 0.002$), b^* ($P < 0.001$), hue, h ($P < 0.001$), chrome C^* ($P < 0.003$) ve ΔE ($P < 0.025$) değerleri etin muhafaza koşullarından önemli düzeyde etkilenmiş, b^* , C^* ve ΔE değerleri dondurulmuş etlerde daha yüksek bulunmuştur. Piliç etinin derili ya da derisiz olması L^* ($P < 0.001$), a^* ($P < 0.001$), C^* ($P < 0.001$) ve ΔE ($P < 0.001$) renk kalite özelliklerini önemli düzeyde etkilemiş, derili göğüs etinde bu değerler daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 1. Soğutulmuş ve dondurulmuş piliç etlerinde renk kalite özellikleri ($\bar{x} \pm S\bar{x}$).

Grup/Özellikler	L^*	a^*	b^*	h*	C^*	ΔE
Muhafaza Koşulları						
Soğutulmuş	60.77±1.04	-10.26±2.68	-2.61±1.40	0.741±0.28	14.36±2.32	2030±106
Dondurulmuş	61.04±1.03	-23.02±2.67	5.59±1.41	-0.896±0.27	25.73±2.11	2376±104
Fiziksel Yapı						
Derili	68.00±1.02	-26.71±2.66	-0.01±1.39	0.135±0.29	27.47±2.49	2842±103
Derisiz	53.80±1.03	-6.56±2.67	3.06±1.40	-0.290±0.30	12.63±2.50	1564±105
Muhafaza Koşulları x Fiziksel Yapı						
Soğutulmuş x Derili	65.37±1.46 ^b	-16.74±1.79	-2.76±1.97	0.875±0.39	17.67±3.60	2385±146
Soğutulmuş x Derisiz	56.17±1.44 ^a	-3.77±3.81	-2.46±1.99	0.607±0.41	11.06±3.59	1675±148
Dondurulmuş x Derili	70.65±1.44 ^b	-36.68±3.81	2.57±1.98	-0.606±0.41	37.26±3.54	3299±148
Dondurulmuş x Derisiz	51.44±1.43 ^a	-9.36±3.80	8.60±1.99	-1.186±0.40	14.20±3.56	1453±147
ANOVA						
Muhafaza Koşulları	0.855	0.002	0.001	0.001	0.003	0.025
Fiziksel Yapı	0.001	0.001	0.121	0.293	0.001	0.001
Muhafaza Koşulları x Fiziksel Yapı	0.002	0.067	0.158	0.697	0.027	0.001

L^* :parlaklık, a^* ; kırmızı renk koordinatı, b^* ;sarı renk koordinatı, h^* ; renk açısı değeri, C^* ; chrome

Soğutulmuş ve dondurulmuş piliç etlerinde rutubet, damlama kaybı, pişirme kaybı ve pH değerleri Tablo 2' de gösterilmiştir. Soğutulmuş piliç etlerinde rutubet ($P < 0.004$) ve pH ($P < 0.05$) değerleri, dondurulmuş piliç etlerinde ise

damlama kaybı ($P < 0.022$) değeri önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Pişirme kaybı bakımından soğutulmuş ve dondurulmuş piliç etlerinde önemli düzeyde bir farklılık tespit edilmemiştir.

Tablo 2. Soğutulmuş ve dondurulmuş piliç etlerinde bazı kimyasal ve fiziksel et kalitesi özellikler ($\bar{x} \pm S\bar{x}$).

Grup/Özellikler	Dondurulmuş Et	Soğutulmuş et et	P
Rutubet, %	27.80±5.39	36.66±2.91	0.004
Damlama kaybı (Drip loss), %	3.94±1.73	2.20±0.68	0.022
Pişirme kaybı, %	11.70±4.10	13.62±4.73	0.127
pH	5.49±0.64	6.03±0.20	0.050

TARTIŞMA VE SONUÇ

Piliç eti kalitesi genotip, hayvan besleme, barındırma sistemi, kas miyopatileri, etin muhafaza yöntemi gibi çok sayıda faktörden etkilenmektedir (3,19-21). Üretim sonrası, etin tüketilmesine kadar olan süreçte kalitesinde herhangi bir değişim olmadan muhafazası oldukça önemli bir konu olup, uzun süreli muhafazada dondurma yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Soğutma işlemi ile genelde etin kalitesinde bir değişim neden olmazken, usulüne uygun yapılmadığı takdirde dondurma işlemi ile etin renginde değişim ve tekstürün bozulması gibi bazı istenmeyen değişiklikler meydana gelebilir. Tüketici beğenisi açısından et rengi en önemli kalite parametrelerinden birisidir. Bu çalışmada; dondurarak muhafaza

yöntemi piliç göğüs etinin L^* değeri hariç incelenen bütün et kalitesi renk özelliklerini, etin derili ya da derisiz olması L^* , a^* , C^* ve ΔE değerlerini önemli düzeyde etkilemiştir. Genelde renk kalite özelliklerinden parlaklık ve kırmızı renk koordinatı değerlerinin çok düşük, sarı renk koordinatı değerinin de yüksek olması istenmez (22). Bu çalışmada ölçülen renk yoğunlukları dikkate alındığında soğutulmuş ve dondurulmuş etlerin her ikisinin de kırmızılık renk koordinatının kırmızıdan yeşile doğru yoğunlaştığı söylenebilir. Normalde tavuk etlerinde renk dondurma yöntemi ile değişim de etlik piliçler gibi genç kanatlılarda kemiğe yakın bölümler dondurulup çözdürüldüğünde etler koyu renkli olabilmektedir

(23). Bu çalışmada b* bakımından soğutulmuş etlerin ma-viye, dondurulmuş etlerin sarıya doğru yoğunlaşmış olduğu bulunmuştur. Derili etlerde a* yönünden yeşile doğru kayma daha yüksek bulunmuştur. Etlerde renk özellikleri birçok fak-törden etkilenmektedir. Dondurulmuş etlerde; a* değerindeki düşme ette kırmızı rengin oluşmasından sorumlu olan miyogloblin kaybından dolayıdır. Karkas ağırlığı arttıkça et rengi parametrelerinden kırmızı renk koordinatı ve parlaklık değerleri yükselmektedir (24). Piliç eti renk kalite özelliklerinden L* ve a* değerleri farklı sıcaklık koşullarından önemli düzeyde etkilenmektedir (25). Dondurulmuş et yüzeyinde zamanla ortaya çıkan metmyoglobin birikimi diskolorasyona yol açmakta ve buna bağlı olarak parlaklık azalırken, kırmızı-lık düzeyi yükselmektedir. Artan lipit oksidasyonu ve MetMB formasyonu dondurulmuş etlerde sarı renk koordinatı de-ğeri ortaya çıkan farklılıkların başlıca nedenidir. Donma ve çözülme süresinin uzaması ile ette kırmızı renk koordinatı, parlaklık ve sarı renk koordinatı değerleri azalmaktadır. Et renginin oluşumu miyogloblin gibi kas pigmentlerine bağlıdır. Etlik piliçlerde deri rengi beyazdan sarıya kadar değişebilir ve ırk ile beslemeden önemli düzeyde etkilenir. Kas kontraksi-yonlarına bağlı olarak da et rengi değişkenlik gösterebilir. Ta-vukların daha hareketli olan bacak kasları daha koyu renkli-dir. Etlik piliç göğüs eti, düşük kas kontraksiyonundan dolayı az miktarda miyoglobline gereksinim duyduğundan göğüs eti, but etine göre daha açık renklidir. Yaş ilerledikçe miyogloblin miktarı arttığından genç hayvanlara göre yaşlı hayvanların etleri daha koyu renklidir. Etlerde E renk değeri insanın renk-leri ayırt etme yeteneği ile, renk doygunluk ve açığı değerleri insanlardaki görsel renk algıları ile yakından ilgilidir. Etin doy-gunluk değeri, et renginin saflığını göstermekte olup, dondu-rulmuş etlerde daha yüksek bulunmuştur. Et renginin canlılı-ğını ifade eden h* değerinin yüksek olması canlı renkleri, dü-şük olması renklerin donuk olduğunu göstermektedir (26). Bu çalışmada; h* değeri soğutulmuş ve derili etlerde daha yüksek bulunmuş olup, soğutulmuş ve derili etlerin daha canlı renkli olduğu söylenebilir. Ölçülen bütün renk değerle-rinin tek bir rakam ile ifade edildiği ΔE değeri (26) bu çalış-mada dondurulmuş ve derili et örneklerinde daha yüksek bu-lunmuştur.

Pişirme kaybı, rutubet ve damlama kaybı; etin su tutma kapasitesi ile ilişkili önemli parametrelerdir. Etten sızan su miktarı veya etteki suyun uzaklaştırılması olarak tanımlanan damlama kaybı (drip loss) üzerine; kesim sonrası karkas sı-caklığı ve pH düşme hızı, etin işlenme özellikleri (parçalama, kesme vb.), depolama sıcaklığı, donma hızı ve donma sıcak-lığı gibi faktörlerin önemli bir etkisi vardır. Parçalanmamış bütün karkasta ette damlama kaybı daha düşük olup, et ne kadar çok parçalanırsa damlama kaybı o kadar artmaktadır. Kesim sonrası et ne kadar kısa zamanda soğutulursa su tutma kapasitesi de o kadar fazla olur. Et pH'sının hızlı düşmesi su tutma kapasitesinde azalmasına ve damlama kaybının art-masına neden olmaktadır. Bu çalışmada soğutma yöntemi ile karşılaştırıldığında, dondurulmuş piliç göğüs etlerinde önemli düzeyde daha düşük pH ve önemli düzeyde daha yük-sek damlama kaybı saptanmıştır. Damlama kaybı, kas dokusu içindeki suyun miyofibrillerden hücre dışı boşluğa transferini içeren bir süreç olup (27) kasın ete dönüşümü sırasında su, demir ve protein kaybı ile kas liflerinden ortaya çıkan sızıntı olarak tanımlanabilir (28). Damlama kaybı ile pişirme kaybı arasında doğrusal bir ilişki olup, genelde daha yüksek dam-lama kaybı daha yüksek pişirme kaybına neden olmaktadır

(29). Damlama kaybı; işleme teknolojisi ve tüketici kabulü yö-nünden en önemli parametre olan su tutma kapasitesinin de en önemli göstergesidir (30). Karkas ağırlığı fazla olan etlerde pişirme kaybı da daha yüksektir (31). Pişirme ve damlama kaybı düşük pH' ı olan etlerde daha yüksektir (19). Hızlı geli-şen etlik piliçlerden üretilen etlerde pH, pişirme kaybı ve damlama kaybı değerleri yavaş gelişen genotiplerden ge-nelde daha yüksektir (32,33).

Etin pH'sı raf ömrü bakımından önemli bir parametre olup, çok düşük pH et rengi ve su tutma kapasitesini etkile-mektedir. Çetin ve ark. (34) farklı zeminlerde yetiştirilen ya-vaş ve hızlı gelişen etlik piliçlerde soğutulmuş göğüs eti pH'sı-nın sırası ile 5.75 ve 5.73 olduğunu bildirmişlerdir. Göğüs eti pH değeri ile parlaklık ve kırmızı renk koordinatı değeri ara-sında doğrusal bir ilişki olup, et rengi koyulaştıkça pH değeri yükselmektedir (35). Kaslarda ortaya çıkan miyopatilerde et pH'sını etkilemekte, solgun ve eksüdatlı kaslarda pH değeri daha düşük olmaktadır (36). Bianchi ve ark. (24) ile Yalçın ve ark. (31) daha yüksek karkas ağırlığına sahip etlik piliç etle-rinde kas pH değerinin daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Etin dondurulma işlemi esnasında peptit ve amino asit üreti-mine yol açan protein denatürasyonu etin pH değerini ve metabolitlerin birikimini etkilemektedir (4). Bu çalışmada beklenildiği gibi (1) soğutulmuş piliç etinde pH değeri dondu-rulmuş ete göre daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Kesim sonrası laktik asitlerin oluşumu ile pH seviyesinin düşmesi et-teki proteinlerin denatüre olmasına neden olmaktadır. Ette su proteinlere bağlı olarak bulunduğu proteinlerin de-natüre olması su tutma kapasitesini azaltmaktadır. Bu ne-denle ette pH seviyesinin kesim sonrası hızlı düşüşünü önle-mek için kesim işlemlerinden sonra mümkün olan en hızlı sü-rede soğutma işleminin yapılması gerekir. Ette su, protein-lere bağlı olarak bulunmakta, yüksek pH ortamında protein-lere daha fazla su bağlanmaktadır. Su tutma kapasitesi de de-polama esnasında etin ağırlık kaybını doğrudan etkilemekte-dir. Laktik asit oluşumu ette pH seviyesinin düşmesine neden olmakta ve protein denatürasyonunu etkilemektedir. Bu çalı-şmada pişirme kaybı bakımından soğutulmuş ve dondurul-muş etlerde bir farklılık bulunmamıştır. Özbek ve ark. (37) farklı zeminlerde yetiştirilen hızlı gelişen etlik piliçlerde gö-ğüs etinde pişirme kaybının %27.88 olduğunu ve yavaş geli-şenlere göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Dondu-rulmuş piliç göğüs etinde depolama süresi arttıkça pişirme kaybının arttığı bildirilmiştir (1). Bu çalışmada beklenildiği gibi rutubet değeri soğutulmuş etlerde, damlama kaybı don-durulmuş etlerde önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur (33).

Bu çalışmada elde edilen veriler bütünü ile değerlendirildiğinde; piliç etinin soğutulmuş ya da dondurularak muha-faza yöntemi parlaklık hariç bütün renk özelliklerini önemli düzeyde etkilemiş, piliç göğüs etinin derili ya da derisiz ol-ması parlaklık ve kırmızılık renk değeri üzerine önemli bir etki göstermiştir. Renk özelliklerinden chrome ve ΔE değerleri de göğüs etinin derili ya da derisiz olmasından önemli düzeyde etkilenmiştir. Dondurma işlemi etin damlama kaybını artırır-ken, pH değerini önemli düzeyde düşürmüştür. Uzun süre depolanması gereken etlerde; etin özelliğine en uygun don-durma şekli, depolama süresi, çözündürme yöntemi vb. uygu-lanması ile et kalitesinde ortaya çıkabilecek kayıplar en aza indirilebilir. Farklı dondurma teknikleri, dondurma süresi, de-polama süresi, çözündürme yöntemleri vb. konusunda yeni çalı-şmaların planlanmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Lisans Bitirme Projesinden özetlenmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar tarafından beyan edilecek bir çıkar çatışması yoktur.

YAZAR KATKILARI

Projelendirme (fikir, kavram, tasarım); Metin Petek
Veri Toplama; Fatih Aybar, Metin Petek
Veri Analizi; Fatih Aybar, Metin Petek
Makale Yazımı: Metin Petek

ETİK BEYAN

Hayvan Deneyleri Etik Kurulları Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik (13), Madde 8 19-k gereği; karkas üzerinde çalışıldığından çalışma için etik kurul onayına gerek bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

1. **Wei R, Wang P, Han M, Chen T, Xu X, Zhou G (2017).** Effect of freezing on electrical properties and quality of thawed chicken breast meat. *Asian-Australas J Anim Sci.*, 30:569-575.
2. **Dang DS, Bastarrachea LJ, Martini S, Matarneh SK (2021).** Crystallization behavior and quality of frozen meat. *Foods*, 10:2707.
3. **Villegas-Cayllahua EA, Juliana Lolli Malagoli de Mello, Daniel Rodrigues Dutra et al. (2023).** Effect of freezing on the quality of breast meat from broilers affected by wooden breast myopathy. *Poult Sci.*, 102:88.
4. **Pereira MR, Juliana LM Mello, Rodrigo FO et al. (2022).** Effect of freezing on the quality of breast meat from broilers affected by White Stripping myopathy. *Poult Sci.*, 101:101607.
5. **Ali M, Aung SH, Abeyrathne EDNS et al. (2023).** Quality enhancement of frozen chicken meat marinated with phosphate alternatives. *Food Sci Anim Resour.*, 43:245-268.
6. **FDA, Food & Drug Administration. (2018).** Tabla de almacenamiento en refrigerador congelador. <https://www.fda.gov/media/76116/download> (Son okuma 13.07.2024)
7. **Anonim. (2014).** Hayvan Deneyleri Etik Kurullarının Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. Madde 8, 19-k. T.C. Cumhurbaşkanlığı Resmi Gazete, sayı:28914.
8. **Keskin M, Şetlek P, Demir S (2017).** Renk ölçüm sistemlerinin gıda bilimlari ve tarımda kullanım alanları. International Advanced Researches & Engineering Congress. 16-18 November, Osmaniye, Türkiye.
9. **King DA, Hunt MC, Barbut S et al. (2023).** American meat science association guidelines for meat color measurement. *MMB*, 6:1-81.
10. **Konica Minolta, Colorimetry. (2005).** How to measure color differences. Konica Minolta Photo Image Inc, USA.
11. **Kralik G, Kralik Z, Grcevic M, Hanzek D (2018).** Quality of chicken meat, in: Animal husbandry and nutrition. Edited by: Banu Yücel, Book Chapter in Animal Husbandry and Nutrition.
12. **CIE. Supplement No, 2 to CIE Publication No, 15 (E-1.3.1.) 1978, 1971/(TC-1-3).** Recommendations on uniform color spaces-color difference equations. Psychometric Color Terms, Commission Internationale de l'Eclairage, Paris.
13. **Altan A, Bayraktar H, Önenç A (2001).** Etlik piliçlerde sıcak stresinin et rengi ve pH'sı üzerine etkileri. *Hay Ür Derg.*, 42:1-8.
14. **Ingram DR, Hatten LF, Homan KD (2008).** A Study on the relationship between eggshell color and eggshell quality in commercial broiler breeders. *Int J Poult Sci.*, 7:700-703.
15. **Kim JH, Kim JW, Lee BB et al. (2014).** Effect of dietary supplementation of bacteriophage on growth performance and cecal bacterial populations in broiler chickens raised in different housing systems. *Livestock Sci.*, 170:137-141.
16. **Honikel KO (1998).** Reference method for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.*, 49:447-457.
17. **Snedecor GW, Cochran WG (1991).** Statistical Methods. 8th Edition. Wiley-Blackwell.
18. **IBM Corp. Released (2021).** IBM SPSS Statistics for Windows, Version 28.0. Armonk, NY: IBM Corp.
19. **Mir NA, Rafiq A, Kumar F, Singh V, Shukla V (2017).** Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: A review. *J Food Sci Technol.*, 54(10):2997-3009.
20. **Choi J, Kong B, Bowker BC, Zhuang H, Kim WK (2023).** Nutritional strategies to improve meat quality and composition in the challenging conditions of broiler production. A review. *Animals (Basel)*. 13:8.
21. **Kaya M, Karaarslan S, Toplu HDO, Fidan ED, Türkyılmaz ME, Nazlıgül A (2024).** Growth performance, carcass, and meat quality traits in broiler chickens reared on plastic-grid flooring, wood shavings, and zeolite-supplemented wood shavings. *Tropical Animal Health and Production*, 56:66.
22. **Ardıçlı S (2018).** Genetik ve postmortem mekanizmaların siğir eti renk özellikleri üzerine etkisi. *Uludağ Univ J Fac Vet Med.*, 37:49-59.
23. **USDA (2023).** Why does the color of food change when frozen? Knowledge article. <https://ask.usda.gov/s/article/Why-does-the-color-of-food-change-when-frozen> (Son okuma; 13.07.2024).
24. **Bianchi M, Petracci M, Sirri F, Folegatti E, Franchini A, Meluzzi A (2007).** The influence of the season and market class of broiler chickens on breast meat quality traits. *Poult Sci.*, 86:959-963.
25. **Ab Aziz MF, Hayat MN, Kaka U, Kamarulzaman NH, Sazili AQ (2020).** Physico-Chemical characteristics and microbiological quality of broiler chicken pectoralis major muscle subjected to different storage temperature and duration. *Foods*, 9(6):741.
26. **Saluena BH, Carlos Saenz Gamasa, Jose Manuel Dineiro Rubial, Coro Alberdi Odriozola (2019).** CIELAB color paths during meat shelf life. *Meat Sci.*, 157:107889.
27. **Kaic A, Janjecic Z, Zanetic A, Kelava Ugarkovic N, Potocnik K (2021).** EZ-DripLoss assessment in chicken breast meat using different sample areas, fiber orientation, and measurement intervals. *Animals (Basel)*, 12:11(4):1095.
28. **Guo B, Dalrymple BP (2017).** Transcriptomics of meat quality (book chapter). in *New Aspects of Meat Quality*.
29. **Przybylski W, Sałek P, Kozłowska L, Jaworska D, Stanczuk J (2022).** Metabolomic analysis indicates that higher drip loss may be related to the production of methylglyoxal as a by-product of glycolysis. *Poult Sci.*, 101(2):101608.
30. **Kaic A, Janjecic Z, Zanetic A, Kelava Ugarkovic N, Potocnik KEZ (2021).** DripLoss Assessment in Chicken Breast Meat Using Different Sample Areas, Fiber Orientation, and Measurement Intervals. *Animals (Basel)*, 12:11(4):1095.
31. **Yalçın S, Güler HC, Yaşa I, İzzetoğlu GT, Özkan S (2014).** Effect of breeder age and slaughter weight on meat quality traits of broiler breast and leg meats. *Europ Poult Sci.*, 78:1-10.
32. **Yaranoğlu B, Akyüz HÇ, Onbaşlar EE (2023).** Comparison of carcass characteristics, meat quality, and fatty acid composition in slow and fast-growing broilers at different slaughter weights. *Turkish J Vet Anim Sci.*, 47:457-468.

33. **Ozbek M, Petek M, Çetin E, Çetin İ (2023)**. Influence of genotype and housing systems on the incidence of white striping, proximate composition and sensory analysis of broiler breast meat. *Acta Vet Eur.*, 49:155-162.
34. **Çetin İ, Çetin E, Çavuşoğlu E ve ark. (2018)**. Geleneksel derin altlık ve ızgaralı zeminde yetiştirilen yavaş ve hızlı gelişen erkek etçi piliçlerde bazı et kalitesi özelliklerinin karşılaştırılması. *Lalahan Hay Araşt Enst Derg.*, 58 (1):7-13.
35. **Fletcher DL (1999)**. Broiler breast meat color variation, pH, and texture. *Poult Sci.*, 78:1323-1327.
36. **Lee SK, Jung-Whan Chon, Young-Kwon Yun et al. (2022)**. Properties of broiler breast meat with pale color and a new approach for evaluating meat freshness in poultry processing plants. *Poult Sci.*, 101(3):101627.
37. **Özbek M, Petek M, Ardıçlı S (2021)**. Physical quality characteristics of breast and leg meat of slow- and fast-growing broilers raised in different housing systems. *Archiv Anim Breed.*, 63:337-344.