



Comparison of Laying Hens with Slow and Fast-Growing Broiler Strains of Stunning, Slaughter, Meat and Bone Characteristics

İhsan Bülent Helva^{1,a,*}, Mustafa Akşit^{2,b}, Zeynep Yardım^{2,c}

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Çine Meslek Yüksekokulu, 09500 Çine, Aydın, Türkiye

²Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 09100 Aydın, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 17.09.2023 Accepted : 07.12.2023</p> <p>Keywords: Broiler Growth rate Laying hens Meat quality Bone characteristics</p>	<p>This study aimed to compare the stunning, slaughter, meat, and bone characteristics of slow and fast-growing broiler strains and laying hens of different ages that have completed the economic productive period (EPP). In the experiment, females of slow (SG) and fast-growing broilers (FG) and brown laying hens (Lohmann) of 90 (EPP1) and 122 wks of age without moulting (EPP2) and 122 wks of age with moulting (EPPM) were used. The body resistances were determined during the process of rendering birds unconscious before slaughtering by electrical current. The body resistance values were highest in SG chickens with 1063 Ω, and lowest in FG chickens with 635 Ω. The significant differences were determined between breast and leg meat quality of broilers with laying hens. It has been observed that the meat of laying hens is more matte, red and yellow colors are dominant, and their drip loss and shear force are higher. Additionally, the tibia and femur bones quality of laying hens at 90 and 122 weeks of age were found to be lower than broilers. Considering breast, thigh meat and bone characteristics of laying hens that have completed its productive period, it was concluded that it would be more appropriate to use them in the production of processed poultry meat products.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(1): 40-47, 2024

Yavaş ve Hızlı Gelişen Etlik Piliç Soyları ile Yumurta Tavuklarının Bilinçsizleştirme, Kesim, Et ve Kemik Özelliklerinin Karşılaştırılması

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 17.09.2023 Kabul : 07.12.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: Etlik piliç Gelişme hızı Yumurtacı tavuk Et kalitesi Kemik özellikleri</p>	<p>Bu çalışma, yavaş ve hızlı gelişen etlik piliç soyları ile ekonomik verim dönemini tamamlamış (EVD) farklı yaştaki yumurta tavuklarının bilinçsizleştirme, kesim, et ve kemik özelliklerinin karşılaştırılmasını amaçlamıştır. Denemede yavaş (YG) ve hızlı gelişen (HG) etlik piliçlerin dişileri ile tüy dökümü uygulanmamış 90 (EVD1) ile 122 haftalık (EVD2) ve tüy dökümü uygulanmış 122 haftalık yaşta (EVD3) Lohmann kahverengi yumurta tavukları kullanılmıştır. Kesim öncesi kanatlıların elektrik akımıyla bilinçsizleştirme işlemi sırasında vücut dirençleri belirlenmiştir. Vücut direnç değerleri 1063 Ω ile YG piliçlerde en yüksek ve 635 Ω ile HG piliçlerde en düşük olarak elde edilmiştir. Yumurta tavukları ile etlik piliçlerin göğüs ve but eti kalite özellikleri arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. Yumurtacı tavuk etlerinin daha mat, kırmızı ve sarı renkleri daha belirgin, su kayıpları ve kesme kuvvetinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, 90 ve 122 haftalık yumurta tavuklarında tibia ve femur kemik kalitesi etlik piliçlere göre daha düşük bulunmuştur. Verim dönemini tamamlamış tavuk etlerinde saptanan göğüs ve but eti ile kemik özellikleri dikkate alındığında, bunların işlenmiş kanatlı et ürünlerinin üretiminde kullanılmasının daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır.</p>

^a bhelva@adu.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0001-8505-6481>

^c maksit@adu.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0002-8074-8208>

^e zkacamakli@adu.edu.tr

^f <https://orcid.org/0000-0002-9235-3721>



Giriş

Birleşmiş Milletler tarafından yapılan projeksiyonlara göre 2030 yılında dünya nüfusunun 8,5 milyarı, 2050 yılında 9,7 milyarı, 2100 yılında ise 11 milyarı geçeceği tahmin edilmektedir (Anonim, 2022a). Küresel ısınma, azalan tarım alanları ve nüfus artışına bağlı olarak gıda talebinin artması kaçınılmazdır. Mevcut durum daha fazla üretimi, kaynakları verimli kullanmayı ve alternatif kaynakları değerlendirmeyi zorunlu kılmaktadır.

Hayvansal kökenli protein kaynakların değerlendirilmesine ait veriler incelendiğinde piliç eti ve tavuk yumurtasına yönelik bir talep artışının yaşanmakta olduğu ve gelecekte de bu artışın süreceği anlaşılmaktadır. Piliç eti üretimi yaygın olarak et verimi yönünde geliştirilmiş soyların yaklaşık 6 haftalık yetiştirme dönemi sonunda kesilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Son yıllarda hızlı gelişime özelliğine sahip bu hibrit soylara alternatif, daha yavaş gelişim özelliği gösteren soyların da pazarda yer aldıkları görülmektedir. Yetiştirme yöntemi ve performans açısından değerlendirildiğinde günlük 50 g'dan daha az canlı ağırlık artışının sağlandığı soy veya yöntemler yavaş gelişim olarak ifade edilmektedir (Rayner ve ark., 2020). Ortalama 3000 g canlı ağırlığa 42 günlük yaşta ulaşan hızlı gelişime özelliğine sahip etlik piliç soyları ile daha ekonomik bir et üretimi yapılırken, 2500 g canlı ağırlığa 56 günden daha uzun bir sürede ulaşan YG piliçlerle lezzet, aroma, renk gibi bazı et kalite özelliklerinin yanı sıra hayvan refahının öne çıkartıldığı bir üretim gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2022b; Turgut, 2023).

Tavuk yumurtası besleyici ve ucuz bir hayvansal kökenli bir protein kaynağı olup kanatlı etlerinde yaşanan talep artışına yönelik benzer eğilimler sofralık yumurta üretimi için de söz konusudur. Bu talebin karşılanmasında yararlanılan ticari yumurta tavukları 80-90 haftalık ilk yumurta üretim döneminin sonunda veya tüy dökümü programları uygulandıktan sonraki dönemde yumurtlatıldıktan sonra üretimden çıkartılmaktadır. Ekonomik verim dönemini tamamlamış tavuklar (EVD) dünya genelinde coğrafya, kültür ve ekonomik koşullara göre farklı şekillerde değerlendirilmektedir. Birçok batı ülkesinde EVD gıda sektörü atığı olarak (hayvan yemi, kompost, biyomateryal üretiminde hammadde) değerlendirilirken, bazı Asya ve Afrika ülkelerinde yaygın olarak beslenme amacı ile tüketilmektedir (Fan ve Wu, 2022). Ülkemizde ise EVD canlı olarak satılmakta veya tavuk kesimhanelerinde kesilmektedir. Kesim sonucu elde edilen ürünün çoğunluğu yem hammaddesi olarak değerlendirilirken, düşük bir miktarı da beslenme amacı ile yurt içi pazarlarda satılmakta veya bazı Asya ve Afrika ülkelerine ihraç edilerek değerlendirilmektedir (Kumral ve Gökçe, 2023).

EVD et kalitesinin etlik piliçlere göre daha düşük olması tüketimlerini sınırlandırmaktadır. Tavuklarda yaş ve genotip, kasın bileşimi ve yapısı üzerine etki göstererek et kalitesini belirlemektedir (Chen ve ark., 2016; Tang ve ark., 2009). Etlik piliçlerden elde edilen etler kolay pişen, lezzetli, yumuşak özelliklere sahipken, EVD etleri daha düşük kalite özelliklerine sahiptir. EVD karkasları, bütün, parça ürün olarak yada mekanik olarak sıyrma işlemi ile elde edilen etlerden çeşitli salam, sosis ve konserve etleri üretiminde değerlendirilmektedir (Chuaynukool ve ark., 2007; Jin ve ark., 2007; Sorapukdee ve ark., 2016). EVD etlerindeki sertliğinin iyileştirilmesi için enzim uygulamaları (DeVitre ve Cunningham, 1985; Kang ve

ark., 2012), tuz ve fosfat bileşikleri kullanılarak marine edilmeleri söz konusudur (Chueachaychoo ve ark., 2011).

Kanatlı hayvanlara kesimi öncesinde korku ve acı hissetmemeleri için bilinçsizleştirme işlemi uygulanmaktadır. Etkin bir uygulama sonrasında yaşamsal faaliyetler devam etmekte, ancak kesim işlemi kolaylaştıran bir hareketsizlik durumu oluşmakta ve buna bağlı olarak kesim işlemi daha kolay gerçekleşmektedir. Elektrik akımının su banyolarında uygulanması dünya geneli ve ülkemizde en yaygın kullanılan bilinçsizleştirme yöntemidir ((Duncan, 2001; Fernandez, 2004; Helva, 2014; Prinz ve ark., 2012; Smaldone ve ark., 2021). Etkin bir bilinçsizlik için EFSA (2009), tavsiyelerine göre 120 mA/piliç akımın, en az 4 sn süre ile uygulanması önerilmektedir. Uygulanacak elektrik değerlerinin belirlenmesinde kanatlı hayvanlara ait vücut dirençleri belirleyici bir unsurdur. Kanatlıların direnç düzeylerinde açlık, susuzluk, cinsiyet, canlı ağırlık, kirlilik ve yaş belirleyici faktörlerdir. Dişi piliçler erkeklerle göre daha yüksek vücut direncine sahiptir (Prinz ve ark., 2012). Hindle ve ark. (2010), 2,4 kg ortalama canlı ağırlığa sahip etlik piliçlerin vücut dirençlerinin 900-3800 Ω , 1,9 kg canlı ağırlığa sahip yumurta tavuklarının dirençlerinin ise 1300-5000 Ω aralığında değiştiğini bildirilmektedir. Helva (2014), 2,045 kg ortalama canlı ağırlığa sahip dişi etlik piliçlerin direncinin 590-860 Ω aralığında değiştiğini, Turgut (2023), ise YG piliçlerde ortalama 899 Ω , HG'lerin ise 620 Ω dirence sahip olduğunu bildirmektedir.

Kemik kırıkları kanatlı etlerinin kalite özellikleri açısından belirleyici bir unsurdur. Kesim veya etlerin işlenmesi sırasında oluşan kemik kırıkları özellikle karkas parçalarında kusurlu ürün miktarını artırmaktadır. Kemik sağlığını genetik faktörler, yaş, beslenme ve yetiştirme uygulamaları etkilemektedir. Yumurta tavuklarında yumurta kabuğunun oluşumunda gerekli kalsiyumun yaklaşık % 20-40'ı kemiklerden sağlanmakta, yüksek kalsiyum talebinden dolayı, osteoporoz duyarlılık artmakta, kemik yapısı etkilenebilmektedir ((Bishop ve ark., 2000; Fleming ve ark., 1994; Kim ve ark., 2004; Mueller ve ark., 1964; Rennie ve ark., 1997). Kafeslerde yetiştirilen yumurta tavuklarında yüksek kalsiyum ihtiyacı ile birlikte hareket kısıtlılığı da osteoporoz gelişimini artırabilmektedir (Fleming ve ark., 1994). Kalsiyum metabolizmasındaki dengesizlikler yumurta tavuklarının kemik yapısını olumsuz etkileyebilmektedir.

Bu çalışmada, 90 ve 122 haftalık yaşta tüy dökümü uygulanmış ve uygulanmamış, yumurta üretim dönemini tamamlamış kahverengi yumurta tavuklarının kesim öncesi elektrik akımı kullanarak bilinçsizleştirilmesine ait özellikler, elde edilen göğüs ve but eti ile bacak kemiklerine ait kalite özelliklerini saptayarak, hızlı ve yavaş gelişime özelliklerine sahip etlik piliçlerle karşılaştırmalı olarak incelenmesi amaçlanmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi (ADÜ) Hayvan Deneyleeri Yerel Etik Kurulunun 2022 / 36 sayılı izni ile ADÜ Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Tavukçuluk birimi, ADÜ Çine Meslek Yüksekokulu ve ADÜ TARBİYOMER laboratuvarlarında yürütülmüştür.

Hayvan Materyali ve Deneme Düzeni

Çalışmada, kesim yaşı 62 gün olan yavaş gelişen Hubbard Red JA57 (YG) ve 42 gün olan hızlı gelişen Ross 308 (HG) etlik piliç soylarına ait dişi piliçler ve ekonomik verim dönemini tamamlamış tüy dökümü uygulanmamış 90 (EVD1) ve 122 haftalık (EVD2) ve tüy dökümü uygulanmış 122 haftalık yaşta (EVDT) Lohmann kahverengi yumurta tavukları kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan YG piliçler, sözleşmeli piliç eti üretimi yapan, bir yetiştiriciye ait kümeden kesim ağırlığına ulaşmış, sürü ortalama ağırlığında, vücut konformasyonu düzgün, dişi piliçlerden temin edilmiştir. Piliçler "Hayvanların Nakilleri Sırasında Refahı ve Korunması Yönetmeliğine" (Anonim, 2011a) uygun olarak canlı piliç taşıma kasalarında ADÜ Ziraat Fakültesi Tavukçuluk Birimi Kesim Ünitesine nakledilmişlerdir. YG piliçler kesim ünitesine ulaştıktan sonra taşıma kaslarından çıkartılarak diğer gruplarla aralarında taşımaya bağlı farklılıkların oluşmaması için dinlendirilmiştir. Dinlenme sürecinde su içmeleri sağlanmıştır. HG piliçler ise ADÜ Ziraat Fakültesi Tavukçuluk Biriminde yetiştirilen sürüden kesim ağırlığına ulaşmış vücut konformasyonu düzgün, ortalama canlı ağırlığa sahip dişi piliçler arasından belirlenmiştir. Denemede kullanılan yumurta tavukları (EVD1, EVD2 ve EVDT) ADÜ Ziraat Fakültesi Tavukçuluk Biriminde Yumurtacı Tavukların Korunması ile İlgili Asgari Standartlara (Anonim, 2014) uygun biçimde zenginleştirilmiş kafeslerde yetiştirilen vücut konformasyonları düzgün, sürü ortalama ağırlığında ve ortalama yumurta verimine sahip tavuklar arasından temin edilmiştir. EVD1 grubunu birinci verim dönemini tamamlamış 90 haftalık yaşta tavuklar, EVD2 grubunu aynı sürünün 122 haftalık yaşa kadar yumurta üretimini devam ettirmiş olan tavuklar, EVDT grubunu ise yine aynı sürüdeki bir grup tavuğa 90-98. haftalarda açlık veya susuzluk uygulanmaksızın, canlı ağırlık kayıplarına göre sınırlandırılmış miktarda arpa verilerek tüy dökümü uygulanmış, devamında 122. haftaya kadarki ikinci verim dönemi boyunca yumurtlatılmış tavuklar oluşturmuştur. Araştırmada kullanılan tüm kanatlılara kesim öncesinde ayak numaraları takılmıştır. Çalışmada yetiştirme sistemleri ve beslemeden kaynaklanan etkiler değerlendirilmemiştir.

Araştırma, 2 etlik piliç ve 3 yumurta tavuğu grubundan oluşan, her birinde 15, toplam 75 kanatlıın yer aldığı 5 deneme grubu ile yürütülmüştür.

Kesim İşlemleri

Kesim işlemi ADÜ Ziraat Fakültesi Tavukçuluk Birimi kesim ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Kesim öncesinde su kısıtlanmaksızın, kanatlıların sindirim sistemlerinin boşalması için 8 saatlik bir açlık süresi uygulanmıştır. Kesimden önce canlı ağırlıkları belirlenen kanatlılar EFSA (2009), önerilerine uygun su banyolarında AC sinüs tipinde, 50 Hz frekansında, 120 mA/kanatlı düzeyinde 5 sn süresince elektrik akımı uygulanarak bilinçsizleştirilmiştir. Elektrik akımın uygulandığı sırada değerlerin kontrolü dijital osiloskop kullanılarak sağlanmıştır (UNI Trend Limited Group, Model UNI-T 2025C). Bireysel olarak bilinçsizleştirilen kanatlıların üzerinden geçen ortalama volt (V) düzeyleri kaydedilmiştir. Okunan volt ve uygulanan akım (I) düzeylerinden yararlanılarak Ohm

kanununa göre tavuk/piliçlerin vücut dirençleri (R) ohm (Ω) cinsinden hesaplanmıştır ($R=V/I$).

Bilinçsizleştirme sonrası hayvanların canlı olup olmadıkları ibik, ayak ve korneal reflekslerinden yararlanılarak kontrol edilmiştir (Helva ve Akşit, 2017). Kontrol işlemleri sonrasında kesim hunilerine aktarılan kanatlıların mekanik olarak nefes borusu, yemek borusu, karotid arter (carotid artery) ve jugular vein damarları kesilmiş ve 3 dakika süre ile kan akışının tamamlanması için beklenmiştir (Anonim, 2011b). Sonraki aşamalarda tüy yumuşatma, tüy yolma işlemleri gerçekleştirilmiş ve iç organlar çıkartılarak karkaslar elde edilmiştir.

Örneklerin Alınması ve Analizler

Soğutma işlemi görmemiş karkasların sol göğüs lobları (pectoralis major) ile sol üst but kasları (biceps femoris) ayrılmıştır. Örnekler tartılarak, +4°C'de 24 saat muhafaza edilmiş, süre sonunda tekrar tartılmıştır. Soğutma öncesi ve soğutma sonrası (kurulanmış) ağırlıklardan yararlanılarak damlama kaybı (%) miktarı belirlenmiştir (Honikel, 1988). Bu işlem sonrasında son pH (pH_{24}) ölçümleri yapılmıştır (Hanna 8424 – FC201B). Örneklerin parlaklık (L^*), kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) düzeyleri saptanmasında spektrokolorimetrenin (HunterLab Color Flex EZ) yararlanılmıştır. Ölçümler CIELAB (1986) renk skalasına göre değerlendirilmiştir. Numunelerin pH ve renk ölçümleri örneklerin üç farklı noktasından yapılmış, her 30 ölçümden sonra (pH 4,0 ve 7,0 tampon çözeltiler kullanılarak) pH metrenin ve spektrokolorimetrenin kalibrasyonu kontrol edilmiştir. Çalışmada kullanılacak pH ve renk değerleri ölçümlerinin ortalama değerleri hesaplanarak belirlenmiştir.

Sol göğüs ve sol üst buttan elde edilen 50±5g'lık örnekler +4°C'de 24 saat bekletildikten sonra yüksek yoğunluklu, şeffaf, polietilen örnek torbalarında 85°C'de su banyosunda 45 dakika pişirilmiştir. Pişirme sırasında numunenin merkez pişirme sıcaklığının takibi için problu termometre kullanılmıştır (TFA 30.1018). Pişirme sonrasında +22°C'ye soğutulan örnekler kurularak tekrar tartılmıştır. Pişirme öncesi ve pişirme sonrası (soğutulmuş, kurulanmış) ağırlıklarından yararlanılarak pişirme kaybı (%) hesaplanmıştır. Pişirme kaybı belirlenen örnekler kas liflerine paralel olarak $1 \times 1 \times 4 \text{ cm}^3$ boyutlarında kesilerek etlerin sertlik düzeyinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Etlerin sertlikleri Warner – Bratzer yöntemi (Zwick/Roell Z 50 Test cihazı, TextXpert Versiyon 3,4 programı, 40 mm/s bıçak iniş hızı ve %80 kesi) ile ölçülmüştür. Her örnek için 3 ölçüm yapılmış ve ortalamaları alınarak Newton (N) cinsinden uygulanan kuvvet belirlenmiştir.

Kesim işlemi sonrasında elde edilen sağ butlar kodlanarak, numune torbalarında +4°C'de 24 saat bekletilmiştir. Süre sonunda butlardaki etler sıyrılarak femur ve tibia kemikleri elde edilmiştir. Et ve yağ dokusu temizlenen kemikler etüvde 60°C sıcaklıkta 24 saat bekletilip kurutulduktan sonra dijital kumpas (Mitutoyo 500-181-30) ile çap ve uzunlukları ölçülmüştür. Aynı kemiklerin ağırlıkları alındıktan sonra Zwick/Roell Z 50 test cihazında (Text Xpert Versiyon 3,4), Warner-Bratzer yöntemi kullanılarak tibia ve femur kemiklerinin kırılma dirençleri (Newton, N) belirlenmiştir.

İstatistik Yöntem

Çalışmada deneme gruplarından elde edilen verilerinin değerlendirilmesinde SPSS 18,0 (PASW Inc., Chicago, IL, USA) paket istatistik programının Genel Doğrusal Modelleri arasında yer alan Tek Değişkenli Analiz yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıkların önemini ($P<0,05$) belirlemede Tukey testinden yararlanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bilinçsizleştirme Özellikleri

Kesim öncesinde yapılan kontrollerde, kanatlıların bilinçsizleştirilmesi amacı ile su banyolarında uygulanan elektrik değerlerinin kanatlıların ölümüne neden olmadığı görülmüştür.

Araştırmada incelenen yavaş ve hızlı gelişen etlik piliç soyları ile yumurta tavuklarının bilinçsizleştirme özelliklerine ait değerler Çizelge 1'de verilmiştir. Kanatlıların canlı ağırlıklarının etlik piliç soyları arasında YG grubunda 2068 g, HG grubunda 2308 g, EVD1, EVD2 ve EVDT gruplarında ise sırası ile; 1864, 1935 ve 2001 g olduğu ve HG soya ait piliçlerin canlı ağırlığı ile diğer kanatlıların canlı ağırlıkları arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). Bilinçsizleştirme uygulaması sırasında yapılan ölçümlere göre uygulanan gerilimin 76,2 ile 121,5 volt aralığında değiştiği belirlenmiştir. Bu ölçümlerden yararlanarak hesaplanan elektrik akımına bağlı vücut dirençlerinin ise 635-1013 Ω aralığında olduğu, en yüksek gerilim uygulanan YG piliçlerin direncinin 1013 Ω , en düşük gerilim uygulanan HG piliçlerin direncinin ise 635 Ω olduğu tespit edilmiştir. EVD gruplarının vücut dirençlerinin ise 685-829 Ω aralığında değiştiği, YG, HG ve yumurtacı tavuk gruplarının vücut dirençleri arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$; Çizelge 1).

Kanatlı hayvanların kesim öncesi elektrik akımıyla bilinçsizleştirilmesi sırasında ortaya çıkan vücut dirençlerine ait literatürde yer alan bilgiler kısıtlı olduğu görülmektedir. YG piliçlerin elektrik akımına bağlı vücut dirençleri ile ilgili Turgut (2023), tarafından yürütülen çalışmada YG soyun karışık cinsiyette ortalama 899 Ω , HG soyuna ait piliçlerin ise karışık cinsiyette ortalama 620 Ω vücut direncine sahip oldukları ve dişilerin erkeklerden yaklaşık %25 daha yüksek vücut direncine sahip oldukları anlaşılmaktadır. Dişi piliçlerin bacak yapısı nedeniyle daha yüksek vücut direncine sahip oldukları bildirilmiştir (Prinz ve ark., 2012). Araştırmada elde edilen HG piliçlerin vücut dirençleri Helva (2014), tarafından bildirilen aralığın içerisinde (590-860 Ω), Hindle ve ark. (2010), tarafından karışık cinsiyete göre bildirilen değerlerden (900-3800 Ω) daha düşük bulunmuştur.

Bulgularımız Hindle ve ark. (2010), tarafından yumurtacı tavuklara yönelik bildirilen değerlerden (1300-5000 Ω) düşüktür. Bu durumun çalışmada serbest dolaşımli yöntemde yetiştirilen tavukların kullanılması ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Bu yöntemde tavuklardan daha hareketli olmalarına bağlı olarak daha güçlü kas yapısı söz konusudur.

Et Kalite Özellikleri

Araştırmada incelenen yavaş ve hızlı gelişen etlik piliç soyları ile yumurtacı tavukların et kalite özelliklerine ait değerler Çizelge 2'de verilmiştir. Göğüs ve but etlerinde incelenen tüm özellikler bakımından gruplar arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($P<0,05$; Çizelge 2).

Bulgularımıza göre; pH₂₄ değerinin göğüs etinde 5,71-5,79, but etinde ise 5,67- 6,14 arasında değiştiği belirlenmiştir. Etlerin pH'sı, kesim sonrası dönemde kasın ete dönüşümü, kaslardaki glikojenin O₂'siz ortamda laktik asite kadar parçalanması ve birikimi ile ilişkilidir. Tavukların göğüs kasları, but kaslarına göre daha fazla glikolitik life sahip olduğundan pH değeri daha düşüktür (Northcutt ve ark., 1994). Etlerin pH₂₄ değerlerinden etin parlaklığı (L^*) ile birlikte et kalitesinin belirlenmesinde yararlanılmaktadır. Araştırmada göğüs ve but etinin parlaklığı (L^*) sırasıyla 38,54 - 57,31 ve 27,02 - 55,45 arasında değiştiği, bu değer etlik piliçlerde daha yüksek olduğu saptanmıştır ($P<0,05$). Bulgularımızda olduğu gibi kanatlıların göğüs etinde yaşlanmayla birlikte miyoglobin artışına bağlı olarak et renginin koyulaştığı, dolayısıyla L^* değerinin azaldığı ve kırmızılığın ise (a^*) arttığı bildirilmiştir (Fletcher, 2002). Yumurtacı tavukların but etleri uzun süren üretim dönemi ve genetik faktörler nedeni ile koyu renklidir (Olivo, 2006). Tavuk etlerinin koyu renkli olmasında genotip ve ilerleyen yaşla birlikte kasta artan myoglobin düzeyi de etkilidir (Tougan ve ark., 2013).

Piliç göğüs etlerinde son pH değeri $<5,7$ ve $L^*>53$ olan etler PSE (soluk, yumuşak ve suyunu salmış), pH $>6,1$ ve $L^*<46$ olanlar ise DFD (koyu, sert, kuru) olarak tanımlanmaktadır (Zhang ve Barbut, 2005). İncelenen literatürde piliç but etlerinin PSE değerlerine yönelik tanımlama yapılmamış olup, DFD için pH $>6,4$ ve $L^*<44$ sınır değer kabul edilmektedir (Dadgar ve ark., 2012). Bulgularımıza göre göğüs ve but etlerinin pH₂₄ değerlerinin normal et için kabul edilen aralığın içerisinde olduğu, etlik piliçlerin L^* değerlerinin ise araştırmacılar tarafından (Dadgar ve ark., 2012; Zhang ve Barbut, 2005) normal piliç etine ait sınırlar içerisinde olduğu belirlenmiştir. Yumurtacı tavukların L^* değerleri etlik piliçlerden daha düşük olup etleri mat bir görünüme sahiptir. Yumurta tavuklarının et rengi etlik piliçlere göre daha mat ve yüksek a^* ve b^* değerlerine sahiptir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Yavaş ve hızlı gelişen etlik piliç soyları ile yumurtacı tavukların bilinçsizleştirme özellikleri¹⁻²
Table 1. The stunning characteristics of slow and fast-growing broiler strains and laying hens¹⁻²

Özellik	Etlik Piliç		Yumurta Tavuğu			SHO	P
	YG	HG	EVD1	EVD2	EVDT		
Canlı ağırlık (g)	2068 ^b	2308 ^a	1864 ^b	1935 ^b	2001 ^b	62,2	<0,001
Gerilim (Volt)	121,5 ^a	76,2 ^c	99,5 ^b	82,2 ^b	83,7 ^b	3,89	<0,001
Direnç (Ω)	1013 ^a	635 ^c	829 ^b	685 ^b	697 ^b	37,2	<0,001

¹YG: Yavaş gelişen etlik piliç soyu, HG: Hızlı gelişen etlik piliç soyu, EVD1: Tüy dökümü uygulanmamış 90 haftalık, EVD2: Tüy dökümü uygulanmamış 122 haftalık, EVDT: Tüy dökümü uygulanmış 122 haftalık yumurta tavukları, SHO: Standart Hata Ortalaması, P: Önemlilik; ²a-c: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan özellikler arasındaki farklar önemlidir ($P<0,05$).

Çizelge 2. Yavaş ve hızlı gelişen etlik piliç soyları ile yumurtacı tavukların et kalite özellikleri¹⁻²
 Table 2. The meat quality characteristics of slow and fast-growing broiler strains and laying hens¹⁻²

Özellik	Etlik Piliç		Yumurta Tavuğu			SHO	P
	YG	HG	EVD1	EVD2	EVDT		
Göğüs Eti							
pH ₂₄	5,71 ^b	5,79 ^a	5,76 ^{ab}	5,75 ^{ab}	5,77 ^{ab}	0,031	<0,001
L*	54,27 ^a	57,31 ^a	38,73 ^b	38,66 ^b	38,54 ^b	0,812	<0,001
a*	4,12 ^b	3,37 ^b	11,25 ^a	11,11 ^a	11,72 ^a	0,497	<0,001
b*	17,25 ^b	13,62 ^c	22,15 ^a	22,58 ^a	22,71 ^a	0,552	<0,001
Damlama kaybı (%)	1,22 ^b	1,36 ^b	1,95 ^a	2,37 ^a	2,77 ^a	0,184	<0,001
Piştirme kaybı (%)	13,10 ^c	19,85 ^b	31,81 ^a	30,74 ^a	32,35 ^a	1,065	<0,001
Kesme kuvveti (N)	49,94 ^b	49,33 ^b	56,60 ^a	59,07 ^a	55,01 ^a	3,610	<0,001
But Eti							
pH ₂₄	6,06 ^{ab}	6,14 ^a	5,67 ^c	5,92 ^b	6,00 ^{ab}	0,041	<0,001
L*	55,45 ^a	52,64 ^a	27,02 ^b	27,87 ^b	28,22 ^b	1,105	<0,001
a*	5,12 ^b	5,66 ^b	12,68 ^a	11,59 ^a	12,88 ^a	0,587	<0,001
b*	14,48 ^a	9,71 ^b	14,56 ^a	14,88 ^a	16,48 ^a	0,742	<0,001
Damlama kaybı (%)	0,44 ^c	1,07 ^b	2,84 ^a	2,59 ^a	2,79 ^a	0,253	<0,001
Piştirme kaybı (%)	22,41 ^b	20,23 ^b	37,68 ^a	41,30 ^a	39,41 ^a	1,575	<0,001
Kesme kuvveti (N)	44,96 ^b	40,34 ^b	80,07 ^a	85,55 ^a	75,17 ^a	4,335	<0,001

¹YG: Yavaş gelişen etlik piliç soyu, HG: Hızlı gelişen etlik piliç soyu, EVD1: Tüy dökümü uygulanmamış 90 haftalık, EVD2: Tüy dökümü uygulanmamış 122 haftalık, EVDT: Tüy dökümü uygulanmış 122 haftalık yumurta tavukları, SHO: Standart Hata Ortalaması, P: Önemlilik; ²a-c: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan özellikler arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

Çizelge 3. Yavaş ve hızlı gelişen etlik piliç soyları ile yumurtacı tavukların kemik özellikleri¹⁻²
 Table 3. The bone characteristics of slow and fast-growing broiler strains and laying hens¹⁻²

Özellik	Etlik Piliç		Yumurta Tavuğu			SHO	P
	YG	HG	EVD1	EVD2	EVDT		
Tibia							
Ağırlık (g)	20,45 ^a	22,12 ^a	17,25 ^b	17,43 ^b	16,45 ^b	0,604	<0,001
Çap (mm)	9,46 ^b	9,90 ^{ab}	10,52 ^a	9,71 ^b	9,40 ^b	0,176	<0,001
Uzunluk (mm)	114,3 ^b	104,4 ^c	120,3 ^a	116,3 ^{ab}	117,6 ^{ab}	1,056	<0,001
Kırılma direnci (N)	183,4 ^b	247,0 ^a	170,5 ^b	173,1 ^b	176,3 ^b	12,888	<0,001
Femur							
Ağırlık (g)	15,28 ^a	15,22 ^a	12,58 ^b	12,35 ^b	12,63 ^b	0,466	<0,001
Çap (mm)	10,12	10,23	9,97	10,06	9,83	0,192	0,721
Uzunluk (mm)	78,64 ^{ab}	73,90 ^b	83,01 ^a	79,86 ^{ab}	79,03 ^{ab}	1,427	0,005
Kırılma direnci (N)	180,9 ^b	253,6 ^a	210,3 ^{ab}	211,0 ^{ab}	227,5 ^{ab}	12,926	<0,001

¹YG: Yavaş gelişen etlik piliç soyu, HG: Hızlı gelişen etlik piliç soyu, EVD1: Tüy dökümü uygulanmamış 90 haftalık, EVD2: Tüy dökümü uygulanmamış 122 haftalık, EVDT: Tüy dökümü uygulanmış 122 haftalık yumurta tavukları, SHO: Standart Hata Ortalaması, P: Önemlilik; ²a-c: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan özellikler arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

Göğüs etine göre daha fazla oksidatif liflere sahip olan butlarda daha fazla mitokondri ve kan damarları bulunmakta olup, sarkoplazmadaki yüksek myoglobin düzeyi but etlerinin daha kırmızımsı olmasına neden olmaktadır (Henckel ve ark., 2002). Etin sarı rengini gösteren b* değeri but ve göğüs etleri için daha geç kesim yaşına ulaşan YG piliçlerde daha erken kesilen HG piliçlerden yüksek bulunmuştur (P<0,05). Tougan ve ark. (2013), piliçlerin ilerleyen yaşıyla birlikte göğüs kasında b* değerinin arttığını ortaya koymuş oldukları araştırma sonucu ile bulgularımızın uyumlu olduğu görülmektedir. Öte yandan b* değeri YG but etinde HG ye göre yüksek, yumurta tavuklarıyla benzer bulunmuştur.

Araştırmada etlerin damlama kayıpları; etlik piliç göğüs ve but etlerinde sırasıyla %1,22 ile 1,36 ve %0,44 ile 1,07, yumurta tavuklarında ise sırasıyla %1,95-2,77 ve %2,59-2,84 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Piştirme kayıpları da damlama kaybına benzer bir eğilim göstermiş, göğüs ve buttaki damlama ve piştirme kayıplarının yumurta tavuklarında daha yüksek olduğu görülmüştür (P<0,05; Çizelge 2). Etlik piliçlere göre EVD etlerinde etin damlama

ve piştirme kaybında yaşla birlikte ortaya çıkan bu artışın, sıklıkla karşılaşılan bir durum olduğu ileri sürülmektedir (Janish ve ark., 2011, Lakshani ve ark., 2016, Limpisophon ve ark., 2019). Piştirme kayıpları işlenmiş etlerin su tutma kapasitesini tanımlamak için en yaygın kullanılan parametrelerden biri olup, oranının yüksek olması et kalitesini düşürmektedir (Brambila ve ark., 2018). Piştirme kaybı, etin yağ içeriği, ısıtma sırasındaki protein denatürasyonu ve çözünme sırasında kaybedilen hacim gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Vieira ve ark., 2009). Kaslardaki yüksek motor aktivitesi tavuklarda etin sertleşmesine neden olmakta ve piştirme kaybını da yükselmektedir (Tougan ve ark., 2013).

Araştırmada kanatlıların göğüs etindeki kesme kuvveti 49,33 - 59,07 N, butlarda ise 40,34 - 85,55 N arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 2). EVD'den elde edilen etlerin etlik piliçlerine göre daha sert olduğu, but kısmında ise sertliğin daha da arttığı anlaşılmaktadır. Etlerin sertliği, yaş, kas yapısı, hareketlilik, protein yapısının değişmesi gibi faktörlerden etkilenmektedir (Özcan, 2003). Et verim yönünde ıslah edilen ve genç yaşlarda kesilen etlik piliçlerde

etin yumuşak, EVD ise sert olması beklenen bir sonuçtur. Bulgularımıza göre 90 ile 122 haftalık yaşa ait tavukların but etleri sert özelliktedir. Bu sertliğe yumurta tavuklarının etlik piliçlere göre daha hareketli olmaları ve ilerleyen yaşla birlikte kolajen miktarının artması da neden olmaktadır ((Chueachaychoo ve ark., 2011; Fletcher, 2002; McCormick, 1994). Kolojen et proteinlerinden olup, etin sertliğini belirler (El-Senousey ve ark., 2013). Piliç etleri ile tavuk etleri karşılaştırıldığında benzer besin madde içeriği bulunmasına rağmen tavuk etlerindeki sindirilmeyen kolajen miktarı yüksektir (Trithavisup ve ark., 2022).

Kemik Özellikleri

Kanatlıların tibia ve femur kemiklerine ait özellikler Çizelge 3'de verilmiştir. Etlik piliçlerde tibia ve femur kemiklerinin yumurtacı tavuklardan daha ağır olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$).

Etlik piliçlerle yumurta tavuklarının femur çapları arasındaki farkın önemli olmadığı ($P>0,05$) EVD1 grubundaki tavukların, YG ve diğer yumurtacı gruplara göre daha kalın bir tibia çapına sahip oldukları ortaya çıkmıştır ($P<0,05$).

Yumurta tavukları, etlik piliçlerden daha uzun tibia ve femur kemiklerine sahiptir. Ayrıca, EVD1 tibia, YG ve HG tibiadan ve femuru, HG femurdan daha uzun bulunmuştur ($P<0,05$). Thorp (2001), bulgularımızla uyumlu olarak yumurtacılarımıza göre daha hızlı büyüyen etlik piliçlerde büyüme hızını desteklemek için uzun kemiklerin daha çok enine geliştiğini, bu nedenle yavaş gelişen yumurtacıların aksine uzun kemiklerin daha kısa kaldığını bildirmiştir.

Kanatlı etlerinin işlenmesinde kırılmaya dirençli kemikler ette istenmeyen kemik parçaları riskini azaltmak için tercih edilir (Mueller ve ark., 2018). Bulgularımız kemiklerin kırılma dirençleri bakımından değerlendirildiğinde, HG piliçlerin femur ve tibia kemikleri en yüksek kırılma direncine sahip olduğu, tibia kemiğinde YG, EVD1, EVD2 ve EVDT gruplarının benzer, femur kemiği açısından ise YG piliçlerin en düşük kırılma direncine sahip olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$). HG özelliğine sahip piliçlerin karkasları daha kompakt yapılı olup, bacakları daha kısadır (Batkowska ve ark., 2014). Daha kısa ve daha ağır kemiklere sahip olan HG piliçleri, daha yüksek kırılma direncine sahiptir (Mueller ve ark., 2018). Süzer ve ark. (2019), tarafından yapılan benzer bir çalışmada, HG soya ait piliçlerin kemik kırılma direncinin YG soyuna ait piliçlerden daha yüksek olduğu, bu durumun HG piliçlerin kemiklerinin mineral içeriğinin YG grubuna göre daha yüksek ve HG piliçlerin daha ağır bir vücut kitlesinden kaynaklandığı ileri sürülmektedir.

Muller ve ark. (1964), Bishop ve ark. (2000) ve Webster (2004), tarafından kemiğin temel bileşeni olan kalsiyumun yumurta kabuğunun oluşumu için gereken miktarının %20 ile 40'luk kısmının kemiklerden mobilize edilmesi yumurta tavuklarının iskelet sağlığı ve metabolizmasını üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğu bildirilmektedir. Araştırma bulgularımıza göre yumurta tavuklarının tibia ve femur kemiklerinin kırılma dirençleri YG grubu ile benzer bulunmuştur. Bu sonuçlar etlerin işlenme sürecinde EVD butlarındaki kemiklerin kırılma, ette kemik kırıntısı düzeylerinin YG etlik piliç soyuna ait etler ile benzer olması beklenebilir. Araştırmada EVDT grubundaki tavuklara yem sınırlaması yapılarak tüy dökümü uygulanmıştır. Yemin kısıtlandığı dönemde canlı

ağırlık kaybı ile birlikte kemik yoğunluğu ve mukavemetinin de azaldığı (Mazzuco ve Hester, 2005), yumurta veriminin başlangıcı ile yaşanan canlı ağırlık artışına uyumlu olarak kemik yoğunluğu ve kırılma direncinin tüy dökümü öncesi düzeylere ulaştığı anlaşılmaktadır.

Sonuç

Gelişim hızı ve verim yönü farklı etlik piliç/tavukların elektrik akımına karşı ortaya koydukları vücut direncinin farklı olduğu ve buna bağlı olarak kesim öncesi bilinçsiz bırakılmaları için gerekli gerilim değerlerinin de değiştiği belirlenmiştir.

Et kalite özellikleri bakımından yumurtacı tavuk etlerinin etlik piliçlerinkine göre mat ve koyu renkte, damlama ve pişirme kayıplarının yüksek ve etlerinin daha sert olduğu belirlenmiştir.

Et kalitesi açısından HG soya ait tibia ve femur kemiklerinin, kırılma dirençlerinin YG piliçlerden daha yüksek olduğu, yumurtacı tavuklarının ise tibia kırılma direncinin YG ile benzer femur kemiğinde ise etlik piliçler ile arasında önemli bir farkın bulunmadığı belirlenmiştir.

Bu çalışma, farklı yaş ve verim dönemini tamamlamış yumurtacı tavuk etlerinin bazı et ve kemik özelliklerinin birbirine yakın, etlik piliçlerin benzer özelliklerine göre ise oldukça düşük değerlere sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Bu sonuçlara göre piliç eti tüketim alışkanlığı olan tüketiciler açısından verim dönemini tamamlamış yumurta tavuk etlerinin doğrudan tüketilmesinin kalite özellikleri açısından yeterli olamayacağı, bu etlerin ileri işlenmiş et ürünlerinin üretimi açısından alternatif bir hammadde kaynağı olarak değerlendirilme potansiyelinin daha gerçekçi bir yaklaşım olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Anonim. (2011). Hayvanların Nakilleri Sırasında Refahı ve Korunması Yönetmeliği. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111224-2.htm>
- Anonim. (2014). Yumurtacı Tavukların Korunması İle İlgili Asgari Standartlara İlişkin Yönetmelik. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=20227&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
- Anonim. (2019). Türk Standartları Enstitüsü, TS OIC/SMIIC 1, Helal Gıda Genel Kılavuzu. <https://www.tse.org.tr/helal-belgelendirme-hizmetleri-2/helal-belgelendirme-islemleri/>
- Anonim. (2022a). World Population Prospects: The 2019 Revision. <https://population.un.org/wpp/>
- Anonim. (2022b). Ross 308- Ross 308 FF Performance Objects. https://aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Rossx_Ross308-BroilerPerformanceObjectives2022-EN.pdf
- Batkowska, J., Brodacki, A., Knaga, S., & Florek, M. (2014). Slaughter traits and skin colour of newly crossed chicken broilers dedicated for extensive rearing system as a criterion of product identification and meat quality. *Acta Agriculturae Scandinavica - Section A* 64,161-169. <https://doi.org/10.1080/09064702.2014.983150>
- Bishop, S.C., Fleming, R.H., McCormack, H.A., Flock, D.K., & Whitehead C.C. (2000). Inheritance of bone characteristics affecting osteoporosis in laying hens. *British Poultry Science*, 41,33-40. <https://doi.org/10.1080/00071660086376>
- Brambila, G.S., Bowker, B.C., Chatterjee, D., & Zhuang, H. (2018). Descriptive texture analyses of broiler breast fillets with the wooden breast condition stored at 4 C and -20C. *Poultry Science*, 97, 1762-1767. <https://doi.org/10.3382/ps/pew327>

- Chen, Y., Qiao, Y., Xiao, Y.U., Chen, H., Zhao, L., Huang, M., & Zhou, G. (2016). Differences in physicochemical and nutritional properties of breast and thigh meat from crossbred chickens, commercial broilers, and spent hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29, 855-864. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0840>
- Chuaynukool, K., Wattanachant, S., Siripongvutikorn, S., & Yai, H. (2007). Chemical and physical properties of raw and cooked spent hen, broiler and Thai indigenous chicken muscles in mixed herbs acidified soup (Tom Yum). *Journal Food Technology*, 5, 180-186. <https://docsdrive.com/pdfs/medwelljournals/jftech/2007/180-186.pdf>
- Chueachaychoo, A., Wattanachant, S., & Benjakul, S. (2011). Quality characteristics of raw and cooked spent hen Pectoralis major muscles during chilled storage: effect of salt and phosphate. *International Food Research Journal*, 18, 601-613. [http://www.ifrj.upm.edu.my/18%20\(02\)%202011/\(20\)%201FRJ-2010-012.pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/18%20(02)%202011/(20)%201FRJ-2010-012.pdf)
- Dadgar, S., Crowe, T.G., Classen, H.L., Watts, J.M., & Shand, P.J. (2012). Broiler chicken thigh and breast muscle responses to cold stress during simulated transport before slaughter. *Poultry Science*, 91, 1454-1464. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01520>
- DeVitre, H.A., & Cunningham, F.E. (1985). Tenderization of spent hen muscle using papain, bromelain, or ficin alone and in combination with salts. *Poultry Science*, 64, 1476-1483. <https://doi.org/10.3382/ps.0641476>
- Duncan, I.J. (2001). Animal welfare issues in the poultry industry: is there a lesson to be learned? *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 4, 207-221. https://doi.org/10.1207/S15327604JAWS0403_04
- EFSA. (2009). "On the protection of animals at the time of killing". Council Regulation (EC) No 1099/2009. <https://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1099>
- El-Senousey, H.K., Fouad, A.M., Yao, J.H., Zhang, Z.G., & Shen Q.W. (2013). Dietary alpha lipoic Acid improves body composition, meat quality and decreases collagen content in muscle of broiler chickens. *Asian Australasian Journal of Animal Science*, 26, 394-400. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12430>
- Fan, H., & Wu, J. (2022). Conventional use and sustainable valorization of spent egg-laying hens as functional foods and biomaterials. *Bioresources and Bioprocessing*, 9, 1-18. <https://doi.org/10.1186/s40643-022-00529-z>
- Fernandez, X. (2004). A short overview of the welfare implications of pre-slaughter stunning in poultry. International Society for Animal Hygiene Conference. Saint-Malo 11-13 October 2004. *International Society for Animal Hygiene*. p: 1-42. <https://www.isah-soc.org/userfiles/downloads/symposiums/2004/Fernandez.pdf>
- Fleming, R.H., Whitehead, C.C., Alvey, D., Gregory, N.G., & Wilkins, L.J. (1994). Bone structure and breaking strength in laying hens housed in different husbandry systems. *British Poultry Science*, 35, 651-662. <https://doi.org/10.1080/00071669408417731>
- Fletcher, D.L. (2002). Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal*, 58, 131-145. <https://doi.org/10.1079/WPS20020013>
- Helva, İ.B. 2014. Kesim öncesi etlik piliçlerin bilinçsizleştirilmesi için kullanılan farklı frekanslardaki alternatif ve doğru akımın hayvan refahı, karkas kusurları ve et kalitesi üzerine etkileri (YÖK Tez No: 360899) [Doktora Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi].
- Helva, İ.B., & Akşit, M. (2017). Etlik piliçlerin kesim öncesi bilinçsizleştirilmesinde kullanılan farklı akım ve dalga tipindeki elektrik değerlerinin karkas kusurları ve göğüs eti kalite özellikleri üzerine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5, 1250-1255. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i10.1250-1255.1436>
- Henckel, P., Karlsson, A., Jensen, M.T., Oksbjerg, N., & Petersen, J.S. (2002). Metabolic conditions in porcine longissimus muscle immediately pre-slaughter and its influence on peri- and post mortem energy metabolism. *Meat Science*, 62, 145-155. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00239-X](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00239-X)
- Hindle, V.A., Lambooi, E., Reimert, H.G.M., Workel, L.D., & Gerritzen, M.A. (2010). Animal welfare concerns during the use of the water bath for stunning broilers, hens, and ducks. *Poultry Science*, 89, 401-412. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00297>
- Honikel, K.O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49, 447-457. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00034-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00034-5)
- Janisch, S., Kricshek, C., & Wicke, M. (2011). Color values and other meat quality characteristics of breast muscles collected from 3 broiler genetic lines slaughtered at 2 ages. *Poultry Science*, 90, 1774-1781. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01073>
- Jin, S.K., Kim, I.S., Jung, H.J., Kim, D.H., Choi, Y.J., & Hur, S.J. (2007). The development of sausage including meat from spent laying hen surimi. *Poultry Science*, 86, 2676-2684. <https://doi.org/10.3382/ps.2006-00451>
- Kang, G.H., Kim, S.H., Kim, J.H., Kang, H.K., Kim, D.W., Seong, P.N., & Kim, D.H. (2012). Effect of Flammulina velutipes on spent-hen breast meat tenderization. *Poultry Science*, 91, 232-236. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01624>
- Kim, W.K., Ford, B.C., Mitchell, A.D., Elkin, R.G., & Leach, R.M. (2004). Comparative assessment of bone among wild-type, restricted ovulator and out-of-production hens. *British Poultry Science*, 45, 463-470. <https://doi.org/10.1080/00071660412331286172>
- Kumral, M., & Gökçe, R. (2023). Yumurtacı tavuk etlerinden üretilen köftelerde koyun yağı kullanımının ürün kalitesine etkisi. *Akademik Gıda*, 21, 49-56. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.1274010>
- Lakshani, P., Jayasena, D.D., & Jo, C. (2016). Comparison of quality traits of breast meat from commercial broilers and spent hens in Sri Lanka. *Korean Journal of Poultry Science*, 43, 55-61. <http://dx.doi.org/10.5536/KJPS.2016.43.2.55>
- Limpisophon, K., Koeipudsa, C., Charoensuk, D., & Malila, Y. (2019). Characterization of breast meat collected from spent lohmann brown layers in comparison to commercial ross broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 21(3). <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2018-0941>
- Mazzucco, H., & Hester, P.Y. (2005). The effect of an induced molt and a second cycle of lay on skeletal integrity of White Leghorns. *Poultry Science*, 84, 771-781. <https://doi.org/10.1093/ps/84.5.771>
- McCormick, R.J. (1994). The flexibility of the collagen compartment of muscle. *Meat Science*, 36, 79-91. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)90035-3](https://doi.org/10.1016/0309-1740(94)90035-3)
- Mueller, W., Schraer, R., & Scharer, H. (1964). Calcium metabolism and skeletal dynamics of laying pullets. *The Journal of Nutrition*, 84, 20-26. <https://doi.org/10.1093/jn/84.1.20>
- Mueller, S., Kreuzer, M., Siegrist, M., Mannale, K., Messikommer, R.E., & Gangnat, I.D.M. (2018). Carcass and meat quality of dual-purpose chickens (Lohmann Dual, Belgian Malines, Schweizerhuhn) in comparison to broiler and layer chicken types. *Poultry Science*, 97, 3325-3336. <https://doi.org/10.3382/ps/pey172>
- Northcutt, J.K., Foegeding, E.A., & Edens, F.W. (1994). Water-holding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. *Poultry Science*, 73, 308-316. <https://doi.org/10.3382/ps.0730308>
- Olive, R. (2006). O Mundo do Frango: e de Frango. In do A. Criciúma (Ed.), The chicken world: Chicken meat production chain. *Cadeia Produtiva da Carn* (p. 680). Sao Paulo. <https://search.worldcat.org/en/title/709405787>

- Öztaş, A. (2003). Et Bilimi ve Teknolojisi. *TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları Kitaplar Serisi Yayını*, (1), 495. <https://gidamo.org.tr/yayinlar/et-blm-ve-teknolojs/2>
- Prinz, S., Van Oijen, G., Ehinger, F., Bessei, W., & Coenen, A. (2012). Electrical waterbath stunning: Influence of different waveform and voltage settings on the induction of unconsciousness and death in male and female broiler chickens. *Poultry Science*, 91, 998-1008. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00137>
- Rayner, A.C., Newberry, R.C., Vas, J., & Mullan, S. (2020). Slow-growing broilers are healthier and express more behavioural indicators of positive welfare. *Scientific Reports*, 10, 1-14. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72198-x>
- Rennie, J.S., Fleming, R.H., McCormack, H.A., McCorquodale, C.C., & Whitehead, C.C. (1997). Studies on effects of nutritional factors on bone structure and osteoporosis in laying hens. *British Poultry Science*, 38, 417-424. <https://doi.org/10.1080/00071669708418012>
- Smaldone, G., Capezzuto, S., Ambrosio, R.L., Peruzy, M.F., Marrone, R., Peres, G., & Anastasio, A. (2021). The influence of broilers' body weight on the efficiency of electrical stunning and meat quality under field conditions. *Animals*, 11, 1362. <https://doi.org/10.3390/ani11051362>
- Sorapukdee, S., Uesakulrungrueng, C., & Pilasombut, K. (2016). Effects of humectant and roasting on physicochemical and sensory properties of jerky made from spent hen meat. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 36, 326-334. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.3.326>
- Süzer, B., Tüfekçi, K., Arıcan, I., Petek, M., Abdourhamane, I.M., Özbek, M., & Yıldız, H. (2019). Effects of genotype and housing system on some bone biomechanical characteristics in broiler chickens. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 66, 237-246. <https://doi.org/10.33988/auvfd.441862>
- Tang, H., Gong, Y.Z., Wu, C.X., Jiang, J., Wang, Y., & Li, K. (2009). Variation of meat quality traits among five genotypes of chicken. *Poultry Science*, 88, 2212-2218. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00036>
- Thorp, B.H. (2001). Diseases of the musculoskeletal system. In: Jordan, F. (Ed.), *Poultry Diseases*. London, WB. Saunders, 437-454. [https://books.google.com.tr/books?id=I9pfDwAAQBAJ&lp_g=PA470&ots=iiRbLMcZ39&dq=Diseases%20of%20the%20musculoskeletal%20system.%20In%3A%20Jordan%2C%20F.%20\(Ed.\)%2C%20Poultry%20Diseases.%20London%2C%20WB.%20Saunders%2C%20437-454.%20&lr&hl=tr&pg=PA469#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.tr/books?id=I9pfDwAAQBAJ&lp_g=PA470&ots=iiRbLMcZ39&dq=Diseases%20of%20the%20musculoskeletal%20system.%20In%3A%20Jordan%2C%20F.%20(Ed.)%2C%20Poultry%20Diseases.%20London%2C%20WB.%20Saunders%2C%20437-454.%20&lr&hl=tr&pg=PA469#v=onepage&q&f=false)
- Tougan, P.U., Dahouda, M., Salifou, C.F.A., Ahounou, S.G.A., Kpodekon, M.T., Mensah, G.A., & Karim, I.Y.A. (2013). Conversion of chicken muscle to meat and factors affecting chicken meat quality. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 3, 1-20. https://publicationschercheurs.inrab.bj/uploads/fichiers/lots2/Publications_Guyzap%2020062014/14_1_Vol%201_Publications_IF_tir%C3%83%C2%A9s%20%C3%83%C2%A0%20part_LAFDR_GAM/Article%20N%C3%82%C2%B0%2006_Tougan%20et%20al.pdf
- Trithavisup, T., Sanpinit, P., Sakulwech, S., Klamchuen, A., & Malila, Y. (2022). In vitro protein digestion of cooked spent commercial laying hen and commercial broilers breast Meat. *Foods*, 11, 1853. <https://doi.org/10.3390/foods11111853>
- Turgut, M. (2023). Farklı gelişme hızına sahip etlik piliç soylarında kesim öncesi stresi ve bilinçsizleştirme işleminin kesim performansı ve göğüs eti kalite özellikleri üzerine etkisi. (YÖK Tez No: 780722) [*Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi*].
- Vieira, C., Diaz, M.T., Martínez, B., & García-Cachán, M.D. (2009). Effect of frozen storage conditions (temperature and length of storage) on microbiological and sensory quality of rustic crossbred beef at different states of ageing. *Meat Science*, 83, 398-404. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.013>
- Webster, A.B. (2004). Welfare implications of avian osteoporosis. *Poultry Science*, 83, 184-192. <https://doi.org/10.1093/ps/83.2.184>
- Zhang, L., & Barbut, S. (2005). Effects of regular and modified starches on cooked pale, soft, and exudative; normal; and dry, firm, and dark breast meat batters. *Poultry Science*, 84, 789-796. <https://doi.org/10.1093/ps/84.5.789>