

Kesim Öncesi Bilinçsizleştirme Akım Seviyesinin Etlik Piliçlerin Karkas ve Göğüs Eti Kalitesi Üzerine Etkisi

İhsan Bülent Helva^{1*}, Mustafa Akşit²

Adnan Menderes Üniversitesi, ¹Çine Meslek Yüksekokulu, ²Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Aydın

*İletişim (correspondence): e-posta bhelva@yahoo.com; Tel: +90 (256) 711 5051; Faks: +90 (256) 711 7054

Gönderim tarihi (Received): 11 Kasım 2015; Kabul tarihi (Accepted): 03 Mayıs 2016

Öz

Bu çalışma, elektrik akımıyla bilinçsizleştirmenin etlik piliçlerin karkas ve göğüs eti kalite özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Piliçleri bilinçsiz hale getirmek için 90, 120 ve 150 mA, 400 Hz pulslanmış doğru akım (pDC) uygulanmıştır. Her bir uygulama için 20 (10♀:10♂), toplamda 60 piliç kullanılmıştır. Piliçlere 4 sn süre ile su banyosunda elektrik akımı uygulanmıştır. Bilinçsizleştirme sırasında her bir piliç için üzerinden geçen gerilim ve vücut direnç değerleri belirlenmiştir. Bilinç kaybından sonra, piliçlerin canlı olup olmadıkları kontrol edilmiş ve kesilmiştir. Kesilen piliçlerde kan kayıpları, karkasta oluşan damar kanamaları, spot lekeler ve kanat kısmına ait kemik kırıkları tespit edilmiştir. Göğüs etinin kalitesi, etin pH'sı (kesildikten 15 d ve 24 saat sonra), su kaybı, pişirme kaybı ve sertliği belirlenerek değerlendirilmiştir. Elektrik akımı değerleri piliçlerin göğüs etinde sadece su kaybı üzerinde etkili olmuştur (P<0.05). Uygulanan 120 mA'lık akım düzeyi piliçlerin göğüs etinde daha düşük su kaybına yol açmıştır. Elektrik akımının incelenen diğer özellikler üzerindeki etkisi önemli bulunmamıştır (P>0.05). Sonuç olarak, bu çalışmada incelenen tüm özellikler dikkate alındığında, etlik piliçlerin kesim öncesi bilinçsizleştirilmesinde pDC 120 mA (400 Hz) akım uygulamasının daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Bilinçsizleştirme, yüksek frekans, doğru akım, karkas kusurları, et kalitesi

The Influence of Pre-Slaughter Stunning Current Levels on Carcass and Breast Meat Quality of Broilers

Abstract

This study was conducted to determine the effects of electrical stunning on carcass and breast meat quality of broiler chickens. Broiler chickens were rendered unconscious by using 90, 120 and 150 mA (400 Hz) pulsed direct current (pDC). A total of 60 chickens, 20 (10♀:10♂) for each treatment was used. The electric currents were applied to chickens about 4 sec in water-bath. During stunning, the voltage passing through them and body resistance value for each bird were determined. After losing consciousness, it was controlled if chickens were alive or not and then they were slaughtered. Blood losses, vein bleeding and hemorrhage in carcass, and broken bones on wings were determined in slaughtered chicken. Breast meat quality was evaluated through determining pH (at 15 min and 24 h postmortem), drip loss, cooking loss, and shear force. The electrical current values were effective on only drip loss in breast meat of chickens (P<0.05). The current level of 120 mA caused lower drip loss in chicken breast meat. Effect of the electric current levels on the other studied properties were insignificant (P>0.05). As a result, considering all parameters examined in this study, it was concluded that the applying of pDC 120 mA with a frequency of 400 Hz was more effective for pre-slaughter stunning of broiler chickens.

Keywords: Stunning, high frequency, direct current, carcass defects, meat quality

Giriş

Kanatlıların kesim sırasında göstermiş oldukları tepkileri, hissettikleri acıyı ve korkuyu azaltmak, uygun bir kesim ortamı sağlamak, et kalitesini korumak/iyileştirmek amacıyla gelişmiş ülkelerde kesim öncesi bilinçsizleştirme işlemi uygulanmaktadır (Raj, 1998; McNeal ve ark., 2003). Uygulamanın amacı, bilinç kaybı yaratarak piliçlerin hareketsiz fakat canlı kalmalarını sağlamak ve ölümü kan kaybına bağlı ortaya çıkarmaktır (Anonim, 2004; Raj ve O'Callaghan, 2004).

Piliçlerin kesim öncesi bilinçsizleştirilmesinde su banyolarında elektrik akımı uygulanması kısa sürede etki göstermesi, uygulama kolaylığı ve düşük maliyeti nedeni ile yaygın kullanılmaktadır (Duncan, 2001; Prinz, 2009). Uygulamada kesim hattına asılmış piliçler bilinçsizleştirme kabininde başlarının suya batmasıyla elektrik akımına maruz kalmaktadır (Duncan, 2001). Elektrik akımı piliçlerin kalp ve beyin fonksiyonlarının değişmesine yol açarak bilinç kaybı oluşturmaktadır (Anonim, 2004). Kullanılan elektrik değerleri kesim öncesinde piliçler, sonrasında karkaslar üzerinde farklı

etkiler yaratmaktadır. Özellikle piliçleri daha derin bilinçsizleştirilen elektrik değerlerinin hayvan refahı açısından olumlu sonuçlar ortaya koymasına karşın, kesim öncesi hareketsiz görünümleri uygulamada bazı tartışmalara neden olmaktadır. Bilinçsizleştirme uygulamalarında AC ve DC akım, ABD’de 10-28 V, 10-45 mA ve 350–500 Hz, (Bilgili, 1999; Nunes, 2007; Shields ve ark., 2010), AB ülkelerinde ise 70-150 mA ve 50–2000 Hz değerleri kullanılmaktadır (Prinz, 2009). Hayvan başına uygulanacak değerlerin hesaplanmasında Ohm Kanunundan (Gerilim = Akım x Direnç) yararlanılmaktadır. Elektrik akımı özel tasarlanmış panolar tarafından AC/DC akım şeklinde, yüksek/düşük frekansta, yarım/tam doğrultulmuş, sinüs/kare dalga tipinde ve sürekli/pulslanmış olarak üretilmektedir (Kuenzel ve Ingling, 1977; Bilgili, 1999; Lambooi ve Gerritzen, 2007). Etkin bir bilinçsizleştirmede uygulanacak en düşük akımın 120 mA olması gerektiği (Gregory ve Wotton, 1990; Raj, 1998; Prinz ve ark., 2010), bu değer üzerindeki uygulamaların karkas kusurlarını artırmadığı bildirilmektedir (Gregory ve Wilkins, 1989a; Wilkins ve ark., 1999). Yüksek frekans değerlerinin piliçlerin refahını olumlu etkilediği ve karkas kusurlarını azalttığı görülmektedir (Goksoy ve ark., 1999; Wilkins ve ark., 1999). Hayvan refahı ve et kalitesi dikkate alındığında uygulanacak AC akımın 100 mA için 200 Hz, 150 mA için 200-400 Hz, 200 mA için 400-1500 Hz, pDC akımda ise aynı değerlerin 1:1 akım/frekans oranı ile uygulanması önerilmektedir (Anonim, 2004). Yüksek frekansın ve pDC akımın ürün kalitesini iyileştirdiği (Barker, 2007), 400 Hz’in üzerindeki frekanslarda ise piliç başına 150 mA’dan daha yüksek değerlerin uygulanması önerilmektedir (Prinz, 2009).

Kesimden sonra ölümün şekillenmesinde akan kan miktarı etkilidir. Uygun bir kesim işleminde canlı ağırlığın en az % 2.5’i kadar kan akmalıdır (Anonim, 2004). Elektrik akımı uygulanarak yapılan bilinçsizleştirme çalışmalarında elektriğin akan kan miktarını azaltan bir etkisinin olduğu yönünde bulgulara rastlanmaktadır (Veerkamp ve De Vries, 1983; Gregory ve Wilkins, 1989b). Kan miktarındaki azalmanın fibrilasyon ile ilişkili olduğu belirtilmektedirler (Goksoy ve ark., 1999). Diğer taraftan elektriğin akan kan miktarını artırdığı yönünde bildirişlerde bulunmaktadır (Papinaho ve Fletcher, 1995; Contreras ve Beraquet, 2001; Ali ve ark., 2007). Ayrıca, pDC akım piliçlerin kalp fonksiyonlarını daha az etkilediğinden daha iyi kan akışı sağlamaktadır (Prinz, 2009). Uygulamalar karkas kalitesi açısından değerlendirildiğinde; yüksek gerilim uygulamaları kemik kırıklarına (Gregory ve Wilkins,

1989a), iç organlarda ve kanat eklemlerinde kanamalara, kırmızı kanat uçlarına (Heath, 1984), göğüs etinde kanamalara (Veerkamp ve De Vries, 1983; Goksoy ve ark., 1999), lades (furcula) kemiği çatlaklarına ve omuz kaslarında tendonların ayrılmasına (Sams, 1996) neden olabilmektedir. Diğer yandan yüksek frekans uygulamaları but, göğüs kanamalarını ve kemik kırıklarını azaltmaktadır (Gregory ve Wotton, 1990). Elektrik akımı piliç etlerinin başlangıç pH’sını etkilemekte (Savenije ve ark., 2002), yüksek voltaj (>65V) piliç etlerinin pH’sını artırmaktadır (Aksit ve ark., 2003). Ayrıca, bilinçsizleştirmede kullanılan elektrik akımı, rigorun erken gelişmesine de yol açmaktadır (Bilgili, 1999). Düşük akım değeri (50mA), yüksek akıma (125 mA) göre piliçlerin göğüs etinde daha düşük pH’ya yol açmaktadır (Papinaho ve ark., 1995; Craig ve ark., 1999). Elektriğin piliçlerin göğüs eti sertliği üzerindeki etkisi konusunda farklı bildirilişler bulunmaktadır. Lee ve ark.(1979) ve Thomson ve ark.(1986) piliç göğüs eti sertliği üzerine elektriğin olumlu etkisinin olduğunu, Raj (2000) ise bu etkinin kesim ile göğüs etinin kemikten ayrılınca kadar geçen süreden kaynaklandığını ileri sürmektedir.

Bu çalışma, etlik piliçlerin bilinçsizleştirilmesine yönelik kesim öncesi pDC 90, 120 ve 150 mA, 400 Hz değerinde elektriğin 4 sn süre ile uygulanmasının piliçlerin bazı karkas kusurları ve et kalite özellikleri üzerinde meydana getireceği etkileri belirlemek amacı ile yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırma Adnan Menderes Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu’nun 07.10.2011 tarih ve 2011/86 sayılı onayına istinaden, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tavukçuluk Tesisleri ve Laboratuvarlarında yürütülmüştür. Çalışmada vücut konformasyonları incelenmiş, 41 günlük Ross 308 genotipinde, 2045±291g ağırlığında 60 adet (30♀:30♂) etlik hibrit kullanılmıştır. Kanat numaraları takılı piliçler son sekiz saat süresince aç bırakılmış, kesim öncesinde su kısıtlaması uygulanmamıştır. Çalışmada her birinde 20 etlik piliç bulunan (10♀:10♂) 3 grup oluşturulmuştur. Etlik piliçlerin kesim öncesinde bilinçsizleştirilmesi için uygulanacak olan elektrik değerleri akım sabitleme prensibine göre çalışan pano tarafından üretilmiştir. Canlı olarak tartımları yapılan piliçler askılanmıştır. Askılama sonrasında sakinleşmeleri için beklenen, mekanik düzen aracılığı ile %1 NaCl içeren su banyosuna indirilen piliçlere pDC 400 Hz kare dalga tipindeki (1:1 oranı) akım 90, 120 ve 150 mA düzeylerinde, 4 sn süre ile uygulanmıştır. Bu

sırada osiloskop aracılığı ile (UNI Trend Limited Group, Model UNI-T 2025C) uygulanan değerlerin kontrolü yapılmıştır. Akım uygulanması sırasında “ortalama” volt değerleri okunarak piliçler üzerinden geçen gerilim miktarları ölçülmüştür. Daha sonra piliçlerin ibik, ayak ve korneal reflekslerine göre yaşayıp yaşamadıkları kontrol edilmiştir. Kesim hunilerine aktarılan piliçlerin mekanik olarak soluk borusu, yemek borusu, karotid arter (carotid atery) ve jugular vein damarları kesilmiş ve 3 dakika süre ile kan akışının tamamlanması için beklenmiştir. Kan akışı sırasında akan kanın piliçlerin üzerine bulaşması engellenmiştir. Kesim öncesi ve kan akışı sonrasındaki ağırlıklar tartılarak akan kan oranı (%) hesaplanmıştır. Kesim sonrası tüy yolma ve iç çıkarma işlemi tamamlanan piliç karkaslarında ilk olarak kanama ve kemik kırıkları yönünden kontroller yapılmış ve her bir karkasın farklı açılardan resimleri çekilmiştir (Barker, 2006). Yapılan kontroller ve resimlerin incelenmesi sonucunda, kanatların dip, orta ve uç kısımlarına ait kanamalar (damar, spot ve kırmızı kanat ucu) ve kırıklar tespit edilmiştir (McNeal ve ark., 2003). Göğüs, but, pygostole ve tüy kökü kanamaları da incelenerek karkas kusurları belirlenmiştir. İncelenen karkas kusurları (1:kusur yok, 2:kusur var, 3:oldukça fazla karkas kusuru var) şeklinde kodlanarak veriler elde edilmiştir. Karkas kusurları incelenen piliçlerin sağ göğüs lobundan alınan örneklerde pH ölçümlerinin ilki kesimden sonraki ilk 15 dk içerisinde (pH₁₅), ikincisi, bu örnekler +4°C’de 24 saatini tamamlandığında (pH₂₄) yapılmıştır (Hanna Hi 8424). Göğüs kafesinden ayrılıp ağırlıkları kaydedilen (ilk ağırlık) ve 24 saat boyunca plastik torbalarda +4°C’de bekletilen sol göğüs etleri kurulandıktan sonra tekrar tartılmıştır (son ağırlık). Sol göğüs etinden elde edilen 80g’lık örnekler plastik torbalarda +85°C’de su banyosunda 45 dakika pişirilmiştir. Örnekler soğuduktan sonra kurularak tekrar tartılmıştır (pişirme sonrası ağırlık). Su kaybı ve pişirme kaybı oranları (%) incelenen örneklerin ilk ve son ağırlık değerleri arasındaki farktan yararlanılarak hesaplanmıştır. Piliçlerin sol göğüs lobundan alınan diğer örnekler +85°C’de su banyosunda 45 dakika pişirildikten sonra +24°C’ye soğutulmuştur. Kas liflerine paralel olarak 1x1x4 cm³ boyutlarında kesilen göğüs etlerinin sertlik düzeylerinin belirlenmesinde Warner–Bratzer yöntemi kullanılmıştır. Örneklerin sertliği Zwick / Roell Z 0.5 Test Cihazında TextXpert Versiyon 3.4 programı kullanılarak 40 mm/s bıçak iniş hızı ve %80 kesi ile ölçülmüştür. Her örnek için 3 ölçüm yapılmış ve ortalamaları alınarak kg/cm² cinsinden uygulanan kuvvet belirlenmiştir.

Veriler SPSS paket programının Genel Doğrusal Modelleri arasında yer alan Multivariate yöntemi kullanılarak akım düzeyinin karkas kusurları ve et kalite özellikleri üzerindeki etkileri hesaplanmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıkların önemi ise Duncan testi kullanılarak belirlenmiştir (SPSS 18, 2009)

Bulgular

Bilinçsizleştirme işlemi sırasında piliçlerin üzerinden geçen gerilim değerleri (V) belirlendikten sonra uygulanan akım düzeyi dikkate alınarak Ohm Kanununa göre piliçlere ait vücut dirençleri (Ω) hesaplanmıştır. Piliçlerin üzerinden geçen gerilim miktarı ve vücut dirençleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Elektrik akımı uygulanan etlik piliçlerin vücutundan geçen gerilim (V) ve hesaplanan vücut direnç değerleri (Ω)

Özellikler	Elektrik Akımı (mA)		
	90	120	150
Gerilim (V)	70.0	103.0	112.5
Direnç (Ω)	778	858	750

Araştırma bulgularımıza göre piliçlerin üzerinden geçen gerilim uygulanan akım düzeyine bağlı olarak artmıştır. Piliçlerin vücut dirençlerinin 750–858 Ω aralığında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 1).

Elektrik uygulamasına bağlı saptanan karkas kusurları ve standart hataları Çizelge 2’de verilmiştir. Kusurların uç ve orta kanat, but ve pygostole kısmında spot ve damar kanaması şeklinde olduğu görülmüştür. Piliçlere uygulanan elektrik değerlerinin karkas kusurları üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Kesim öncesi pDC 400 Hz, 90, 120 ve 150 mA elektrik akımı uygulanan piliçlerden akan kan miktarı ve göğüs eti kalite özelliklerine ait ortalamalar ve standart hataları Çizelge 3’de verilmiştir. Bilinç kaybı yaratmak için uygulanan elektrik akımının piliçlerde ölüme yol açmadığı anlaşılmıştır. Piliçlerden akan kan miktarının %3.27-3.48, göğüs etindeki sertlik değerinin 3.49-3.81 kg/cm² arasında değiştiği görülmektedir. Araştırma bulgularımız piliçlere uygulanan elektrik akımının sadece su kaybı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir ($P<0.05$). En yumuşak göğüs eti ve göğüs etindeki en düşük su kaybının 120 mA uygulamasında, daha fazla kanama miktarının ve yüksek göğüs eti pH’sının 90 ve 120 mA uygulamalarında olduğu belirlenmiştir ($P>0.05$).

Çizelge 2. Elektrikle bilinçsizleştirilen etlik piliçlerin karkas kusurları üzerine etkisi*

Özellikler	Elektrik Akımı (mA)				SHO	P	
	90	120	150	Genel			
Uç Kanat	Spot Kanama	1.55	1.45	1.40	1.47	0.07	0.39
	Damar Kanama	1.10	1.15	1.30	1.18	0.05	0.13
	Kemik Kırığı	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	-
Orta Kanat	Spot Kanama	1.10	1.25	1.05	1.13	0.04	0.08
	Damar Kanama	1.05	1.05	1.15	1.08	0.04	0.30
	Kemik Kırığı	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	-
Dip Kanat	Kemik Kırığı	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	-
Göğüs	Spot Kanama	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	-
But	Spot Kanama	1.05	1.15	1.00	1.07	0.03	0.08
Pygostole	Kanama	1.35	1.50	1.65	1.50	0.07	0.08
Tüy Kökü	Kanama	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	-

SHO: Standart Hata Ortalaması; P: Önemlilik; *1: karkas kusuru yok, 2: karkas kusuru var, 3: oldukça fazla karkas kusuru var

Tartışma ve Sonuç

Piliçlerin vücut dirençleri önceki çalışmalarda elde edilen direnç değerlerinin sınırları içerisinde yer almıştır (Çizelge 1). Bu değerler, Hindle ve ark. (2010) tarafından bildirilen 680–1500 Ω aralığının alt-orta değerlerine yakın bulunurken, Woolley ve ark. (1986) daha yüksek (1000-2600 Ω) vücut direnç değerleri bildirmişlerdir. Piliçlerin vücut dirençlerinin 750-858 Ω aralığında belirlenmiş olması, piliçlere kesim öncesi su kısıtlaması uygulanmamasına, su banyosundaki suyun ve kesilen piliçlerin tüylerinin temiz olmasına bağlanabilir.

Kesim öncesi piliçlere elektrik akımı uygulamasına bağlı olarak meydana gelen karkas kusurlarıyla ilgili literatürde farklı sonuçlara rastlanmaktadır. Elektrik uygulamasının karkas kusurları üzerinde etkili olmadığını ileri süren araştırma sonuçlarının (Gregory ve Wilkins, 1989a; Wilkins ve ark., 1999) yanı sıra, elektrik uygulamalarının karkas kusurlarını artırdığı yönde bulgulara da rastlanmaktadır (Veerkamp ve De Vires, 1983; Heath, 1984; Veerkamp, 1988; Papinaho ve ark., 1995; Raj ve Johnson, 1997; Prinz, 2009). Araştırma bulgularımız uygulanan elektrik akımının

kemik kırıklarına yol açmadığını, karkaslarda meydana gelen kanama kusurlarının uç-orta kanat, but ve pygostole de görüldüğünü ancak, bu kanamaların önemli olmadığını ortaya koymaktadır ($P>0.05$).

Bu çalışmada, piliçlerden akan kan miktarının (%3.27-3.48) önceki çalışmalarda belirlenen değerler yakın ve en az akması gereken miktarın (% 2.5) üzerinde olduğu görülmektedir (Raj ve Johnson, 1997; Ali ve ark., 2007; Helva, 2014). Piliçlerin göğüs etinde saptanan ilk pH değeri ile son pH değerlerindeki değişimin uygulama gruplarında benzer biçimde %13 oranında bir düşüşe neden olduğu belirlenmiştir. Bu durum etin normal olgunlaşma sürecindeki pH düşüşü ile uyumludur. Bu sonuçlar piliç göğüs etindeki pH değişimi üzerine kesim öncesi uygulanan elektrik akımının önemli bir etkisinin olmadığını ortaya koymaktadır. Buna karşın piliçlere kesim öncesi uygulanan elektrik akımının göğüs etinin su kaybı üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur. Piliçlerin göğüs etindeki su kaybı %1.06 ile 120 mA'de en düşük seviyede iken, 90 mA'de %1.89 ile en yüksek değerini almıştır. Literatürde kesim öncesi piliçlere uygulanan elektrik akımının göğüs etinin su kaybı üzerindeki etkisi konusunda herhangi bir çalışmaya

Çizelge 3. Elektrikle bilinçsizleştirilen etlik piliçlerin kan kaybı ve göğüs eti kalitesine etkisi

Özellikler	Elektrik akımı (mA)				SHO	P
	90	120	150	Genel		
Akan Kan Miktarı (%)	3.46	3.48	3.27	3.40	0.17	0.62
pH ₁₅	6.73	6.72	6.64	6.70	0.10	0.06
pH ₂₄	5.84	5.87	5.78	5.83	0.10	0.06
Su Kaybı (%)	1.89 ^a	1.06 ^b	1.52 ^{ab}	1.47	0.11	0.01
Pişirme Kaybı (%)	24.03	23.37	24.61	24.00	0.34	0.17
Sertlik(kg/cm ²)	3.81	3.49	3.76	3.69	0.12	0.31

a-b: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan özellikler arasındaki farklar önemlidir ($P<0.05$); SHO: Standart Hatalar Ortalaması; P: Önemlilik

rastlanmamış olup bu konuda çalışmaların yapılmasına gerekmektedir.

Bu çalışmada elde edilen piliçlerin göğüs eti sertliğinin Craig ve ark.(1999), Contreras ve Beraquet (2001) ve Raj (2000) bildirdiği gibi uygulanan elektrik akımından etkilenmediği ortaya çıkmıştır.

Kesim öncesi piliçlerin bilinçsizleştirilmesi amacıyla yaygın olarak kullanılan su banyolarında elektrik akımı uygulaması piliç karkaslarında spot ve damar kanama kusurlarına neden olmuş ve bu kusur uygulanan farklı elektrik akımı değerlerinden etkilenmemiştir. Akan kan miktarı beklenen sınırlar içerisinde gerçekleşmiştir. Et kalite özellikleri açısından ise elektrik uygulamasının su kaybı dışında incelenen diğer özellikler üzerine önemli bir etkisi olmamıştır. Göğüs etinde en düşük su kaybı 120 mA uygulamasında görülmüştür. İncelenen tüm özellikler bir arada değerlendirildiğinde kesim öncesi piliçlere 120 mA akım uygulanmasının daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- Aksit M, Onenç A, Yalcin S. 2003. A survey on poultry slaughterhouses in Turkey: Incidence of carcass defects and meat quality related stunning voltage. XVIth European Symposium on the Quality of Poultry Meat, 23-26 September 2003, Saint-Brieuc–Ploufragan, Cotes d’Armor, France, s. 463-468.
- Ali ASA, Lawson MA, Tauson AH, Jensen JF, Chwalibog A. 2007. Influence of electrical stunning voltages on bleed out and carcass quality in slaughtered broiler chickens. Archiv für Geflügelkunde 71(1):35–40.
- Anonim, 2004. EFSA (European Food Safety Authority): Welfare aspects of the main systems of stunning and killing the main commercial species of animals. The EFSA Journal 45:1-29.
- Barker R. 2006. The effect of water bath stunning current, frequency and waveform on carcass and meat quality in broilers. MSc Dissertation, University of Bristol, England.
- Barker R. 2007. Electrical water-bath stunning parameters. <http://www.hsa.org.uk/Resources/Electrical%20waterbath%20stunning%20parameters.pdf> (18 Mayıs 2013)
- Bilgili SF. 1999. Recent advantages in electrical stunning. Poultry Science 78:282-286.
- Contreras CC, Beraquet NJ. 2001. Electrical stunning, hot boning and quality of chicken breast meat. Poultry Science 80:501-507.
- Craig EW, Fletcher DL, Papinaho PA. 1999. The effects of ante mortem electrical stunning and post mortem electrical stimulation on biochemical and textural properties of broiler breast meat. Poultry Science 78:490-494.
- Duncan JH. 2001. Animal welfare issues in the poultry industry: Is there a lesson to be learned? Journal Applied Animal Welfare Science 4(3):207-221.
- Goksoy EO, McKinstry LJ, Wilkins IJ, Parkman A, Phillips A, Richardson RI, Anil MH. 1999. Broiler stunning and meat quality. Poultry Science 78:1796-1800.
- Gregory NG, Wilkins LJ. 1989a. Effect of stunning current on carcass quality in chickens. Veterinary Record 124:530-532.
- Gregory NG, Wilkins LJ. 1989b. Effect of slaughter method on bleeding efficiency in chickens. Journal of the Science of Food and Agriculture 47:13–20.
- Gregory NG, Wotton SB. 1990. Effect of stunning on spontaneous physical activity and evoked activity in the brain. British Poultry Science 31:215–220.
- Heath GE. 1984. The slaughter of broiler chickens. World Poultry Science Journal 40:151-159.
- Helva İB. 2014. Kesim öncesi etlik piliçlerin bilinçsizleştirilmesi için kullanılan farklı frekanslardaki alternatif ve doğru akımın hayvan refahı, karkas kusurları ve et kalitesi üzerine etkileri. Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Hindle VA, Lambooij A, Reimert HGM, Workel LD, Gerritzen MA. 2010. Animal welfare concerns during the use of the water bath for stunning broilers, hens and ducks. Poultry Science 89:401-412.
- Kuenzel WJ, Ingling A. 1977. A comparison of plate and brine stunners, AC and DC circuits for maximizing bleed-out in processed poultry. Poultry Science 56:2087–2090.
- Lambooij E, Gerritzen MA. 2007. Stunning systems of poultry species. http://www.cabi.org/animalscience/Uploads/File/AnimalScience/additionalFiles/WPSA_2007/16_Lambooij%20Bert.pdf (10 Şubat 2013).
- Lee BY, Hargus LG, Webb EJ, Rickansrud AD, Hagberg CE. 1979. Effect of electrical stunning on post mortem biochemical changes and tenderness in broiler breast muscle. Journal of Food Science 44:1121–1122.

- McNeal WD, Fletcher DL, Buhr RJ. 2003. Effects of stunning and decapitation on broiler activity during bleeding, blood loss, carcass, and breast meat quality. *Poultry Science* 82:163-168.
- Nunes F. 2007. How to avoid bruising during electrical poultry stunning. <http://www.meatingplace.com/Industry/TechnicalArticles/Details/618> (10 Mayıs 2013).
- Papinaho PA, Fletcher DL. 1995. Effects of electrical stunning duration on post-mortem rigor development and broiler breast meat tenderness. *Journal Muscle Foods* 6:1-8.
- Papinaho PA, Fletcher DL, Buhr RJ. 1995. Effect of electrical stunning amperage and peri-mortem struggle on broiler breast rigor development and meat quality. *Poultry Science* 74:1533-1539.
- Prinz S. 2009. Electrical stunning of broiler chickens. http://www.cabi.org/AnimalScience/Uploads/File/AnimalScience/additionalFiles/WPSATurku2009/17_eggmeat2009_prinz_PL19.pdf (18 Mayıs 2013).
- Prinz S, Van Oijen G, Ehinger F, Coenen A, Bessei W. 2010. Electroencephalograms and physical reflexes of broiler after electrical water bath stunning using an alternating current. *Poultry Science* 89:1265-1274.
- Raj ABM, Johnson SP. 1997. Effect of the method of killing, interval between killing and neck cutting and blood vessels cut on the blood loss in broilers. *British Poultry Science* 38:190-194.
- Raj ABM. 1998. Welfare during stunning and slaughter of poultry. *Poultry Science* 77:1815-1819.
- Raj ABM. 2000. Stunning and slaughter of poultry. Ed. Mead, GC. *Poultry Meat and Processing*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, s. 65-80.
- Raj ABM, O'Callaghan M. 2004. Effects of electrical water bath stunning current frequencies on the spontaneous electroencephalogram and somatosensory evoked potentials in hens. *British Poultry Science* 45(2):230-236.
- Sams AR. 1996. Stunning Basics. *Broiler Industry* 59:36-38.
- Savenije B, Schreurs FJG, Winkelman-Goedhart HA, Gerritzen MA, Korf J, Lambooi E. 2002. Effects of feed deprivation and electrical, gas, and captive needle stunning on early post mortem muscle metabolism and subsequent meat quality. *Poultry Science* 81:561-571.
- Shields JS, Park S, Raj ABM. 2010. A critical review of electrical water-bath stun systems for poultry slaughter and recent developments in alternative technologies. *Journal Applied Animal Welfare Science* 13:281-299.
- SPSS, 2009: *Statistical Packages for the Social Sciences 18.0 for Windows*. SPSS Inc., Chicago, USA.
- Thomson JE, Lyon CE, Hamm D, Dickens JA, Fletcher DL, Shackelford AD. 1986. Effects of electrical stunning and hot deboning on broiler breast meat quality. *Poultry Science* 65:1715-1719.
- Veerkamp CH, De Vries AW. 1983. Influence of electrical stunning on quality aspects of broilers. Ed. Eikelenboom G. *Stunning of Animals for Slaughter*. Martinus Nijhoff Publishers, Boston, s:197-212.
- Veerkamp CH. 1988. What is the right current to stun and kill broilers? *Poultry Misset* 4:30-31.
- Wilkins L, Wotton SB, Parkman ID, Kettlewell PJ, Griffiths P. 1999. Constant current stunning effect on bird welfare and carcass quality. *Journal Applied Animal Welfare Science* 8:465-471.
- Woolley SC, Borthwick FJW, Gentle MJ. 1986. Flow routes of electric currents in domestic hens during pre-slaughter stunning. *British Poultry Science* 27:403-408.