

Research Article
(Araştırma Makalesi)



J. Anim. Prod., 2018, 59 (2):17-25
DOI: 10.29185/ hayuretim.430477

İhsan Bülent HELVA^{1*}

Mustafa AKŞİT²

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Çine Meslek
Yüksekokulu, Aydın

²Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Aydın

Bu çalışma ilk ismin doktora tezinden
üretilmiştir.

*Correspondence:

bhelva@yahoo.com

Etlık Piliçlerin Kesim Öncesi Elektrik ile Bilinçsizleştirilmesinde Farklı Dalga Tipi ve Frekans Değerlerinin Bazı Refah Parametreleri ve Karkas Kusurları Üzerine Etkileri*

The Effects of Different Waveforms and Frequency Values in Pre-slaughter Stunning by Electricity on Some Welfare Parameters and Carcass Defects

Alınış (Received): 04.06.2018

Kabul tarihi (Accepted): 28.09.2018

Anahtar Kelimeler:

Elektrikle bayılma, Akım tipi, Frekans, Hayvan refahı, Karkas kusuru

Key Words:

Electrical stunning, Current type, Frequency, Animal welfare, Carcass defect

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada, etlik piliçlerin kesim öncesi bilinçsizleştirilmesi için farklı dalga tipi ve frekans değerlerini içeren elektrik akımı uygulamasının, refah parametreleri ve karkas kusurları üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Metot: Çalışmada, 43 günlük toplam 180 (90♀-90♂) etlik piliç, her biri 20 (10♀-10♂) pilice sahip 9 gruba ayrılmıştır. Uygulama grupları, elektrik uygulanmayan kontrol grubu ve elektrik akımıyla bilinçsizleştirilen 8 deneme grubundan oluşmaktadır. Piliçler 50, 200, 400 ve 1000 Hz'lik frekanslarda, 120 mA'lık sinüs dalgalı alternatif (AC) ve pulsanmış doğru akımlar (pDC) ile su banyosunda bilinçsizleştirilmiştir. Elektrik uygulamasından sonra piliçlerin durumunu ortaya koymak için, elektrokardiyogram (EKG) kayıtları alınmıştır. Bunun yanı sıra, piliçlerde nefes alma, kanat çırpma, titreme ve kalp fibrilasyon tepkileri ve göz, ibik ve ayak refleksleri de belirlenmiştir. Kanama sırasında piliçlerdeki kan kaybı ölçülmüştür. Ayrıca, karkas kusurları da değerlendirilmiştir.

Bulgular: Bilinçsizleştirme için uygulanan elektrik akımı piliçlerin göz, ibik ve ayak reflekslerini, kanat çırpma davranışını ve solunumunu önemli şekilde etkilemiştir (P<0.05). Elektrikle bayılma genel olarak etlik piliçlerde karkas kusurlarını artırmıştır. Elektrik uygulamasından kaynaklanan karkas kusurları etlik piliçlerde kanatların orta kısmında ve butlarda spot kanamalar şeklinde meydana gelmiştir (P<0.05).

Sonuç: Araştırma sonuçları, piliçlerin AC akımın 50 ve 200 Hz'lik frekanslarda daha etkili bir şekilde bilinçsizleştirildiğini göstermiştir.

ABSTRACT

Objective: In this study, the effects of electric current application including different wave types and frequency values on welfare parameters and carcass defects to render broilers unconscious before slaughter were examined.

Material and Methods: In study, a total of 180 forty three-day-old broilers were divided into 9 treatment groups with 20 chickens (10♀-10♂) each. Treatment groups consist of a control group without electricity and eight groups stunned by using the electric current. Broilers were stunned in water bath with the electric currents, sine wave alternating current (AC) and pulsed direct current (pDC) of 120 mA and frequencies of 50, 200, 400, and 1000 Hz. To reveal the condition of chickens after the electric treatment, electrocardiogram (ECG) was recorded. Besides, the reflexes of eye, comb, foot, and the responses of breathing, wing flapping, shaking, cardiac fibrillation in chickens were also determined. Amount of blood loss in chickens during bleeding was measured. Also, carcass defects assessed.

Results: The applied electrical current for stunning affected significantly the reflexes of eye, comb, and foot, the behavior of wing flapping and respiratory of broilers. The electrical stunning was generally increased carcass defects in broilers. Carcass defects caused by electric application occurred in the form of hemorrhagic spots in the middle part of wings and thighs in broilers (P<0.05).

Conclusion: The results of research showed that chickens were better effectively stunned at the frequencies of 50 and 200 Hz, AC.



GİRİŞ

Hayvan refahı; hayvanların açlık ve susuzluk yaşamadıkları, rahatsız edici barınak veya çevre koşullarına, acı verici uygulamalara, yaralanma ve hastalıklara maruz kalmadan, korku ve stres yaşamadan normal davranışlarını sergileyebilecekleri koşullarda yetiştirilmesidir (Anonim, 2009). Kesim işlemi açısından ise, hayvan üzerinde acıya, korkuya ve strese neden olmadan, ölüm sürecinin hızlı bir şekilde gerçekleşmesidir. Son yıllarda, tüketicinin satın alma tercihleri arasında hayvan refahının gözetildiği kesim yöntemlerinin yer alması, bunu ticari açıdan pazar koşullarını belirleyen bir faktör haline dönüştürmüştür (Anonim, 2012; Anonim, 2013; Sözcü ve Yılmaz, 2014).

Kesim öncesi uygulanan bilinçsizleştirme işlemi, piliçlerin kesim sırasında acı çekmemesini ve ölümün kan kaybına bağlı gerçekleşmesini amaçlamaktadır (Anonim, 2004; Raj ve O'Callaghan, 2004). Kısa zamanda etki göstermesi, uygulama kolaylığı ve maliyetinin düşük olması nedeniyle kanatlıların bilinçsizleştirilmesinde su banyolarında elektrik akımı yaygın olarak uygulanmaktadır (Duncan, 2001; Fernandez, 2004; Prinz, 2009). Elektrikle bilinçsizleştirmede, belirlenen elektrik akımı değerleri kanatlıların üzerinden geçirilerek uygulanmaktadır. Elektrik akımı, piliçlerin sinir sisteminin etkilenmesine neden olmaktadır (Joseph ve ark., 2013). Uygulama sonrasında epilepsi ile vücut hücrelerinde duyarsızlık (somatosensory evoked potential, SEP) oluşmaktadır (Raj, 1998). Diğer taraftan kalp üzerinde de etki yaratan elektrik akımı, kalp ritmini bozmaktadır (Richard ve Sykes, 1967; Gregory ve Wotton, 1989, 1990; Bilgili, 1999). 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). Bilinçsizliğin etkin bir şekilde gerçekleşmesi için piliçlere su banyolarında en az 120 mA/piliç düzeyindeki akımın ve 4-12 sn süre ile uygulanması önerilmektedir (Gregory ve Wotton, 1990; Raj 1998; McNeal ve ark., 2003; Anonim, 2004; Prinz ve ark., 2010a).

AC sinüs değerleri elektroensefalografi (EEG) kayıtlarına göre bilinçsizleştirmede pDC'ye göre daha etkili olduğu belirtilmektedir (Raj ve ark., 2006; Shields ve ark., 2010). Doğru değerlerin uygulanması sonucunda hareketsizlik hemen başlamalıdır. Bu aşamada gözler açık olmalı ve

solunum durmalıdır. Devamında ayaklar ve kanatlar titremeli ve kan akışı sırasında kanat çırpması olmamalıdır. Kesim işlemi sonrasında ölüm gerçekleşmeli ve piliçlerin tüy yumuşatma tankına girerken göz refleksi kaybolmuş olmalıdır (Anonim, 2004). Günümüz kesimhane uygulamalarında bilinçsizleştirme etkinliğinin belirlenmesinde solunum düzensizliği ve korneal refleks kullanılan fiziksel değerlendirme parametreleridir (Von Wenzlawowicz ve Von Holleben, 2001; Prinz ve ark., 2010a).

Uygulamalar karkas kusurları açısından değerlendirildiğinde; yüksek gerilim uygulamaları kemik kırıklarına (Gregory ve Wilkins, 1989b), iç organlarda ve kanat eklemlerinde kanamalara, kırmızı kanat uçlarına (Heath, 1984) ve göğüs etinde kanamalara (Veerkamp ve De Vries, 1983; Goksoy ve ark., 1999) neden olabilmektedir. Akım miktarı, dalga tipi, frekans, süre ve hayvan kökenli birçok faktörün etkisinde gelişen bilinçsizleştirmede farklı kombinasyonlara göre değişik etkiler ortaya çıkmaktadır. Buna göre; pDC akım ve yüksek frekans ürün kalitesini iyileştirirken, AC akımın bilinçsizleştirmede daha etkili olduğu ileri sürülmektedir (Barker, 2007). Uygulanan yüksek frekans (>100 Hz) değerleri piliçler üzerinde hayvan refahı açısından olumlu etki yaratmakla birlikte karkas kusurlarının da azaldığı görülmektedir (Gregory ve ark., 1990; Goksoy ve ark., 1999; Wilkins ve ark., 1999; Raj ve O'Callaghan, 2004; Prinz, 2009).

Bu çalışmada, etlik piliçlerin kesim öncesi su banyoları kullanılarak bilinçsizleştirilmesinde 120 mA'lık alternatif akımın sinüs dalga tipi (AC) ve pulsanmış (tetiklenmiş – darbeli) doğru akımın kare dalga tipinin (pDC), 50 200, 400 ve 1000 Hz frekanslarda 4 saniye süre ile uygulamasının hayvan refahı ve karkas kusurları üzerinde yarattığı etkilerin incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Tavukçuluk ünitesi ve laboratuvarlarında ADÜ Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulunun 07.10.2011 tarih ve 2011/086 sayılı izniyle yürütülmüştür. Çalışmada 43 günlük yaşta, Hubbard genotipinde, 2450 g \pm 215 g canlı ağırlığında 180 (90♀-90♂) sağlıklı, fiziksel engeli olmayan ve bulunduğu yaşa ait normal davranışlar sergileyen etlik piliçler kullanılmıştır. Araştırmada her birinde 20 adet (10♀-10♂) etlik pilicin bulunduğu 9 deneme grubu oluşturulmuştur. Gruplardaki kanat numaraları takılı piliçler kesimden sekiz saat önce aç



birakılmıştır (su kısıtlanmamıştır). Piliçler, bilinçsizleştirme düzeneğine askılamadan önce tartılmışlardır. Askılama sonrasında piliçlerin sakinleşmesi için beklenmiştir. Mekanik düzen aracılığı ile içerisinde erimiş halde %1 NaCl bulunan havuza indirilmeleri ile birlikte piliçlere Çizelge 1’de yer alan elektrik değerleri 4 saniye süre ile uygulanmıştır. Elektrik değerleri akım sabitleme prensibine göre çalışan bir elektrik panosu tarafından üretilmiştir. Çalışmada piliçlere AC akım olarak sinüs, pDC akım olarak kare dalga (1:1) tiplerindeki akımlar uygulanmıştır. Uygulama sırasında piliçlerin üzerinden geçen elektrik değerleri dijital osilaskop (UNI Trend Limited Group, Model UNI-T 2025C) ile kontrol edilmiştir.

Çizelge 1. Deneme grupları

Table 1. Experiment groups

Grup Adı	Akım	Frekans
1.grup	AC – 120 mA	50 Hz
2.grup		200 Hz
3.grup		400 Hz
4.grup		1000 Hz
5.grup	pDC – 120 mA	50 Hz
6.grup		200 Hz
7.grup		400 Hz
8.grup		1000 Hz
Kontrol	---	---

Uygulama sırasında ve 1 dakika sonrasındaki süre içerisinde piliçlerin tepkileri incelenmiştir. Bu sırada kamera aracılığı ile (Sony Hybrid Plus Handycam) kayıtlar alınmıştır. Elektrik uygulaması sonrasında; göz reflekslerinin tespiti amacı ile piliçlerin korneasına dokunulmuş (Hindle ve ark., 2010), ibik ve ayak reflekslerinin belirlenmesinde ise ibik ve ayaklarına toplu iğne ile uyarım yapılmıştır (Raj, 1998). Piliçlerin kanat çırpma, titreme, solunum düzenlerindeki değişimler, gözlemlenmiştir (Wilkins ve ark., 1999). Tüm uyarımlar veya değişimler sonucunda ölçülen tepkiler “1 tepki yok, 2 tepki var, 3 aşırı tepki var” şeklinde kodlanarak veriler elde edilmiştir.

Her uygulama grubundan seçilen 5♀ - 5♂ piliç hayvan refahı ölçümü sonrasında kesime sevk edilmiştir. Geriye kalan 5♀ - 5♂ piliç ise fibrilasyon durumlarının belirlenmesi için elektrik uygulaması sonrasında Biopac MP30 Ultimate System kullanılarak EKG kayıtları alınmıştır. Veriler alındıktan sonra bir bilgisayarda depolanmış ve çalışma sonrasında Biopac Versiyon 3.7.1 paket

programı kullanılarak analiz edilmiştir. EKG ölçümleri yapılırken hayvanlar sırtüstü olacak şekilde bir masa üzerine yatırılmıştır. Kayıtlar ikinci derivasyonda ve iğne elektrotlar kullanılarak yapılmıştır. Elektrotlar bacakta *M.gastrocnemius*’ un alt uçları (sağ ve sol bacakta) ile kanatların göğse bağlandığı bağlantı yerlerinin ön kısımlarına (sol kanat) yerleştirilmiştir.

Devamında kesim hunilerine yerleştirilmiş piliçlerin mekanik olarak soluk borusu, yemek borusu, karotid arter (carotid atery) ve jugular vein damarları kesilmiş ve 3 dakika süre ile kanamanın tamamlanması için beklenmiştir (Anonim, 2011). Bu sırada akan kanın piliçlere bulaşması engellenmiştir. EKG kayıtları alınmayan piliçler kanana süresi sonunda tekrar tartılmış ve kesim öncesi ağırlığından yararlanılarak akan kan miktarı (%) hesaplanmıştır. Daha sonra tüm piliçlerin tüylerinin yumuşatılması için su sıcaklığı 58–60°C olan sıcak su kazanında 2 dakika bekletilmiş devamında tüy yolma makinesinde tüyleri yolunmuştur.

Kesim işlemi sonrasında elde edilen soğutma işlemi görmemiş piliç karkaslarında ilk olarak kanama ve kemik kırıkları yönünden kontroller yapılmış ve her bir karkasın farklı açılardan resimleri çekilmiştir (Barker, 2007). Yapılan kontroller ve resimlerin incelenmesi sonucunda, kanatların dip, orta ve uç kısımlarına ait kanamalar (damar ve spot) ve kırıklar tespit edilmiştir (McNeal ve ark., 2003). Göğüs, but, pygostole ve tüy kökleri kanamaları da incelenerek karkas kusurları belirlenmiştir. Kusurlar “1 kusur yok, 2 kusur var, 3 aşırı kusur var” şeklinde kodlanarak veriler elde edilmiştir (Wilkins ve ark., 1999).

Veriler SPSS paket programının Genel Doğrusal Modelleri arasında yer alan Multivariate yöntemi kullanılarak akım tipi ve frekanslarının bilinçsizleştirme sonrasında ortaya çıkan tepkiler ve karkas kusurları üzerindeki etkileri hesaplanmıştır. Uygulamaların etkilerinin karşılaştırmasında ise kontrast grupları oluşturularak kontrast analizi yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıkların önemi ise Duncan testi kullanılarak belirlenmiştir (SPSS 18, 2009).

Bulgular ve Tartışma

Kesim öncesi elektrik uygulamasından sonra piliçler üzerinde yapılan gözlemler ve alınan EKG kayıtları, elektrik uygulamalarının piliçlerde ölüme yol açmadığını ortaya koymuştur.

Kesim öncesi piliçlerin elektrik uygulamalarına vermiş olduğu bazı tepkilere ve akan kan miktarlarına ait ortalamalar ve standart hataları Çizelge 2’de yer



almaktadır. Uygulamaların piliçlerde titreme, kalp fibrilasyonu ve akan kan miktarı dışında kalan diğer tüm özellikler üzerinde önemli etkiler meydana getirdiği görülmektedir ($P<0.05$, Çizelge 2). Ayrıca, akım tipinin (AC/pDC) piliçlerde ayak refleksi kaybı, kanat çırpıma tepkisi ve solunumun durması üzerinde önemli etkiler meydana getirdiği görülmektedir ($P<0.05$, Çizelge 2). Öte yandan, piliçlerde kesim öncesi bilinç kaybı meydana getirebilmek amacıyla uyguladığımız akım tipleri ve frekans değerlerinin piliçler üzerindeki etkilerini birlikte değerlendirdiğimizde, AC akımda, düşük frekansın yüksek frekans değerlerine göre piliçlerde göz ve ibik refleksleri ile kanat çırpma tepkilerinin azalması ve solunumun durması üzerinde daha etkili olduğu görülmektedir. pDC akım uygulandığında ise frekans değerlerinin piliçlerin verdiği tepkiler üzerinde önemli bir farklılık meydana getirmediği görülmektedir. Piliçlere uygulanan AC akımın düşük frekansı, pDC akımın yüksek frekansına göre ibik refleksinin kaybolması, kanat çırpma tepkisinin azalması ve solunumun durması üzerinde etkili olurken ($P<0.05$), pDC akımın düşük frekansı, AC akımın yüksek frekansına göre sadece ayak reflekslerinin azalması üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.05$, Çizelge 2). Tüm uygulamalar içerisinde AC 200 Hz değeri piliçlerde göz reflekslerinin, AC 50 - 200 Hz ibik reflekslerinin, AC 200 Hz - pDC 200 ve 400 Hz değerleri ayak reflekslerinin, AC 50 Hz'in kanat çırpma tepkisinin azalması ve solunumun durması üzerinde en etkili elektrik uygulamalarının olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Elektrik uygulamalarından sonra piliçlerin verdiği tepkiler genel olarak değerlendirildiğinde, AC akımın pDC akıma göre reflekslerin kaybolması ve solunumun durması üzerinde daha etkili olduğu söylenebilir. Bu sonuçlara benzer olarak Barker (2007) bu tür uygulamalarda AC akımın hayvan refahı açısından daha etkili olduğunu bildirmiştir. Uygulanan frekans değerlerinin piliçlerin refah düzeyine etkisi değerlendirildiğinde, 50 ve 200 Hz'lik frekans değerleri hayvan refahı açısından daha olumlu sonuçlar ortaya koymuştur. Özellikle AC akımın 50 ve 200 Hz'lik uygulamalarına ait bulgularımız, Harris, (2013) tarafından ileri sürülen 200 Hz ve daha düşük frekans değerlerinin piliçlerin bilinçsizleştirilmesinde daha etkili olduğu yönündeki sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Raj ve ark. (2006), Prinz ve ark. (2010b) AC sinüs'ün diğer akım tiplerine göre piliçlerin bilinçsizleştirilmesinde daha etkili olduğunu ve düşük akım değerlerinde de bu

etkinin görüldüğünü bildirmişlerdir. Benzer şekilde araştırma sonuçlarımızda da AC akımın bilinçsizleştirmeyle ilgili özellikler üzerinde özellikle 50 ve 200 Hz değerlerinde daha etkili olduğu görülmektedir. Piliçlerde derin bir bilinç kaybının hedeflendiği durumlarda bu akım miktarının yüksek frekanslarda yetersiz kaldığı önceki çalışmalarda da ifade edilmektedir (Raj ve O'Callaghan'a, 2004; Prinz ve ark., 2010b). Bu çalışmada, uygulanan sabit akım miktarında düşük ve yüksek frekanslar test edilmiştir. Wilkins ve ark., (1998) yüksek frekanslarda piliçlerin yeterince bilinçsizleştirilemediğini ve EFSA'nın da önerdiği gibi yüksek frekans değerlerinde daha büyük akım değerlerinin gerektiğini bildirmiştir. Prinz (2009) tarafından da benzer yönde bildirilişler bulunmaktadır. Çalışmada, elektrik akımı uygulanarak bilinçsizleştirilen piliçlerde kesim işleminden sonra saptanan akan kan oranları kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur ($P<0.05$). Elektrik akımı uygulanarak yapılan bilinçsizleştirme çalışmalarında akan kan miktarını azaltan etkilerinin olduğu yönünde bulgulara rastlanmaktadır (Veerkamp ve De Vires, 1983; Gregory ve Wilkins, 1989a; Craig ve Fletcher, 1997). Piliçlerden akan kan miktarındaki azalmanın elektrik uygulamasına bağlı gerçekleşen fibrilasyon ile ilişkili olduğu belirtilmektedirler (Goksoy ve ark., 1999). Diğer taraftan elektrik uygulamasının akan kan miktarını artırdığı yönünde bildirişlerde bulunmaktadır (Papinaho ve Fletcher 1995; Contreras ve Beraquet 2001; Ali ve ark., 2007). Bu çalışmada elektrik uygulanan gruplar ile kontrol grubu arasındaki akan kan miktarı farkının yüksek olması, elektrik uygulanan gruplarda, piliçlerin bilinçsiz döneminde refahla ilgili verilerin alınabilmesi için (fibrilasyon hariç) elektrik uygulandıktan sonra kesime kadar geçen süreden kaynakladığı düşünülmektedir. Yürütülen diğer çalışmalarda, elektrik uygulamasından hemen sonra kesilen etlik piliçlerde akan kan miktarının % 3.48 - 4.10 arasında değiştiği belirlenmiştir (Helva ve Akşit, 2016; 2017).

Kesim öncesi etlik piliçlere uygulanan elektrik akımının meydana getirdiği karkas kusurlarına ait ortalamalar ve standart hataları Çizelge 3'de yer almaktadır. Elektrik uygulamalarının piliçlerde kanat orta kısmında ve butlarda meydana getirmiş olduğu spot kanamalar dışında diğer karkas kusurları üzerindeki etkileri önemli bulunmamıştır ($P>0.05$, Çizelge 3). Bu çalışmada, kemik kırıklarının kanat ucunda AC 1000 Hz ve pDC 200 Hz ve dip kanat



kısmında AC 200 Hz ve kontrol dışındaki diğer gruplarda görülmediği, kanat orta kısmında ise kontrol grubu da dahil tüm gruplarda kırıkların olduğu belirlenmiştir. Bilinçsizleştirme sırasında uygulanan yüksek elektrik akımının piliçlerde kemik kırıklarını artırdığı (Gregory ve Wilkins, 1989b), yüksek frekansların ise kırıkları azalttığı bildirilmiştir (Gregory ve ark., 1991). Bu çalışmada, piliçlerin kanat kemiklerindeki kırıkların az olması, kesim öncesi piliçlere uygulanması önerilen en düşük elektrik akımı değerinin (120 mA), çalışmada kullanılmış olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Elektrik akımı uygulamasına bağlı olarak piliç karkaslarında meydana gelen kanamalar ile ilgili literatürde farklı sonuçlara rastlanmaktadır. Araştırmacılar bazıları piliçlerde kanamalar şeklinde oluşan karkas kusurları üzerine elektrik uygulamalarının etkisinin önemli olmadığını bildirirken (Gregory ve Wilkins, 1989a; Wilkins ve ark., 1999), bazıları ise elektrik uygulamalarının kanamalar üzerindeki etkisinin önemli olduğunu ve karkas kusurlarını artırdığını ileri sürmektedirler (Veerkamp ve De Vries, 1983; Heath, 1984; Veerkamp, 1988; Gregory, 1989; Craig ve Fletcher 1997; Prinz 2009). Bu çalışmada, butlarda kontrol grubunda, göğüste kontrol - AC 1000 Hz ve pDC akımın yüksek frekans gruplarında, tüy kökünde kontrol, pDC yüksek frekans ve AC 200 - 400 Hz gruplarında, pygostolede pDC 200 - 400 Hz gruplarında ve kanat ucu damarlarında pDC 1000 Hz grubunda kanamalara rastlanmamıştır. Elektrik uygulamasının sadece orta kanat ve butlarda saptanan spot kanamalar üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.05$; Çizelge 3). Spot kanamalar orta kanatta en düşük pDC 50 Hz, en yüksek AC 400 Hz gruplarında ortaya çıkmıştır ($P<0.05$). Bu piliçlerin yeterince bilinç kaybına uğramamış olmaları nedeniyle daha fazla darbeye maruz kalma olasılıkları da yüksektir. Ayrıca uygulamaların büyük bir kısmında solunumun durmamış olması da (Çizelge 2) piliçlerde etkili bir bilinçsizleştirmenin meydana gelmediği yönündeki bulguları desteklemektedir.

Elektrik akımı uygulamalarının piliçlerin butlarında meydana gelen spot kanamaları artırdığı belirlenmiştir ($P<0.05$). Kanamaların kontrol

grubunda olmaması ve elektrik uygulanan gruplarda belirlenmiş olması, butlardaki spot kanamalarının elektrik uygulamalarından kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Hareketli bir kısım olan butlarda damar sayısının fazla ve kesit alanının dar olması da bu kanamaların oluşmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Uygulanan elektrik akımı iletkenliği yüksek damar ve kas yolu ile devreyi tamamlarken sert bir etki yaratarak bu kusuru oluşturmuş olabilir.

Araştırma bulgularına göre önemli bulunmamış olsa da AC akım tipinin, pDC akıma ve kontrol grubuna göre daha fazla karkas kusuruna neden olduğu, pDC dalga tipi uygulamalarında ise karkas kusurunun azaldığı görülmektedir. AC akım tipinin karkas kusurunu artıran etkilerinin bulunduğu yönünde elde etmiş olduğumuz bulgulara benzer bildirilişler yer almaktadır (Barker, 2007; Simonovic ve Grashorn, 2009). Piliçlerde daha etkili bir bilinç kaybını oluşturan AC akımın, bu etkisini meydana getirirken, karkas kusurlarını da artırdığı dikkati çekmektedir. Frekans değerlerinin karkas kusurlarına olan etkilerinin incelendiği çalışmalarda, yüksek frekans değerlerinin karkas kusurlarını azaltıcı etkilerinin olduğu bildirilmektedir (Gregory ve ark., 1990; Hillebrand ve ark., 1996; Bilgili, 1999; Wilkins ve ark., 1999; Simonovic ve Grashorn, 2009). Araştırma bulgularımıza göre AC ve pDC akımın 400 ve 1000 Hz frekans değerleri genel olarak daha az karkas kusuruna neden olmuştur. Bunların arasında ise 1000 Hz frekans değerinin karkas kusurlarının azaltılmasında daha etkili olduğu görülmektedir. Araştırmacılar yüksek frekans uygulamalarının karkas kusurlarını azaltıcı etkisinin, kasılmaların engellenmesinden kaynaklandığını ileri sürmektedirler (Hindle ve ark., 2010).

Sonuç olarak;

- ✓ Kesim öncesi su banyosunda AC 50 ve 200 Hz elektrik akımı uygulamalarının etlik piliçlerin bilinçsizleştirilmesinde daha etkili olduğu belirlenmiştir.
- ✓ Elektrik uygulamalarının karkas kusuru olarak piliçlerde sadece orta kanatta ve butlarda spot kanamalar şeklinde etkili olduğu görülmüştür. İncelen diğer kusurlar üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 2. Kesim öncesi elektrik akımıyla bayılmanın etik piliçlerin bazı fizyolojik ve davranışsal tepkileri* ve kan kaybı üzerine etkisi

Table 2. The effects of pre-slaughter stunning by electric current on some physiological and behavioral responses* and blood loss of broilers

Özellikler	Elektrik Uygulamaları								Kontrast Analizi						
	AC		pDC		SHO	P	AC - pDC		ACD - pDCY		pDCD - ACY				
50	200	400	1000	50			200	400	1000	K		ACD	ACY		
G-öz Refleksi	1.50 ^{cd}	1.40 ^d	1.95 ^a	1.95 ^a	1.70 ^{abc}	1.55 ^{bcd}	1.80 ^{ab}	1.80 ^{ab}	0.034	<0.001	-	0.024	-	-	
İbik Refleksi	1.30 ^d	1.25 ^d	1.95 ^a	1.80 ^{ab}	1.50 ^{bcd}	1.40 ^{cd}	1.65 ^{abc}	1.75 ^{ab}	0.034	<0.001	-	0.004	-	0.020	
Ayak Refleksi	1.30 ^{cd}	1.15 ^d	1.65 ^{ab}	1.80 ^a	1.25 ^{cd}	1.15 ^d	1.15 ^d	1.50 ^{bc}	0.034	<0.001	0.002	-	-	-	0.028
Kanat Çırpma	1.35 ^c	1.40 ^{bc}	1.65 ^{abc}	1.90 ^a	1.75 ^{ab}	1.60 ^{abc}	1.85 ^a	1.85 ^a	0.043	0.006	0.028	0.032	-	0.004	-
Titreme	1.55	1.70	1.90	1.75	1.70	1.80	1.90	1.85	0.032	0.116	-	-	-	-	-
Solunum Durması	1.55 ^c	1.80 ^b	2.00 ^a	2.00 ^a	2.00 ^a	1.95 ^{ab}	2.00 ^a	2.00 ^a	0.021	<0.001	0.001	<0.001	-	<0.001	-
Kalp Fibrilasyonu	1.70	1.70	1.80	1.80	1.50	1.70	1.60	1.20	0.050	0.074	-	-	-	-	-
Akan Kan (%)	2.24 ^b	1.86 ^b	2.48 ^b	2.07 ^b	2.06 ^b	2.12 ^b	1.94 ^b	2.35 ^b	3.33 ^a	0.065	<0.001	-	-	-	-

a-d: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan özellikler arasındaki farklar önemlidir (P<0.05)

K: Kontrol, SHO: Standart Hatalar Ortalaması, P: Önemlilik, E: Elektrik Uygulaması, ACD: AC akım tipi düşük frekans (50 Hz), pDCD: pDC akım tipi düşük frekans (50 Hz), ACY: AC akım tipi yüksek frekans (>50 Hz), pDCY: pDC akım tipi yüksek frekans (>50 Hz)

*1 tepki yok, 2 tepki var, 3 aşırı tepki var

Çizelge 3. Kesim öncesi elektrik akımıyla bayıltmanın etlik piliçlerin karkas kusurları üzerine etkisi*

Table 3. The effects of pre-slaughter stunning by electric current on carcass defects of broilers*

Özellik	Elektrik Uygulamaları										Kontrast Analizi							
	AC					pDC					SHO	P	E-K	AC- pDC	ACD- pDCY	pDCD- ACY	ACD- pDCY	pDCD- ACY
	50	200	400	1000	50	200	400	1000	K	1000								
Damar Kanama	1.35	1.21	1.21	1.17	1.06	1.31	1.25	1.00	1.06	0.030	0.081	-	-	-	-	-	-	-
Spot Kanama	1.60	1.95	1.84	1.78	1.81	1.63	1.69	1.65	1.53	0.035	0.078	-	-	-	-	-	-	-
Kırık Kanat uc	1.00	1.00	1.00	1.11	1.00	1.06	1.00	1.00	1.00	0.011	0.094	-	-	-	-	-	-	-
Damar Kanama	1.25	1.37	1.32	1.33	1.06	1.13	1.38	1.35	1.24	0.040	0.628	-	-	-	-	-	-	-
Spot Kanama	1.55 ^{abc}	1.74 ^{abc}	1.89 ^a	1.50 ^{bc}	1.44 ^c	1.56 ^{abc}	1.81 ^{ab}	1.53 ^{bc}	1.76 ^{abc}	0.038	0.027	-	-	-	-	-	-	0.047
Kırık Kanat ortası	1.15	1.32	1.11	1.56	1.38	1.13	1.38	1.41	1.59	0.067	0.561	-	-	-	-	-	-	-
Dip Kanat Kırık	1.00	1.16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.18	0.027	0.645	-	-	-	-	-	-	-
Göğüs Spot	1.10	1.11	1.11	1.00	1.06	1.00	1.00	1.00	1.00	0.017	0.415	-	-	-	-	-	-	-
But	1.30 ^{bc}	1.32 ^{bc}	1.26 ^{bc}	1.33 ^{bc}	1.31 ^{bc}	1.81 ^a	1.25 ^{bc}	1.53 ^{ab}	1.00 ^c	0.050	0.025	0.016	-	-	-	-	-	-
Pygostole	1.10	1.11	1.22	1.33	1.25	1.00	1.00	1.06	1.06	0.028	0.174	-	-	-	-	-	-	-
Tüy Kökü	1.05	1.00	1.00	1.06	1.06	1.00	1.00	1.00	1.00	0.013	0.832	-	-	-	-	-	-	-

a-c: Aynı satırda farklı harfleri taşıyan özellikler arasındaki farklar önemlidir (P<0.05)

K: Kontrol, SHO: Standart Hatalar Ortalaması, P: Önemlilik, E: Elektrik Uygulaması, ACD: AC akım tipi düşük frekans (50 Hz), pDCD: pDC akım tipi düşük frekans (50 Hz), ACY: AC akım tipi yüksek frekans (>50 Hz), pDCY: pDC akım tipi yüksek frekans (>50 Hz)

*1 kusur yok, 2 kusur var, 3 aşırı kusur var



KAYNAKLAR

- 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.
- Anonim 2009. FAWC, Farm Animal Welfare Council, Five freedoms, <http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm> (10 Ocak 2014)
- Anonim 2011. Türk Standartları Enstitüsü, TS OIC/SMIIC 1, Helal Gıda Genel Kılavuzu.
- Anonim 2012. Bussines benchmark on farm animal welfare, animal welfare and the consumer. http://www.bbfaw.com/wp-content/uploads/2010/08/Briefing-No7_FAW_and_the_Consumer.pdf (15 Ocak 2014)
- Anonim 2013. European Animal Welfare Platform. Citizens' animal welfare concerns when they purchase animal products. [http://www.animalwelfareplatform.eu/documents/ProjOutput-consumer concerns.pdf](http://www.animalwelfareplatform.eu/documents/ProjOutput-consumer%20concerns.pdf) (16 Aralık 2013)
- Barker R. 2007. Electrical waterbath stunning parameters. <http://www.hsa.org.uk/downloads/info/electrical-waterbath-stunning-parameters.pdf> (08 Mayıs 2016).
- 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. 1997. A Comparison of high current and low voltage electrical stunning systems on broiler breast rigor development and meat quality. *Poultry Science* 76: 1178-1181.
- Duncan JH. 2001. Animal welfare issues in the poultry industry: Is there a lesson to be learned? *Journal of Applied Animal Welfare Science* 4(3): 207-221.
- Fernandez X. 2004. A short overview of the welfare implications of pre-slaughter stunning in poultry. *International Society for Animal Hygiene, Saint-Malo*.
- 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. 1989. Stunning and slaughter: Animal Welfare and Meat Science. CABI Publishing, Oxfordshire, England. s. 223-240.
- Gregory NG, Wotton SB. 1989. Effect of electrical stunning on somatosensory evoked potentials in chickens. *British Veterinary Journal* 145: 159-164.
- Gregory NG, Wilkins LJ. 1989a. Effect of slaughter method on bleeding efficiency in chickens. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 47: 13-20.
- Gregory NG, Wilkins LJ. 1989b. Effect of stunning current on carcass quality in chickens. *Veterinary Record* 124: 530-532.
- Gregory NG, Wilkins LJ, Eleperuma SD, Ballantyne AJ, Overfield ND. 1990. Broken bones in domestic fowls: Effect of husbandry system and stunning method in end-of-lay hens. *British Poultry Science* 31: 59-69.
- Gregory NG, Wotton SB. 1990. Effect of stunning on spontaneous physical activity and evoked activity in the brain. *British Poultry Science* 31: 215-220.
- Gregory NG, Wilkins LJ, Wotton SB. 1991. Effect of electrical stunning frequency on ventricular fibrillation, downgrading and broken bones in broilers, hens and quails. *British Veterinary Journal* 147: 71-77.
- Harris C. 2013. EU Regulation changes view on stunning at slaughter. <http://www.thepoultrysite.com/articles/2867/eu-regulation-changes-view-on-stunning-at-slaughter/> (08 Mayıs 2016).
- Heath GE. 1984. The slaughter of broiler chickens. *World's Poultry Science Journal* 40:151-159.
- Helva İB, Akşit M. 2016. Kesim öncesi bilinçsizleştirme akım seviyesinin etlik piliçlerin karkas ve göğüs eti kalitesi üzerine etkisi. *Hayvansal Üretim* 57(2); 1-6.
- Helva İB, 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, *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 5(10): 1250-1255.
- Hillebrand SJW, Lambooij E, Veerkamp CH. 1996. The effects of alternative electrical and mechanical stunning methods on hemorrhaging and meat quality of broiler breast and thigh muscles. *Poultry Science* 75: 664-671.
- Hindle VA, Lambooij E, 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.
- Joseph P, Schilling MW, Williams JB, Radhakrishnan V, Battula V, Christensen K, Vizzier-Thaxton Y, Schmidt TB. 2013. Broiler stunning methods and their effects on welfare, rigor mortis, and meat quality. *World's Poultry Science Journal* 69: 99-112.
- 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/WPSA2007/16_Lambooij%20Bert.pdf, (10 Şubat 2013).
- 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.
- 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.
- Prinz S. 2009. Electrical stunning of broiler chickens. http://www.cabi.org/AnimalScience/Uploads/File/AnimalScience/additionalFiles/WPSATurkuzoo9/17_eggmeat2009_prinz_PL19.pdf (18 Mayıs 2013).
- Prinz S, Van Oijen G, Ehinger F, Coenen A, Bessei W. 2010a. Electroencephalograms and physical reflexes of broiler after electrical waterbath stunning using an alternating current. *Poultry Science* 89: 1265-1274.
- Prinz S, Van Oijen, G, Ehinger F, Bessei W, Coenen A. 2010b. Effects of waterbath stunning on the electroencephalograms and physical reflexes of broiler using pulsed direct current. *Poultry Science* 89: 1275-1284.



- Raj ABM. 1998. Welfare during stunning and slaughter of poultry. *Poultry Science* 77: 1815-1819.
- 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.
- Raj ABM, O'Callaghan M, Hughes SI. 2006. The effects of amount and frequency of pulsed direct current used in waterbath stunning and of slaughter methods on spontaneous electroencephalograms in broilers. *Animal Welfare* 15:19-24.
- Richards SA, Sykes AH. 1967. The effects of hypoxia, hypercapnia and asphyxia in the domestic fowl (*Gallus domesticus*). *Comparative Biochem Physiology* 21(3): 691-701.
- Shields JS, Park S, Raj ABM. 2010. A critical review of electrical waterbath stun systems for poultry slaughter and recent developments in alternative technologies. *Journal of Applied Animal Welfare Science* 13:281-299.
- Simonovic S, Grashorn MA. 2009. Effect of different electrical stunning conditions on meat quality in broilers. http://www.cabi.org/animalscience/Uploads/File/AnimalScience/additionalFiles/WPSATurku2009/78_eggmeat2009_simonovic_MP29.pdf (18 Mayıs 2013).
- Sözcü A, Yılmaz E. 2014. Yumurta tavuğu yetiştirme sistemlerinde refah problemleri. *Hayvansal Üretim* 55(2); 38-42.
- SPSS, 2009. *Statistical Packages for the Social Sciences 18.0 for Windows*. SPSS Inc., Chicago, USA.
- Veerkamp CH, De Vries AW. 1983. Influence of electrical stunning on quality aspects of broilers. Editör Eikelenboom G. *Stunning of Animals for Slaughter*. Martinus Nijhoff Publishers, New York, The USA. s.197-212.
- Veerkamp CH. 1988. What is the right current to stun and kill broilers. *Poultry Missel*, June/July: 30-31.
- Von Wenzlawowicz M, Von Holleben K. 2001. Assessment of stunning effectiveness according to present scientific knowledge on electrical stunning of poultry in a waterbath. *Archiv für Geflügelkunde* 65:193-198.
- Wilkins L, Gregory NG, Wotton SB, Parkman ID. 1998. Effectiveness of electrical stunning applied using a variety of waveform-frequency combinations and consequences for carcass quality in broiler chickens. *British Poultry Science* 39: 511-518.
- Wilkins L, Wotton SB, Parkman ID, Kettlewell PJ, Griffiths P. 1999. Constant current stunning effect on bird welfare and carcass quality. *Journal of Applied Animal Welfare Science* 8: 465-471.