

KANATLI ETİNİN ELEKTRİKLE STİMÜLASYONU

Electrical Stimulation in Poultry Meat

Murat GÜLMEZ*

Ufuk KAMBER*

ÖZET

Kırmızı etlerde elektrik stimülasyonu uygulaması detaylı olarak araştırılmıştır, fakat kanatlı etlerinin elektrikle stimülasyonu hakkındaki bilgiler henüz yetersizdir.

Bu derleme, elektrik stimülasyonunun tarihçesi, kanatlı alanında yapılan son araştırmaların özetleri ve değişik elektrik stimülasyonu uygulamaları ile deneysel süreçlerin kanatlı eti kalitesi üzerindeki etkileri hakkında bilgi vermektedir.

Elektrik stimülasyonu hakkında gereksinim duyulan elektrik parametreleri ile sinir ve kas sisteminin elektrik uyarısına karşı göstereceği biyokimyasal ve fizyolojik yanıtların iyi bilinmediği görülmektedir. Bu nedenle konunun daha iyi araştırılması gerekmektedir.

Anahtar Sözcükler: Elektrikle stimülasyon, Kanatlı.

SUMMARY

The process of electrical stimulation has been extensively investigated in red meats but published data on the effects of postmortem electrical stimulation to the texture of poultry are scanty yet.

This review presents the history of electrical stimulation, summarises recent researchs in the poultry area, and discusses effects of various electrical stimulation processes and experimental procedures on poultry meat quality.

It seems that required optimal parameters of electrical stimulation, electrical properties of poultry meat, and biochemical and physiological responses of poultry nerve and muscle systems to electrical stimulation aren't well known. That's why, the subject needs too more extensive investigations.

Key Words: Electrical stimulation, Poultry.

GİRİŞ

Günümüzde gelişmiş ülkelerde kanatlı eti ucuz, yağsız ve kolay sindirilebilir olmasının yanısıra çabuk pişmesi nedeniyle neredeyse kırmızı etle aynı oranda tüketilmektedir. Ülkemizde ise beyaz et üretimi 1984'ten sonra gelişmiştir. DİE'nin 1993 yılı verilerine göre ülkemizde piliç eti kırmızı etin % 30'u oranında tüketilmiştir (1). Ülkemizde kırmızı et endüstrisi gelişmiş ülkelerin gerisinde olmasına rağmen broyler endüstrisi teknik ve randıman açısından bu ülkelerle boy ölçüşecek noktaya gelmiştir. Bu nedenle gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de kanatlı kesimhaneleri her geçen gün daha da yaygınlaşmakta ve talebi karşılamaya çalışmaktadır.

Bugün gelişmiş ülke insanları hızlı yaşam temposu içinde hemen pişirilmeye hazır kanatlı et preparatlarını bütün karkasa tercih etmektedirler. Bu yüzden kanatlı üreticileri işgücü, enerji ve yer tasarrufu sağlamak koşu-

luyla bu talebe cevap vermenin yollarını araştırmaktadırlar (2-4). Ülkemizde ise kanatlı et preparatlarından ziyade tüm piliç ağırlıklı ürün daha çok pazara sunulmaktadır. Et preparatlarına (göğüs, but, şinitzel, lolita, teleks, incik) talep olmasına karşın işletmeler, bu preparatların fiyatlarını yüksek tutarak gizliden gizliye talebi bastırmaya çalışmaktadırlar. Ancak ülkemizde bu sektörün daha da büyümesi ve ticaretinin gelişmesi durumunda çok daha ciddi rekabet ortamı doğacağından talebe göre üretim yapmak zorunlu hale gelecektir.

Kırmızı etler üzerinde yapılan araştırmalar daha eski tarihlere dayanmakla birlikte kanatlı eti üzerinde yapılan araştırmalar son 20 yılda hız kazanmıştır. Bu çalışmalarla daha parlak renkli, daha kolay pişen, pişirme kayıpları en az, daha yumuşak ve daha lezzetli bir et elde etmek amaçlanmıştır (3). Bu özelliklere sahip bir et elde etmek, kesim sonrası postmortem

* Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Kars-Türkiye

değişikliklerin seyrini ve derecesini etkileyen kompleks ve birbiriyle ilişkili olan birçok iç (tür, ırk, cins, yaş, kalıtım, egzersiz durumu, kesim öncesi dinlenme durumu, kesim ve kan akıtma yöntemi, kasın vücuttaki özel fonksiyonu) ve dış (bakım, besleme, kesim öncesi ve sonrası çevre ısı, ışık, rutubet, hava akımı, karkasın asılma şekli, postmortem dönemde uygulanan işlemler) faktörlerin kontrol altında tutulması ile mümkündür (5).

Kasın ete dönüşümü, glikojenin anaerob mekanizma ile laktik aside çevrilmesi sonucu pH'nın düşmesi ve bu mekanizma ile elde edilen ATP'nin kasları kontraksiyona uğratarak rigor mortisi başlatması ve pH düşmesi ile aktive olan lizozomal ve sarkoplazmik enzimler sayesinde rigorun çözünümü ve etin olgunlaşması ile mümkün olur. İşte etin organoleptik ve kimyasal kalitesini belirleyen bu postmortem değişiklikler yukarıda açıklanan iç ve dış faktörlerden etkilenir. Bazı durumlarda postmortem değişiklikler sırasında asit rigor, alkali rigor, soğutma kısalığı, erime sertliği gibi kusurlu durumlar meydana gelebilmektedir (5).

Daha iyi kalitede et elde etme çabaları sonucunda doğan bir araştırma konusu da elektrik stimülasyonu (ES) uygulamasıdır. ES üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda kalite artırmanın yanı sıra zaman, yer, enerji ve işgücü tasarrufu gibi bazı avantajların elde edilmesi de söz konusudur (2,4). Batılı ülkelerde kırmızı etlere artık standart bir şekilde uygulanan ES, kanatlı endüstrisinde henüz araştırma aşamasında bulunmaktadır (6-10). Ülkemizde ise bu konuda bir araştırmaya henüz rastlanmamıştır.

Tanım

Vücudun doğal sinirsel uyarımı gibi elektrik akımı da kaslara sinirler aracılığıyla ulaştırılmakta ve kaslarda metabolik bir yanıt oluşturmaktadır (11). Bu bilgiden yararlanılarak kesimden sonra çiftlik hayvanlarının etlerinde metabolik olayları hızlandırmak amacıyla ES uygulamaları başlatılmıştır. Zaman içerisinde yapılan araştırmalar sonucunda kırmızı ette ES'nun et kalitesini artırması ile birlikte birtakım ekonomik avantajlar da sağlandığı açıklığa kavuşturulmuştur. Yapılan çalışmalarda kanatlı etlerinde de benzer sonuçlar elde edilebileceği ileri sürülmüştür. Ancak bu ko-

nudaki çalışmalar devam etmektedir.

Tarihçe

Elektrik stimülasyonu ile ilgili ilk araştırma 1749'da Benjamin Franklin tarafından yapılmış ve çalışmada elektrikle öldürülen hindilerin etlerinin yumuşaklığının bariz olmamak kaydıyla arttığını bildirmiştir. Bundan tam iki asır sonra, 1951'de Harsam ile Deatherage ve aynı zamanda Rentschler sığır etlerine uyguladıkları ES ile patent sahibi olmuşlardır. Bu araştırmalar etin olgunlaşmasının ES ile artırılabilmesinin mümkün olduğunu kanıtlamasına rağmen uygulamada yer alamamıştır. 1960 yılında De Fremery ve Pool yaptıkları araştırmada piliç etlerinde rigor mortis gelişim derecesinin etin olgunluğunu etkilediğini ve ES ile hızlandırılan rigor mortisin eti daha da sertleştirdiğini açıklamışlardır.

ES ile etlerin olgunlaştırılması üzerine ilk bilimsel araştırma 1973 yılında Carse tarafından yapılmış ve ES'nun glikolizisi hızlandırdığı ve rigor mortis öncesi soğutma kısalığını önlediği vurgulanmıştır. Bu araştırma ES uygulaması ile et kalitesini artırma yönündeki çalışmaların hız kazanmasında itici bir rol oynamıştır. Bu tarihten sonra 70'li yılların ortalarında Amerika ve Yeni Zelanda'da, 80'de Kanada'da, 81'de İngiltere'de, 82'de Fransa ve Avustralya'da araştırmalar başlamış ve günümüzde birçok ülkede kırmızı etlerde uygulama alanı bulmuştur.

Piliç etlerinde ise 1960'da yapılan ilk araştırmadan sonra 1978-86 yılları arasında ancak üç araştırma yapılmış ve 1986'dan sonra bu alandaki araştırmalar hız kazanmıştır (8).

Elektrik Stimülasyonunda Kullanılan Elektrığe Ait Özellikler

Kanatlı etlerini ES'nda kullanılan elektrik değerlerinin hemen hemen hepsinin farklı olduğu ve belli değerler üzerinde henüz görüş birliğine varılmadığı görülmüştür. ES uygulamasında kullanılan parametrelerden voltajın 20-840 V, akımın 0.05-1.840 A, frekansın 0.1-14.3 ohm, toplam uygulama zamanının 9 sn-15 dk; uygulama şeklinin 1-2 sn etki/0.5-1 sn dinlenme arasında değiştiği, dalga formunun Nabazanlı Doğru Akım (NDA) ve Nabazanlı

Alternatif Akım (NAA) olarak kullanıldığı görülmektedir.

Yapılan araştırmalarda kullanılan elektrik parametreleri ile ilgili değerler Tablo 1'de verilmiştir. Bu değerler deneyin amacına göre tercih edilmektedir.

Kanatlı etlerine ES Yüksek Voltajlı Elektrik Stimülasyonu (YVES), Düşük Voltajlı Elektrik Stimülasyonu (DVES), Kas Gerilimi ile birlikte yapılan Elektrik Stimülasyonu (KGES) ve Yüksek Sıcaklık ortamında uygulanan Elektrik Stimülasyonu (YSES) olmak üzere 4 şekilde uygulanmaktadır. Öncelikle Elektrikle bayıltma (EB) ve Elektrikle Öldürme (EÖ) ile ES arasındaki ilişki kısaca açıklanmıştır.

Elektrikle Bayıltma ve Elektrikle Öldürmenin Elektrik Stimülasyonu ile İlişkisi

Elektrikle bayıltma kanatlı sektöründe kesim öncesinde kanatlının hareketsizliğini sağlamak

ve ağrı hissini ortadan kaldırmak amacıyla uygulanmaktadır (12). Bu işlem için elektrikli bıçaklar, elektrikli kompakt raylar, elektrikli metal plaklar, elde taşınan bayıltıcı bıçaklar veya tuzlu su banyosu yöntemlerinden biri kullanılmaktadır. Kesimden 14-37 sn önce 20-120 V, 20-150 mA, NDA veya NAA şeklinde uygulanan elektrik her kanatlı için 2-11 sn sıklıkla uygulanmaktadır (13).

Bir elektrikle bayıltma sisteminin etkinliği akım, voltaj, dalga formu sıklığı, uygulama süresi ile kanatlı, ağırlığı, kompozisyonu, büyüklüğü, alternatif akım tesirine karşı durması ve tüylülük durumu gibi birçok faktöre bağlı olarak değişir (14). Li ve arkadaşları (8), kanatlılarda elektrikle bayıltma ile ilgili araştırmaların öncelikle toplam kan akışı miktarı, bölgesel hemorajiler, rengini bozma ve fizyolojik faktörler üzerinde yoğunlaştığını bildirmişlerdir.

Tablo 1. Kanatlı ES ile ilgili Son yapılan araştırmalarda kullanılan elektrik parametrelerine ait değerler.
Table 1. Some parameters on electrical stimulation in poultry quoted from recent investigations.

Uygulama	Tür	Voltaj V	Akım A	Dalga formu	Frekans	Etki/Dinlenme	Toplam süre	Kaynak
YVES	Broyler	840	.34	NAA	.33	2sn/1sn	15sn	2
	Hindi	820	.34	NAA	.33	2sn/1sn	15,30,45sn	16
	Broyler	(45),240	.34	NAA	.33	2sn/1sn	9,15,18,30,45sn	4
	Hindi	800	.34	NAA	.11		36sn	7
	Broyler	(50),200	.05,.21, .41	NAA	.33	2sn/1sn	96sn	9
DVES	Broyler	110	1.00	NAA	.33		75sn	18
	Broyler	100	...	NDA	.67	1sn/5sn	90sn	6
	Broyler ve Hindi	94	...	NDA	14.30		30sn	10
KGES	Broyler	820	.34	NAA	.33	2sn/1sn	15,30,45sn	19
	Broyler	440	1.00	NAA	.33	2sn/1sn	15sn	20
YSES	Broyler	125 (10-200)	1.40	NAA	.25		5-15dk	15
	Broyler	40 (10-200)	.80	NAA	1.70		2-15dk	15
	Broyler	20,40,120	.4,.8,1.4	NDA	5, 10, 20		3-13dk	15
	Broyler	110	1.00	NAA	.50	1sn/1sn	7.14dk	2

Li ve ark. (8) dan modifiye edilerek alınmıştır.

Elektrikle bayılmanın postmortem biyokimyasal değişiklikler ve et yumuşaklığına et-

kileri Murphy ve ark (12) tarafından hindilerde, Thompson ve ark (4) tarafından broylerlerde

incelenmiş ve bu çalışmalarda göğüs eti pH değerinin bayıltılmamışlardan daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Li ve ark. (15) yaptıkları çalışmada kesim öncesi elektrikle bayılmanın hızlı postmortem glikolizisi önlediğini, erken sarkomer kısalmasına engel olduğunu ve böylece et yumuşaklığını artırdığını bildirmişlerdir. Fakat Murphy ve ark.'nın (12) araştırmalarında her ne kadar elektrikle bayılmanın glikolizisi ertelediği bildirilmişse de hindi kaslarında fonksiyonel özellikleri yeterince değiştirmede EB'nin yeterli olmadığı belirtilmiştir.

Elektrikle öldürmenin prensibi elektrik akımı ile kalp blokajı oluşturmaya dayanmaktadır (4). Kesim işleminin uzaması, boyunun yetersiz kesilmesi veya yetersiz elektrikle bayılma sonucunda tekrar ağrı hissi riskini ortadan kaldırdığı için EÖ insani bir kesim yöntemidir (14). EÖ uygulamasında kan akışının tam olmayışı, kanama zamanının uzaması, kan damarlarının yırtılması ile ilgili sorunlar vardır. Kettelwell ve Hallworth (14) aşırı karkas zararlarını önleyecek ve % 90 kardiyak fibrilas

yonu sağlayacak optimum akımın her kanatlı için 105-150 mA ve voltajın 100-250 V. olduğunu araştırmalarında bildirmişlerdir.

Elektrik Stimülasyonu Uygulama Yöntemleri

Elektrik stimülasyonu ile ilgili yapılan araştırmalarda dikkati çeken bir konu, uygulanan yöntemin henüz araştırma safhasında olması nedeniyle yöntemler arasında çok az benzerliğin olması ve her araştırmada yöntem seçiminin araştırmacının merakı doğrultusunda gerçekleşmesidir. Bu nedenle araştırmacılar kesimhane zincirinin her hangi bir aşamasında EB uygulayarak veya uygulamadan kesimden sonra değişik süreler içinde karkaslara tek tek veya toplu halde çok değişik elektrik değerleri (Bkz. Tablo 1) kullanarak ES uygulamışlardır. Aynı zamanda numune alma zamanları, numune alma yöntemleri, stimülasyondan sonra numune uygulanan işlemler (kemiklerden ayırma, KGES, YSES vb.) bakımından da birçok farklılıklar görülmektedir. Bu konu ile ilgili özet bilgiler ve kıyaslamalar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Kanatlı ES üzerinde yapılan araştırmaların materyal ve metot bakımından karşılaştırması.
Table 2. To comparison the electrical stimulation in poultry from the point of view material and method.

Voltaj	Tür	Elektrikle Bayılma	Ö.A.Z.	Örnek Alma Aşaması				K*
				1	2	3	4	
YVES	Broyler	+	10 dk		+			2
	Broyler		1 saat	+				21
	Broyler		48 saat	+	+		+	1
	Broyler	+		+				9
	Broyler	+		+				17
DVES	Broyler			+		+		18
	Broyler	+	0-240 dk	+				6
	Broyler ve Hindi	+	1 saat					10
KGES	Broyler		1 saat		+	+	+	19
	Broyler		1 saat					20
YSES	Broyler	-	1 saat			+		3

Ö.A.Z.: Örnek Alma Zamanı, 1: Kan akıtımından sonra, 2: Sıcak kemiklerden ayırmadan sonra, 3: Soğutma anında, 4: Soğuk kemiklerden ayırmadan sonra, *: Kaynak

Karkaslara uygulanan elektrotların pozisyonları elektriğin iletilmesini ve dağılımının yönünü tayin eden önemli bir faktördür. Bu konu henüz direkt olarak incelenmemişse de ES'nun kullanımına etki eden bir faktör olarak kabul edilmektedir. Bazı araştırmacılar elektrodun birini başa ya da boyuna (4) veya başın daldırıldığı tuzlu suya (17), diğer elektrodu da ayakların asılı olduğu askı rayına bağlayarak ES uygulamışlardır.

Elektrik Stimülasyonunun Postmortem Değişiklikler Üzerine Etkileri

Elektrik stimülasyonu sonucunda sarkomer uzunluğu, myofibril zedelenmesi, R değerinin değişimi gibi birtakım fiziksel ve biyokimyasal değişiklikler meydana gelir. pH ve R değeri postmortem glikolizis sonucu biriken laktik asit ile ilişkili olan rigor mortis gelişiminin bir indikatörüdür. Myofibril zedelenmesi Z hattından veya bunun yanından gerçekleşir. Tüm bu faktörlerin gerilme değerinin azalmasına etki ettiği (11) fakat tüm bu parametreler birlikte değerlendirildiği zaman elde edilen sonuçlar arasında bir ilgi kurmanın oldukça zor olduğu bildirilmiştir (22).

ES uygulama yöntemlerinin neredeyse tamamen farklı olması elde edilen sonuçların farklılığını da beraberinde getirmektedir. Ayrıca bütün araştırmacılar olgunlaşmaya etki eden her değişimi izlemeyip kendine göre bazı kriterlere dikkat çekmiştir. Bu nedenlerden dolayı yapılan araştırmalara bakılarak herhangi bir yöntemin uygun olduğu sonucuna varmak zordur.

Araştırmacıların kanatlı etlerine ES uygulamasında dikkate aldıkları kriterler ve sonuçları Tablo 3'te özetlenmiştir.

Yapılan tüm araştırmalarda Saf Doğru Akım veya Alternatif Akım kullanılmamış, sadece Nabazanlı Doğru Akım veya Nabazanlı Alternatif akım kullanılmıştır. Bu akım tiplerinin uygulanmasının nedeni, frekansın ES'nda önemli bir faktör olmasından kaynaklanmaktadır. İstisnalar hariç hem düşük, hem de yüksek gerilimle olgunlaşma sağlanabildiği, kas gerilimiyle birlikte veya yüksek sıcaklık kombinasyonu ile birlikte uygulandığında da benzer sonuçlar alındığı birçok araştırma sonucunda bildirilmiştir (3,4,19,22,23).

Sams ve ark.(2), ES uyguladıkları karkaslarda 100. dakikada meydana gelen olgunlaşmanın, ES uygulanmamış karkaslarda 240. dakikada meydana gelen olgunlaşmadan daha iyi olduğunu, bununla birlikte soğutmadan sonra olgunlaşma için gerekli olan 3-4 saatlik sürenin % 60 oranında ES uygulamasıyla azaldığını ve R değerinin ise çok az arttığını bildirmişlerdir.

Janky ve Birkhold (21), yaptıkları araştırmada ES ile normalde 8 kg/g olan gerilme değerinin % 36 oranında azaldığını ortaya koymuşlardır.

Thompson ve ark. (4), soğuk olarak kemiklerden ayrılan broiler fileto etlerinde yeterli olgunlaşma sağlamak için yüksek voltajın gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

Lyon ve ark (9), hem DVES hem de YVES uyguladıkları karkasları önce 10 °C'lik suda 1 saat, sonra 2 °C'lik suda 1 saat tuttuktan sonra aldıkları göğüs etlerini pişirmişler ve gerilme değerinin önemli derecede azalmadığını; ES'nun kanatlı etleri üzerindeki etkilerinden sağlıklı bir sonuç çıkarmanın örnek alma ve işleme prosedürlerinin farklı olmasından dolayı zor olduğunu bildirmişlerdir.

Moore ve ark. (18), elektrotların uygulama noktaları, voltaj ve uygulama süreci arasındaki farklılıkların sonucu değiştirmediğini ancak soğutmadan önce uygulanan ES'nun olgunlaştırıcı etkisinin diğer yöntemlerden daha fazla olduğunu vurgulamışlardır.

Froning ve Uijttenboogaart (6), kesimden sonra ilk 5 dakikada ES uygulanan etlerde sertleşme, 120-240. dakikalar arasında ES uygulanan etlerde yumuşama meydana geldiğini; ES uygulamasından 30 dakika sonra ise et renginde kontrol grubuna kıyasla arzu edilen parlaklığın ve kırmızılığın arttığını bildirmişlerdir.

Wakefield ve ark. (10), 94 V ile yapılan ES'nun kesimden 20 dakika sonra piliç etlerinde normalde 5.9-6.9 arasında değişen pH'yı 0.5 ünite düşürerek erime sertliğine (asit kısıllığı) neden olduğu, hindilerde ise 6.4 civarında olan pH'yı 0.3 ünite düşürerek yeterli yumuşama sağlayamadığı sonucuna varmışlardır.

Sams (3), araştırmasında, kanatlılarda rigor

mortisin tam anlamıyla sona ermesi için 3-6 saatlik bir süreye ihtiyaç olduğunu, bundan önce kemiklerden ayrılan etlerin arzu edilmeyecek derecede sert olacağını bildirmiştir. Aynı araştırmada ES ve YS (yüksek sıcaklık)'ın et kalitesini artırmada yeterli olmadığı ancak birlikte uygulandıklarında olgunlaşmayı artırdığı; 18 saatten sonra pişirme süresini kısalttığı ve en düşük gerilme değeri sağladığı belirtilmiştir.

Papa ve Fletcher (24), gerilme değerinin türe, bireye, numune alma faktörlerine göre değişiklikler gösterdiğini bildirmiştir.

Elektrik stimülasyonunun karkasın bakteriyolojik kalitesi üzerine olan etkileri de birçok araştırmacı tarafından incelenmiş ve yüzey florasını azalttığı (29) hatta bu amaçla da kullanılabileceği (26) bildirilmiştir. ES'nun tuz solüsyonu içinde uygulandığında salmonellalar üzerinde öldürücü etki yaptığı bildirilmiştir. ES'nun bakterisit olma özelliğine ait mekanizmanın mekanik, kimyasal, termal veya bunların kombinasyonunun bir etkisi sonucu olabileceği, fakat bu konunun da henüz tam netleşmediği bildirilmiştir (27).

Tablo 3. ES'nun kanatlı etleri üzerindeki etkileri.

Table 3. Effects of electrical stimulation on poultry meats.

V	G	pH D.	S.U.	M.Z.	G.D.A.	S.T.K.	S.K.Ö.	R.D.D.	P.R.	P.K.	Y.	K.
Y V E S	+	+			+			+		+	+	2
		+			+	-				-		21
		+	+	+							+	4
	+	+	+		+	-			+		+	17
	+	+		+	+			+		+	+	9
D V E S					D						+	18
		+	-		D				+			6
		+	-									10
K G E S		+	+		+						+	23
		+		+	+			+				20
Y S E S		+	+	+			+	+			+	3
				-		+					+	22
	+	+		-								28
			+	+	+							29

V.: Voltaj, G.: Glikolizis, pH D: pH Düşmesi, M.Z.: Myofibril Zedelenmesi, G.D.A.: Gerilme Değerinde Azalma, S.T.K.: Su Tutma Kapasitesi, P.R.: Parlak Renk, R.D.D.: R Değerinde Düşme, S.K.Ö.: Soğutma Kısıtlığının Önlenmesi, P.K.: Pişirme Kayıpları, Y.: Yumuşaklık, D.: Değişmedi, K.: Kaynak.

SONUÇ

Günümüzde kırmızı etlere ES uygulaması gelişmiş ülkelerde rutin bir hale gelmişken kanatlı etlerine ES uygulaması henüz araştırma aşamasındadır.

Bugün ES'nun kırmızı etlerde soğutma

kısıtlığını ve sıcak kemiklerden ayırma sonucu oluşan sertliği giderdiği, et kalitesinde iyileşme oluşturduğu ve birtakım maddi avantajlar sağladığı açığa çıkarılmıştır. Bu konuda kanatlı eti üzerinde yapılan araştırmalardan da benzer sonuçlar alındığı bildirilmesine rağmen konunun henüz araştırılması gereken birçok yönü vardır. Kanatlı etleri üzerinde yapılacak

araştırmalarda ES'nun olgunlaşmayı etkileme mekanizması, en uygun materyal ve metodun tespiti gibi konuların araştırılması ihtiyacı vardır.

KAYNAKLAR

1. Anonim, Türkiye istatistik yılı. DİE, Ankara, 1993.
2. Sams A R, Jankey D M, Woodward S A: Tenderness and R-value changes in early haruested broiler breast tissue following postmortem electrical stimulation. *Poultry Sci*, 68: 1132-1135, 1989.
3. Sams A R: Electrical stimulation and high temperature conditioning of broiler carcasses. *Poultry Sci*, 69: 1781-1786, 1990.
4. Thompson L D, Janky D M, Woodward S A: Tenderness and physical charecterics of broiler breast fillets harvested at various times from post-mortem electrically stimulated carcasses. *Poultry Sci*, 66: 1158-1167, 1987.
5. Dinçer B: Et bilimi ve teknolojisi ders notları, Teksir No:25, Ankara Üniv Vet Fak Yay, Ankara, 1993.
6. Froning G W, Uijttenboogaart T G: Effects of post-mortem electrical stimulation on color, texture, ph cooking losses of hot and cold deboned chicken broiler breast meat. *Poultry Sci*, 67: 1536-1544, 1988.
7. Kannan G, Radhakrishshman K T, Shanmugam A A: Effect of electrical stimulation on ph, water holding capacity, fibre diameter and sarcomere lenght of spend chicken carcasses. *Indian Vet J*, 68: 455-459, 1991.
8. Li Y, Siebenmorgen T J, Griffis C L: Electrical stimulation in poultry: a reviev and evaluation. *Poultry Sci*, 72: 1, 7-22, 1993.
9. Lyon C E, Davis C E, Dickens J A, Papa C M: Effects of electrical stimulation on the post-mortem biochemical chances and texture of broiler pectoralis muscle. *Poultry Sci*, 58: 249-257, 1989.
10. Wakefield L K, Dransfield E, Down N F, Taylor A A: Influence of post-mortem treatments on turkey and chicken meat texture, *Int J Food Sci, sna Tech*, 24: 81-92, 1989.
11. Judge M, Alberle E, Forrest J, Hedrick H, Merkel R: Conversion of muscle to meat quality, in principles of meat science, kendall/hunt publishing comp, Chapter 5, 97-133, 1989.
12. Murphy B D, Hasiak R J, Sebranek J G: Effect of antemortewm electrical stunning on functional properties of Turkey muscle. *Poultry Sci*, 67: 1062-1068, 1988.
13. Gregory N G, Wotton S B: Stunning of chicken. *Vet Record*, 122: 399, 1988.
14. Kettlewel P J, Hallworth R N: Electrical stunning of chickens. *J Agric Engng Res*, 47: 139-151, 1990.
15. Li Y, Griffis C L, Slavik M F, Engler P V, Wolfe R E: Effect of current, frequency and duty cycle on killing of salmonella in saline water using electric signals. *Appl Eng Agric*, 7: 605-610, 1991a.
16. Harwood D E, Dake R L, Hamby G S, Hudsped J P, Webb J E, Wolfe R E: Effect of intermittent electrical stimulation on broiler muscle ATP as measured by bioluminescence assay. *Poultry Sci*, 69: 61, (Abstr), 1990.
17. Maki A, Froning G W: Effect of post-mortem electrical stimulation on quality of Turkey meat. *Poultry Sci*, 66:1155-1157, 1987.
18. Moore D K, Melton C C, Loveday H D, Shirley H V: Effects of electrical stimulation on tenderness of chicken processed by the chill-pack method. *J Anim Sci*, 65: 291, (Abstr), 1987.
19. Birkhold S G, Janky J M: The effect of high voltage post-mortem electrical stimulation and muscle tensioning on tenderness and post-mortem metabolism of early harvestag broiler meat fillets. *Poultry Sci*, 68: 1, 130, 1989.
20. Birkhold S G, Sams A R: Fragmentation tenderness and postmortem metabolism of early harvested broiler breast fillets from carcasses treated with electrical stimulation muscle tensioning. *Poultry Sci*, 69: 19 (Abstr), 1990.
21. Janky D M, Birkhold S G: Tenderness and physical charecterics of early-harvested Turkey breast,tissue following various durations of high voltage post-mortem electrical stimulation. *Poultry Sci*, 68:72 (Abstr) 1989.
22. Sams A R, Birkhold S G, Mills K A: Fragmentation and tenderness breast muscle from broiler carcasses treated with electrical stimulation and high-temperature conditioning. *Poultry Sci*, 70: 1430-1433, 1991.
23. Papa C M, Lyon C E: Effects of post-mortem wing restraint on the development of rigor and broiler breast meat. *Poultry Sci*, 68: 238-243, 1989.
24. Papa C M, Fletcher D L: Pectoralis muscle shortennig and rigor development at different locations within the broiler breast. *Poultry Sci*, 67: 637-640, 1988.
25. Dickson J S, Crouse J D: Effect of electrical charge on attachment of salmonella thypimurium on meat surfaces. *J Food Sci*, 54: 516-520, 1989.
26. Slavik M F, Griffis C, Li Y, Engler P: Effect of electrical stimulation on bacterial contamination of chicken legs. *J Food Protect*, 54: 508-513, 1991.
27. Planiappan S, Sastry S: Effect of electricity on microorganisms. *J Food Process Preserv*, 14: 393-414, 1990.
28. Walker L T, Shackelford S D, Mills K A, Sams A R: Proteolytic mechanisms of tenderisation of pectoralis from broiler carcasses receiving rigor-accelerating treatments. *Poultry Sci*, 70: 127 (Abstr), 1991b.
29. Birkhold S G, Sams A R: Comparative ultrasutructure of pectoralis major fibers early-harvested from broiler treated with high voltage electrical stimulation and muscle tensioning. *Poultry Sci*, 70: 14 (Abstr), 1991.