

**SIĞIR KARKASLARINDA ELEKTRİKSEL UYARININ ETKİLERİ****THE EFFECT OF ELECTRICAL STIMULATION ON BEEF CARCASSES**

**Haydar ÖZDEMİR, Bülent MUTLUER**  
Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi  
Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara

**ÖZET:** Elektriksel uyarı (EU), etin kalite niteliklerinden olan yumuşaklık, aroma ve renk gelişimini sağlamasının yanısıra, özellikle soğutma kısılalığının oluşumunu engeller. Bu derleme EU'nun siğir karkaslarındaki etkilerini içermektedir.

**SUMMARY:** Electrical stimulation (ES) has received considerable attention in the improvement of the meat quality traits of tenderness, flavor and colour. In addition to these ES will also be used particularly to avoid cold chortening. This article describe the effect of ES on beef carcasses.

**GİRİŞ**

Günümüzde çağdaş yaşamın ve beslenme alışkanlıklarında meydana gelen değişikliklerin sonucu olarak, kısa sürede hazırlanabilen kızartmalı ve ızgaralık etler daha çok talep edilmektedir. Tüketici tercihi bu tip etlerin lezzetli, yumuşak ve güzel görünüşlü olmaları doğrultusundadır. Ancak böyle etlerin elde edilebilmesi için gerekli temel faktör etin olgunlaşmasıdır. Etin olgunlaşması ise zaman ve soğuk muhafaza ile doğrudan ilişkili olup, bu da zaman kaybı ve önemli soğuk muhafaza giderlerinin göze alınması demektir. Bu dezavantajların giderilmesine yönelik olarak et bilimcileri yıllardan beri bir taraftan etin en kısa sürede olgunlaşmasını sağlamak, diğer taraftan da en iyi organoleptik özelliklere sahip et elde etmek üzere çeşitli araştırmalar yapmaktadırlar. Bu konuda yapılan araştırmalar sonucunda geliştirilen yeni yöntemlerden birisi de, siğir ve koyun karkaslarının, kesimden hemen sonra elektrik akımı ile (Electrical Stimulation) uyarılmasıdır (PALEARI ve ark, 1991).

Elektriksel uyarı ile, siğir ve koyun karkaslarında post mortem değişikliklerin hızlandırıldığı ve buna bağlı olarak da kısa zamanda olgunlaşmış, yumuşak, açık parlak renkli ve daha lezzetli etler elde edilebildiği bildirilmektedir (MOJTO ve ark, 1983; PALEARI ve ark, 1991; WICHLACZ ve ark, 1992). Bu yöntem et endüstrisinde bugün özellikle A.B.D, Avustralya, Yeni Zelanda, İsveç ve Almanya'da yaygın olarak kullanılmaktadır (ANONYMOUS, 1991; BENDALL, 1980). Elektriksel uyarı başlangıçta soğutma kısılalığının olumsuz etkilerini önlemek amacı ile kullanılırken, bugün hem soğutma kısılalığının olumsuz etkilerinden kaçınmak, hem de etlerin olgunlaşma sürelerini kısaltarak daha kaliteli et elde etmek amacı ile kullanılmaktadır. Kesim sonrası karkaslara uygulanan elektriksel uyarılar, merkezi sinir sistemi aracılığı ile tüm kaslara ulaşarak, kasların yoğun olarak kontrakte olmalarını ve bunun sonucu olarak da glikojen, ATP ve kreatin fosfatın harcanmasını sağlamaktadırlar (ANONYMOUS, 1991).

Elektriksel uyarı ayrıca, kan damarlarının kontrakte olmasını da sağladığından, iyi bir kan akışı sonucu açık ve parlak renkli etlerin elde edilmesini sağlamakta ve ayrıca kateptik enzimlerin salınması uyarıldığından, etlerin daha iyi ve kısa sürede olgunlaşması temin edilebilmektedir (MOJTA ve ark, 1983; PALEARI ve ark, 1991; WICHLACZ ve ark, 1992).

**KARKASLARA ELEKTRİKSEL UYARI UYGULAMA YÖNTEMLERİ**

Siğir ve koyun karkaslarına, elektriksel uyarı uygulamaları ile ilgili birçok yöntem bildirilmiştir. Bu yöntemlerin uygulanışı açısından kesin bir görüş birliği olmayıp, uygulanan elektrik akımının şiddeti, süresi ve elektrotların karkasa uygulama yerleri ülkelere göre değişiklikler göstermektedir. Yeni Zelanda ve İngiltere'de elektrik yüklü elektrot 3. ve 4. boyun omurları arasına uygulanırken, A.B.D'de daha çok göğüs bölgesine uygulanmaktadır. Bununla birlikte uygulamalardaki ortak nokta, elektriksel uyarının tüm uygulamalarda en az iki elektrot kullanılarak yapılmasıdır (BENDALL, 1980).

Elektriksel uyarıdan elde edilecek maksimum yarar, ancak uygulama süresi ve uygulama zamanının iyi belirlenmesi ile mümkün olmaktadır. Bu konuda bazı araştırmacılar (BENDALL, 1980), 100 V ve daha

düşük voltajlı EU uygulamaları için, sığırlarda kesimden 40 dakika sonra ve 4 dakika süreyle, koyunlarda ise derinin yüzümünden hemen sonra 4 dakika süreyle EU uygulanmasını, 600 V ve daha yüksek voltajlarda ise uygulama süresinin 2 veya 1,5 dakika olmasını tavsiye ederken, diğer araştırmacılar (GRACEY, 1986), sığır karkasları için, kesimden 30 dakika sonra 30-60 saniye süreyle 700 V ve saniyede 25 impulsun uygulanmasını tavsiye etmektedirler.

Elektriksel uyarı işleminde en önemli nokta, elektrik akımının kaslara eşit düzeyde dağılımını sağlamak amacıyla elektrotların karkasla iyice temasını sağlamaktır. Ayrıca uygulama sırasında uyarıların kesiksiz ve belirli zaman diliminde belirli sayıda olması gerekmektedir. EU hem düşük voltajda (<120V), hem de yüksek voltajda (>120V) uygulanabilmekte ve sonuçları bakımından büyük farklar bulunmaması nedeniyle, uygulamaların mümkün olduğunca düşük voltajla yapılması tavsiye edilmektedir (GRACEY, 1986; PALEARI ve ark, 1991).

### ELEKTRİKSEL UYARININ KASLARIN pH SI ÜZERİNE ETKİLERİ

WICHLACZ ve ark. (1992), genç sığır karkaslarında düşük voltajlı (80V) EU nın, kaslarda post mortem pH düşmesini hızlandırdığını bildirmektedirler. Araştırmacılar EU uygulanmış karkaslardan aldıkları 7 ayrı değişik kas numunesinde, kesimden 2 ve 24 saat sonra yapılan pH ölçümleri sonucunda, EU uygulanmış kas numunelerinde pH nın kontrol grubuna oranla daha hızlı düştüğünü ve pH düşüşlerinin en fazla M. longissimus dorsi, en az M. psoas majorda olduğunu saptamışlardır (Çizelge 1).

Çizelge 1. EU uygulanmış kas numunelerinde kesimden 2 ve 24 saat sonra ölçülen pH değerleri (WICHLACZ ve ark, 1992)

KAS	Grup	2 saat sonra (pH)	24 saat sonra (pH)
M. long. dorsi	K	6,64	5,75
	A	5,75	5,59
M. triceps brachii	K	6,55	5,68
	A	5,79	5,65
M. biceps femoris	K	6,46	5,56
	A	5,70	5,57
M. semitendinosus	K	6,40	5,60
	A	5,65	5,58
M. semimembranosus	K	6,46	5,55
	A	5,65	5,58
M. kuadriceps femoris	K	6,48	5,66
	A	5,72	5,65
M. psoas major	K	5,91	5,64
	A	5,66	5,68

K= Kontrol grubu A= Araştırma grubu

PALEARI ve ark. (1991), sığır karkaslarında 9,2 voltluk düşük voltajlı EU nın etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, EU uygulanmış karkaslardan aldıkları M. long. dorsi numunelerinde, pH nın kontrol grubuna oranla, ilk 1 saat içerisinde daha çabuk düştüğünü ve olgunlaşma için gerekli optimum pH ya daha hızlı ulaştığını bunun da, EU nın post mortem glikolizisi hızlandırmasından kaynaklandığını bildirmektedirler.

MOJTO ve ark. (1983), düşük voltajlı (80V) EU nın, öküz ve boğa karkaslarında kesimden sonraki 1 saat içerisinde pH yı kontrol gruplarına oranla, ortalama olarak 0,4 değerinde düşürdüğünü ve her iki ölçüm arasındaki farkın istatistiki yönden önemli ( $P < 0,05$ ) olduğunu bildirmişlerdir.

UNRUH ve ark. (1986), düşük voltajlı (50V) EU dan sonra M. long. dorsi ve M. semimembranosus kaslarında pH değerlerinin kontrol grubuna oranla daha hızlı, ancak her

iki kasta aynı seviyelerde düştüğünü, kontrol grubu kaslarda ölçülen pH değerleri ile, EU uygulanmış kaslarda ölçülen pH değerleri arasındaki farkın, istatistiki yönden önemli ( $p < 0,05$ ) olduğunu bildirmişlerdir.

HAWRYSH ve ark. (1987), sığır karkaslarında düşük voltajlı (30V) EU nın, kesimden 2 ve 6 saat sonra kasların pH değerlerinde kontrol grubuna göre daha fazla düşüş meydana getirdiğini ve 24 saat sonra alınan tüm numunelerde pH nın 5,5 değerinde bulunduğunu, ancak 2 ve 4 dakikalık EU uygulama sürelerinin, pH değerleri üzerinde farklı etki meydana getirmedikini bildirmişlerdir.

SOLOMON (1986), düşük voltajlı (45V) EU uygulamasının, EU uygulanmış kaslarda kontrol grubuna göre 3 ve 5. saatlerde daha hızlı pH düşüşüne neden olduğunu, ancak farklı elektrot tiplerinin ve

elektrot uygulama bölgelerinin, kasların pH değerleri üzerinde farklı etki meydana getirmediğini bildirmektedir.

Diğer araştırmacılar da (BOUTON ve ark, 1978; NORTJE ve ark, 1985; POWELL ve ark, 1984), 32-110V arasındaki düşük voltajlı EU'nun sığır karkaslarında post mortem pH'nın düşmesini hızlandığını, bunun da EU'nun glikolizisi hızlandırmasından kaynaklandığını, post mortem dönemde pH'nın EU ile istenen düzeylere düşmesi ile başta etin hijyenik açıdan olmak üzere diğer niteliklerinin de düzeltilebileceğini bildirmektedirler.

EIKELENBOOM ve ark. (1985), sığır karkaslarına uygulanan düşük voltajlı (85V) ve yüksek voltajlı (300V) EU ile pH'nın kontrol grubuna oranla daha hızlı düştüğünü, ancak her iki voltaj arasında pH seyri bakımından önemli fark bulunmadığını bildirmişlerdir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Yüksek ve düşük voltajlı EU'nun kasların pH değerleri üzerine etkileri (EIKELENBOOM ve ark, 1985)

KAS	Ölçüm zamanı (saat)	Düşük (V) (pH)	Yüksek (V) (pH)	Kontrol (pH)
M. long. dorsi	1	5,96	6,02	7,08
	2	5,81	5,71	6,68
	4	5,69	5,65	6,19
	6	5,69	5,61	5,99
	8	5,66	5,59	5,80
	24	5,66	5,61	5,68
M. adductor	1	5,96	6,05	5,68
	2	5,64	5,79	6,45
	4	5,63	5,60	6,01
	6	5,57	5,52	5,84
	8	5,53	5,49	5,68
	24	5,54	5,52	5,58

KOH ve ark. (1987), yüksek voltaj (500V) ve düşük voltajlı (50V) EU uygulanmış sığır karkaslarında, M. longissimus dorsi kasındaki pH'nın kontrol grubuna oranla daha hızlı düştüğünü bildirmişlerdir.

Elektriksel uyarı uygulanmış karkasların pH birkaç saat içerisinde arzu edilen değerlere düştüğünden, bu karkaslar EU uygulanmamış karkaslara kıyasla daha kısa zamanda soğutma ve

dondurma işlemlerine tabi tutulabilmektedirler. İngiltere Et Araştırma Enstitüsünde yapılan çalışmalarda, pH'sı 6,0-5,7 arasında bulunan karkasların, soğutma kısıtlılığı riski olmaksızın hızla 10°C'nin altında soğutulabileceği saptanmıştır. EU uygulanmış sığır karkaslarında kesimden 2 saat sonra pH değerleri yaklaşık 5,7 olmasına karşın, EU uygulanmamış karkaslarda pH'nın bu değerlere düşmesi için 10,5 saatlik bir zamana gereksinim bulunmaktadır. Dolayısıyla EU ile 8,5 saatlik bir zaman kazanılmakta ve bu süre için gerekli soğutma giderlerinden de kaçınılmış olunmaktadır (BENDALL, 1980).

## ELEKTRİKSEL UYARININ ETİN YUMUŞAKLIĞI ÜZERİNE ETKİSİ

Elektriksel uyarı uygulanmış karkaslarda post mortem değişikliklerin hızlandırılması sonucu, ölüm sertliği EU uygulanmamış karkaslara kıyasla daha kısa sürede oluşmakta ve ölüm sertliğinin ortadan kalkması ile etler enzimatik reaksiyonlar sonucu olgunlaşarak yumuşak bir yapıya kavuşmaktadır (MOJTO ve ark, 1983; PALEARİ ve ark, 1991; WICHLACZ ve ark, 1992). Genel olarak etin yumuşaklığının depolama sırasında, myofibriller ve cytoskeletal proteinlerin hidrolizi sonucu meydana geldiği kabul edilmektedir. Bu konuda iki proteolitik sistem söz konusudur. Kalsiyumla aktive olmuş nötral proteinazlar (Calpain I ve II), myofibriller ve cytoskeletal proteinleri parçalamakta ve myofibrillerde histolojik değişiklikler meydana gelmektedir. Benzer şekilde lizozomal asidik proteinazlar da (Cathepsin B, D ve L) myofibrilleri ve proteinleri hidrolize etmektedirler. İzole edilen diğer proteinazların, etin yumuşamasındaki rolleri henüz bilinmemektedir (DRANSFIELD ve ark, 1992; POMMIER, 1992). DRANSFIELD ve ark. (1992), EU uygulanmış ve uygulanmamış sığır karkaslarında 0°C ve 30°C arasındaki sıcaklıklarda, depolama sırasında enzim seviyelerinde meydana gelen değişiklikleri inceledikleri araştırmalarında, lizozomal enzim seviyelerinin depolama sırasında değişmeden kaldığını buna karşılık ölüm sertliğinin erken şekillenmesi ve yüksek sıcaklıklarda pH 6,2 den sonra calpain I seviyesinin hızla düştüğünü saptamışlardır. POMMIER (1992), vitamin A, elektriksel uyarı ve soğutma derecesinin sığır kaslarında lizozomal enzim aktivitesi üzerinde etkili olduğunu bildirmiştir.

MOJTO ve ark. (1983), sığır karkaslarından düşük voltajlı (80V) EU'dan sonra alınan, değişik kas numunelerinin panelistler tarafından yapılan duyuusal muayeneleri sonucunda, kas numunelerinin %66'sının,

kontrol grubuna göre daha yumuşak bulunduğunu, fiziksel aletlerle yapılan ölçüm sonuçlarına göre ise, EU yapılan tüm kas numunelerinin, kontrol grubu kaslara oranla daha yumuşak olduğunu bildirmektedirler (Çizelge 3).

Çizelge 3. Elektriksel uyarının çeşitli kasların yumuşaklığı üzerine etkileri (MOJTO ve ark, 1983)

KAS	Araştırma Grubu (WB değeri)	Kontrol Grubu (WB değeri)
M.long. dorsi	4,01	7,21
M.adductor	4,49	7,51
M.gracillis	4,08	6,97
M.semitendinosus	4,67	7,00
	7,13	10,32

WB= Warner Bratzler değeri

uygulama bölgelerinin farklı oluşunun, yumuşaklık üzerinde düşük düzeyde farklı etki oluşturduğunu bildirmiştir.

### ELEKTRİKSEL UYARININ KASLARDA RENK OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİLERİ

Elektriksel uyarının karkaslarda oluşturduğu etkilerden birisi de daha iyi renk oluşumudur. EU uygulaması sonucu kan damarlarının kontrakte olmasına bağlı olarak, daha iyi bir kan akımı sağlanmakta, bunun sonucunda da daha açık renkli ve hoş görünümlü etler elde edilebilmektedir (PALEARİ ve ark, 1991; WICHLACZ ve ark, 1992).

PALEARİ ve ark. (1991), düşük voltajlı (9.2V) EU dan sonra 0°C de 4 gün süreyle soğutulmuş sığır karkaslarından alınan M. iliacus ve M. pectineus kas numunelerinin, 24 saat süreyle vakumla paketlenmesinden sonra yapılan renk ölçümleri sonunda, EU uygulanmış kaslarda renklerin, kontrol grubuna oranla daha açık ve parlak olduğunu bildirmektedirler.

WICHLACZ ve ark. (1992), düşük voltajlı (80V) EU uygulanmış dana karkaslarından alınan 7 değişik kas numunesinde, EU ile renk oluşumunun geliştiğini ve EU uygulanmış kasların, kontrol grubuna oranla daha açık renkte olduğunu bildirmektedirler. Araştırmacılar kontrol grubuna oranla renk oluşumu yönünden en fazla değişikliğin M. long. dorsi ile M. biceps femorisde, en az değişikliğin ise M. psoas majorda olduğunu ve dana kaslarında iyi bir renk oluşumu için kesim ağırlığının en az 190 kg olması gerektiğini bildirmektedirler.

Çeşitli araştırmacılar yaptıkları çalışmalar sonucunda, yüksek ve düşük voltajlı EU nın, kaslarda renk oluşumu üzerinde olumlu etki meydana getirdiğini saptamışlardır (EIKELENBOOM ve ark., 1985; MOORE and YOUNG, 1991; UNRUH ve ark, 1986).

LAACK ve ark. (1990), EU ve sıcak sökümün, sığır karkaslarından alınan M. longissimus dorsi ve M. psoas major kaslarında, renk stabilizasyonu üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, EU uygulanmış M. psoas major kas numunelerinde söküm zamanının, renk stabilizasyonu üzerinde belirgin derecede etkisi olduğunu ve sıcak söküm uygulanmış M. psoas major numunelerinde renk stabilizasyonunun, soğuk söküm uygulanmış aynı numunelere oranla daha iyi olduğunu ve renk stabilizasyonunun EU ile arttığını bildirmişlerdir.

### ELEKTRİKSEL UYARININ KASLARIN PIŞİRME KAYIPLARI ÜZERİNE ETKİSİ

Elektriksel uyarı uygulamaları sonucunda, pH nın istenen düzeylere daha çabuk düşmesi ile birlikte, etlerin su tutma kapasiteleri azalmakta buna bağlı olarak düşük pH değerlerinde depolanan ve ısı işlem gören etlerde bir ağırlık kaybı söz konusu olabilmektedir (MOJTO ve ark, 1983; PALEARİ ve ark, 1991).

HAWRYSH ve ark. (1987), sığır karkaslarında EU uygulama sürelerinin etin yumuşaklığı üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, 4 dakika süreyle düşük voltajlı (30V) EU uygulanan karkaslardan alınan biceps femoris ve semimembranosus kas numunelerinin, 2 dakika süreyle EU uygulanmış aynı kas numunelerine göre daha sert olduklarını bildirmişlerdir.

SOLOMON (1986), sığır karkaslarında düşük voltajlı (45V) EU uygulamasında, değişik tip elektrotların kasların kalite nitelikleri üzerinde farklı etki meydana getirmediğini, ancak elektrot

EU uygulamalarının, pişirme kayıpları üzerine etkileri konusunda farklı görüşler bulunmaktadır. MOJTO ve ark. (1983), EU uygulanmış sığır karkaslarından alınan kas numuneleri ile, kontrol grubu kaslar arasında, pişirme kayıpları yönünden önemli derecede bir farklılık bulunmadığını bildirmelerine karşın, HAWRYSH ve ark. (1987), EU'nun pişirme kayıpları üzerindeki etkisinin kas gruplarına göre değiştiğini, EU uygulanmış M. biceps femoris kas numunelerinde, pişirme kayıplarının kontrol gruplarına oranla daha fazla iken, M. semimembranosus numunelerinde daha düşük olduğunu bildirmektedirler.

### ELEKTRİKSEL UYARININ KASLARIN ATP SEVİYELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Elektriksel uyarının karkaslarda oluşturduğu önemli etkilerden birisi de, post mortem dönemde kas kontraksiyonunda önemli rol oynayan ATP'nin hızlı olarak kullanılmasını sağlamaktır. ATP'nin post mortem dönemde kullanımının EU ile hızlandırılmasında kas sıcaklığı önemli rol oynamaktadır (KOH ve ark, 1987; KONDOS ve TAYLOR, 1987).

KONDOS ve TAYLOR (1987), düşük voltajlı (32V) EU'nun, kas sıcaklığına bağlı olarak biyokimyasal olayları hızlandığını, EU uygulanmış kaslarda kesimden yarım saat sonra ATP konsantrasyonunun, kontrol grubuna kıyasla % 32 oranında daha düşük bulunduğunu, EU dan sonra karkasların en az 2-3 saat süreyle, 15°C'nin altına düşmeyecek şekilde muhafaza edilmeleri gerektiğini, bu şartların kesim sonrası mevcut ATP ve glikojenin harcanması için uygun olduğunu ve buna bağlı olarak soğutma kısıtlığının önlenebileceğini bildirmektedirler.

KOH ve ark. (1987), yüksek (500V) ve düşük voltajlı (50V) EU uygulanmış sığır karkaslarından alınan M. longissimus dorsi numunelerinde ATP konsantrasyonunun, kontrol grubuna oranla daha düşük seviyelerde bulunduğunu, EU'nun ATP'nin kullanım süresini hızlandığını bildirmişlerdir.

BENDALL (1980), EU uygulanmış sığır karkaslarından alınan M. longissimus dorsi ve m. biceps femoris kaslarında EU dan yaklaşık 1 saat sonra ATP seviyesinde % 50 oranında bir azalma saptarken, kontrol grubu kaslarda ATP'nin % 50 oranında azalması için gereken sürenin 7 saatten daha fazla olduğunu bildirmektedir. Yine EU dan yaklaşık 3 saat sonra araştırma grubu kaslarda ATP'nin tamamı harcanırken, kontrol grubunda ilk 6 saat içerisinde ATP oranında hiçbir değişiklik bulunamamış ve kontrol grubu kaslarda ATP'nin tümünün harcanması için yaklaşık 14 saatlik bir süreye ihtiyaç bulunduğu saptanmıştır. Bu araştırma sonuçlarına dayanılarak, EU uygulanmış karkasların kesimden 6 saat sonra hızlı dondurmaya alınabileceği, EU uygulanmamış karkasların ise 20 saatten önce hızlı dondurmaya alınamayacakları bildirilmiştir.

### ELEKTRİKSEL UYARININ KASLARIN SICAKLIĞI ÜZERİNE ETKİSİ

Elektriksel uyarı sonucu, merkezi sinir sistemi yolu ile tüm kaslara yayılan elektrik akımı, kasların belirli zaman diliminde yoğun kontraksiyonuna neden olmakta, bunun sonucu olarak da kaslarda mevcut sıcaklık belirli oranda artarak, biyokimyasal olayların daha hızlı cereyan etmesi sağlanmaktadır (EIKELENBOOM ve ark, 1985; MOJTO ve ark, 1983; PALEARI ve ark, 1991; UNRUH ve ark, 1986).

Çeşitli araştırmacılar (EIKELENBOOM ve ark, 1985; KOH ve ark, 1987; UNRUH ve ark, 1986), EU uygulanmış karkaslardan aldıkları kas numunelerinde, post mortem dönemin belirli zamanlarındaki sıcaklık ölçümlerinde EU uygulanmış kas numunelerindeki ısının, ilk 6 saat içerisinde kontrol grubuna oranla daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

### ELEKTRİKSEL UYARININ KARKASLARIN MİKROBİYEL YÜKÜ ÜZERİNE ETKİSİ

Çeşitli araştırmacılar EU dan sonra, karkasların belirli bölgelerinden aldıkları kas numunelerinin mikrobiyolojik muayenelerinde, EU'nun karkasların mikrobiyel yükü üzerinde, önemli derecede bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir (LIN ve ark, 1984; NORTJE ve ark, 1985; PALEARI ve ark, 1991).

PALEARI ve ark. (1991), düşük voltajlı (9,2V) EU dan sonra karkaslardan aldıkları M. pectineus numunelerinin, mikrobiyolojik muayene sonuçları ile kontrol grupları arasında, önemli derecede farklılık olmadığını bildirmişlerdir. LIN ve ark. (1984), EU'nun karkasların mikrobiyel yükü üzerinde, önemli

derecede bir etki oluşturmadığını, spor oluşturan bakterilerin EU ya daha dayanıklı olduğunu, spor oluşturmeyen bakteriler arasında ise Gram (-) bakterilerin, Gram (+) bakterilere oranla EU ya daha dayanıklı olduklarını bildirmişlerdir.

## SONUÇ

Yapılan araştırma sonuçları EU'nun, sığır karkaslarında post mortem değişiklikleri hızlandırarak, kısa zamanda daha kaliteli, olgunlaşmış, yumuşak ve daha parlak kırmızı etlerin elde edilebilmesine olanak sağladığı ve soğutma kısıtlılığı riski olmaksızın etlerin soğutulmasına olanak sağladığı için et endüstrisinde uygulanmasında büyük yararlar vardır.

## KAYNAKLAR

- ANONYMOUS. Natural Resources Institute. 1991. Report on Operational Programmes: 1989-1991. Natural Research Institute, Kent, UK. 34-35.
- BENDALL, J.R. 1980. The electrical stimulation of carcasses of meat animals. In: Lawrie, R. Developments in Meat Science-I. Appl. Sci. Publ. Ltd. London. 37-59.
- BOUTON, P.E., FORD, A.L., HARRIS, P.V. and SHAW, F.D. 1978. Effect of low voltage stimulation of beef carcasses on muscle tenderness and pH. J. Food Sci. 43: 1392-1396.
- DRANSFIELD, E., ETHERINGTON, D.J. and TAYLOR, M.A.J. 1992. Modeling post mortem tenderisation II: Enzyme changes during storage of electrical stimulated and non-stimulated beef. Meat Sci. 31: 75-84.
- EIKELENBOOM, G., SMULDERS, F.J.M. and RUDERNS, H. 1985. The effect of high and low voltage electrical stimulation on beef quality. Meat Sci. 15: 247-254.
- GRACEY, J.F. 1986. Meat Hygiene. 8 th Ed. Bailliere Tindall. London. 66-69.
- HAWRYSH, Z.J., SHAND, P.J., WOLFE, F.H. and PRICE, A. 1987. Studies of extra low voltage electrical stimulation of mature beef carcasses. Meat Sci. 21: 121-135.
- KOH, K.C., BIDNER, T.D., MILLIN, K.W. Mc. and HILL, G.H. 1987. Effects of electrical stimulation and temperature on beef quality and tenderness. Meat Sci. 21: 189-201.
- KONDOS, A.C. and TAYLOR, D.G. 1987. Effect of electrical stimulation and temperature on biochemical changes in beef muscle. Meat Sci. 19: 207-216.
- LAACK, R.L.J.M. and SMULDERS, F.J.M. 1990. Colour stability of bovine longissimus and hot boning. Meat Sci. 28: 211-221.
- LIN, C.K., KENNICK, W.H., SANDINA, W.E. and KOOHMARAIE, M. 1984. Effect of electrical stimulation on meat microflora: Observations on agar media, in suspensions and beef carcasses. J. Food Prot. 47: 279-283.
- MOJTO, J., JEDLICKA, J., JAJCAY, J., FOLTYS, V., LICHTNER, J. and PALENIK, S. 1983. Einfluß der Elektrostimulation auf die Fleischqualität verschiedener Schlachtkörperteile. Fleischwirtsch. 63 (9), 1471-1473.
- MOORE, V.J. and YOUNG, O.A. 1991. The effects of electrical stimulation, thawing, ageing and packaging on colour and display life of lamb chops. Meat Sci. 30: 131-145.
- NORTJE, G.L., NAUMANN, H.D., LAUBSCHER, A., GROBLER, I., NAUDE, L., OOSTHUIZEN, W., JORDAAN, E. and NAUDE, R.T. 1985. Effects of exercise, electrical stimulation and vacuum packaging on bacterial counts and tenderness of fresh beef primal cuts. J. Food Prot. 48: 1036-1039.
- PALEARI, M.A., BERATTA, F., PANUNZI, F., PARINI, M., RASI, M., CRIVELLI, G. and BERTOLO, G. 1991. Auswirkung von Niederspannung auf die Qualität der Schlachtkörper von Kühen. Fleischwirtsch. 71(5), 605-907.
- POMMIER, S.A. 1992. Vitamin A, electrical stimulation and chilling rate effects on lysosomal enzyme activity in aging bovine muscle. J. Food Sci. (57), 1: 30-35.
- POWELL, V.H., DICKINSON, R.F., PHAIL, N.G. Mc., BOUTON, P.E. and HARRIS, P.V. 1984. Evaluation of extra low voltage electrical stimulation systems for bovine carcasses. J. Food Sci. 49: 363-369.
- SOLOMON, M.B. 1986. Effect of different types and locations of the electrode source of an extra low voltage electrical stimulation system on beef quality. Meat Sci. 16: 217-224.
- UNRUH, J.A., KASTNER, C.L., KROPF, D.H., DIKEMAN, M.E. and HUNT, M.C. 1986. Effects of low voltage electrical stimulation during exsanguination on meat quality and display colour stability. Meat Sci. 18: 281-293.
- WICHLACZ, H., WAJDA, S. and BORZUTA, K. 1992. Elektrostimulierung: Einfluß auf die Fleischqualität von Kälbern. Fleischwirtsch. 72(7), 1055-1057.