



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EKONOMİK VERİM DÖNEMİNİ TAMAMLAMIŞ YUMURTA TAVUĞU GÖĞÜS VE BUT ETLERİ ÜZERİNE ULTRASONİK DALGALARIN ETKİLERİ

Kübra ÜNAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz-2012

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EKONOMİK VERİM DÖNEMİNİ TAMAMLAMIŞ YUMURTA TAVUĞU GÖĞÜS VE BUT ETLERİ ÜZERİNE ULTRASONİK DALGALARIN ETKİLERİ

Kübra ÜNAL

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA

2012, 87 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
Prof. Dr. Ramazan YETİŞİR
Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

Bu çalışmada, ekonomik yumurta verimini tamamlamış tavuk göğüs ve but etlerinin çeşitli teknolojik ve emülsiyon özellikleri üzerine ultrasonik ses dalgalarının etkileri araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan göğüs ve but etlerine farklı sürelerde (0, 30, 60, 90, 120 ve 150 s) sonikasyon işlemi (24 kHz) uygulandıktan sonra pişirme kaybı, sızıntı kaybı, su tutma kapasitesi gibi çeşitli teknolojik özelliklerle, total pigment, heme demir, metmyoglobin ve renk gibi fizikokimyasal özellikler de belirlenmiştir. Örneklerin diğer bir kısmı ise kıyma haline getirildikten sonra tuz-fosfat (%2.5 NaCl + %0.5 K_2HPO_4) çözeltisi içerisinde sonikasyon işlemi uygulanarak et+çözelti karışımlarının pH değerleri belirlenmiştir. Daha sonra bu karışımların mısır yağı ile oluşturdukları emülsiyonların; emülsiyon kapasitesi (EK), emülsiyon stabilitesi (ES), emülsiyondan ayrılan su (EAS), emülsiyondan ayrılan yağ oranları (EAY), emülsiyon viskozitesi (EV), emülsiyon özgül ağırlığı (EÖA), ısıl işlem uygulanmış ve uygulanmamış emülsiyonların renk parametreleri tespit edilmiştir.

Araştırmada kullanılan tavuk göğüs etinin %25.14'ü kuru madde, %22.45'i protein, %1.84'ü yağ ve %1.141'i mineral maddedir. But eti ise %25.75 kuru madde, %20.09 protein, %4.24 yağ ve %1.018 mineral maddelerden oluşmaktadır. Göğüs etinin pH değeri, 5.79 olarak belirlenirken, but etinin pH değeri ise 6.17 olarak tespit edilmiştir. Tuz-fosfat çözeltisi ilave edildikten sonra elde edilen et+çözelti karışımlarının pH değerleri (6.49-6.74) yükselmiştir. Göğüs etlerinin mısır yağı ile oluşturdukları emülsiyonların ortalama pH değeri 7.11, but etleri emülsiyonlarının ortalama pH değeri ise 7.33 olarak belirlenmiştir. Göğüs etinin EK değerleri 169.9 ml yağ/g protein, but etinin ise 185.3 ml yağ/g protein şeklinde tespit edilmiştir. Sonikasyon işleminin 90 ve 120 s süre ile uygulanması EK'ni artırmış, 150 s uygulanması ise EK'ni düşürmüştür. Göğüs etinin ES değeri, but etinden yüksek bulunmuştur. Özellikle 90 s sonikasyon işlemi uygulamasının EV'ni artırdığı gözlenmiştir (p<0.01). Tavuk göğüs ve but etleri kullanılarak oluşturulan emülsiyonların ortalama EÖA'ları sırasıyla 0.8821 g/cm^3 ve 0.8866 g/cm^3 olarak belirlenmiştir. 120 s sonikasyon işlemi uygulanması, EÖA'nı arttırmıştır. Farklı sürelerde sonikasyon işlemi uygulanması emülsiyonların renk karakteristiklerini etkilemezken, ısıl işlem uygulanmış emülsiyonların sadece L^* ve Hue değerleri etkilenmiştir. 150 s süreyle sonikasyon uygulanması STK'ni artırırken, PK ve SK'nı azaltmıştır. But etlerine 150 s süreyle sonikasyon uygulanması total pigment ve heme demir içeriklerini azaltmıştır. Sonikasyon işlemi göğüs ve but etlerinin renk parametreleri üzerine de etkili olmuştur (p<0.01). Sonuç olarak, 90 ve 120 s süreyle sonikasyon işlemi uygulanması tavuk göğüs ve but etlerinin EK, ES, EV ve EÖA'nı yükseltmiştir. Diğer taraftan en yüksek STK ile en düşük PK ve SK değerleri ise 150 s süre sonikasyon işlemi uygulanan tavuk göğüs ve but etlerinde belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Emülsiyon özellikleri, sonikasyon, tavuk göğüs ve but eti, teknolojik özellikleri

ABSTRACT

MS THESIS

EFFECTS OF ULTRASONIC WAVE APPLICATIONS ON BREAST AND THIGH MEATS OF HENS COMPLETING THEIR ECONOMIC PRODUCTION CYCLE

Kubra UNAL

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN FOOD ENGINEERING

Advisor: Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA

2012, 87 Pages

Jury
Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
Prof. Dr. Ramazan YETISIR
Assoc. Prof. Dr. Cemalettin SARICOBAN

In this study, the effect of ultrasound wave on different technological and emulsion properties of chicken breast and thigh meats of hens completing their economic egg production cycle were investigated. After each meat samples were sonicated at 24 kHz frequency for various sonication times (0, 30, 60, 90, 120 and 150 s), their various technological properties such as cooking loss (CL), drip loss (DL), water holding capacity (WHC); physicochemical properties such as total pigment, heme iron, metmyoglobin contents and color values were determined. After the other meat samples were minced and sonicated within salt-phosphate solution, the pH values of formed slurries were determined. Then, emulsion capacity (EC), emulsion stability (ES), separated water (SW), separated oil (SO), emulsion viscosity (EV) and emulsion density (ED) properties and pH values of the emulsions prepared with the slurries and corn oil as well as the color values of uncooked and cooked emulsions were investigated.

It was determined that chicken breast meat had 25.14% dry content, 22,45% protein, 1.84% fat and 1.141% ash. The thigh meat had 25.75% dry content, 20.09% protein, 4.24% fat and 1.018% ash. The mean pH value of the chicken breast meat was 5.79 and thigh meat was 6.17. Addition of salt phosphate solution increased the pH values of slurries (6.49-6.74). Average pH values of emulsions prepared with the slurries and corn oil were determined as 7.11 and 7.33, respectively. When it was detected that EC values of the chicken breast meat was 169.9 ml oil/g protein, chicken thigh meat was 185.3 ml oil/ g protein. The highest EC values were observed in the samples that were sonicated for 90 and 120 s whereas the lowest values were obtained when the samples were sonicated for 150 s. ES values of chicken breast meat was higher than thigh meat. EV values were observed to increase 90 s treatment of ultrasound waves (p<0.01). The mean ED values of the emulsions formed with breast and thigh meats were determined to be 0.8821 g/cm^3 ve 0.8866 g/cm^3, respectively. Applying sonication for 120 s increased ED. Color parameters of emulsions remained unchanged by various sonication times, however L^* and Hue values of cooked emulsion were affected by the sonication. It was observed that increase in WHC values, but decrease in CL and DL values were observed in the samples sonicated for 150 s. Sonicated for 150 s decreased total pigment and heme iron contents in chicken thigh meats. There were significant difference (p<0.01) between the color parameters of chicken breast and thigh meats and various sonication times. As a consequence, applying sonication 90 and 120 s increased EC, EV and ED values were observed in the chicken breast and thigh meats. On the other hand, the highest WHC, but the lowest CL and DL values were determined in the same samples sonicated for 150 s.

Key words: Chicken breast and thigh meat, emulsion properties, sonication, technolojical properties.

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübesi ile bana yol gösteren, karşılaştığım her zorlukta yardımını esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA'ya, tezimin laboratuar aşamasında yardımlarını gördüğüm Yüksek Lisans öğrencisi arkadaşım Hatice Berna POÇAN'a, Öğr. Gör. Halime ALP'e ve Öğr. Gör. Emine ERDEM'E, bilgi ve desteği ile her zaman yanımda olan Sayın Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN'a ve Yrd. Doç. Dr. Mustafa T. YILMAZ'a, beni her zaman destekleyen ve tüm öğrenim hayatım süresince hep yanımda olan aileme ve tez araştırmamın her safhasında manevi desteğini benden esirgemeyen çok değerli eşime şükran ve teşekkürlerimi sunarım.

Kübra ÜNAL
KONYA-2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **4**

3. MATERYAL VE METOT **30**

3.1. Materyal 30
3.2. Metot 30
3.2.1. Deneme planı 30
3.2.2. Örneklerin analize hazırlanmaları 31
3.2.3. Analiz metotları 33
3.2.3.1. Su miktarı tayini 33
3.2.3.2. Protein tayini 33
3.2.3.3. Yağ tayini 33
3.2.3.4. Toplam kül miktarı tayini 33
3.2.3.5. pH tayini 33
3.2.3.5.1. Et örneklerinde pH tayini 33
3.2.3.5.2. Tuz-fosfat çözeltisi ilave edilerek hazırlanmış homojenizatlarda pH tayini 34
3.2.3.5.3. Emülsiyonlarda pH tayini 34
3.2.3.6. Pişirme kaybı (PK) tayini 34
3.2.3.7. Su tutma kapasitesi (STK) tayini 34
3.2.3.8. Sızıntı kaybı (SK) tayini 35
3.2.3.9. Total pigment ve heme demir miktarlarının belirlenmesi 35
3.2.3.10. Metmyoglobin miktarlarının belirlenmesi 36
3.2.3.11. Emülsiyon kapasitesi (EK)'nin belirlenmesi 36
3.2.3.12. Emülsiyon stabilitesi (ES)'nin belirlenmesi 37
3.2.3.13. Emülsiyon özgül ağırlığı (EÖA)'nın belirlenmesi 37
3.2.3.14. Emülsiyon viskozitesi (EV)'nin belirlenmesi 38
3.2.3.15. Renk analizleri 38
3.2.3.16. İstatistiksel analizler 39

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **40**

4.1. Analitik Bulgular 40
4.2. Bazı Teknolojik ve Fizikokimyasal Özelliklere Ait Sonuçlar 42

4.2.1. Pişirme kaybı (PK) sonuçları....42
4.2.2. Su tutma kapasitesi (STK) sonuçları....43
4.2.3. Sızıntı kaybı (SK) sonuçları....45
4.2.4. Total pigment, heme demir ve metmyoglobin sonuçları....47
4.2.5. Renk sonuçları....49
4.3. Emülsiyon Özelliklerine Ait Sonuçlar....51
4.3.1. Et+çözelti ve emülsiyon pH'larına ait sonuçlar....51
4.3.2. Emülsiyon kapasitesi (EK) sonuçları....53
4.3.3. Emülsiyon stabilitesi (ES), emülsiyondan ayrılan su (EAS) ve emülsiyondan ayrılan yağ (EAY) sonuçları....56
4.3.3. Emülsiyon viskozitesi (EV) sonuçları....58
4.3.4. Emülsiyon özgül ağırlığı (EÖA) sonuçları....59
4.3.5. Emülsiyonların renk analizleri....61
4.3.6. Isıl işlem uygulanmış emülsiyonların renk analizleri....63

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER....66

KAYNAKLAR....69

ÖZGEÇMİŞ....87

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

*a** : Kırmızılık
*b** : Sarılık
BE : But eti
c : Chroma
cm^2 : Ultrasonik ses dalgalarının uygulandığı alan
EAS : Emülsiyondan ayrılan su
EAY : Emülsiyondan ayrılan yağ
EK : Emülsiyon kapasitesi
EÖA : Emülsiyon özgül ağırlığı
ES : Emülsiyon stabilitesi
EV : Emülsiyon viskozitesi
GE : Göğüs eti
H : Hue
kHz : Kilohertz
*L** : Parlaklık
MHz : Megahertz
PK : Pişirme kaybı
s : Saniye
SK : Sızıntı kaybı
STK : Su tutma kapasitesi
W : Birim alana uygulanan enerji

1. GİRİŞ

Günümüzde insanların beslenme gereksinimleri, hızla artan nüfus karşısında karşılanamayacak boyutlara ulaşmıştır. İnsanların yeterli ve dengeli beslenmesi; gıda kayıplarının en aza indirgenmesi, temel tüketim maddelerinden hayvansal ve bitkisel kaynaklı gıdaların uygun teknolojik yöntemlerle işlenmesiyle mümkün olabilmektedir. Gıda teknolojisinin en önemli kollarından birisi şüphesiz et teknolojisidir. Et ve et ürünleri (özellikle kırmızı et, tavuk eti, salam, sucuk, sosis, vs.) insan beslenmesinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Bu ürünlerden daha fazla yararlanılabilmesi önemli ölçüde üstün niteliklere sahip olmalarına bağlıdır (Dinçer, 1990). Et demir, selenyum, A vitamini, B_{12} ve folik asit gibi mikro besin elementleriyle amino asitlerin yeterli dağılımını sağlamakta ve enerji metabolizmasının düzenleyici işlemlerinde yer almaktadır. Et; yüksek miktarda protein ve düşük miktarda karbonhidrat içermesi nedeniyle, düşük "glisemik indekse" sahip bir gıdadır (Biesalski, 2005). Ayrıca biyolojik değerinin yüksek olması, esansiyel aminoasit ve yağ asitlerini yeterli miktarda içermesi nedeniyle insan diyetinde mutlaka bulunması gerekmektedir.

Türkiye, ekolojik ve sosyo-ekonomik koşullar bakımından hayvancılığa oldukça elverişlidir. Buna rağmen, Türkiye'de hayvancılık, bitkisel üretimin yanında ve ikincil faaliyet olarak kalmıştır. Tarımda ileri ülkelerin çoğunda, hayvancılığın tarımsal üretim içerisindeki payı % 50'nin üzerindedir. Türkiye'de ise hayvansal üretim bitkisel üretimden sonra gelmekte olup, tarımsal üretim değerinin % 25- 30'unu oluşturmaktadır (Ören ve Bahadır, 2005).

Yeterli ve dengeli beslenme içerisinde hayvansal kaynaklı gıdaların önemi; yüksek oranda protein içeriğine sahip olmalarından ve içerdikleri proteinlerin yüksek oranda sindirilebilir özellikte oluşundan ileri gelmektedir. Ancak son zamanlarda büyükbaş ve küçükbaş hayvanların temin edilmelerinde yaşanılan bazı güçlükler nedeniyle, et ve et ürünlerinin üretim ve tüketiminde bazı sıkıntılar ortaya çıkmaktadır. Hayvansal kaynaklı proteini kısa sürede ve ucuz olarak sağlayabilmesi açısından diğer hayvancılık kolları arasında kümes hayvanları endüstrisi önemli bir sektör haline gelmeye başlamıştır. Günümüzde tavuk etinin kırmızı ete göre maliyetinin düşük olması ve sahip olduğu düşük yağ içeriği ile kümes hayvanları eti daha fazla tercih edilmektedir. Broyler yetiştiriciliği ve yumurta tavukçuluğu ülkemizde güçlü sektörlerden biri olması nedeniyle, hayvansal protein açığının önüne geçilmesi için mevcut kaynakların kullanılmasına yönelik çalışmalar yapılmasına ihtiyaç vardır.

Çıkma tavuk; ekonomik yumurta verim sürecini tamamlamış 72 hafta veya üzeri (500 gün ve üzeri) yaşlardaki yumurtacı tavuklar olup, bu tavuklar yumurta üretimi gerçekleştirilen işletmelerde yumurta verimleri kar sağlayıcı düzeyin altına düşünceye kadar bakıldıktan sonra elden çıkarılırlar. Ancak bu yaştaki çıkma tavukların karkasları ve et kaliteleri, etlik broylerlerden oldukça düşük olup, ekonomik olarak da fazla bir değere sahip değildirler. Hem üreticiler ve hem de tüketiciler tarafından fazla kabul görmeyen çıkma tavuk etlerinin daha iyi bir şekilde değerlendirilebilmesi ve tüketim açısından da daha fazla kabul görmesi için teknolojik bazı proseslerin uygulanmasına ihtiyaç vardır.

Ultrasonik ses dalgaları; katı, sıvı ve gazlardan geçebilen, frekansı 20 kHz'den daha fazla olan insan kulağı tarafından algılanamayan ses dalgaları olarak tanımlanabilir. Diğer bir ifadeyle, saniyede 20.000 veya daha fazla ses dalgası tarafından enerji üretilmesi işlemidir (Villamial ve ark., 1999). Gıda muhafazasında ultrasonik ses dalgaları yöntemi kullanımına yönelik girişimler yeni değildir, ancak son 10-15 yılda bu girişimlerde nispeten bir artış meydana gelmiştir (Mason ve ark., 2003). Ultrasonik ses dalgaları, mekaniksel nitelikte olup çok yüksek frekansta (18 kHz-500 MHz) duyulabilecek tonda sese sahiptir. Ultrasonik ses dalgaları uygulamaları esnasında, hücre içinde vakumlu boşlukların (kavitasyonlar) oluşması, hücre çeperinin incelmesi, noktasal sıcaklık yükselişi, mikro buharlaşma ve şok dalgaları gibi etkiler oluştururken, geleneksel ısıl işlem uygulamalarında oluşan besin maddeleri kaybı ve olumsuz duyusal değişimlere neden olmaz. Aynı zamanda mikroorganizmaların daha düşük sıcaklıklarda ve kısa sürelerde inaktivasyonunu sağlamaktadır. Ultrasonik ses dalgası uygulamalarının etkinliği üzerine, kullanılan ultrasonik dalgalarının genliği, uygulama süresi, uygulamanın yapıldığı hacim, gıdanın bileşimi ve sıcaklığı etkili olmaktadır. Bir ultrasonik ses dalgası, herhangi bir materyale dikey doğrultuda yönlendirilirse, parçacıklar kuvvet ile aynı yönde titreşirler (basınç dalgası), eğer paralel yönlendirilirse, parçacıklar kuvvete dikey doğrultuda (shear) oluşurlar (Blitz, 1967; McClements, 1997).

Gıda üretimi ve işlenmesinde ultrasonik ses dalgaları; tekstür, viskozite ve pek çok katı veya sıvı gıda konsantrasyonlarının ölçümlerinde, meyve- sebze, et, yumurta, süt ve diğer bazı gıdaların bileşimlerinin belirlenmesinde, akış düzeyi ve sıcaklık ölçümlerinde, ambalajlanmış gıdalara ve yumurta kabuklarına zarar vermeden kontrol edilebilmesinde, yüzeylerin temizlenmesinde, kurutmada, filtrasyonda, mikroorganizmaların ve enzimlerin inaktivasyonunda, hücre tahribatında, sıvılardan

gazların ayrıştırılmasında, ısı transferinde, ekstraksiyon proseslerinin hızlandırılması ve difüzyona bağlı herhangi bir prosesin geliştirilmesi gibi alanlarda kullanılmaktadır (Floros ve Liang, 1994; Fellows, 2000; McClements, 1995; Yerlikaya ve Gökoğlu, 2003).

Piyasa talebini karşılamak ve kaliteli bir ürün elde edilmesini sağlamak için günümüzde teknolojik gelişmelerle birlikte et gevrekliği üzerine son zamanlarda ultrasonik ses dalgası tekniği kullanılmaya başlanmıştır. Çıkma tavuklar ekonomik olarak değerini önemli ölçüde yitirdiği için üretici ve tüketiciler arasında yeterince kabul görememektedir.

Özellikle yaşlı hayvanlardan elde edilen ve gevrekliği azalmış etlere ultrasonik ses dalgası uygulaması ile bu etlerin gevrekliğinin artacağı ve tüketiciler tarafından daha fazla kabul edilebilir hale gelebileceği düşünülmektedir. Ayrıca kısa işleme süresi, düşük maliyeti ve yine düşük sıcaklıklarda mikroorganizma sayısının azalması gibi avantajlarından ötürü ümit vaad eden bir teknolojik uygulama niteliği taşımaktadır. Tüketici kabul edilebilirlik düzeyini artırmak, çıkma tavukların hem üretici hem tüketici açısından kabul edilebilme kalitesini yükseltmek için son derece etkili bir uygulama olan ultrasonik ses dalgası uygulama tekniğinin, bölgemizdeki ve ülkemizdeki yumurta tavuğu üreticilerine daha fazla katma değer sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada 72 hafta ve üzeri yaştaki yumurtacı tavukların (çıkma tavuk) göğüs ve but etlerine ultrasonik ses dalgaları uygulanarak bu etlerin daha gevrek bir yapı kazanması ve tüketici kabulunun artmasını sağlamak amaçlanmış olup, ayrıca bu uygulamanın söz konusu etlerin emülsiyon özelliklerinin değişimi üzerine oluşturduğu etkinin belirlenmesi de bir diğer amacımızı oluşturmaktadır. Aynı zamanda ultrasonik ses dalgaları uygulanmış olan bu etlerin pişirme kaybı, su tutma kapasitesi, sızıntı kaybı, heme demir miktarı, metmyoglobin ve total pigment içeriği gibi çeşitli teknolojik özellikleri de belirlenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

İnsanların gerek zihinsel gerekse fiziksel fonksiyonları, onların beslenme alışkanlıkları ile yakından ilgilidir. Tarihi kaynaklar iyi beslenen milletlerin daima büyük medeniyetler meydana getirdiklerini göstermiştir. Yine iyi beslenen ülkeler gelişmiş, yeteri kadar beslenemeyenler ise geri kalmış ülkeler olarak sınıflandırılmaktadır. Bugün 70 kg ağırlığında bir erkeğin dengeli beslenebilmesi için günlük alınan gıdalarla birlikte 56 g, kadının ise 44 g protein alması gerekmektedir. Dengeli ve ölçülü beslenmenin içinde yer alan protein tüketiminin önemli bir kısmının (en az %40) hayvansal kaynaklı olması gerçeği geçerliliğini hala günümüzde sürdürmektedir (Aksoy, 1988).

Et, yüksek biyofaydalanabilirlik derecesi ile oldukça besleyicidir, tadı ve lezzeti ile tüketicilerin tercih derecesi yüksektir. Et ve et ürünleri ile ilgili olarak, tüketicilerin diğer gıda maddelerine nazaran et ürünlerinin güvenilirliği hususunda çok daha hassas oldukları bildirilmiştir (Khan ve ark., 2011). Arihara (2006); etin yapısında doğal olarak bulunan ve insan fizyolojisi üzerine artan etkileri olan biyoaktif bileşenler ile birlikte et ve et ürünlerinin gelişimini incelemiştir. Doğal olarak bulunan bu bileşenlerin, anserin, karnosin, glutation, L karnitin, kreatin ve taurin olduğunu belirtmiştir.

Sağlıklı bir yaşam, büyüme, zihinsel ve fiziksel faaliyetlerin sürekliliği ancak yeterli ve dengeli beslenmeyle mümkün olabilmektedir. İnsanların yeterli ve dengeli beslenmeleri için gereksinimleri olan enerji, protein, vitamin ve mineral madde ihtiyaçlarının karşılanmasında hayvansal ürünler ilk sırada gelmektedir. Hayvansal gıda ihtiyacının karşılanmasında önemli rol oynayan tavuk eti diğer hayvanların etlerine nazaran daha az yağ (%1-6) içermesi nedeniyle insan gıdası olarak oldukça önemli bir yere sahiptir. Ancak bu durumda omega-3 serisinden olan çoklu doymamış yağ asitleri bakımından yetersiz beslenmenin söz konusu olduğu da ifade edilmiştir (Tserveni-Gousi ve ark., 2001).

Son yıllarda insanlar çoğu zaman yemek hazırlamak için fazla zaman ayıramamakta ve yemekte geçen süreyi de kısaltmak istemektedirler. Bunun sonucu ucuz, sağlıklı ve çabuk hazırlanabilen ürünlere olan talep artmıştır. Bu talep de hızlı gıda (fast-food) ve tüketime hazır gıda (ready-to-eat) kavramlarını ortaya çıkarmıştır. Bu ürünler genellikle ön işlem uygulanmış ve dondurulmuş gıdalardır. Gelişmiş ülkelerde bu tarz tavuk eti ürünleri oldukça yaygınken, ülkemizde bu tür ürünler daha yeni yeni piyasaya girmekle birlikte hızla artmaya başlamıştır (Alsan, 1999). Etle ilgili

tüketici tutumu; fiyat uygunluğu gibi çeşitli faktörler tarafından etkilenmesine karşın, ülkeler arasında tüketilen et ürünlerinin çeşidi ve miktarındaki asıl farklılıkların özellikle kültürel ve geleneksel tüketim alışkanlıklarındaki değişikliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Fowler, 2004).

Tavuk eti ucuz, sağlıklı ve besleyici bir gıdadır. Yüksek protein ve düşük yağ içeriğine sahip olması ve uygun bir doymamış yağ asidi kompozisyonu sergilemesi tavuk etinin besleyicilik değerini artırmaktadır. Tavuk etinin yiyecek olarak hazırlanması ve pazarlanmasının da kolay olması nedeniyle özellikle fast-food restoranlarda çok yaygın olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Mead, 2000). Daha önceden kırmızı etlerden yararlanılarak hazırlanan sucuk, salam, sosis, burger, döner, köfte ve ızgara gibi birçok ürün günümüzde tavuk eti kullanılarak da üretilmektedir. Bu ve benzeri nedenlere bağlı olarak tavuk eti tüketimi günümüzde hızlı bir artış göstermiş bu da tavuk etine olan talebi arttırmıştır. Bu talebi karşılamak üzere tavuk üretim çiftlikleri ile tavuk kesimhane ve işletmelerinin kurulması ve faaliyete geçmesi teşvik edilmiştir (Şener ve Temiz, 2004).

Günümüzde beyaz et kırmızı ete oranla daha sağlıklı ve ucuz olduğu için tavuk eti daha fazla tercih edilmektedir. Hayvansal kökenli gıdalar içerisinde de tavuk eti tüketimi protein ihtiyacının karşılanmasında en ekonomik ve verimli yol olarak görülmektedir (Kayaardı, 2007; Ergezer, 2005; Alsan, 1999).

Ülkemizde tavukçuluk sektörü son 20 yıl içinde büyük bir gelişme göstermiştir. Türkiye'de, 1980-1981 döneminde kişi başına yılda ortalama 1,7 kg tavuk eti tüketilirken, bu rakam 1996-1998 döneminde 9,7 kg seviyesine ulaşmış, 1999 yılında da 10 kg'ın üzerine çıkmıştır (Akan, 2002). Ancak tavuk eti ve yumurta tüketimi, hala Avrupa ülkelerinden çok düşüktür. Gelişmiş ülkelerde kişi başına tavuk eti tüketimi 15 ile 27 kg/yıl iken ülkemizde 2002 yılında 10.5 kg/yıl, 2008 yılında 15.7 kg/yıl ve 2011 yılında ise yaklaşık 19 kg/yıl' a çıkmıştır (Anonim, 2011a). 2007 yılı kanatlı eti üretiminin 1012 bin tonu piliç eti, 33 bin tonu hindi eti, 55 bin tonu çıkma tavuk ve diğer kanatlı etleridir. Yılda ortalama olarak üretilen 10 milyar adet yumurta da dikkate alındığında, tavukçuluk sektörünün ülkemizin bir numaralı hayvansal protein kaynağı durumuna eriştiğini söylemek mümkündür. Türkiye'nin hayvansal protein açığını kapatmada en etkili çözüm, tavuk eti ve yumurta üretimidir. Kümes hayvanları eti ve yumurtanın, ülkemiz insanlarının dengeli beslenmeleri için stratejik öneme sahip olduğu vurgulanmıştır (Anonim, 2011b). Kümes hayvanları sayısı 2010 yıl sonu itibariyle bir önceki yıla göre %2.1 oranında artarak 238.972.961 adet olmuştur. Yumurta tavuğu

sayısının ise; 2010 yılı sonu itibariyle bir önceki yıla göre %6.7 oranında artarak 70.933.660 adet olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2011c).

Tavuk etinin diğer et çeşitlerine göre ekonomik olması ve kolesterol düzeyinin düşük olması, tüketimini hızla artırmaktadır (Collier ve ark., 1988). Kümes hayvanları etleri, sığır etinden sonra ikinci ürün olma özelliğini yakalamış ve dolayısıyla ülkemizde hissedilen protein açığının kapatılması konusunda alternatif bir ürün olduğunu kanıtlamış bulunmaktadır (Baytaroğlu, 1996). Ayrıca tavuk eti kümes hayvanları etleri içinde en çok tüketileni durumundadır. Tavuk etlerinin yağ içerikleri; hayvanın yaşına, ırkına, örneğin vücudun hangi kısmından alındığına bağlı olarak değişmektedir. Tavukların vücut yağı, kırmızı etlerden farklı olarak fibriller arasına dağılmayıp, çoğunlukla deri altında birikir. Tavuk etleri doymamış yağ asitlerince ve özellikle esansiyel yağ asitlerinden linoleik asit yönünden kırmızı etlere kıyasla daha zengindir (Hasipek ve Aktaş, 1991).

Dünyanın hemen hemen her yöresinde tavuk eti ve ürünlerine artan bir ilgi sözkonusudur ve günümüzde tüketimi giderek yaygınlaşmaktadır. Tavuk etinden üretilen sosisler de, bu ürünler arasında popülaritesi artan gıda maddelerinden birisidir (Barbut, 2001). Kümes hayvanları et ürünleri ve kümes hayvanları et ürünlerinden ileri derecede işlenmiş ürünler, diğer et ürünleri ile karşılaştırıldığında düşük fiyatı, sağlıklı olması ve güvenilirliği gibi avantajlara sahip olması nedeniyle, bu etlere dünyanın hemen hemen her yöresinde talep olduğu vurgulanmıştır (Leal-Ramos, ve ark., 2011).

Gıda işlemede kullanılmakta olan teknolojilere alternatif olarak yeni gıda işleme teknolojileri geliştirilirken, ürün kalitesinin iyileştirilmesi, katkı maddesi kullanımının azaltılması, mikrobiyal açıdan daha güvenli gıda üretimini hedeflemenin yanı sıra zaman ve enerji tasarrufunun da sağlanması amaçlanmaktadır (Özkoç, 2010; Barbosa-Canovas ve ark., 2008). Tüm bu amaçlara hizmet eden modifiye veya yeni teknikler gıdaların işlenmesinde geleneksel yöntemlerin yerini almaya başlamıştır (Çınar, 2009).

Gıdaları mikrobiyolojik ve enzimatik değişimlerden korumak ve raf ömrünü uzatmak amacıyla değişik teknolojiler uygulanmaktadır. Gıda muhafazasının asıl amacı; bozulmanın önlenmesinin yanı sıra depolama sürecinde gıdanın besleyicilik değeri, renk, aroma ve fiziksel yapısına ait duyusal niteliklerini de korumaktır (Karakaya ve ark., 2004a). En az derecede işlenmiş, güvenli ve stabil et ürünlerine olan talep, alternatif işleme teknolojileri üzerine yapılan araştırmalarda ilgiye yol açmaktadır (Basaran ve ark., 2010). Kümes hayvanları endüstrisindeki büyümenin, düşük değere

sahip kümes hayvanları etinin kalitesinde iyileşme ve yeni ürünlerin geliştirilmesine bağlı olduğu belirtilmiştir (Betti ve Fletcher, 2005).

Yumurta tavukları birinci verim yılı sonunda, yani yaklaşık 72 haftalık yaşta, ekonomik yumurta verim dönemlerini tamamladıkları için elden çıkarılmaktadırlar. Ekonomik şartlar ve sürü şartları müsait olduğunda tavuklar zorlamalı tüy dökümüne sokularak bir verim yılı, bazen de iki verim yılı daha elde tutulmaktadır. Çıkma tavuk olarak adlandırılan bu ürünler ucuz bir fiyattan satılarak, kesimin ardından genellikle mekanik ayrılmış tavuk etine dönüştürüldükten sonra ileri işlenmiş (salam, sosis, sucuk v.b.) et ürünleri üretiminde değerlendirilebilmektedir. Bu tavuk gövdelerinin kaliteleri düşük, etleri sert ve lezzet bakımından da piliç etlerine nazaran daha düşük kaliteli olduğundan, çoğu zaman doğrudan tüketime sunulamamakta veya alıcı bulamamaktadır. Hâlbuki yetiştirici, bu tavuklardan elde edeceği gelirle ikame piliç (yarka) masrafının önemli bir kısmını karşılamayı arzu etmektedir (Karakaya ve ark., 2010).

Çıkma tavuk, yumurta tavukçuluğunun yan ürünlerindendir ve bu tavuklardan elde edilen et, düşük kalite ve fonksiyonel özelliklere sahiptir. Ayrıca ileri işlenmiş et ürünlerinin üretimi için hammadde olarak broyler tavukların kalitesi yetiştirme, besleme ve idaresi boyunca geliştirilmesine rağmen, çıkma tavuk eti hem işleme hem de kullanım bakımından ciddi problemlere sahiptir (Singh ve ark., 2001). Yeni gıda formülasyonlarında kalite özelliklerini optimize etmek için çeşitli proseslere ihtiyaç duyulmaktadır.

Tüketici, tavuk, hindi vs. etlerini satın aldıktan sonra pişirip yerken tekstür ve lezzetini çoğu zaman kalitesine bağlar. Tavuk eti gevrekliğinin; civcivin yumurtadan çıkıp kesilinceye kadar geçen süreçte uygulanan işlemlerle kasın ete dönüşüm aşamasında meydana gelen fiziksel ve biyokimyasal değişikliklerin hız ve süresine bağlı olduğu bildirilmiştir (Northcutt, 2007).

Çıkma tavuk eti, broyler ve roaster etleri ile karşılaştırıldığında oldukça sert bir yapıya sahiptir, bu durum tüketiciler tarafından pek kabul görmemekle birlikte yüksek bağ doku (kollagen) içeriğine bağlıdır. Bu yüzden öncelikle Frankfurter ve Bologna gibi emülsifiye tavuk ürünleri ve tavuk çorbalarında kullanılmaktadır. Çıkma tavuk etinin değerini artırmak için ilave kullanım alanlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Lee ve ark., 2003).

Çıkma tavuk eti oldukça ucuzdur ve bu ucuz hammaddenin kullanımı geliştirilmelidir. Üstelik yumurta tavuğu eti, omega 3 yağ asidi açısından da oldukça

zengin olup (Ajuyah ve ark., 1992), myofibriler protein oranı da yüksektir (Hur ve ark., 2011).

Tavuk kıymasının potansiyel bir başka kaynağı olan çıkma tavuk etleri, çoğunlukla fazla tercih edilmemekle birlikte daha çok düşük fiyatlı kıyılmış et kullanılan ürünlerde kullanılmaktadır. Ekonomik yumurtlama sürecinin (genellikle 85-100 hafta) sonunda elde edilen bu tavukların etlerinin, ileri işlenmiş ürünlerde kullanımı mümkündür. Yaşın ilerlemesine bağlı olarak, yüksek miktarda kollagen içermesi nedeniyle bu etler sertleşmekte ve gevrekliği azalmaktadır. Bu sertliğin, çıkma tavuk gövdelerinin tüm kısımlarının ileri işlenmiş et ürünlerinde kullanımını önleyeceği ve bu ürünlerin market değerini azaltabileceği bildirilmiştir (Nowsad, 2000).

Çıkma tavuklar, yumurta ve broyler endüstrisinin asıl yan ürünü olarak düşünülmekte olup bu etlerin kullanımı özellikle gelişmekte olan ülkelerde kümes hayvanları eti üretim ekonomisini iyileştirme ve artan kümes hayvanları eti tedariğini sağlamak için önem taşıdığı belirtilmektedir. Yumurtacı tavukların yumurtlama evresini tamamladıktan sonra yıllık dünya çapında yaklaşık 2.6 milyar adet çıkma tavuğun elden çıktığı rapor edilmiştir. Çıkma tavuklardan elde edilen etler, genellikle sert yapılıdır. Bu etlerden faydalanma amacıyla işlenmiş ürün formülasyonlarında kullanılabilir ve böylece sert tavuk eti kıyma haline getirilir ve lezzeti artırmak amacıyla formülasyona diğer ingrediyentler ilave edilir. Emülsiyon tipi et ürünlerinde, yumurtacı tavukların deri, taşlık ve kalp gibi faydalanılabilir çeşitli yan ürünlerinin de kullanılabileceği, böylece ürün maliyetinin azalmasına yol açacağı ve son ürünün kalite ve verimini geliştirmeye yardımcı olunabileceği de ifade edilmiştir (Kala ve ark., 2007).

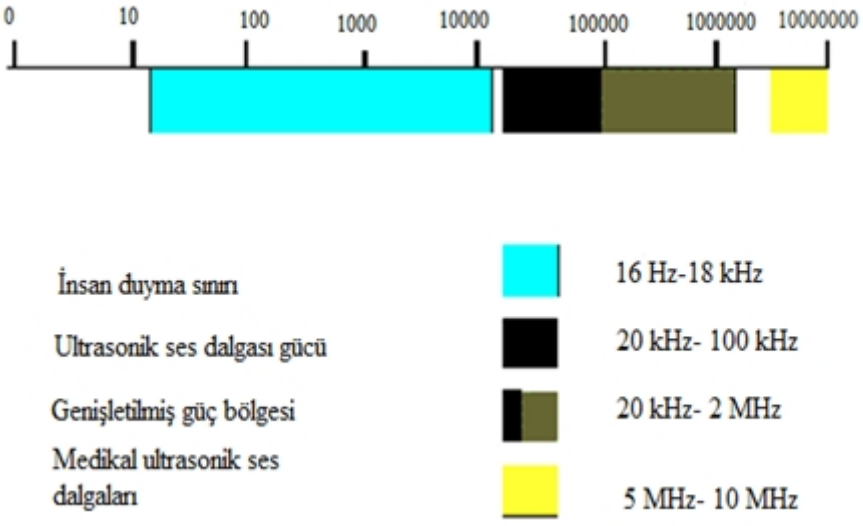
Kümes hayvanları eti ve kümes hayvanları eti ürünlerinin tüketimi, diğer et çeşitlerine kıyasla yüksek ihraç değerine sahip olması nedeniyle hızla artış göstermektedir. Yumurta talebini karşılamak için yumurta tavuklarının üretimi, çıkma tavukların aşırı birikmesine neden olması ile büyük bir problem haline gelir. Çıkma tavuklardan elde edilen etin doğrudan kullanımı bir takım sorunlara neden olur, çünkü bu etin tekstürü artan yaşla birlikte yüksek kollagen içeriği nedeniyle çok serttir, bu sert tekstürün tüm etin kullanımını kısıtladığı belirtilmiştir (Wongwiwat ve ark., 2010).

Yapılan bir çalışmada çıkma tavuk etinden, toplam etin %20, 30, 40 oranında deri, taşlık ve kalp ilave edilerek hazırlanan nuggetların kalitesi araştırılmıştır (Modi ve ark., 2004). Abdullah ve Al-Najdawi (2005), el ile veya mekaniki olarak kemiksizleştirilmiş çıkma tavuk karkaslarından elde edilen etin fonksiyonel ve duyusal özelliklerini incelemişlerdir. Söz konusu araştırmacılar: (I) tüm karkasın el ile

kemiksizleştirilmesi, (II) derisi uzaklaştırılmış karkasların el ile kemiksizleştirilmesi, (III) tüm karkasın mekanik olarak kemiksizleştirilmesi, (IV) derisi uzaklaştırılmış karkasların mekanik olarak kemiksizleştirilmesi şeklinde dört farklı muamele uygulamışlardır. Li (2006), tavuk göğüs eti ve domuz jambonu gibi bazı ileri işlenmiş et ürünlerinin formülasyonunda ingrediyent olarak çıkma tavuk etlerinden ekstrakte edilen myofibriler proteinlerin kullanılmasına yönelik bir çalışma yapmıştır. Hur ve ark., (2011), çıkma tavuk eti ve Alaska morina balığından elde edilen surimi benzeri ürünlerin kalite özelliklerini incelemişlerdir.

Etin kalitesini iyileştirme amacıyla araştırmacılar bazı post-mortem teknolojileri kullanmışlardır. Geçmişteki araştırmaların genellikle gevrekliği arttırmaya, renk değişim süresini uzatmaya ve mikrobiyal gelişim süresini azaltmaya yönelik çalışmalar olduğu ifade edilmiştir (Lawrence, 2002). Gevreklik, sululuk, lezzet ve renk tüketicinin et satın alma kararını etkileyen temel kalite ölçütleridir (Barbanti ve Pasquini, 2005). Bu nedenle taze et üretimi süresince yapılan uygulamalar müşteri memnuniyetini etkilemektedir. Uygun teknolojilerin kullanımının, taze et ürünlerinin kabul edilebilirliğini artıracağı bildirilmiştir (Lemos ve ark., 1999).

Gıda endüstrisi son yıllarda ürünlerin değerlendirilmesi ve işlenmesinde çok sayıda uygulamalara sahip olan ultrasonik ses dalgalarının kullanımını keşfetmiştir. Ultrasonik ses dalgaları, insan kulağının işitebileceğinin üzerindeki ses dalgalarıdır. İnsanın işitme sınırı 15–20 kHz olup, ultrasonik ses dalgalarının frekansı 50 kHz'in üzerindedir (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Ses frekans aralıkları

Biyolojik bir ortamda ultrasonik ses dalgalarının hızı, o ortamın fizyolojik durumuna ve sıcaklığına bağlıdır. Ultrasonik ses dalgaları, bir maddeden geçerken dalgalardaki enerjinin ısıya dönüşümü ve yayılması sonucu dalga boyu azalır (Piyasena ve ark., 2003). Ultrasonik ses dalgaları materyal yüzeyine çarptığında bir güç oluştururlar.

Ultrasonik ses dalgalarının frekans aralıkları 3 ana gruba ayrılır (Mason ve Cordemans, 1996).

1.Düşük Frekans- Yüksek Güçlü Ultrasonik Ses Dalgaları (Konvansiyonel Güçte Ultrases Aralığı) (20-100 kHz)

2.Orta Frekans- Düşük Güçlü Ultrasonik Ses Dalgaları (Sonokimyasal Proses Ses Aralığı) (300 kHz-1 MHz)

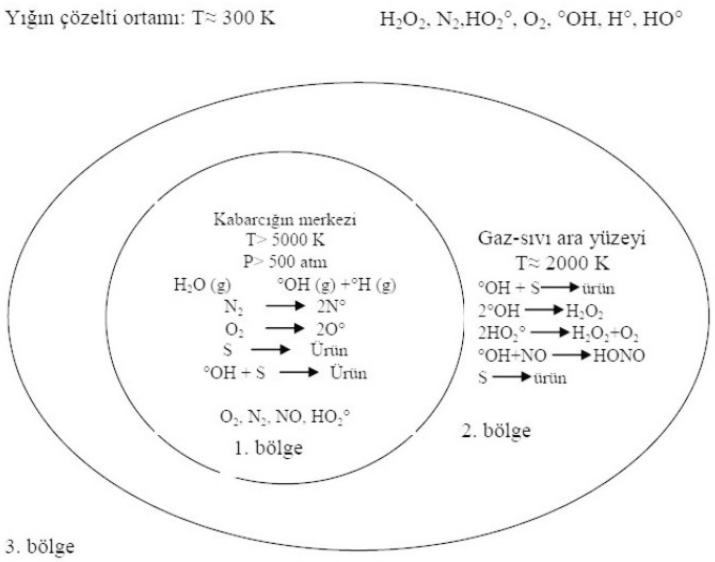
3.Yüksek Frekans- Düşük Güçlü Ultrasonik Ses Dalgaları (Diagnostik Ses Aralığı) (2-10 MHz)

Ultrasonik ses dalgaları ile ortaya çıkan basınç ve sıcaklıkta; çok hızlı bir şekilde lokal bir değişim, kavitasyon (sıvı gıdalarda kabarcıkların oluşumu), hücre membranında incelme, mikroorganizmalar üzerinde öldürücü etkiye neden olan lokal ısınma ve serbest radikal oluşumunu sağlamaktadır (Felows, 2000). Yüksek yoğunluklu ultrasonik ses dalgası 16-100 kHz arasında frekansa ve 10-1000 W/cm^2 güce ve çok geniş ölçüde uygulamalara sahiptir. Ultrasonik ses dalgalarının etkisi; kavitasyon, sıcaklık, dinamik toplanma, patlama stresi ve turbülansa bağlı olarak değişmektedir (Knorr ve ark., 2004; O'Donnell ve ark., 2010).

Gıda endüstrisinde MHz genişliğinde düşük enerji, yüksek frekanslı ultrasonik ses dalgaları ve kHz genişliğinde düşük frekans kullanımı, diğer alanlarda olduğu gibi yıllardan beri gelişme ve araştırma konusu olmuştur. Düşük şiddetli (enerjili) ultrasonik ses dalgaları, düşük güç seviyesi (W/cm^2) ve yüksek frekansı ile (0.1-20 MHz) tanımlanır. Gıda uygulamaları için, 0.1-20 MHz arasındaki yüksek frekanslar ve düşük enerji seviyelerinin (100 mW) kullanıldığı bildirilmiştir (Gunesakaran ve Ay, 1994; McClements, 1997; Villamiel ve ark., 1999).

20 kHz gibi düşük frekanslarda, kabarcıklar çarpıştıkları zaman boyutları daha büyük olur ve yüksek enerjiler üretirler. Yüksek frekanslarda kabarcık oluşumu daha zor meydana gelir ve 2.5 MHz'in üzerindeki frekanslarda ise kavitasyon oluşmaz (Alliger, 1975). Ultrasonik ses dalgalarının genliği de kavitasyonun yoğunluğunu etkiler. Eğer yüksek yoğunluk arzu edilirse, yüksek genlik gerekli olur.

Sıvılara ultrasonik ses dalgası uygulaması ile serbest radikaller ortaya çıkmakta, ultrasonik ses dalgası ile parçalanan su; OH^-, H^+ veya H_2O_2 şekline dönüşmektedir (Şekil 2.2). Bu bileşiklerin önemli bakterisidal etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Serbest radikallerin hücredeki ilk hedefi DNA'dır ve zinciri çeşitli noktalardan kırdığı saptanmıştır (Ernshaw, 1998).

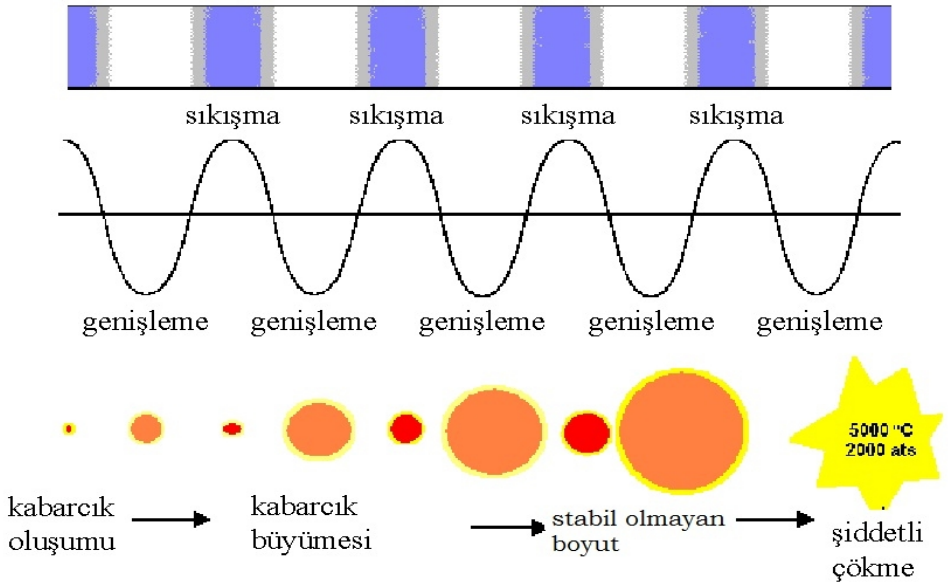


Şekil 2.2. Bir kavitasyon kabarcığı üzerinde sonokimyasal tepkimelerin oluşturduğu bölgeler (Adewuyi, 2001)

Yüksek kaliteli gıdalara olan talebin artması sebebiyle, güvenilir ve etkili gıda işleme ve muhafaza metotları geliştirilmektedir. Ses dalgaları genel olarak güvenilir, toksik olmayan ve çevre dostu olarak bilinir, bu özelliği ile ultrasonik ses dalgalarının kullanımının diğer tekniklere göre büyük bir avantaj sağladığı belirtilmiştir (Kentish ve Ashokkumar, 2011). Gıda endüstrisi için ultrasonik ses dalgası tekniğinin, dikkat çeken bir yöntem olma özelliğine sahip olduğu belirtilmiştir. Nitekim bu tekniğin, tehlikesi olmayan çözücü ve reaktanlar kullanarak kimyasal reaksiyonları yürütme ve yeşil çevreyi yönlendirme özelliğine sahip olduğu ifade edilmiştir (Weiss ve ark., 2011). Ultrasonik ses dalgaları, içerisinden geçtiği ortamdaki moleküllerde bir takım sıkıştırma ve basınç azalmaları sonucu açığa çıkan dalgalar şeklinde ortaya çıkar (Mason ve ark., 2005). Ultrasonik ses dalgalarının, gıdanın kalitesini geliştirmede hızlı, etkili ve güvenilir bir alternatif metot olmasının yanı sıra, eşsiz fonksiyonelliği ile yeni ürün geliştirmede potansiyel bir güç kaynağı olduğu bildirilmiştir (Soria ve Villamiel, 2010).

Ultrasonik ses dalgalarının etkileri ile ilgili araştırmaların 19. Yüzyılda başladığı belirtilmiştir. Ultrasonik teknolojinin ilk gelişiminin, 1. Dünya Savaşı'nda denizaltıların bulunduğu yerlerin belirlenmesi amacıyla kullanıldığı söylenmektedir. Temizleme, hücre parçalama, emülsifikasyon, ekstraksiyon, homojenizasyon, pastörizasyon ve proses izleme gibi çeşitli ultrasonik ses dalgası tekniğinin uygulamaları bulunmaktadır. Ancak bu uygulamalar, dalgaların frekansı ve güç seviyesi tarafından belirlenmektedir. Yıkıcı olmayan ultrasonik ses dalgası denemeleri, yüksek frekanslar (100 kHz'den fazla) ve düşük güç seviyeleri (yaklaşık 0.1 W'a kadar) ile karakterize edilmektedir. Ultrasonik ses dalgalarının yayılması sürecinde, materyallerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirdiği ileri sürülmüştür. Ultrasonik ses dalgalarının ette ve özellikle yağlar üzerindeki etkisini düşürdüğü belirtilmiştir. Ultrasonik dalga enerjisinin dağılması, dokuların ısınmasına, hücre ve enzimlerin tahribatına, biyolojik membran ve diğer bileşenlerin içinden diffüze olmasına neden olur. Kas doku üzerine ultrasonik ses dalgalarının etkisi ile ilgili çalışmalar, sonikasyon süresince fiziksel, mekaniksel ve yapısal özelliklerin değişime uğradığını göstermektedir (Dolatowski ve ark., 2000). Ultrasonik ses dalgalarının gücü veya yüksek yoğunluklu ultrasonik ses dalgaları, geniş uygulama ve etkinliğe sahip olması nedeniyle araştırılmaktadır (Suzuki ve ark., 2010).

Ultrasonik ses dalgası, viskoz bir ortamda oyukların çöküşü ve periyodik olarak yeniden oluşumu ile fiziksel ve kimyasal değişikliklere neden olur. Bu oyukların etrafında basınç ve sıcaklığın artması, gözlemlenen kimyasal ve fiziksel etkilerin temelini oluşturur (Şekil 2.3). Tekrar eden kabarcık çöküşlerinin, sıvı kütlenin etrafını çevreleyen gerilim kuvvetleri ürettiği ve bu gerilim kuvvetlerinin, kütle içerisinde çözünmüş polimerik materyalin kovalent bağlarını koparmaya yetecek güce sahip olduğu bildirilmiştir (Güzey ve ark., 2006). Hücre içeriği düzelmesinin, ultrasonik ses dalgaları dağılımının yanısıra frekans, sonikasyon gücü ve işlem süresi gibi uygulama faktörlerinin optimize edilmesiyle sağlanabildiği ifade edilmiştir (Wang ve Weller, 2006).



Şekil 2.3. Ultrasonik ses dalgalarının hücredeki zarar mekanizması

Gıda endüstrisinde sığır etinin kalite derecelendirilmesinden, sterilizasyon işlemlerine kadar her aşamada ultrasonik ses dalgası uygulamalarının sayısı sürekli artış göstermektedir. Ultrasonik ses dalgası cihazları; yüksek frekanslı ses dalgalarının vücut dokularından geçirilmesi ilkesine göre çalışır. Ses dalgaları iki doku arasına geldiğinde, bir kısmı yansımaktadır. Bir titreşim (puls) jeneratörü, aktarıcı alette (transmitter) ses sinyallerine dönüştürülen elektrik dalgaları gönderir. Sonra bu sinyaller ortak doku yüzeyinden yansıyana kadar doku içinden geçerler. Yansıyan sinyaller alıcıda toplanır ve sesler yükseltilerek, bir sinyal dönüştürücü (oscilloscope) yardımıyla görsel bir forma dönüştürülür. Yansıyan dalgaların transmitterden alıcıya geri dönene kadar geçen süredeki varyasyon, dokuları ayıran yüzeyler arası mesafelerdeki varyasyonları hesaplamada kullanılır (Dağ, 1991). Ultrasonik ses dalgalarının temel prensibi, ses dalgalarının dokulardan geri yansımasının ölçümüdür. Gelişmiş ülkelerde et verim ve kalitesini geliştirmeye yönelik yürütülen ıslah organizasyonlarında, damızlık seçimlerinde özellikle ultrasonik ses dalgası yönteminin yaygın bir şekilde kullanıldığı belirtilmiştir (Wilson, 2003).

Etteki ultrasonik dalga yayılımının sadece etin kompozisyonuna (su ve yağ içeriği) değil, etin yapısına (kas liflerinin oryantasyonu, konnektif doku vb) da bağlı olduğu vurgulanmıştır. Yağ ve kollagen içeriği bakımından kas örneklerini belirlemedeki bazı çalışmalarda, sadece kimyasal ve mekanik özelliklerin analiz edilmesinden çok daha iyi sonuçların alındığı rapor edilmiştir (Damez ve Clerjon,

2008). Monin (1998), ultrasonik ölçümlerin, canlı hayvan ve tüm karkas üzerinde et tekstürü hakkında doğru bir tahmin verdiğini belirtmiştir.

Ultrasonik ses dalgalarının kullanımı; yüksek basınç, sıcaklık ve serbest radikallerin oluşması gibi kavitasyon ile ilgili mekanizmalar vasıtasıyla maddelerin fiziksel tahribatına neden olabilecek özelliğe sahiptir. Et ve et ürünlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişikliklere yol açmada kullanılan ultrasonik ses dalgası uygulamaları, son yıllarda çoğu araştırmacı için ilgi kaynağı olmuştur. Ultrasonik ses dalgası teknolojisi tamamen fiziksel bir tekniktir. Ultrasonik ses dalgası teknolojisi; kas yapısını fiziksel yönde zayıflatma yolu ile doğrudan veya kalpainlerin harekete geçmesini sağlayan intraselüler dokulardan Ca^{++} iyonlarını ve/veya lizozimlerden katapsinlerin salınımı ile proteolizis aktivasyonunu gerçekleştirerek dolaylı yönden et gevrekleştirmeyi sağlayan hücre membranı tahribatına yol açıp açmadığı yönünde günümüzde çok sayıda araştırma yapılmaktadır.

Et gevrekliği üzerine ultrasonik ses dalgalarının uygulanması hususunda birbiriyle çelişen bazı düşünceler de ortaya çıkmaktadır. Bazı araştırmacılar gevrekliği arttırdığı veya azalttığı düşüncesindeyken, diğer araştırmacılar ise ultrasonik ses dalgalarıyla muamelelerin gevreklik üzerine hiçbir etkisi olmadığı düşüncesine sahiptirler (Jayasooriya ve ark., 2007). Akustik parametreler (frekans, yoğunluk, muamele süresi ve sıcaklık); sonikasyon işleminde arzulanan sonucun etkisini belirler. Bazı çalışmalar düşük frekans uygulaması ile gevrekliğin arttığını göstermiştir (Dickens ve ark., 1991, Dolatowski, 1988, 1989). Zayas ve Gorbatow (1978); 22 kHz ve 1.5-3 W/cm^2 frekansta uygulanan kürleme çözeltisine daldırılan etin gevrekliğinin arttığını belirtmişlerdir.

Semimembranosus kasları üzerine yapılan bir çalışma sonucundaki analizler, rigor mortis sürecinde ultrasonik ses dalgalarının etin olgunlaşması boyunca gevrekliği artırdığı sonucunu göstermiştir. Bu çalışmadaki örneklerde su tutma kapasitesinin yanı sıra sarkomer yapısında değişikliklerde gözlemlenmiştir (Dolatowski, 1999; Dolatowski ve Twarda, 2004). Ultrasonik ses dalgaları ile muamelenin myofibriler proteinlerin parçalanmasına ve diğer hücresel bileşenlerin dağılmasına neden olduğu bildirilmiştir (Dolatowski, 1988). Etin gevrekleştirilmesinde ultrasonik ses dalgası destekli proseslerin, son ürünün sululuğunu, gevrekliğini ve verimini de artırdığı saptanmıştır (Dolatowski ve Stasiak, 1995). Sonikasyon uygulamasının PSE etlerin sızıntı kaybını azalttığı rapor edilmiştir (Dolatowski ve Twarda., 2004; Twarda ve Dolatowski, 2006).

Ultrasonik ses dalgalarının et proteinleri üzerine etkileri araştırıldığında, uzun süre maruz bırakılmaları sonrasında et dokusu üzerinde özellikle gevrekleştirmeyi sağladığı ileri sürülmüştür (McClements, 1995). Pek çok mikroorganizma ve enzim sistemleri, ultrasonik ses dalgaları üzerine çok dirençli olduğu için, gıdanın tekstür ve diğer fiziksel özelliklerine olumsuz etkiler yaratan yüksek yoğunluklu ultrasonik ses dalgası muamelesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu uygulamanın gıdanın muhafazası durumunda çok yararlı olmadığı söylenebilir. Ancak gıda işleme uygulamalarında bu tekniğin faydalı olabileceği bildirilmiştir (Rastogi, 2011).

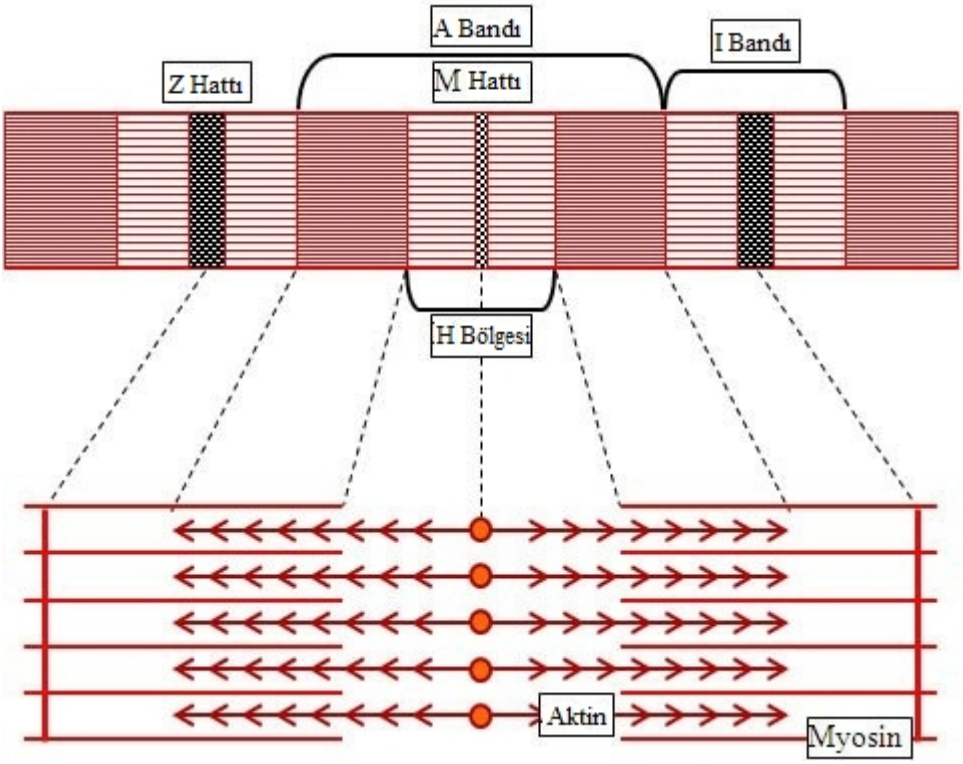
Yüksek yoğunluklu ultrasonik ses dalgalarına uzun süre maruz bırakılmış et ürünlerinin gevrekleştirilmesinde önemli bir etki meydana getirdiği tespit edilmiştir. (Jayasooriya ve ark., 2004). McClements (1995)' de düşük frekanslı (16-100 kHz) ve yüksek yoğunluklu (10-1000 W/cm^2) ultrasonik ses dalgası ile muamelenin gıdaların fiziksel özelliklerini değiştirebileceğinden söz etmiştir.

Yapılan diğer bazı çalışmalar ise, ultrasonik ses dalgası uygulamasının et örneklerini gevrekleştirmediğini göstermiştir. Bu durum; yetersiz gevrekleştirme etkisine yol açan yüksek yoğunluklu ultrasonik ses dalgalarının (62 W/cm^2) kısa muamele süresi (15 s) ile et örneğinin her bir bölgesine uygulandığını (Lyng ve ark., 1998a, b) veya düşük yoğunluklu ultrasonik ses dalgası banyolarının (0.29-1.55 W/cm^2) kullanımından kaynaklanmış olabileceğini göstermesi açısından önemlidir. Smith ve ark. (1991), *Semitendinosus* kaslarını su banyosunda 25.9 kHz frekansa sahip ultrasonik ses dalgalarına maruz bıraktıklarını belirtmişler ve 2-4 dakika arasında muamele uyguladıkları örneklerin, kontrol grubu örneklerden daha düşük kopma gücüne sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Kısa muamele süresi (yaklaşık 4 dakikaya kadar) ile gevrekliğin arttığını veya 8 dakikalık muamele süresinden sonra da kopma gücünün arttığını belirlemişlerdir. Et tekstürü üzerine yüksek frekanslı ultrasonik ses dalgalarının etkisini belirleme amacıyla yapılan bir çalışmada; pre ve postrigor etlere yüksek frekanslı, yüksek yoğunluklu ultrasonik ses dalgaları (2.6 MHz, 10 W/cm^2) uygulanmıştır (Got ve ark., 1999). Pre ve postrigor safhada ultrasonik ses dalgaları uygulamasının çiğ et tekstürü üzerinde çok az etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. 14 günlük olgunlaşmadan sonra kontrol örneği ile ultrasonik ses dalgaları tekniğiyle muamele görmüş örnekler arasındaki farkın kaybolduğunu ifade etmişlerdir. Bir diğer çalışmada 3-4 yaşlarında öküz karkaslarının *Longissimus lumborum* et *thoracis* ve *Semitendinosus* kaslarına yüksek güçte ultrasonik ses dalgası (24 kHz, 12 W/cm^2) uygulanmış ve 8.5 gün süre ile olgunlaştırmaya bırakılmıştır. Ultrasonik ses dalgası

uygulaması ile pH'nın yükseldiğini, Warner Bratzler Shear (WBS) gücü ve sertliğin azaldığını tespit etmişlerdir. (Jayasooriya ve ark., 2007).

Ultrasonik ses dalgalarının, kas proteinlerinin ekstraksiyonunu arttırdığı ve kürlenmiş jambonların tekstürünü geliştirdiği saptanmıştır (Pohlman, 1994). Ultrasonik ses dalgası yöntemiyle işlenmiş jambon dilimlerinin, kopma gücü oldukça yüksek olmuştur ve ultrasonik ses dalgası uygulanmış jambonların, çok daha iyi bir pişirme verimine ve daha açık renkte bir ürün yapısına sahip olduğu ve myofibriler protein ekstraksiyonunun ise daha kolay gerçekleştiği rapor edilmiştir (Got ve ark., 1999). Tüm kas kesiti üzerine gerçekleştirilen denemeler sonucunda; ultrasonik ses dalgalarının, kas fibrillerinin mekanik parçalanmasına ve bağ dokunun daha kolay kopmasına sebep olduğu belirlenmiştir. Bu nedenlerle ultrasonik ses dalgalarının ette gevrekleştirici etkiye sahip olduğu ortaya konulmuştur (Vimini ve ark., 1983).

Dolatowski ve ark.,(2000), genç sığırların *M. semimembranosus* kasını 25 kHz frekans ve 2 W/cm^2 yoğunluğa sahip ultrasonik ses dalgası ile muamele etmişlerdir. Kesim sonrası ultrasonik ses dalgası uygulamasının, myosin ve aktin flamentleri arasındaki interaksiyonların değişimine neden olduğunu rapor etmişlerdir. Ultrasonik ses dalgalarının, dokunun morfolojik elemanlarını tahrip ettiğini fotoğraflarla görüntülemeyi başarmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre myofibriller ve sarkomerlerin, ultrasonik ses dalgası muamelesi ile tamamen tahrip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca A ve I bandı sınırının yer değiştirdiğini, Z çizgisinin parçalandığını ve M bandının homojenitesini kaybettiğini de rapor etmişlerdir. Şekil 2.4'te kas dokusunun kasılma elemanlarının yapısı görülmektedir.



Şekil 2.4. Kasın kasılma elemanlarının moleküler yapısı (Anonim, 2011d)

Protein yapısı ile su molekülleri arasındaki interaksiyonlar, et kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Su; özellikle etin duyusal kalitesi ve gevrekliği gibi teknolojik ve fizikokimyasal özellikleri üzerine önemli bir etkiye sahiptir (den Hertog-Meischke ve ark., 1997; Honikel, 1987; Huff-Lonergan ve Lonergan, 2005; Scha¨fer ve ark., 2002). Et yapısında mevcut olan protein ve su molekülleri arasındaki interaksiyonlar; özellikle myofibriller ve etin iyonik gerilimi arasındaki karşılıklı etkileşimlerle bağlantılıdır. Genel olarak post mortem uygulamaların etin su tutma kapasitesini belirlemede büyük bir öneme sahip olduğu vurgulanmıştır (Offer ve Cousins, 1992). Yapılan bazı araştırmalar, su tutma kapasitesindeki değişikliklerin myofibriler yapı ile ilişkili olduğunu göstermiştir (Bertram ve ark, 2004; Offer ve Cousins, 1992; Scha¨fer ve ark., 2002). Ette su, proteinler tarafından tutulmaktadır. Çünkü polipeptid halkaları boyunca çok sayıda polar yan bağlar mevcuttur ve bunlar proteinlere kuvvetli derecede hidrofilik özellik kazandırır ve bu şekilde proteinler su moleküllerini çekerek onları hidrojen bağları aracılığı ile bağlar. Ayrıca protein polaritesini etkileyen çevresel faktörlerin de protein-su etkileşimlerinin mekanizmasını etkilediği bildirilmiştir (Sarma ve ark., 2000, Bilgin 2005). Ette suyun kazanılması ve kaybedilmesi; myofibrillerin genleşerek şişmesi, büzülmesi (suyun azalması) veya

flament kafesinin büzülmesiyle gerçekleşir. Myofibrillerin, tuz çözeltisinde kendi hacimlerinin yaklaşık iki katı kadar şiştiği belirtilmiştir (Offer ve Trinick, 1983). Huff-Lonergan ve Lonergan (2005), işlenmemiş durumda bulunan etin yaklaşık % 70 su içerdiğini ifade etmişlerdir. Suyun büyük bir kısmının kas hücrelerinde proteinlere bağlı olduğunu, kas hücresindeki suyun % 85'inin ise myofibrillerde tutulduğunu belirtmişlerdir. Bu suyun çoğunun myofibrillerin içinde ince ve kalın flamentlerin yerleşmesiyle meydana gelen kapiler kuvvetle bir arada tutulduğunu bildirmişlerdir. Kas dokusunda su; kalın flament myosin ile ince flamentler aktin ve tropomyosin arasında yer alır. Kaslardaki flamentler arası boşlukların; pH'ya, sarkomer uzunluğuna, ortamın iyonik gücüne, ozmotik basınca ve kasın pre veya post-rigor durumuna göre değiştiği belirtilmiştir (Abdullah ve Al-Najdawi, 2005). Bazı araştırmacılar ise, sitoskeletal proteinlerin ve değişikliklerin etin su tutma özellikleri üzerinde büyük bir öneme sahip olduğunu ileri sürmüşlerdir (Kristensen ve Purslow, 2001).

Denaturasyon/proteolizis olaylarının doğal bir sonucu olarak, kas proteinlerinin bütünlüğünde/doğal yapısında meydana gelen değişimlerin etin, tekstür (Kemp ve ark., 2010), renk (Kazemi ve ark., 2011), aroma, lezzet (Toldra, 1998), su tutma kapasitesi (Van Laack ve ark., 2000) ve biyolojik fonksiyonları (Ahhmed ve Muguruma, 2010) gibi kalite özelliklerini etkilediği bilinmektedir.

Etin olgunlaşmasını ultrasonik ses dalgası tekniği ile hızlandırma üzerine yapılan bazı araştırmalar ise, et yapısında düşük frekans ve düşük yoğunluklu ultrasonik ses dalgaları tarafından meydana gelen serbest kavitasyon değişimleri üzerine yönelmiştir. Kas dokusu üzerine ultrasonik ses dalgası tekniğinin etkisi ile ilgili yapılan bir çalışmada, kas dokusunun fizikokimyasal özelliklerinin değiştiği kanıtlanmıştır. Olgunlaşma süresince meydana gelen en büyük değişim, myofibriler proteinlerin yapısal özelliklerinde farklılıklara neden olur. Stadnik ve ark. (2008), kıyma haline getirilmiş et örneklerinin su tutma kapasitesindeki değişikliklerle tüm haldeki et örneklerini karşılaştırmışlardır. Depolama süresince kıyma haline getirilmiş örnekler, tüm haldeki et örneklerinden daha düşük su tutma kapasitesine sahip olmuştur. Sonuçlar Dolatowski ve Twarda (2004)'nın elde ettiği sonuçlarda olduğu gibi, sonikasyonun etin olgunlaşmasını hızlandırdığını göstermiştir.

Yapılan bir başka çalışmada, işlenmiş sığır etine uygulanan ultrasonik ses dalgalarının, tekstürü geliştirdigi ve pişirme verimini arttırdığı saptanmıştır. Üstelik sonikasyon işlemi uygulanan etlerde, tuz eklenmeksizin daha kırmızı renk ve daha taze et görüntüsü elde edildiği belirtilmiştir. Sonikasyon ile muamele edilmiş kaslarda kas

liflerinin kolayca ayrıldığı gösterilmiştir. Tüm kas kesiti üzerine gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda; ultrasonik ses dalgalarının, kas liflerinin mekanik parçalanmasına ve bağ dokunun daha kolay kopmasına sebep olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle ultrasonik ses dalgalarının ette gevrekleştirici etkiye sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Bayraktaroğlu ve Obuz, 2006).

Ultrasonik ses dalgası enerjilerinin yayılması ile ortaya çıkan sıcaklık nedeniyle, ultrasonik ses dalgası uygulamaları kasların görünüşünde değişiklikler oluşturabilir. Ultrasonik işleme koşulları et rengini etkilediği için bu durumu belirlemek önem taşımaktadır (Lopp ve Weber, 2005; Pohlman ve ark., 1997).

Genel anlamda emülsiyon, birbiri içerisinde çözünmeyen iki maddenin üçüncü bir bileşik yardımıyla kolloidal bir yapı içinde süspansiyon halinde tutulmasıdır. Gıda endüstrisinde uygulanan emülsiyon teknolojisinde iki temel emülsiyon tipi mevcut olup, bunlar su içinde yağ (O/W) ve yağ içinde su (W/O) emülsiyonlarıdır (Karayel, 1998). Bu iki tip emülsiyon arasındaki en önemli fiziksel fark; yağ/su emülsiyonu düzgün, filimsi, macun benzeri bir emülsiyon oluştururken, su/yağ emülsiyonlarının grisi bir tekstür oluşturmasıdır. O/W emülsiyonlarına en tipik örnek, et emülsiyonları, kek miksleri, çeşitli sütlü pudingler iken, W/O emülsiyonlarına örnek, yağ oranı yüksek olan krema, tereyağı ve yumuşak margarinlerdir (Gökalp ve ark., 1999).

Et emülsiyonlarında; su ve hayvansal yağ, et proteinleri yardımlarıyla bir arada tutulmaktadır. Ancak herhangi bir emülsiyonun oluşabilmesi için ortama belirli bir kuvvetin de uygulanması gerekmektedir. Et emülsiyonları; su içinde yağ emülsiyonlarının tipik bir örneğidir. Tüm emülsiyonlarda olduğu gibi et emülsiyonlarında da sürekli ve kesikli olmak üzere iki faz mevcuttur (Saffle, 1968).

Et emülsiyonlarında sürekli faz, su ve suda eriyebilen/çözünebilen bileşikler olup, kesikli fazda yağdan oluşmaktadır. Bu sistemde temel emülgatör madde; özellikle tuzlu suda çözünebilen myofibriler proteinler ile suda çözünebilen sarkoplazmik proteinlerdir (Gökalp ve ark., 1990). Tuzlu suda eriyen ve asıl emülgatör etkiye sahip olan proteinler; aktin, myosin ve bunların kompleksi olan aktomyosindir. Suda çözünen ve emülgatör etkisi daha az olan proteinler ise özellikle sarkoplazmik kökenli olan proteinler ve çözünmeyen bağ dokusu proteinleridir (Price ve Schweigert, 1971). Et emülsiyonları, etlerin iyi bir şekilde parçalanması, parçalanmış etlerin tuzlu su ile homojenize edilmesi, hayvansal yağların da matrikse (su-protein-tuz kompleksi) disperse edilerek verilmesi şeklinde gerçekleştirilir. Genellikle "sausage" olarak bilinen tüm emülsifiye et ürünlerinin bu şekilde hazırlandığı bildirilmiştir (Friberg, 1976).

Ülkemizde genel olarak şekil ve büyüklük bakımından sosis ve salam diye iki sınıfa ayrılarak işlenen ürünleri, genel proses ve uygulanan teknolojik işlemler yönünden tek bir isim altında toplayarak incelemek mümkündür. Bu tip ürünler, temelde emülsiyon teknolojisi uygulanarak üretilen et ürünleridir (Gökalp ve ark., 1999).

Sosis emülsiyonu; etin, tuz, buz formunda su ve diğer baharatlar ile birlikte kuterlenmesiyle gerçekleşir. Su ve tuzun, kuterin çalışmasının da yardımıyla tuzda çözünebilir proteinleri ekstrakte etmesinin ardından ortama yağ ilave edilir ve ilave edilen yağ küçük partiküllere parçalanır. Parçalamanın etkisiyle yağ partikülleri, protein filmi tarafından çevrelenir. Sonuçta karışım emülsifiye olur (Carpenter ve Saffle, 1964). Oluşturulan emülsiyon yapay veya doğal kılıflara doldurulduktan sonra pişirilerek sosis formuna dönüştürülür.

Emülsiyon teknolojisinde ortam pH'sını yükseltmek ve bu şekilde emülsiyon kapasitesini ve su tutma kapasitesini arttırmak amacıyla kullanılan bazik fosfatlar arasında en önemli etkiye sahip olanın K_2HPO_4 olduğu ve optimum kullanım seviyesinin ise %0.5 olduğu Gökalp ve ark. (1999), tarafından bildirilmiştir.

Et emülsiyonlarının oluşturulmasında temel kalite kriterlerinin; emülsiyon kapasitesi (EK), emülsiyon stabilitesi (ES), emülsiyon viskozitesi (EV) olduğu, tali kriterlerin ise emülsiyonun jel kuvveti, emülsiyon yoğunluğu ve emülsiyonun mikroskobik görünümünden ibaret olduğu bildirilmiştir (Karakaya, 2003). Bu fonksiyonel kriterlerin, et ürünlerinde mevcut et proteinlerinin miktarı, çeşitli proteinlerin birbirlerine oranı, konformasyonu ve bazı fizikokimyasal özellikleri tarafından oluşturulduğu gibi, emülsiyon oluşumu sırasındaki çeşitli fiziksel ve kimyasal koşulların da emülsiyonun özellikleri üzerine önemli etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir (Haq ve ark., 1973; Mittal ve Usborne, 1985).

EK; birim proteinin (1g) emülsifiye edebileceği yağ miktarı olarak tanımlanır. EK üzerine; protein çeşidi, konsantrasyonu ve fiziko-kimyasal özellikleri, emülsiyonun oluşturulduğu ortamın sıcaklığı, ilave edilen yağın çeşidi, yağın ilave edilme hızı, mikserin hızı ve pH etkili olan parametrelerdir. EK'nin belirlenmesi için kurulan model sistemlerde, emülsiyonun son noktasının tespiti için değişik düzenekler geliştirilmiştir. Bu sistemler viskozimetrik, kondüktivimetrik (Kato ve ark., 1985), elektriksel rezistans, türbidimetrik (Pearce ve Kinsella, 1978), spektofotometrik veya renkli yağ (Marshall ve ark., 1975) metoduna göre dizayn edilmiştir. Bunlar arasında en yaygın olarak

kullanılanı elektriksel direnç veya elektriksel iletkenlik esasına dayanan model sistemlerdir.

Emülsiyon çalışmalarında ilk model sistem Swift ve ark. (1961) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu temel sistem; bir jar içerisine yerleştirilmiş protein veya et örneği, l M NaCl ve yumuşatılmış bir kısım yağdan ibaretti. İşleme et örneğinin yüksek hızda (13.000 rpm) parçalanarak karıştırılması ile başlanmış ve üzerine yavaşça yağ ilave edilerek emülsiyon oluşumu gözlenmiştir. Daha sonra yağ ilave edildikçe elektriki iletkenliğin bir süre artması ve aniden düşmesi ile emülsiyonun oluşumu tamamlanmış ve derhal yağ ilavesi durdurulmuştur. Burada, harcanan yağ miktarı hesaplanarak kullanılan proteinin emülsiyon kapasitesi ml yağ/g protein olarak belirlenmiştir. Bu arada, Becker (1965) tarafından emülsiyonun son noktasının belirlenmesinde elektriki geçirgenlikten (asıl prensip direnç) yararlanılabileceği belirtilmiştir. Bu metot Webb ve ark. (1970) ve Haq ve ark.(1973) tarafından geliştirilerek uygulamaya konulmuştur. Bu sistemde; tuzlu su içerisinde çözünen proteinin elektriği geçirmesi ve yağın sistem içinde dominant hale geçtikten sonra elektrik geçirgenliğinin birden bire azalması prensibinden hareketle bir Ohm-metre ve yazıcı kullanılarak direncin aniden yükseldiği noktada yağ ilavesi durdurulmakta ve emülsiyonda son nokta tespit edilmektedir (Gökalp ve ark., 1990).

Zorba ve ark. (1993)'nın, farklı et çeşitleri ile tuz, fosfat ve yağ sıcaklıklarının EK üzerine etkilerini inceledikleri bir araştırmada, tuz ve fosfat ilavesinin EK'ni arttırdığı tespit edilirken, 11˚C yağ sıcaklığında en yüksek EK'ne ulaşıldığı belirtilmiştir. Ayrıca dondurulmuş etin emülsiyon kapasitesinin taze etten yüksek olduğu ve emülsiyon kapasitesinin %0,50 ve %0.75 fosfat seviyesine sahip kontrol örneklerine göre %8.5 ve %10.4 fosfat içeriğinin artmasıyla artacağı rapor edilmiştir.

Gökalp ve ark.(1990, 1999), emülsiyon özellikleri üzerinde en etkili mikser hızının 9000–10000 rpm civarında olduğu ve endüstriyel uygulamalarda et emülsiyonları oluşturulurken daha ziyade 1500–3000 rpm arasındaki kuter hızında çalışıldığı, kuter hızı ile emülsiyon oluşturma süresinin birbirlerine bağlı olduğu, hız arttıkça sürenin kısaldığını belirtmişlerdir. Et emülsiyonlarının hazırlanması esnasında ortam sıcaklığı emülsiyon kapasitesi açısından son derece önemlidir. Emülsiyon oluşturulurken ortam sıcaklığının 16 °C' yi özellikle de 21 °C' yi geçmemesi gerektiği aksi taktirde emülsiyonun kırılabileceği ifade edilmiştir (Ertaş, 1988; Gökalp ve ark., 1999). Genelde, yapılan model sistem çalışmalarında, en uygun ilk yağ ilave miktarının

50ml yağ/2.5g et, yağ ilave edilme hızının da 1ml/s olması gerektiği belirtilmiştir (Gökalp ve ark. 1999).

Sarıçoban ve ark., (2008), model sistem kullanarak emülsiyonların fonksiyonel özellikleri üzerine limon albedosu ilavesinin etkisini çalışmışlar ve % 5 albedo ilavesi ile en yüksek emülsiyon kapasitesine ulaşmışlardır.

Myofibriler proteinler, kas proteinlerinin fonksiyonel bir anahtarıdır. Jel oluşturma, emülsifikasyon ve su bağlama kapasiteleri gibi kas içeren gıdaların fonksiyonel özellikleri doğrudan myofibriler proteinin durumuna bağlıdır (Tornberg, 2005). Önemli fonksiyonel özellikleri arasında protein çözünebilirliği en önemli faktörlerdendir. Myofibriler proteinlerin fonksiyonel özellikleri üzerine iyonik gücün etkileri yaygın bir şekilde araştırılmaktadır (Chin ve ark., 2009; Hong ve Chin, 2010). Aktin, aktomyosin gibi myofibriler proteinlerin fizikokimyasal durumu, etin fonksiyonelliğini artırarak, işlenmiş etlerin değerini ve kalitesini belirlemede doğrudan bir role sahiptir (Wick ve Li, 2001). Yüksek pH'lı etin normal pH'lı etten daha yüksek sarkoplazmik protein çözünürlüğüne sahip olduğu belirtilmiştir. Yüksek pH'lı ette daha yüksek sarkoplazmik protein çözünürlüğünün, bu pH aralığında sarkoplazmik protein çökelmesinin azalmasından meydana geldiği rapor edilmiştir. Toplam protein çözünürlüğünün ise normal ve yüksek pH'lı etler arasında farklı olmadığı ifade edilmiştir (Zhang ve ark., 2005). Myofibriller proteinlerin fizikokimyasal durumunun, et sistemlerinin fonksiyonelliğini etkilediği ve işleme tabi tutulan etin değerini ve kalitesini belirlemede doğrudan bir rol oynadığı bildirilmiştir (Li, 2006).

Yapılan çalışmalar, sarkoplazmik proteinlerin pH 5.2'de, myofibriler proteinlerin ise pH 6.0-6.5 arasında maksimum EK'ne sahip olduğunu göstermiştir. pH'ın yanı sıra etin yapısında bulunan kollagen çeşidi ve miktarı da su tutma ve yağ bağlama kapasitesi açısından önemli faktörlerdir. Kollagen ve elastin konnektif dokuda bulunan temel proteinlerdir ve bu proteinler konnektif dokunun karakteristik özelliklerini önemli ölçüde etkilerler. Konnektif doku ile EK arasında kuvvetli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Kurt ve Zorba, 2007).

Hiçbir emülsiyon, zaman içerisinde, tam manasıyla stabil değildir. Eğer gerekli önlemler alınıp, emülsiyon stabil hale getirilmez ise, belirli bir süre sonra mutlaka fazlar ikiye ayrılacaktır. Bu nedenle emülsiyon oluşturulduktan sonra stabil hale getirmek için ya ısıl işlem uygulanmakta veya stabilize edici özellikteki çeşitli kimyasal bileşikler ortama ilave edilmektedir. Sosis-salam emülsiyonlarında ısıl işlem uygulanarak, proteinler denature edilip, jelleştirilerek emülsiyon stabil hale dönüştürülmektedir. ES,

emülsiyonun kararlılığının ve dayanıklılığının bir göstergesidir. Emülsiyon stabilitesinin belirlenmesinde, belirli şartlarda, belirli bir süre oluşan emülsiyonun bekletilmesi sonucu emülsiyondan ayrılan yağ ve su miktarı esas alınmaktadır. Ayrılan su ve yağ miktarının az olması emülsiyonun daha stabil olduğunu göstermektedir. Emülsiyon stabilitesi üzerine etkili olan dört önemli faktör mevcuttur. Bunlar; et çeşidi, kullanılan katkı maddeleri, emülsifikasyon yöntemi ve pişirme metodudur (Artz, 1990; Knipe, 2004b). EK ve ES, etlerin fonksiyonel kalitesini belirlemek için kullanılan parametrelerdir. Pişirme sırasında emülsiyonun stabil hale getirilememesi tekstürü olumsuz yönde etkiler ve istenmeyen yağ ve su ayrımına neden olur (Tornberg ve Hermansson, 1977; Lee, 1985; Elizalde ve ark., 1988; Zorba ve ark., 1998).

Orr ve Wogar (1979), mekanik olarak kemiklerinden ayrılmış tavuk etlerinin taze ve dondurulmuş örneklerinin bileşimlerini ve emülsiyon özelliklerini araştırmışlardır. Taze ete göre, dondurarak muhafaza edilmiş tavuk etlerinde; su içeriği, EK, su tutma kapasitesi ve ES değerlerinde düşme görülmüştür. Kim ve Sung (1983), tavuk etlerinde çözünebilir proteinlerin emülsiyon özellikleri üzerine etkilerini araştırdıkları; tuzlu suda çözünebilir proteinlerin EK'si, suda çözünebilir proteinlerin EK'nden önemli derecede yüksek çıkmıştır. Göğüs kaslarının EK değerinin, but kaslarından daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Yapılan bir başka çalışmada kümes hayvanları etlerinin, et emülsiyonuna işlenmesinde yüksek yağ içeriğine sahip kanatlı derisinin kullanılmasının, hem emülsiyonda bağlayıcılığı kuvvetlendirip, hem de ürüne yabancı olmayan tipik kanatlı etinin sahip olduğu aromayı kazandırdığı ifade edilmiştir (Mutlu, 1989). Karakaya ve ark. (1997); sığır, koyun ve tavuk etlerinin emülsiyon özellikleri üzerine katı ve sıvı yağların etkisini araştırmışlardır. Genel olarak sığır etinin EK'nın tavuk etine göre daha yüksek çıktığını saptamışlardır. Kaya ve ark. (1998), farklı tuz ve fosfat seviyelerinin tavuk etlerinin emülsiyon özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Göğüs etlerinin EK ve ES değerlerinin, but ve paçal etlerine göre daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Bloukas ve Paneras (1993), zeytinyağı kullanarak düşük yağ içeren frankfurterleri üretmişlerdir, ancak ürünün düşük işleme verimine ve lezzete sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Yaklaşık %10-13'lük bir protein seviyesinde kıyaslama yapıldığında; kanola yağı ile oluşturulan emülsiyonların stabilitesi, sığır eti yağı ile oluşturulan emülsiyonlarınkine kıyasla daha yüksek bulunmuştur (pişirme esnasında daha düşük bir faz ayrımı gerçekleşmiştir) (Youssef ve Barbut, 2009).

Choi ve ark., (2010), üzüm çekirdeği yağının artan konsantrasyonlarıyla oluşturulan, yağı azaltılmış et örneklerinin daha az pişirme kaybına, emülsiyon kapasitesine ve apparent (görünür) viskoziteye sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Et proteinini, soya proteini ve peynir altı suyu izolatı gibi et dışı proteinlerle değiştirmenin, emülsiyondaki yağ globüllerinin aglomerasyonunu azalttığı, yapışkanlığı artırdığı ve pişirme kayıplarını azalttığı gösterilmiştir (Youssef ve Barbut, 2011).

Sarıçoban ve ark., (2010), model sistem kullanarak ayçiçeği tablasının, et emülsiyonlarının fonksiyonel özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları bir çalışmada %5 ayçiçeği tablası ilavesinin EK ve ES'ni arttırdığını tespit etmişlerdir. Ayçiçeği tablası ilavesinin belirli bir konsantrasyondan sonra bu parametreler üzerinde olumsuz bir etki oluşturdukları da belirtilmiştir. Ayrıca taze et ile hazırlanan emülsiyonların dondurulmuş örneklerden daha yüksek EK ve ES değerine sahip olduğu vurgulanmıştır.

EV, emülsiyon akışkanlığının bir ölçüsü olup, emülsiyon teknolojisi açısından, ürüne belirli bir tekstür kazandırılması bakımından üzerinde önemle durulması gereken bir kriterdir. Viskoz yapı, proteinlerin yapısal karakterlerinden kaynaklanan bir özelliktir. Gıdaların viskozitesi; gıda prosesleri, gıda kalitesinin değerlendirilmesi, kontrolünün yapılabilmesi ve gıda maddelerinin yapılarının belirlenmesi için önemli bir parametredir (Krokida ve ark., 2001). İşleme süresince gıdaların reolojik davranışlarının bilinmesi proses kontrolü ve kalitenin korunması açısından önemlidir (Rao ve Anatheswaran, 1982). Viskozite, çeşitli teknolojik işlemlerin uygulanabilmesi için belirleyici bir kalite kontrol parametresidir. Reolojik veriler; proses mühendisliği analizlerinde (ekstrüzyon, pompalama, karıştırma, ısıtma, kaplama, proses kontrolü), kalite kontrolü ve raf ömrünün belirlenmesinde, tekstür değerlendirilmesinde, yeni ürün geliştirmede ve reolojik karakterizasyonlar için oluşturulan eşitliklerin geliştirilmesinde kullanılmaktadır (Ofoli, 1990). Viskozite, protein moleküllerinde meydana gelen yapısal değişiklikleri göstererek, protein fizikokimyasal interaksiyonları hakkında bilgi verir. Viskozite aynı zamanda proteinlerin denaturasyon ve agregasyonunun derecesini belirlemek için de kullanılmaktadır. Viskozite; akışkanın molekülleri arasındaki çekim kuvveti olarak tanımlanırken, bir başka ifadeyle akışkanın akıcılığa karşı gösterdiği direnç olarak da bilinmektedir (Saldamlı ve Saldamlı, 1990).

Borderias ve ark.(1985), dondurulmuş kaslarda; EK, protein yapısı ve viskozite değerleri arasında bir korelasyon olduğunu göstermişlerdir. EK, proteinlerin yüzey özellikleri ile ilgili olan protein çözünürlüğünün derecesinden etkilenmektedir. Kas gibi

çok kompleks sistemlerde fonksiyonel özellikleri etkileyen birçok faktör söz konusudur. EK'ni etkileyen tek parametrenin protein çözünürlüğü olmadığını belirtmişlerdir.

Model sistemlerde viskozitenin yüksek olması arzu edilirken, gerçek et emülsiyonlarında (sosis, salam vb.) aşırı viskoz yapı arzu edilmemektedir. Çünkü fazla viskoz olan sosis-salam hamuru, dolum ve pişirme sırasında çeşitli hava ceplerinin, yağ ve jelatin keseciklerinin oluşmasına ve sonuçta tekstürel hatalara neden olabilmektedir (Gökalp ve ark. 1999). EV değerinin yüksek olması, emülsiyon tipi et ürünlerinin elastikiyetinin artmasına neden olur.

Aktaş ve Genççelep (2006), et hamurunun viskozitesindeki artışın öncelikle su bağlama kapasitesi ile ilgili olduğunu bulmuşlardır. Shand (2000), emülsiyon viskozitesindeki artışın, emülsiyon stabilitesini de artırdığını vurgulamıştır. Karakaya (1996), farklı tür kanatlılardan bıldırcın ve Pekin ördeği etlerinin emülsiyon özelliklerini araştırdığı çalışmada; genel olarak bıldırcın etinin, pekin ördeği etine göre daha yüksek EK, ES ve EV gösterdiğini belirlemiştir. Zayas (1997), et işlemede önemli bir kalite kriteri olarak emülsiyon viskozitesi ve emülsiyon stabilitesi arasındaki ilişkiyi göstermiştir. Zorba ve ark. (1993) ile Aktaş ve Genççelep (2006), yüksek viskozitedeki emülsiyonların kolay kırılmadığını ifade etmişlerdir. Yapar ve ark. (2006)'nın yaptıkları bir çalışmada, balık eti ile hazırladıkları emülsiyonların viskozite değerlerinin, sığır eti ve kümes hayvanları eti ile hazırlanan örneklerden (Karakaya, 1990; Kaya, 1997; Zorba, 1990) daha düşük olduğunu görmüşlerdir.

Kim ve ark.(2010) tarafından, yüksek pH'ya sahip olan bamboo tuzu ile hazırlanan et emülsiyonlarının, su tutma kapasitesini, viskoziteyi, pişirme verimini, emülsiyon stabilitesini, tekstürünü ve duyusal kalitesini geliştirdiğini ifade etmişlerdir. Emülsiyon viskozitesindeki artış, yüksek yağ içeriğine sahip emülsiyon tipi et ürünleri için arzu edilen bir durumdur, çünkü yüksek emülsiyon viskozitesi değerleri emülsiyon tipi et ürünlerinin elastikiyetini artırır (Yapar ve ark., 2006).

Özgül ağırlık belirli sıcaklıktaki bir maddenin, birim hacmindeki ağırlığının aynı koşullar altındaki saf suyun ağırlığına oranıdır. Etin özgül ağırlığı; kimyasal bileşenlerine göre değişim göstermektedir. Başta mineral maddeler olmak üzere su, yağ ve protein içeriği özgül ağırlık üzerine etkilidir. Yağ ve su miktarı arttıkça özgül ağırlık düşmekte, protein oranındaki artışa göre ise artmaktadır. Çeşitli tür etlerinde özgül ağırlık 1.054–1.085 arasında değişim göstermektedir (Öztan, 2005). Emülsiyon tipi et ürünlerinde ete su ve yağın ilave edilmesi özgül ağırlığın azalmasına neden olmaktadır. Bir etin özgül ağırlığının belirlenmesi; ürün için seçilecek ambalaj materyali açısından

da önemlidir. Emülsiyon yoğunluğu, etin yağ ve su içeriği ile ilgili bir parametredir (McClements, 1999). Özdemir ve ark.(1994), yağ içeriği yüksek olan emülsiyonlarda emülsiyon yoğunluğunun, EK ve ES kadar önemli bir parametre olduğunu belirtmişlerdir. Zorba ve Kurt (2006), sığır, hindi ve tavuk etlerinin emülsiyon yoğunluğu değerlerinin pH'ları faklı olduğu için farklı olduğunu, pH'nın emülsiyon yoğunluğu üzerine önemli etkileri olduğunu belirlemişlerdir.

Pişirme işleminin kas proteinlerinin yapısal özelliklerini etkilediği (Tornberg, 2005) ve etin su dağılımını da doğrudan etkileyerek proteinleri denature ettiği bilinmektedir (Bertram ve ark., 2006). Bu şekilde geçekleşen yapısal değişiklikler %15-30 arasında değişen mevcut suyun kaybına (pişirme kaybı) yol açmaktadır. Bununla beraber pişirme kaybının miktarı; pişirme metodu, pişirme zamanı/sıcaklığı ve son ürün sıcaklığına bağlı olmaktadır (Aaslyng ve ark., 2003). Pişirme işlemi süresince su ve yağın azalmasının, etin hacmini artıracağı bildirilmiştir (Blake ve ark., 2008). Nuckles ve ark. (1990), etin yapısında bulunan myofibriler protein miktarının artmasıyla pişirme kaybının (PK) azaldığını belirlemişlerdir. Ayrıca Jones (1984), yaptığı araştırmayla, etteki kollagen düzeyinin PK'nı ve et ürünlerinin stabilitesini etkilediğini göstermiştir.

Etin su tutma kapasitesi denilince, ete uygulanan temel işlemler ile dışarıdan uygulanan kuvvet karşısında, etin suyu alıkoyma özelliği anlaşılır. Temel işlemlerin en az etkili olanı dahil, et suyunun uzaklaştırılmasına neden olmaktadır. Ancak uzaklaşan su, ette serbest olarak bulunan sudur. Taze etin renk, yapı ve sertlik gibi özellikleri ile pişmiş etin sululuk ve yumuşaklığının, su tutma kapasitesine bağlı olduğu belirtilmiştir (Karakaya, 2003). Kasın ete dönüşümü sırasında ortaya çıkan enzimatik değişimler etin su tutma kapasitesi üzerinde önemli etkiye sahiptir. Özellikle pH'nın düşüşüyle birlikte lizozomlarda bulunan inaktif haldeki proteolitik enzimler aktif hale geçerek kas proteinlerini parçalamaya başlar (Goll ve ark., 2003). Düşük STK, sızıntının yüksek olmasına yol açar ve bu faktör endüstriyel açıdan önem arzeder. Sızıntının fazla olması , karkasların ve et parçalarının ağırlığında önemli bir kayba yol açar, işlenmiş ürünlerin verimi ve kalitesini etkileyebilir ve böylece ekonomik açıdan önemli hale gelir (Savage ve ark., 1990; Wright ve ark., 2005). Yüksek STK, etin parçalama ve depolanması süresince ağırlık kaybının azalması nedeniyle etin başlıca en önemli kalite parametrelerinden biri olur ve işleme süresince suyun ete tutunma kabiliyetini geliştirir. Ayrıca STK'nın etin tüketim kalitesini de etkilediği vurgulanmıştır (Lawrie, 1998).

Ürün imalinde kullanılan etin önemli özelliklerinden biri su tutma kapasitesidir. Su tutma kapasitesi ağırlık kaybı ve son ürünün en son kalitesi ile ilgili olduğundan et

ürünlerinin formülasyonunda, işlenmesinde, pişirilmesinde, dondurulmasında çok önemlidir. Etin su tutma kapasitesinin lezzetin, mikrobiyal kalitenin ve üretim potansiyelinin belirtisi olarak kullanıldığı belirtilmiştir (Abdullah ve Al-Najdawi, 2005). Proses sırasında işlenmiş et ürününün ağırlık kaybı, su tutma kapasitesinin bir fonksiyonudur ve pişirme sırasında nem kaybıyla beraber et lezzetinin azaldığı bildirilmiştir (Wick ve Li, 2001). Yüksek pH'lı etin normal pH'lı etten daha yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğu ifade edilmiştir (Zhang ve ark., 2005).

Myofibriller çok büyük miktarlarda kas hücresinden meydana gelmektedirler. Bu organeller, kas hücresi hacminin %82-87 oranına sahiptirler. Canlı hayvanın kas hücreleri içerisinde bulunan suyun büyük bir çoğunluğu, myofibrillere bağlı olarak bulunurlar. Gerçekte bir kas hücresindeki suyun yaklaşık %85'inin myofibrillerde tutulduğu tahmin edilmektedir. Bu suyun bulunduğu yerinin, kas hücresinin rigor mortis sürecini geçirmesinin yanı sıra hacmindeki değişiklikler tarafından da etkilendiği belirtilmiştir. Kas dokusu rigor sürecini tamamladığında, ince ve kalın flamentler arasında çapraz köprüler kurulur (Offer ve Trinick, 1983). Rigor süresince sarkomerler kısalır ve myofibrillerde mevcut su için uygun boşluklar azalır. Sızıntı kaybının lineer bir şekilde kas hücrelerindeki sarkomerlerin uzunluğunda bir azalma ile artabileceği ifade edilmiştir (Honikel ve ark., 1986). Bertram ve ark., (2002), kas hücresi yapısı ile suyun dağılımının arasında bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Myofibrilin yapısında, yüksek miktarlarda bulunan suyun, A bandından daha ziyade I bandında tutulduğu ifade edilmiştir. Bu durum, kısa sarkomerlerin artan sızıntı kaybı ile neden ilişkilendirildiğini açıklamaya yardımcı olabilmektedir. Rigor sürecinde, sarkomerin kısalmasının, myofibrillerin I bandı bölgesindeki hacminin kısalarak sonrasında küçülmesine neden olabileceği belirtilmiştir. Myofibriler bölgedeki yoğunluğun azalmasının, myofibriler yapıdan kas hücresindeki ekstramyofibriler boşlukların içerisine suyun geçmesine neden olabileceği açıklanmıştır (Bendall ve Swatland, 1988). İntramyofibriler boşluklardan, ekstramyofibriler boşluklara kademeli olarak suyun tutulmasının, sızıntının kaynağını belirlemede bir anahtar olabileceği de bildirilmiştir (Huff-Lonergan ve Lonergan, 2005).

Gıdalarda bulunan demir, heme demir ve nonheme demir şeklinde sınıflandırılabilmektedir. Heme demir, hemoglobin ve myoglobinden meydana gelir ve gıda maddeleri arasında asıl kaynağı ettir. Nonheme demir ise; tahıl ürünlerinde, meyve ve sebzelerde bulunmaktadır (Higgs ve Mulvihill, 2002). Ette bulunan demir de; heme ve nonheme olmak üzere iki formda bulunur. Heme molekülünün merkezindeki demir

atomu, oksijenin dokulara taşınmasını (hemoglobin) özellikle kalp kasında olmak üzere dokularda oksijenin ara geçişli depolanmasını ve solunum zincirinde elektronların taşınmasını sağlar. Demir ayrıca bağışıklık sistemi ve zihinsel performans için de gereklidir. Heme demir; diyetteki toplam demirin %10-15'i olup, kas ve organ dokularındaki myoglobin ve hemoglobinin yapısında yer alır. Vücuttan emilim oranı %20 civarındadır. Yetişkin bireylerin günlük demir ihtiyacı, vücuttan kaybolan demir miktarı kadardır. Günlük demir gereksinimi yetişkin bir bayanda 15 mg, yetişkin bir erkekte ise 10 mg olarak bildirilmiştir (Çizmecioğlu, 2001). Etin demir içeriğinin önemi, heme demir içeriğine bağlıdır. Çünkü heme demirin biyofaydalanılabilirliği insan diyetinin kompozisyonu tarafından etkilenmez ve genel olarak nonheme demirden daha fazla öneme sahiptir (Miller, 1996). Nonheme demir bütün bitkilerde bulunmasına rağmen, heme demir yalnızca kırmızı et, balık eti ve kümes hayvanları etinde bulunur (Clark ve ark., 1997; Schricker ve ark., 1982). Nonheme demirin biyofaydalanabilirlik yeteneği düşüktür (Kalpalathika ve ark., 1991). Çoğu araştırmacı ısıtma işlemi ile nonheme demirin arttığını ve heme demirin azaldığını belirtmişlerdir (Buchowski ve ark., 1988; Carpenter ve Clark, 1995; Kongkachuichai ve ark., 2002; Lombardi-Boccia ve ark., 2002; Schricker ve Miller, 1983). Kümes hayvanları, kırmızı et ürünleri ile karşılaştırıldığında kırmızı et ürünlerinin total pigment içeriğinin daha yüksek olduğu rapor edilmiştir (Kayişoğlu ve ark., 2002; Kongkachuichai ve ark., 2002; Lombardi-Boccia ve ark., 2002).

Taze et ve ürünlerinin pazarlanması açısından kalite kriterleri arasında en önde gelen parametrelerin arasında renk gelir. Çünkü tüketici satın almadan önce çoğu zaman ürün kalitesine yani rengine bakarak karar verir. Yeni kesilmiş bir hayvanın etinin renginden kas pigmenti olan myoglobin sorumludur. Yani taze ete renk veren myoglobin pigmentidir. Et renginde hemoglobinin etkisi çok azdır veya hemen hemen hiç yoktur. Myoglobin yapısında Fe^{+2} içerdiğinden taze et rengi erguvani veya morumsu kırmızıdır. Kesimden sonra satışa sunulan etlerde +2 değerlikli myoglobin havadaki moleküler oksijenle birleşerek parlak kiraz veya gül kırmızısı renkteki oksimyoglobini oluşturur. Taze etlerde önemli renk kriterlerinden biri olan parlak kiraz veya gül kırmızısı rengini oksimyoglobin oluşturur. Etin uygun olmayan koşullarda uzun süre muhafazası durumunda et yüzey rengi istenmeyen kahverengi bir görünüm kazanabilir. Bu durumun sebebi yüzeydeki myoglobin ve oksimyoglobinin düşük basınçlı oksijen koşulları altında sürekli oksidasyona uğrayarak Fe^{+3} metmyoglobine

dönüşmesi ve koyu kırmızı mat kahverengimsi bir renk almasına yol açar. Şüphesiz koyu kırmızı, kahverengimsi görünüşteki taze etler bozulmuş değildir. Bu etler normal atmosfer koşullarında tutulduklarında yüzeylerinde tekrar oksimyoglobin oluşur ve etler parlak kiraz veya gül kırmızısı görünümündeki arzu edilir renklerini tekrar alırlar. Bu olaya et teknolojisinde "kırmızı açılım" (red bloom) denir. Eğer metmyoglobin daha ileri derecede oksidasyona maruz kalırsa özellikle bakteriyel faaliyetler sonucunda yeşilimsi sarımsı veya çok açık renkli porfirinlere okside olarak istenmeyen et rengi ortaya çıkabilir. Taze veya dondurulmuş etlerde oluşan su kaybı myoglobin pigmentinin et yüzeyinde aşırı derecede birikmesine ve burada yüksek oranda O_2 temasıyla etkin bir şekilde oksitlenerek aşırı miktarda metmyoglobin ve diğer arzulanmayan pigmentlerin oluşumuna sebep olabilmektedir. Taze etlerde arzulanan et rengi ve su içeriğinin etkin bir şekilde kontrol edilmesiyle etin diğer bir kısım duyusal kimyasal ve fiziksel özellikleri de istenilen yönde kontrol altına alınmış olur. Hayvanın kesiminden tüketilinceye kadar geçen aşamada etteki su kaybının kontrolü renk üzerinde çok olumlu etki yaptığı gibi pazarlama ve muhafaza sürecindeki ağırlık kaybını da minimum düzeye indirger (Karakaya, 2008).

Et renginin; et pigmentleri olan başta myoglobin ve hemoglobinin kimyasal kompozisyonuna ve konsantrasyonuna, ışığı yansıtma ve absorbe etme özellikleri gibi etin fiziksel durumuna bağlı olduğu da belirtilmiştir (Kropt, 1993). Kasın myoglobin konsantrasyonu, türler arasında ve içinde değişiklik gösterir ve genetik ve çevresel faktörlerin yanı sıra yaş ve hayvan rasyonu gibi faktörler tarafından da etkilenmektedir. Myoglobin; deoksimyoglobin, oksimyoglobin ve metmyoglobin gibi üç formdan birinde bulunabilir. Bu üç pigmentin karşılıklı dönüşümleri mümkündür ve dominant pigment, ortam şartlarına bağlı olarak şekillenir. Myoglobin veya indirgenmiş myoglobin olarak da bilinen deoksimyoglobin, +2 değerlikli demir atomu içerir ve heme grubunun 6. koordinat pozisyonunda bir atomun eksikliği ile karakterize edilir. Kiraz kırmızısı renk olan oksimyoglobin, deoksimyoglobinin oksijene maruz kalması sonrası hemen değişir. Metmyoglobin oksijene bağlanmama durmunuda oluşur ve kahverengi et rengini verir. Depolama ve metmyoglobinin birikmesi süresince etin rengini değiştirmeye sebep olan çok sayıda faktör bulunmaktadır. Bunların; hayvanın ön kesim muamelesi ve sıcak olarak kemiksizleştirme gibi dış çevresel faktörlerin yanı sıra, kas pH'sı, kastaki fibril çeşidi, yaş, yemleme durumu, hayvanın cinsiyeti ve rasyonu gibi iç faktörlerle ilgili olduğu rapor edilmiştir (Troy ve Kerry, 2010).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Araştırma materyali olarak kullanılan çıkma tavuk etleri Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Prof. Dr. Orhan DÜZGÜNEŞ Hayvancılık Araştırma ve Uygulama tesislerinden temin edilmiştir. Alınan çıkma tavuklar el ile kemiksizleştirilerek göğüs ve but kısımları ayrılmıştır. Ayrılan göğüs ve but etlerinin bir kısmı sonikasyon işleminde kullanılmak üzere analizi yapılıncaya kadar buzdolabında tutulmuştur. Göğüs ve but etlerinin geriye kalan kısmı ise emülsiyon oluşturma amacıyla laboratuar tipi kıyma makinesinde 3 mm delik çaplı aynadan çekilerek ayrı ayrı kıyma haline getirilmiştir. Elde edilen kıymaları homojen hale getirmek amacıyla düşük devirli bir karıştırıcı yardımıyla karıştırma işlemi uygulanmıştır. Kıyma haline getirilen göğüs ve but eti örnekleri deneme süresince buzdolabının soğuk muhafaza bölmesinde (0-4˚C) bekletilmiştir. Emülsiyon oluşturma işleminin hemen öncesinde kıyma haline getirilmiş göğüs ve but etleri farklı sürelerde (0, 30, 60, 90, 120 ve 150 s) sonikasyon işlemine tabi tutulmuştur.

Emülsiyon oluşturmada kullanılan rafine mısır yağı 10'ar litrelik teneke kutularda aynı firmanın aynı üretim parti numaralı ürünleri olmasına dikkat edilerek piyasadan satın alınmıştır. Deneme süresi boyunca yağda otooksidasyon oluşmaması için ambalaj materyalinin ağzı kapalı tutulmuş ve laboratuar koşullarında serin ve karanlık ortamda muhafaza edilmiştir.

Yapılan tüm analizlerde analitik saflıkta kimyasal maddeler kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme planı

Araştırma materyali olan çıkma tavuk göğüs ve but etlerine farklı sürelerde (0, 30, 60, 90, 120, 150 s) sonikasyon işlemi uygulanmıştır. Sonikasyon işlemi uygulanan her bir et örneğinin renk, su tutma kapasitesi, pişirme kaybı, heme demir, metmyoglobin ve sızıntı kaybı gibi bazı fizikokimyasal ve teknolojik özellikleri belirlenmiştir. Daha sonra sonikasyon işlemi uygulanan kıyma örneklerinin mısır yağı ile oluşturdukları emülsiyonların; emülsiyon kapasiteleri (EK), emülsiyon stabilite oranları (ES),

emülsiyondan ayrılan yağ oranları (EAY), emülsiyondan ayrılan su oranları (EAS), emülsiyon viskoziteleri (EV), emülsiyonların özgül ağırlıkları (EÖA) ile emülsiyonların renk parametreleri tespit edilmiştir. Ayrıca et+çözelti pH'ları ile oluşturulan emülsiyonların pH'ları belirlenmiştir. Emülsiyonların oluşturulmasında başlangıçta ilave edilen yağın miktarı, sıcaklığı, akış hızı ve karıştırıcının hızı tüm denemelerde sabit tutulmuştur. Böylece her bir farklı etin mısır yağı ile oluşturdukları emülsiyonların çeşitli özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Araştırma, 2 farklı et çeşidi ve biri kontrol grubu olmak üzere 6 farklı sonikasyon süresi uygulanarak iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve analizler her bir tekerrürde üç paralel olacak şekilde yürütülmüştür. Böylece her bir parametre, faktöriyel deneme desenine göre $6 \times 2 \times 2 \times 3 = 72$ örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir.

3. 2. 2. Örneklerin analize hazırlanmaları

Araştırma kapsamında çalışılan çıkma tavukların göğüs ve but etleri aşağıdaki şekilde hazırlanarak analizlere tabi tutulmuştur;

1. Çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin bir kısmı, 3 mm delik çapındaki aynaya sahip laboratuvar tipi kıyma makinesinden (Kitchen Aid, Classic model, USA) iki kez geçirildikten sonra su, protein, yağ, kül miktarı ve emülsiyon özelliklerine ait analizler yapılmak üzere ayrılmıştır.
2. Çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin diğer bir kısmı, yaklaşık 4 cm çapında yuvarlak dilimler şeklinde kesilerek sonikasyon işleminde kullanılmak üzere ayrılmıştır. Sonikasyon işlemi 12-260 µm aralığında genliğe, 12-600 W/cm^2 güç yoğunluğuna ve 24 kHz frekansa sahip Hielscher UP400S (Dr. Hielscher GmbH, Teltow, Almanya) cihazı ile uygulanmıştır (Şekil 3.1). Sonotrod olarak H40 başlığı (40 mm çap ve 12 W/cm^2 güç yoğunluğuna sahip) kullanılmıştır. Yuvarlak dilimler şeklinde kesilen örnekler, sonikasyon işlemine 0, 30, 60, 90, 120 ve 150 saniye süreyle tabi tutulmuştur. 4 cm çapındaki et örneğinin bir yüzeyine, sonikasyonun her bir işlem süresinin yarısı uygulandıktan sonra örnek ters çevrilerek, örneğin diğer tarafına kalan işlem süresi uygulanmıştır. Daha sonra farklı sürelerde sonikasyon işlemi uygulanan örnekler, laboratuvar tipi kıyma makinesinden ayrı ayrı geçirilerek renk**,** su tutma kapasitesi, pişirme kaybı, heme demir, metmyoglobin ve sızıntı kaybı gibi özelliklerine bakılmak üzere ayrılmıştır.



Şekil 3.1. Ultrasonikasyon cihazı

3. Emülsiyon özelliklerini belirlemek için ayrılan kıyma örneklerinin her birinden 25’ er g tartılıp, üzerlerine 100 ml tuz fosfat çözeltisi ilave edilerek ayrı ayrı beherler içerisine konulmuştur. Sonotrod yaklaşık olarak 2 cm derinliğe kadar karışım içerisine daldırılarak, sonikasyonun farklı işlem süreleri (0, 30, 60, 90, 120, 150 s) ayrı ayrı uygulanmıştır. Daha sonra sonikasyon işlemi uygulanmış örneklerin; emülsiyon kapasitesi, emülsiyon stabilitesi, emülsiyon viskozitesi, emülsiyon özgül ağırlığı ve oluşturulan emülsiyonların renk özelliklerini belirlemek amacıyla analizler gerçekleştirilmiştir.

3. 2. 3. Analiz metotları

3. 2. 3. 1. Su miktarı tayini

Kıyma haline getirilip homojenize edilen örneklerden kurutma kabına 5–10 g arasında tartılarak 105±2˚C'lik etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar tutulmuş ve örneklerin içeriğindeki suyun tamamen uzaklaşması sağlanmıştır. Desikatörde soğutulduktan sonra her bir örnekte meydana gelen kayıp, başlangıçtaki örnek ağırlığına bölünüp elde edilen değer 100 ile çarpılarak su içerikleri (%) belirlenmiştir (AOAC, 2000).

3. 2. 3. 2. Protein tayini

Örneklerin protein miktarı AOAC (2000)'e göre tespit edilmiştir. Tespit edilen azot miktarının proteine dönüşümünde 6.25 faktörü kullanılmıştır.

3. 2. 3. 3. Yağ tayini

Araştırmada kullanılan örneklerden 5 g alınarak ekstraksiyon kartuşuna yerleştirilmiştir. 5-6 kez dietileterle sirkülasyonundan sonra balona toplanan dietileter-yağ bir vakumlu evaporatör geri soğutucu altında birbirinden ayrılmıştır. Balon + yağ 125 ^{0}C'deki bir etüvde 30 dk bekletilerek balonda kalan dietileter uçurulmuştur. Desikatörde soğutulduktan sonra tartılmış ve örnekteki yağ miktarı (%) hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

3. 2. 3. 4. Toplam kül miktarı tayini

Kıyma haline getirilmiş et örneklerinden yaklaşık 2.0–2.5g, kül krozeleri içerisine tartılmış ve 550±5˚C'deki kül fırınında sabit ağırlığa gelinceye kadar yakılarak örneklerin toplam kül miktarları (%) tespit edilmiştir (AOAC, 2000).

3. 2. 3. 5. pH tayini

3. 2. 3. 5. 1. Et örneklerinde pH tayini

Homojen hale getirilmiş her bir et örneğinden 10 g alınarak üzerine 100 ml saf su ilave edilip uygun bir karıştırıcı ile 1 dakika karıştırılarak homojenize edilmiş ve standardize edilmiş pH metre ile pH tayini yapılmıştır (Gökalp ve ark., 2001).

3. 2. 3. 5. 2. Tuz-fosfat çözeltisi ilave edilerek hazırlanmış homojenizatlarda pH tayini

25 g kıyma haline getirilmiş örnek, 100 ml tuz+fosfat (%2.5 NaCl+%0.5 K_2HPO_4) çözeltisi ile yüksek hızda 2 dakika süreyle Waring blenderda parçalanarak homojenizat haline dönüştürüldükten sonra pH-metre (pH 315i/SET WTW, Germany) yardımıyla homojenizatların pH değerleri okunmuştur.

3. 2. 3. 5. 3. Emülsiyon pH tayini

Emülsiyon stabilitesinin tespiti için hazırlanan emülsiyonların pH'ı, pH-metre yardımıyla okunmuştur.

3. 2. 3. 6. Pişirme kaybı (PK) tayini

Araştırmada kullanılan etlerin pişirme kayıpları Kondaiah ve ark. (1985)'nın önerdiği metoda göre tespit edilmiştir. Pişirme kayıplarının tespiti için kıyma haline getirilmiş her bir et örneğinden polietilen poşetler içerisine 20'şer g tartılıp, poşetlerin ağızları sıkıca kapatılmıştır. 80˚C'lik su banyosu içerisinde 20 dakika süre ile ısıl işleme tabi tutulan örneklerin içerisindeki sıvı faz uzaklaştırıldıktan sonra kalan katı faz tartılıp gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra her bir et örneğine ait pişirme kayıpları (%) tespit edilmiştir.

3. 2. 3. 7. Su tutma kapasitesi (STK) tayini

Su tutma kapasitesi (STK) Wardlaw ve ark. (1973)'nın önerdiği metoda göre belirlenmiştir. Selüloz nitrat test tüplerine alınan 8 g et örneği üzerine 12 ml 0.6 M NaCl ilave edilip iyice çalkalandıktan sonra 5˚C'lik su banyosunda 15 dakika süre ile tutulmuştur. Daha sonra 4˚C'de 4100 devir/dakika' da 15 dakika süre ile santrifüj

(Nüve, NF 800R, Türkiye) edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra tüp içerisindeki muhtevadan ayrılan süzük hacmi bir ölçü silindiri yardımıyla okunup gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra her bir et örneğinin su tutma kapasitesi (%) belirlenmiştir.

3. 2. 3. 8. Sızıntı kaybı (SK) tayini

Araştırmada kullanılan etlere ait sızıntı kayıpları (SK), Hu (2008) tarafından belirtilen metoda göre yapılmıştır. Yaklaşık 2x3x5 cm boyutlarında kesilen et örnekleri ayrı ayrı tartıldıktan sonra, kurutma kağıtları içerisine konularak polietilen poşetlere yerleştirilmiş ve daha sonra 7 gün (168 saat) süre ile buzdolabında (0-4°C'de) muhafaza edilmiştir. Bu süre sonunda örneklerde meydana gelen ağırlık kaybı dikkate alınarak her bir et çeşidine ait sızıntı kayıpları (%) tespit edilmiştir.

SK (%)= [(W1 – W2) / W1] x 100
W1: örneğin ilk ağırlığı (g)
W2: örneğin 7. gün(168 saat) sonundaki ağırlığı (g)

3. 2. 3. 9. Total pigment ve heme demir miktarlarının belirlenmesi

Et örneklerinde, heme demir Hornsey (1956) tarafından tanımlanan yöntem kullanılarak belirlenmiştir. Total pigmentler %90'lık asit aseton ile ekstrakte edilmiş, 2 g et örneği 50 ml'lik polipropilen tüpe aktarılmış ve üzerine 9 ml asit aseton (%90 aseton + %8 saf su + %2 HCl) ilave edilmiştir. Et örneği cam baget ile ezilmiş ve oda sıcaklığında 1 saat bekletilmiştir. Ekstrakt, Whatman 42 filtre kağıdından süzülmüş ve absorbansı asit asetona karşı 640 nm'de okunmuştur. Total pigmentler hematin olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Lee ve ark., 1999).

$$\text{Total pigmentler (ppm)} = A640 \times 680$$

Heme demir değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Clark ve ark., 1997; Hornsey, 1956).

$$\text{Heme demir (ppm)} = \text{total pigment (ppm)} \times 8.82/100$$

3. 2. 3. 10. Metmyoglobin miktarlarının belirlenmesi

Et örnekleri (5 g), 50 ml polipropilen santrifüj test tüpüne aktarılmış ve üzerine 25 ml buzlu soğuk fosfat buffer (pH 6.8, 40 mM) ilave edilmiştir. Karışım, Ultra-Turrax T25 doku parçalayıcı ile 13.500 rpm'de 10 saniye karıştırılmıştır. Homojenize edilen örnekler 1 saat 4ºC'de bekletilmiş ve soğutmalı bir santrifüjde (4ºC'de) 4500 *g*'de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Elde edilen supernatantlar Whatman 1 filtre kâğıdından süzülmüş ve absorbansları spektrofotometre yardımı ile 525, 545, 565 ve 572 nm'lerde okunmuştur. Metmyoglobin miktarları aşağıdaki formül kullanılarak belirlenmiştir (Krzywicki, 1982).

MetMb (%) = {-2,51(A572/A525)+0,777(A565/A525)+0,8(A545/A525)+1,098}x100

3. 2. 3. 11. Emülsiyon kapasitesi (EK)'nin belirlenmesi

Emülsiyon kapasitesi, birim proteinin emülsifiye edebileceği maksimum yağ miktarı (ml) olarak tanımlanmaktadır. Örneklerin EK; Ockerman (1985)'in belirttiği model sistem kullanılarak saptanmıştır. EK tayini için alttan karıştırıcılı, hızı ayarlanabilir bir blender (Waring Commercial Laboratory Blender-Waring Products Division U.S.A.) kullanılmıştır. EK'nde son nokta tayini Webb ve ark. (1970) tarafından geliştirilen elektriki iletkenlik ölçümü Ohm-metre yardımıyla yapılmıştır. Ayrıca kullanılan ohm-metrenin uçları grafik çizebilen bir yazıcıya bağlanarak emülsiyon oluşumu ve emülsiyonun kırıldığı nokta da grafikten takip edilmiştir.

Emülsiyon tayini için kıyma haline getirilmiş örneklerden 25 g alınarak üzerine 100 ml tuz-fosfat çözeltisi ilave edildikten sonra Waring blender jarında 2–3 dakika yüksek hızda parçalanarak homojenizatlar oluşturulmuştur. Elde edilen homojenizatın 12.5 g'ı diğer bir jara aktarılarak üzerine 4±2˚C'de 37.5 ml tuz (%2.5NaCl)+fosfat (%0.5 K_2HPO_4) çözeltisi ilave edildikten sonra düşük devirde 15 saniye karıştırılmış, üzerine 50 ml soğutulmuş rafine mısır yağı ilave edilmiş, özel olarak hazırlanan elektrot düzeni blender jarına daldırılıp ohm-metre ile yazıcı bağlantıları yapıldıktan sonra yüksek devirde emülsifikasyon işlemine başlanmıştır. Sirkülasyonlu su banyosu vasıtası ile sıcaklığı 8˚C'ye ayarlanmış rafine mısır yağı 1 ml/saniye akış hızıyla ortama ilave edilmiştir. Yağ ilavesi sırasında emülsiyon viskozitesi yükselmeye başlamış ve viskozite belirli bir değere ulaştıktan sonra bir müddet aynı kalmış, devamında ise

emülsiyon kırılarak grafikte ani düşüş gözlenmiş ve sistemin iki faza ayrıldığı bu noktada yağ ilavesi durdurulmuştur. Başlangıçta ilave edilen yağ miktarı ve emülsifikasyon işlemi sırasında ilave edilen yağ miktarı hesaplanarak, harcanan toplam yağ miktarı tespit edilmiştir. Emülsiyon kapasitesi 1 gram proteinin emülsifiye edebildiği yağ (ml) olarak hesaplanmıştır.

3. 2. 3. 12. Emülsiyon stabilitesi (ES)'nin belirlenmesi

Emülsiyon stabilitesinin belirlenmesinde, EK için uygulanan işlemler tekrar edilmiş, emülsiyon kırılmayacak şekilde harcanan toplam rafine mısır yağı miktarı, EK tayininde her bir et örneği için harcanmış olan ortalama yağ miktarından 10 ml eksik olmak kaydı ile aynı sıcaklıktaki yağ özel büret yardımıyla 0.8-1.0 ml/saniye hızla ilave edilerek işlem tamamlanmıştır. Oluşan emülsiyonlardan selüloz nitrat tüpler içerisine 20 g tartılmış, ağızları kapatılmış ve tüplere su banyosunda 80°C'de 40 dakika süre ile ısıl işlem uygulanmıştır. Isıl işlemden sonra tüpler soğutma sistemli santrifüje (Nüve, NF 800R, Türkiye) yerleştirilip 4100 devir/dakika' da 4˚C'de 15 dakika süre ile santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra, tüpler ölçü silindiri üzerine huni yardımıyla ters çevrilerek yerleştirilip 12 saat süreyle bekletildikten sonra ısıl işlemden geçmiş emülsiyondan ayrılan su ve yağ miktarları ayrı ayrı ve toplamı ifade edecek şekilde okunmuştur (Webb ve ark., 1970). Emülsiyon stabilitesi, emülsiyondan ayrılan su miktarı ve emülsiyondan ayrılan yağ miktarları belirlenmiştir. Aşağıdaki formül yardımıyla her bir farklı et çeşidi örneklerinin emülsiyon stabilitesi oranları (ES), emülsiyondan ayrılan su oranları (EAS) ve emülsiyondan ayrılan yağ oranları (EAY) hesaplanmıştır.

$$ES(\%) = 100 - (EAS + EAY)$$

3. 2. 3. 13. Emülsiyon özgül ağırlığının (EÖA) belirlenmesi

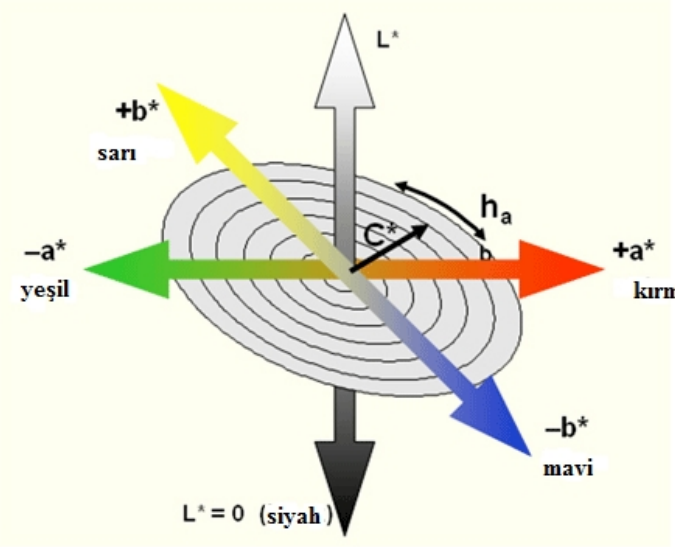
Araştırmada kullanılan et örneklerinin oluşturdukları emülsiyonların özgül ağırlıkları Kurt (1972)'a göre belirlenmiştir. Piknometre ile belirlenen belirli hacimdeki emülsiyonların ağırlığı, aynı hacimdeki saf suyun ağırlığına bölünerek emülsiyonların özgül ağırlıkları g/cm^3 olarak belirlenmiştir.

3. 2. 3. 14. Emülsiyon viskozitesi (EV)'nin belirlenmesi

Emülsiyon akışkanlığının bir ölçüsü olan emülsiyon viskozitesi, Lopez de Ogaro ve ark. (1986)'nın belirttikleri metoda göre yapılmıştır. Bu analizde stabilite tayini için hazırlanmış ve ısıl işlem uygulanmamış emülsiyonlardan 20–25 g kadar emülsiyon selüloz nitrat test tüplerine aktarılıp Lab line model rotary viskozimetrenin (Model No 4535, Lab Line Instruments, Inc., Melrose Park, III., U. K.) 7 numaralı iğnesi kullanılarak 10.0, 20.0, 50.0 ve 100.0 devir/dakika kayma hızlarındaki viskozite değerleri 1 dakika sonunda cP olarak okunmuştur.

3. 2. 3. 15. Renk analizleri

Renk ölçümleri (*L**, *a** ve *b** değerleri) D65 aydınlatmalı, 2° gözlemciye sahip Diffuse/O modundaki 8 mm'lik aydınlatma aralığına sahip bir Kromametre (CR-400 model, Konica Minolta, Osaka, Japonya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. *L** (parlaklık), *a** (kırmızılık, +60, kırmızı; ─60, yeşil) ve *b** (sarılık, +60, sarı; ─60, mavi) renk koordinatları CIE *L*a*b** renk koordinat sistemine göre belirlenmiştir ve bu değerler kullanılarak Hue angle ve Chroma değerleri tespit edilmiştir (CIE, 1976) . Ölçümler, her bir et çeşidinden ayrı ayrı alınan kesit üzerinde 3 farklı okuma yapılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2. CIE *L*, a*, b*,* Hue ve Chroma renk koordinat sistemi (Anonymous, 2011)

3. 2. 3. 16. İstatistiki analizler

Araştırma sırasında elde edilen veriler, deneme desenine uygun olarak hazırlanan çizelgeler halinde Minitab® paket programında (two way ANOVA) Varyans Analizine tabi tutulmuştur. Her bir uygulamadaki ortalamaların karşılaştırılması ise Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılarak yapılmıştır (Steel ve Torrie, 1980; Mstat-C, 1989). Elde edilen istatistik analiz sonuçları önemlilik derecelerini de belirten çizelgeler şeklinde verilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4. 1. Analitik Sonuçlar

Araştırmada kullanılan çıkma tavuk göğüs ve but etlerinde yapılan kuru madde, protein, yağ, kül miktarlarının ve pH değerlerinin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4. 1'de ve Duncan Testi sonuçları Çizelge 4. 2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Tavuk göğüs ve but etlerinin kuru madde, protein, yağ, kül miktarlarına (%) ve pH değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	SD	Kuru Madde		Protein		Yağ		Kül		pH	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Et çeşidi	1	1.1224	7.08*	16.615	53.62**	0.04497	29.4**	17.304	106.68**	0.42941	245.61**
Hata	10	0.1585		0.310		0.00151		0.162		0.00175	
Genel	11										

*p<0.05 seviyesinde önemli, **p<0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.2. Tavuk göğüs ve but etlerinin kuru madde, protein, yağ ve kül miktarlarına (%) ve pH değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları*.

Et çeşidi	n	Kuru Madde	Protein	Yağ	Kül	pH
Göğüs eti (GE)	6	25.14 ± 0.10^{b}	22.45 ± 0.61^{a}	1.84 ± 0.25^{b}	1.141 ± 0.05^{a}	$5,79\pm0.05^{b}$
But eti (BE)	6	25.75 ± 0.55^{a}	20.09 ± 0.50^{b}	4.24 ± 0.51^{a}	1.018 ± 0.02^{b}	$6,17\pm0.04^{a}$

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak (p<0.05, p<0.01) birbirinden farklıdır.

Varyans analiz sonuçları göz önünde bulundurulduğunda kuru madde içeriği istatistiki açıdan önemli (p<0.05), protein, yağ, kül içerikleri ve pH değeri üzerine ise et çeşidinin etkisi istatistiki açıdan çok önemli (p<0.01) bulunmuştur. Sonuçlara göre, göğüs etine kıyasla but etinin ortalama kuru madde ve yağ içeriklerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Protein ve kül miktarı açısından değerlendirildiğinde ise; göğüs etinin but etine göre daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırma materyali olarak kullanılan çıkma tavuk göğüs etlerinin ortalama pH değerleri 5.79, but etlerinin ortalama pH değerleri ise 6.17 bulunmuştur.

Sarıçoban (2000) tarafından yumurta tavuğu üzerine yapılan bir çalışmada, yumurta tavuğu etinin kuru madde içeriğinin %27.40-27.90, protein içeriğinin %19.30-20.10 ve yağ içeriğinin ise %7.30-8.60 arasında değiştiği ifade edilmiştir. Lee ve ark., (2003)'nın çıkma tavuk eti üzerine yaptıkları bir çalışmada, çıkma tavuk etlerinin kuru madde içeriğini %32.54, kül içeriğini %1.04, yağ içeriğini %7.15, protein içeriğini ise

%24.36 olarak tespit etmişlerdir. Yetişir ve ark. (2008) piliç etinin kuru madde içeriğinin %24.60-36.80 arasında değiştiğini, protein %17.0- 23.3 ve yağ içeriğinin ise %1.0-17.4 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca tavuk etinin kimyasal kompozisyonunun, pek çok faktör tarafından etkilendiğini de belirtmişlerdir.

Hasipek ve Aktaş (1991), tavuk göğüs etinin, diğer bölgelerdeki etlere göre daha yüksek oranda protein içerdiğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte hareketli kaslarda, daha az hareketli olan kaslara nazaran protein içeriğinin azaldığı ve bağ doku proteinlerinin konsantrasyonunda bir artışın olduğu da bilinmektedir. Yapılan bir başka çalışmada, tavuk göğüs etlerinin protein içeriğinin %21-24 arasında değiştiği, tavuk but etlerinin protein içeriğinin ise %19-21 arasında değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (Intarapichet ve Maikhunthod, 2005). Karakaya (2003), keklik, bıldırcın, tavuk, hindi, koyun, keçi, sığır ve tavşan gibi farklı tür etleri üzerine yaptığı bir çalışmada, bu etlerin protein içeriklerini belirlemiş, keçi ve koyun etlerinin diğer tür etlerine nazaran daha düşük oranlarda protein içerdiğini ve diğer tür etlerinin protein içeriklerinin birbirine yakın çıktığını rapor etmiştir. Kurt ve Zorba (2005), sığır, tavuk ve hindi etleri üzerine yaptıkları bir çalışmada, et çeşitleri arasında en yüksek oranda proteinin hindi göğüs etinde bulunduğunu, tavuk göğüs etinin protein içeriğinin ise %21.73 olarak tespit edildiğini belirtmişlerdir.

Karakaya (2003) tarafından yapılan bir diğer çalışmada 8 farklı tür hayvan eti arasında yağ miktarı açısından en düşük yağ içeriğine bıldırcın etinin sahip olduğu (%2.17) belirtilmiştir. Yapılan bir başka çalışmada tavuk göğüs etinin yağ içeriği yaklaşık %3 olarak tespit edilmiştir (Kurt ve Zorba, 2005). Min ve ark. (2008) yaptıkları bir çalışmada, tavuk göğüs etinin yağ içeriğini %1.77, tavuk but etinin yağ içeriğini ise %6.32 bulmuşlardır. Bu çalışmalarda kasın çeşidi ve elde edildiği bölgeye ve özellikle kasın hareketlilik durumuna göre yağ içeriğinin değiştiği gözlenmiştir.

Zorba ve Kurt (2008), sığır, tavuk ve hindi etleriyle yaptıkları çalışmada kullandıkları tavuk göğüs etinin kül içeriğini %1.21 olarak tespit etmişlerdir. Araştırma sonucunda elde ettiğimiz veriler bazı literatür bulgularından yüksek/düşük olduğu halde, bazı araştırma sonuçlarıyla da benzerlikler göstermiştir.

4.2. Bazı Teknolojik ve Fizikokimyasal Özelliklere Ait Sonuçlar

4.2.1. Pişirme kaybı (PK) sonuçları

Pişirme kaybı; pişirme esnasında et ağırlığında meydana gelen azalmanın (%) ifadesidir. Sonikasyon işlemi uygulanan çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin pişirme kayıplarına (PK) ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.3.'de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin pişirme kayıplarına (PK) ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	PK	
		KO	F
Et çeşidi (*A*)	1	706.25	62.46**
Sonikasyon süresi (*B*)	5	188.26	16.65**
A × *B*	5	16.10	1.42
Hata	60	11.31	
Genel	71		

**$p<0.01$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.4. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin pişirme kayıplarına (PK) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Faktör	n	PK (%)
Et çeşidi (A)		
Göğüs eti (GE)	36	19.17 ± 5.72^{b}
But eti (BE)	36	25.43 ± 3.98^{a}
Sonikasyon süresi (B)		
0 s	12	25.57 ± 2.70^{ab}
30 s	12	27.52 ± 3.46^{a}
60 s	12	23.33 ± 5.71^{bc}
90 s	12	21.55 ± 5.14^{cd}
120 s	12	18.50 ± 5.82^{de}
150 s	12	17.35 ± 4.61^{e}

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.

Varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin ve farklı sürelerde sonikasyon işlemi uygulamasının pişirme kayıpları üzerine etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Et; kas proteinleri, yağ, intramusküler kollagen ve sudan meydana gelmektedir. Bu bileşenlerin her biri, pişirme ile birlikte sıcaklıktaki artış tarafından etkilenmektedir (Draudt, 1972; Lawrie, 1998). Karakaya ve ark., (2004b) bıldırcın, keklik, tavuk ve hindi etlerinde pişirme kaybı değerlerini sırasıyla % 24.90, % 22.30, % 25.40 ve %

26.10 olarak tespit etmişlerdir. Kruk ve ark., (2011) tavuk göğüs etinin pişirme kaybı değerini %31.6 olarak belirlemişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada ise tavuk göğüs etlerinin PK değerlerinin %16.4-22.9 arasında değiştiği bildirilmiştir (Schilling ve ark., 2008). Yu ve ark., (2005) tavuk göğüs ve but etleri üzerine yaptıkları bir çalışmada, göğüs etlerinin PK değerlerinin, but etlerinden düşük olduğunu rapor etmişlerdir. Wyche ve Godwin, (1974) ve Amato ve ark., (1989) tavuk but etinin göğüs etinden daha yüksek pişirme verimine sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada çıkma tavuk göğüs etlerinin PK değerlerinin but etlerininkine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Bir etin PK değeri yüksek ise, pişirme esnasında oluşan kayıp (fire) miktarı da yüksektir. Yapılan bu çalışmada sonikasyon işlem süresi arttıkça, pişirme kaybının azaldığı belirlenmiştir. Kontrol grubuna göre 150 s sonikasyon işlemi uygulanması PK'nı çok önemli (p<0.01) düzeyde azaltmıştır. Sonikasyon işleminin 150 s uygulanmasında en düşük PK değeri bulunmuştur. Got ve ark., (1999) ultrasonik yöntemlerle işlenmiş jambon dilimlerinin, kopma güçlerinin oldukça yüksek olduğunu ve sonikasyon uygulanmış jambonların, çok daha iyi bir pişirme verimine sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Bayraktaroğlu ve Obuz, (2006) işlenmiş sığır etine uygulanan sonikasyon işleminin pişirme verimini arttırdığını ifade etmişlerdir. Jayasooriya ve ark., (2007), 3-4 yaşlarında sığır karkaslarının *Longissimus lumborum* et *thoracis* ve *Semitendinosus* kaslarına yüksek güçte sonikasyon işlemi (24 kHz, 12 W/cm^2) uygulamışlar ve örneklerin PK değerlerinde herhangi bir değişikliğin meydana gelmediğini bildirmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada ise; sığır *Semitendinosus* ve *Biceps femoris* kaslarına sonikasyon işlemi uygulamasında (1.55 W/cm^2, 20 kHz), bu uygulamanın pişirme kaybı ve tekstürel özellikler üzerine hiçbir etkisinin bulunamadığı belirtilmiştir (Pohlman ve ark., 1997).

150 s sonikasyon işlemi uygulanmış çıkma tavuk etlerinin emülsiyon tipi et ürünleri üretiminde kullanılması durumunda özellikle ısıl işlem (haşlama) uygulamasında oluşacak fireyi azaltabileceği ve ekonomik açıdan maliyetleri düşürebileceği sonucuna varılabilir.

4.2.2. Su tutma kapasitesi (STK) sonuçları

Su tutma kapasitesi (STK), etin yapısında bulunan ve dışarıdan ilave edilen suyun et tarafından ne kadarının tutulabildiğini gösteren bir parametredir. Sonikasyon

işlemi uygulanan çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin STK değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.5.'de, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları ise Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin su tutma kapasitelerine (STK) ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	STK	
		KO	F
Et çeşidi (*A*)	1	36.17	2.37**
Sonikasyon süresi (*B*)	5	46.89	3.07**
A × *B*	5	28.03	1.84
Hata	60	15.25	
Genel	71		

**$p<0.01$ seviyesinde önemli

Varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan çıkma tavuk et çeşitlerinin ve farklı sürelerde sonikasyon işlemi uygulamasının su tutma kapasiteleri üzerine etkisi istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Nortcutt ve ark., (1994); tavuk but etlerinin, göğüs etinden daha fazla STK'ne sahip olduğunu belirlemişlerdir. Karakaya ve ark., (2004b), bıldırcın, keklik, tavuk ve hindi etlerinin su tutma kapasitelerini sırasıyla % 47.40, % 39.60, % 37.50 ve % 38.00 olarak saptamışlardır. Çalışmamızda kullandığımız ekonomik ömrünü tamamlamış çıkma tavukların göğüs ve but etlerinin STK değerleri, bu sonuçlar ile karşılaştırılığında oldukça düşük bulunmuştur. Bu durum muhtemelen bu araştırmada kullanılan et çeşitlerinin daha yaşlı hayvanlardan elde edilmiş olmasından kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 4.6. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin su tutma kapasitelerine (STK) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Faktör	n	STK (%)
Et çeşidi (A)		
Göğüs eti (GE)	36	11.31 ± 4.27^{b}
But eti (BE)	36	12.73 ± 4.32^{a}
Sonikasyon süresi (B)		
0 s	12	9.12 ± 5.41^{c}
30 s	12	13.02 ± 3.43^{ab}
60 s	12	10.33 ± 2.96^{bc}
90 s	12	11.89 ± 5.23^{abc}
120 s	12	13.54 ± 4.07^{ab}
150 s	12	14.24 ± 2.36^{a}

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.

Su-protein interaksiyonlarını modifiye etmek için kullanılan yöntemlerden biri, kesim sonrası veya rigor mortis süresince ete doğrudan sonikasyon işleminin uygulanmasıdır (Dolatowski ve Twarda, 2004; McClements, 1995). Reynolds (1978), etin su bağlama özelliğinin ve su tutma kapasitesinin sonikasyon işlemi ile arttığını belirtmiştir. Öztan (1993), sonikasyon işlemi ile etin STK'nin %20-30 oranında artabileceğini ifade etmiştir. Yapılan bir çalışmada, sonikasyon işlemi sonrasında, örneklerin kontrol grubuna göre en yüksek STK'ne sahip olduğu bildirilmiştir (Dolatowski ve ark., 2000). Stadnik ve ark. (2008), su tutma kapasitesindeki değişimlerin sonikasyon işleminin myofibriler proteinlerin yapısını değiştirmesi suretiyle meydana geldiğini rapor etmişlerdir. Bu durumun, sarkomerin yapısal elementlerinde gözlemlenen farklılıklar ile oluştuğu vurgulanmaktadır. Bu çalışmada çıkma tavuk göğüs ve but etlerine 150 s sonikasyon işlemi uygulanmasının STK'ni çok önemli düzeyde artırdığı belirlenmiştir.

Huff-Lonergan ve Lonergan (2005), et endüstrisinde su tutma kapasitesindeki kabul edilemez problemlerin yıllık milyonlarca dolar zarara yol açabileceğini belirtmiştir. Bu noktada çıkma tavuk etlerine uygulanacak sonikasyon işleminin, bu etlerin su tutma kapasitesinin artışına katkı sağlayacağı ve bu durumun da muhtemelen endüstriyel açıdan işletmelere ekonomik katkı sağlayacağı düşünülebilir.

4.2.3. Sızıntı kaybı (SK) sonuçları

Farklı sürelerde ultrasonik ses dalgası uygulanan çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin sızıntı kayıplarına (SK) ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.7.'de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin sızıntı kayıplarına (SK) ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	SK	
		KO	F
Et çeşidi (*A*)	1	737.92	124.40**
Sonikasyon süresi (*B*)	5	74.17	12.50**
A × *B*	5	60.88	10.26**
Hata	60	5.93	
Genel	71	-	

**$p<0.01$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.8. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin sızıntı kayıplarına (SK) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Faktör	n	SK (%)
Et çeşidi (A)		
Göğüs eti (GE)	36	24.10±4.69^{a}
But eti (BE)	36	17.70±2.73^{b}
Sonikasyon süresi (B)		
0 s	12	25.42±7.46^{a}
30 s	12	19.60±1.28^{bc}
60 s	12	21.02±2.00^{b}
90 s	12	21.29±2.90^{b}
120 s	12	19.91±6.44^{bc}
150 s	12	18.14±3.99^{c}
A × B		
GE×0	6	31.08±6.76^{a}
GE×30	6	20.50±1.24^{cd}
GE×60	6	21.61±2.43^{cd}
GE×90	6	23.91±0.74^{bc}
GE×120	6	25.70±3.09^{b}
GE×150	6	21.81±0.53^{bcd}
BE×0	6	19.77±0.29^{cd}
BE×30	6	18.70±0.42^{d}
BE×60	6	20.43±1.45^{cd}
BE×90	6	18.67±1.23^{d}
BE×120	6	14.13±1.24^{e}
BE×150	6	14.48±1.58^{e}

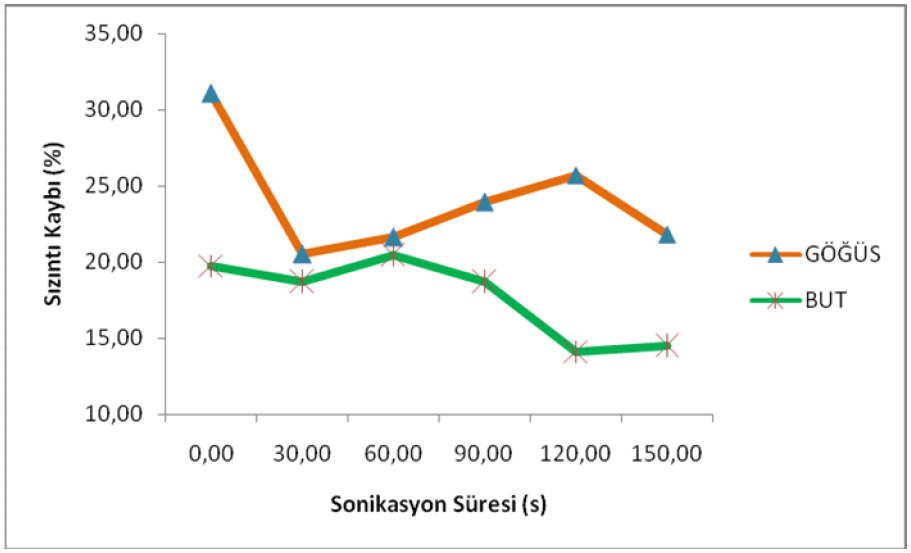
*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak (p<0.01) birbirinden farklıdır.

Varyans analiz sonuçlarına göre; et çeşidi, işlem süresi ve et çeşidi × işlem süresi interaksiyonlarının sızıntı kayıpları üzerine etkileri istatistiki açıdan çok önemli (p<0.01) bulunmuştur.

Northcutt ve ark., (1994), tavuk but etlerinin, göğüs etlerinden daha düşük SK değerlerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada, sızıntı kaybının sığır *Semitendinosus* kasında, *Longissumus* kasından daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Jayasooriya ve ark., 2007). Bu çalışmada çıkma tavuk but etlerinin SK değerlerinin, göğüs etlerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Kontrol gurubuna göre, çıkma tavuk etlerine farklı sürelerde sonikasyon işlemi uygulanması sızıntı kayıplarını çok önemli (p<0.01) düzeyde azaltmıştır. Kontrol grubuna göre; sonikasyon işlemi uygulama süresi uzadıkça genel olarak SK' ları azalmıştır. Dolatowski ve ark., (2000) ultrasonik ses dalgaları ile yaptıkları çalışmada kontrol grubundaki örneklerin en yüksek sızıntı kaybına sahip olduklarını bulmuşlardır. Sızıntı kaybı sırasında meydana gelen, etin yapısal bileşenlerindeki değişikliklerin, etin hacminde artışa neden olduğu da ifade edilmiştir.

Çalışmada, çıkma tavuk göğüs eti kontrol grubunun en yüksek (%31.08) SK değerine sahip olduğu görülmüş ancak farklı sürelerde sonikasyon işlemi uygulanması genel olarak sızıntı kayıplarını azaltmıştır (Şekil 4.1). Sonikasyonun 120 s ve 150 s uygulanması, çıkma tavuk but etlerinin SK' larını çok önemli düzeyde düşürmüştür. Jayasooriya ve ark., (2007) ultrasonik ses dalgalarının, vakum paketlenmiş etlerin sızıntı kayıpları üzerine önemli bir etki oluşturmadığını ve bu durumun muhtemelen uygulama şeklinden kaynaklanmış olabileceğini bildirmişlerdir.



Şekil 4.1. Çıkma tavuk göğüs ve but etlerine uygulanan sonikasyon süresinin etkisi

4.2.4. Total pigment, heme demir ve metmyoglobin sonuçları

Sonikasyon işlemi uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin total pigment, heme demir ve metmyoglobin miktarlarına ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.9' da verilmiştir. Bu değerlere ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları ise Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin total pigment, heme demir ve metmyoglobin miktarlarına ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Total Pigment		Hemdemir		Metmyoglobin	
		KO	F	KO	F	KO	F
Et çeşidi (*A*)	1	33531.9	677.57**	260.875	677.47**	95.045	11.81**
Sonikasyon süresi (*B*)	5	61.0	1.23	0.474	1.23	13.607	1.69
A × *B*	5	276.0	5.58**	2.147	5.58**	8.230	1.02
Hata	60	49.5		0.385		8.050	
Genel	71						

**$p<0.01$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.10. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin total pigment, hemedemir ve metmyoglobin miktarlarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Faktör	n	Total Pigment (ppm)	Hemdemir (ppm)	Metmyoglobin (%)
Et çeşidi (A)				
Göğüs eti (GE)	36	21.76 ± 5.47^{b}	1.92 ± 0.48^{b}	38.13 ± 2.04^{a}
But eti (BE)	36	64.92 ± 10.15^{a}	5.73 ± 0.90^{a}	35.83 ± 3.57^{b}
A × B				
GE×0	6	28.22 ± 9.45^{d}	2.49 ± 0.83^{d}	$40.48\pm2.01^{ö.siz}$
GE×30	6	17.23 ± 1.34^{d}	1.52 ± 0.12^{d}	$39.76\pm1.43^{ö.siz}$
GE×60	6	19.72 ± 1.72^{d}	1.74 ± 0.15^{d}	$37.80\pm1.31^{ö.siz}$
GE×90	6	23.23 ± 4.20^{d}	2.05 ± 0.37^{d}	$37.68\pm0.86^{ö.siz}$
GE×120	6	19.72 ± 1.61^{d}	1.74 ± 0.14^{d}	$36.73\pm1.59^{ö.siz}$
GE×150	6	22.44 ± 2.72^{d}	1.98 ± 0.24^{d}	$36.32\pm1.27^{ö.siz}$
BE×0	6	60.41 ± 6.19^{bc}	5.33 ± 0.55^{bc}	$36.34\pm1.66^{ö.siz}$
BE×30	6	74.80 ± 3.64^{a}	6.60 ± 0.32^{a}	$36.14\pm7.28^{ö.siz}$
BE×60	6	70.27 ± 9.01^{ab}	6.20 ± 0.79^{ab}	$34.50\pm2.06^{ö.siz}$
BE×90	6	63.13 ± 15.53^{bc}	5.57 ± 1.37^{bc}	$36.89\pm1.33^{ö.siz}$
BE×120	6	63.47 ± 7.24^{bc}	5.60 ± 0.64^{bc}	$34.81\pm2.15^{ö.siz}$
BE×150	6	57.46 ± 6.76^{c}	5.07 ± 0.60^{c}	$36.30\pm4.23^{ö.siz}$

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak (p<0.01) birbirinden farklıdır.
$^{ö.siz}$: Önemsiz

Total pigment, heme demir ve metmyoglobin miktarları açısından kullanılan et çeşitleri arasındaki fark istatistiki açıdan çok önemli (p<0.01) bulunmuştur. Et çeşidi × işlem süresi interaksiyonu total pigment ve heme demir miktarları üzerinde çok önemli bir etki (p<0.01) oluşturmuştur. Varyans analiz sonuçları incelendiğinde, araştırmada kullanılan çıkma tavuk et çeşitleri arasında total pigment ve heme demir içeriği açısından en yüksek et çeşidinin but eti olduğu belirlenmiştir. Metmyoglobin içeriği açısından en yüksek et çeşidinin ise göğüs eti olduğu tespit edilmiştir.

Analiz sonuçları göz önünde bulundurulduğunda but etinin ortalama toplam pigment içeriğinin (64.92 ppm), göğüs etininkine (21.76 ppm) göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Intarapichet ve Maikhunthod (2005), koyu renkli etlerin açık renkli etlere göre daha fazla kan damarına, myoglobine ve hemoglobine sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Yapılan bazı çalışmalarda göğüs etinin toplam demir içeriğinin, but etinden düşük olduğu rapor edilmiştir (Hazell, 1982; Pearson ve Young, 1989; Kongkachuichai ve ark., 2002; McCormick, 1994; Intarapichet ve Maikhunthod, 2005). Min ve Ahn (2009), tavuk göğüs etinin metmyoglobin içeriğini %62.15 olarak belirlemişlerdir. Zipp ve Kauzmann (1973); metmyoglobin denaturasyonunun, hidrofobik bağlantıların kopması ile bağlantılı olabileceğini bildirmişlerdir.

Çalışmada, but etine sonikasyon işleminin 30 s uygulanması ile total pigment ve heme demir içeriklerinin en yüksek düzeye çıktığı, işlem süresi uzadıkça bu değerlerin

azaldığı bulunmuştur. Çalışmada elde edilen sonuçlar, literatürde verilen sonuçlarla paralellik göstermiştir.

4.2.5. Renk sonuçları

Farklı sürelerde sonikasyon işlemi uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4. 11'de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4. 12' de verilmiştir. Renk değişimlerini belirlemek için *L** (parlaklık), *a** (kırmızılık), *b** (sarılık) değerleri ölçülmüş ve bu değerler kullanılarak Hue angle ve Chroma değerleri tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre renk parametreleri üzerine araştırmada kullanılan çıkma tavuk et çeşitleri arasındaki fark çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. *L** (parlaklık), *b** (sarılık) ve Hue değerleri en yüksek göğüs etinde belirlenmiştir. But etinde ise *a** ve Chroma sonuçları en yüksek değere sahip olmuştur. Farklı sürelerde sonikasyon işlemi uygulamasının *a** değeri üzerine etkisi önemsiz ($p>0.01$) olup, diğer renk değerleri üzerine istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Renk parametreleri üzerine, çıkma tavuk et çeşidi × işlem süresi interaksiyonunun çok önemli ($p<0.01$) bir etki oluşturduğu saptanmıştır.

Farklı sürelerde sonikasyon işlemi uygulanmasının *L** değerini arttırdığı belirlenmiştir. Sonikasyon işleminin, özellikle 30 s uygulamadan sonra parlaklığı daha yüksek düzeyde arttırdığı dikkat çekmiştir. *b**, Chroma ve Hue değerleri ise, sonikasyon işlemininin 60 s uygulanması ile daha yüksek değerlere ulaşmıştır.

Çıkma tavuk göğüs ve but etlerine uygulanan sonikasyon sürelerinin artışına bağlı olarak genel anlamda *L** değerinde kontrol grubuna göre artış meydana gelmiştir. Nitekim, Trespalacios ve Pla (2007), *L** değerindeki artışın myoglobinin yapısal bileşeni olan globulin denaturasyonu ile bağlantılı olduğunu ileri sürmüşlerdir. *a** değerinin ise göğüs etine nazaran, but etinde özellikle sonikasyonun 120 s uygulanması ile en yüksek değeri gösterdiği belirlenmiştir. Çıkma tavuk göğüs ve but etlerinde en yüksek *b** değerleri 90, 120 ve 150 s sonikasyon işlemi uygulanan örneklerde tespit edilmiştir. En yüksek Chroma değerleri ise; 150 s sonikasyon uygulanan göğüs etlerinde ve 120 s sonikasyon uygulanan but etlerinde saptanmıştır. Çıkma tavuk göğüs etlerine uygulanan sonikasyon süresi arttıkça genel olarak Hue değerleri artış göstermiş olup, but etlerinde ise Hue değerleri dalgalı bir seyir göstermiştir.

Çizelge 4.11. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanan çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin renk değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	*L**		*a**		*b**		Chroma		Hue	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Et çeşidi (*A*)	1	2180.64	462.48**	353.425	226.18**	81.49	33.11**	32.981	11.58**	27476.8	346.28**
Sonikasyon süresi (*B*)	5	650.18	137.89**	2.796	1.79	262.21	106.55**	126.664	44.48**	5341.4	67.31**
A×*B*	5	157.74	33.45**	10.300	6.59**	22.38	9.09**	9.758	3.43**	3469.4	43.72**
Hata	60	4.72		1.563		2.46		2.848		79.3	
Genel	71										

**p<0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.12. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanan çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları*

Faktör	n	*L**	*a**	*b**	Chroma	Hue
Et çeşidi (A)						
Göğüs eti (GE)	36	74.55±9.47^{a}	1.75±1.06^{b}	8.19±3.70^{a}	8.51±3.56^{b}	74.07±15.16^{a}
But eti (BE)	36	63.54±5.82^{b}	6.18±1.85^{a}	6.07±5.58^{b}	9.86±3.43^{a}	35.00± 34.13^{b}
Sonikasyon süresi (B)						
0 s	12	55.44±1.74^{c}	3.80±2.41$^{ö.siz}$	0.97±1.30^{c}	4.31±2.01^{d}	24.11±27.28^{b}
30 s	12	65.72±10.24^{b}	3.69±3.55$^{ö.siz}$	1.45±3.98^{c}	6.21±1.87^{c}	31.00±55.39^{b}
60 s	12	72.16±6.10^{a}	3.42±1.84$^{ö.siz}$	8.39±2.97^{b}	9.25±2.89^{b}	65.65±13.54^{a}
90 s	12	72.90±6.30^{a}	4.68±2.64$^{ö.siz}$	10.42±1.00^{a}	11.65±1.47^{a}	66.71±11.94^{a}
120 s	12	73.42±8.87^{a}	4.34±3.54$^{ö.siz}$	10.72±1.51^{a}	12.04±1.84^{a}	68.67±16.66^{a}
150 s	12	74.62±5.68^{a}	3.76±2.02$^{ö.siz}$	10.84±1.17^{a}	11.62±1.26^{a}	71.10±9.64^{a}
A×B						
GE×0	6	54.42±1.49^{f}	1.65±0.40^{e}	1.90±0.72^{d}	2.60±0.40^{f}	47.24±16.22^{d}
GE×30	6	75.05±1.45^{c}	0.67±0.54^{e}	5.14±1.14^{c}	5.20±1.21^{ef}	83.18±3.68^{a}
GE×60	6	77.72±2.23^{bc}	2.69±1.57^{de}	9.58±2.08^{ab}	10.13±1.58^{bc}	72.81±12.05^{ab}
GE×90	6	78.50±1.70^{abc}	2.37±0.94^{de}	10.42±0.97^{a}	10.73±0.90^{abc}	77.13±5.49^{a}
GE×120	6	81.81±0.86^{a}	1.11±0.52^{e}	10.89±0.68^{a}	10.96±0.67^{abc}	84.18±2.82^{a}
GE×150	6	79.78±1.00^{ab}	2.00±0.59^{e}	11.24±1.26^{a}	11.43±1.26^{ab}	79.92±3.13^{a}
BE×0	6	56.46±1.37^{f}	5.95±1.24^{abc}	0.05±1.08^{de}	6.03±1.29^{de}	0.97±9.43^{e}
BE×30	6	56.39±4.43^{f}	6.70±2.36^{ab}	-2.25±0.91^{e}	7.23±1.93^{de}	21.17±14.22^{f}
BE×60	6	66.60±1.64^{de}	4.15±1.93^{cd}	7.19±3.41bc	8.38±3.74^{cd}	58.48±11.61^{cd}
BE×90	6	67.31±3.08^{de}	6.99±1.29^{ab}	10.42±1.12^{a}	12.58±1.38^{ab}	56.30±4.80^{cd}
BE×120	6	65.02±1.75^{e}	7.76±0.83^{a}	10.55±2.12^{a}	13.13±2.04^{a}	53.17±5.05^{cd}
BE×150	6	69.45±2.42^{d}	5.53±1.07^{bc}	10.43±1.00^{a}	11.82±1.34^{ab}	62.28±2.81^{bc}

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak (p<0.01) birbirinden farklıdır. $^{ö.siz}$: Önemsiz

Ultrasonik enerjinin yayılması ile oluşan ısınma nedeniyle, ultrasonik ses dalgalarının kasların görünüşünde değişiklikler meydana getirebileceği ifade edilmiştir (Lopp ve Weber, 2005; Pohlman ve ark., 1997). Jayasooriya ve ark., (2007), sonikasyon işlemi uygulamasının renk parametrelerini etkilemediğini belirtmişlerdir. Nitekim bu durumun, muhtemelen her bir örneğin çoklu polietilen ve naylon poşetler içerisinde vakum paketleme ile ambalajlandıktan sonra sonikasyon işlemine tabi tutulmaktan kaynaklanmış olabileceği ifade edilmiştir.

4.3. Emülsiyon Özelliklerine Ait Sonuçlar

4.3.1. Et+çözelti ve emülsiyon pH'larına ait sonuçlar

Araştırmada kullanılan çıkma tavuk göğüs ve but etlerinden hazırlanan et+çözelti ve emülsiyon pH'larına ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4. 13'de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4. 14'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinden hazırlanan et+çözelti ve emülsiyonların pH değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon		Et + Çözelti		Emülsiyon	
Kaynakları	SD	KO	F	KO	F
Et çeşidi (A)	1	1.18580	563.92**	0.891112	317.72**
Sonikasyon süresi (B)	5	0.00183	0.87	0.000166	0.06
A × B	5	0.00014	0.07	0.000492	0.18
Hata	60	0.00210		0.002805	
Genel	71				

**p<0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.14. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinden hazırlanan et+çözelti ve emülsiyonların ortalama pH değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

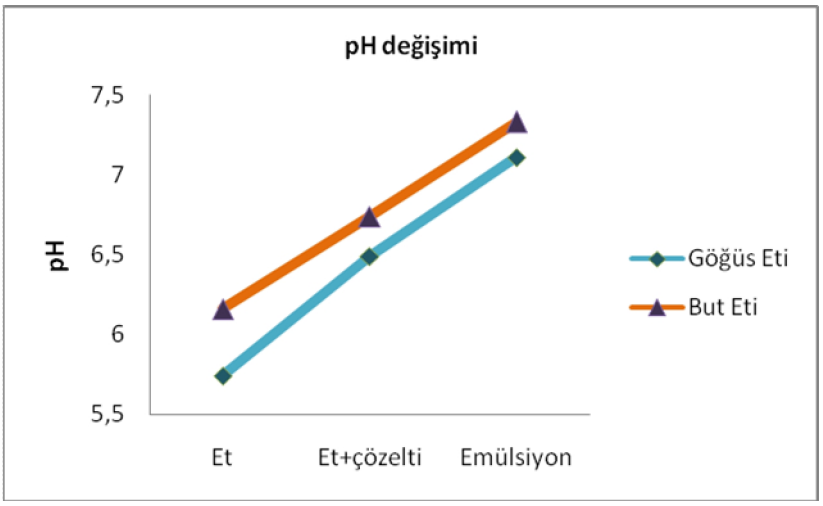
Faktör	n	Et + çözelti	Emülsiyon
Et çeşidi (A)			
Göğüs eti (GE)	36	6.49 ± 0.04^{b}	7.11 ± 0.05^{b}
But eti (BE)	36	6.74 ± 0.05^{a}	7.33 ± 0.05^{a}

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak (p<0.01) birbirinden farklıdır.

Varyans analiz sonuçları göz önünde bulundurulduğunda et+çözelti pH'sı ve emülsiyonların pH'sına et çeşidinin etkisi istatistiki açıdan çok önemli (p<0.01) bulunmuştur.

Araştırmada kullanılan et çeşitlerinin pH değerleri üzerine olan etkisi incelendiğinde, tavuk göğüs eti pH değerinin (5.79), but etinin (6.17) pH değerinden düşük olduğu belirlenmiştir. Böylece göğüs eti+çözelti pH değeri ve emülsiyon pH değerlerinin de, but etininkine kıyasla düşük olduğu bulunmuştur. Nitekim Karakaya (1990), emülsiyon pH'sındaki artışın, bazik karakterli K_2HPO_4'tan, ilave edilen yağdan, emülsiyon sırasında uygulanan işlemlerin kimyasal yapı üzerindeki etkilerinden kaynaklanabileceğini bildirmiştir. Bilindiği üzere K_2HPO_4, bazik özellikte bir fosfat bileşiği olup ilave edildikleri ortamın pH'sını yükseltir (Çakmakçı ve Çelik, 1995; Knipe, 2004a, 2004b). Mevcut çalışmada et+çözelti ve emülsiyon pH'larında meydana gelen artışın ilave edilen tuz fosfat çözeltisi ve özellikle %0.5 seviyesindeki bazik karakterli K_2HPO_4'den kaynaklandığı düşünülmektedir.

Şekil 4.2.'de analizlerde kullanılan çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin, bu etlerin çözelti (tuz+fosfat) ile karıştırılması sonucunda oluşturulan et+çözelti'lerinin ve bu karışımlardan hazırlanan emülsiyonların pH'larındaki değişimler görülmektedir.



Şekil 4.2. Araştırmada kullanılan et, et+çözelti ve emülsiyon pH'larındaki değişim

Sonikasyon işleminin et+çözelti ve emülsiyon pH değerleri üzerine etkileri incelendiğinde, bu işlemin herhangi bir etki oluşturmadığı görülmektedir. Dolatowski ve ark., (2000) dondurma işleminden önce sonikasyon işlemi uygulanmış etlerin çözündürülmesi sonrası pH'larını incelemiş, sonikasyon işlemi muamelesinin et örneklerinin pH değerleri üzerine önemli bir etki oluşturmadıklarını belirlemişlerdir. Bu çalışmada, sonikasyon işleminin çıkma tavuk göğüs ve but eti örneklerinde herhangi bir

pH değişimine yol açmadığı için, bu etlerin çözelti (tuz+fosfat) ile karıştırılması sonucunda oluşturulan et+çözelti'lerin ve bu karışımdan hazırlanan emülsiyonların pH'larında da herhangi bir değişim gözlenmemiştir. İster göğüs eti, ister but eti olsun, bu örneklere sonikasyon işlemi sonrası hazırlanan et+çözelti ve bu karışımlardan hazırlanan emülsiyonların pH'larında istatistiki olarak çok önemli (p>0.01) bir fark bulunamamıştır.

4.3.2. Emülsiyon kapasitesi (EK) sonuçları

Emülsiyon kapasitesi (EK), 1 birim proteinin emülsifiye ettiği ml yağ miktarıdır. Emülsiyon kapasitesi verilerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.15'de yer almaktadır. EK değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.16'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin emülsiyon kapasitelerine (EK) ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	EK	
		KO	F
Et çeşidi (*A*)	1	4302.05	528.62**
Sonikasyon süresi (*B*)	5	272.41	33.47**
A × *B*	5	6.32	0.78
Hata	60	8.14	
Genel	71		

**p<0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.16. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin emülsiyon kapasitelerine (EK) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Faktör	n	EK (ml yağ/ g protein)
Et çeşidi (A)		
Göğüs eti (GE)	36	169.90±5.10^{b}
But eti (BE)	36	185.30±5.27^{a}
Sonikasyon süresi (B)		
0 s	12	173.30±8.75^{c}
30 s	12	173.80±9.31^{c}
60 s	12	178.30±8.73^{b}
90 s	12	181.60±8.49^{a}
120 s	12	184.70±8.05^{a}
150 s	12	173.90±7.89^{c}

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak (p<0.01) birbirinden farklıdır.

Varyans analiz sonuçları incelendiğinde et çeşidinin emülsiyon kapasitesi üzerine etkisi istatistiki açıdan çok önemli (p<0.01) bulunmuştur. Ayrıca EK üzerine

farklı sürelerdeki sonikasyon işleminin etkisi de istatistiki açıdan çok önemli ($p<0.01$) olmuştur.

Karakaya ve ark., (1997) sığır, koyun ve tavuk etinde mısır yağı kullanarak yaptıkları çalışmada emülsiyon kapasitesi değerlerini sırasıyla 288.27 ml yağ/g protein, 285.85 ml yağ/g protein ve 273.00 ml yağ/g protein olarak saptamışlardır. Karakaya (2003), yaptığı bir başka çalışmada post-rigor aşamada koyun etinde EK değerini 134 ml yağ/g protein, keçi etinde 135 ml yağ/g protein, sığır etinde 110 ml yağ/g protein, tavşan etinde 125 ml yağ/g protein, keklik etinde 205 ml yağ/g protein, bıldırcın etinde 215 ml yağ/g protein, tavuk etinde 222 ml yağ/g protein ve hindi etinde 200 ml yağ/g protein olarak belirlemiştir. Karakaya ve ark., (2004b) bıldırcın, keklik, tavuk ve hindi etlerinde emülsiyon kapasitesi değerlerini sırasıyla 221 ml yağ/g protein, 198 ml yağ/ g protein, 224 ml yağ/g protein ve 198 ml yağ/g protein şeklinde bulmuşlardır. Kurt ve Zorba (2005), sığır, tavuk ve hindi etleri ile yaptıkları çalışmada, et çeşitleri arasında en yüksek EK'ne tavuk etinin (166.9 ml yağ/g protein) sahip olduğunu bulmuşlardır. Hindi göğüs etinin en yüksek protein içeriğine sahip olmasına rağmen, tavuk etine göre düşük pH'ya ve EK değerine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Zorba ve Kurt (2008) , farklı bitkisel orjinli yağların sığır, tavuk ve hindi etleri üzerine oluşturdukları etkiyi belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada en yüksek protein içeriğine hindi göğüs etinin sahip olduğunu, en yüksek (136.4 ml yağ/g protein) EK değerini tavuk göğüs etinin gösterdiğini rapor etmişlerdir. Çalışmamızda çıkma tavuk et çeşitlerine ait belirlediğimiz EK değerlerinin literatürde bahsedilen EK değerlerinden bazılarına göre daha düşük, bazılarına göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durumun muhtemel sebebinin, kasların geldiği bölge farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca hayvanın ırkı, yaşı, yemlenme durumu, yaşadığı çevre koşulları ve hareketliliği gibi faktörlerin farklılık göstermesi de etkili olabilmektedir.

Et çeşidinin EK değerleri üzerine olan etkileri incelendiğinde, göğüs etinin protein içeriği (%22.45), but etininkine (%20.09) kıyasla yüksek ancak, EK değeri daha düşük bulunmuştur. Halbuki teorik açıdan emülsiyon kapasitesi ve protein konsantrasyonu arasında doğrusal bir ilişki söz konusu olup, protein konsantrasyonu arttıkça, emülsiyon kapasitesinin de artması beklenir. Mevcut çalışmada elde edilen bu sonuç ise, muhtemelen et çeşitlerinin pH değerleri arasındaki farklılıktan kaynaklanmıştır. Nitekim, Schut (1976) pH'nın protein çözünürlüğü üzerine önemli bir etkisi olduğunu ve dolayısıyla EK değeri üzerine de etkide bulunacağını bildirmiştir. Ayrıca, Forrest ve ark., (1975) etin pH'sının yükselmesinin hücre içerisinden dışına

daha fazla proteinin ekstrakte olmasına neden olduğunu vurgulamışlar; dolayısıyla EK değerlerini arttıracağını belirtmişlerdir. Bilindiği üzere etin pH değeri proteinlerin izoelektriki noktasına yaklaştıkça, EK değerleri azalmaktadır (Sarıçoban ve ark., 2010). Nitekim mevcut çalışmada göğüs etinin pH değeri (5.79), but etininkine (6.17) kıyasla düşük bulunmuş olup, söz konusu literatür bilgileri de göz önüne alındığında, göğüs etinin neden daha düşük bir EK değerine sahip olduğu daha iyi anlaşılabilecektir.

Sonikasyon işleminin EK değerleri üzerine etkileri göz önüne alındığında, sonikasyonun özellikle 90 saniye ve 120 saniye süreyle uygulanması ile EK değerlerinin arttığı gözlemlenmiş, böylece söz konusu sürelere kadar sonikasyon işlemi uygulaması ile et proteinlerinin daha fazla yağı kapsüle ettiği belirlenmiştir. Ancak sonikasyon işlemi 150 s şeklinde uygulandığı taktirde de, EK değerlerinde bir azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu durumun muhtemelen uzun süreli sonikasyon işlemi sonucunda myofibriler proteinlerde meydana gelebilecek aşırı parçalanmalardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Dolatowski (1988), uzun süreli sonikasyon işleminin myofibriler proteinlerin parçalanmasına ve diğer hücresel bileşenlerin dağılmasına neden olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, bazı araştırmacılar, yüksek yoğunluklu ses dalgalarının proteinlerin konformasyonel yapısını değiştirdiğini (Suzuki ve ark., 2010) ve böylece proteinlerin çözünürlüğünü arttırdığını bildirmişlerdir (Morel ve ark., 2000; Moulton ve Wang, 1982; Wang, 1975). Sonikasyon işlemi, uygulandığı gıda maddelerinde çok farklı değişimler meydana getirmektedir. Bu değişimler, fiziksel boyutta olduğu gibi moleküler boyutta da olmaktadır. Örneğin, sonikasyon işlemi esasında, hücre içinde vakumlu boşlukların (kavitasyonlar) oluşması, hücre çeperinin incelmesi, noktasal sıcaklık yükselişi, mikro buharlaşma ve şok dalgalar gibi etkiler meydana gelir. Ses dalgaları bir sıvıdan geçerlerken, basınçta artma ve azalmalara neden olmaktadırlar (Blitz, 1967; McClements, 1997). Dalga yeterli büyüklükteyse, baloncuklar veya kaviteler oluşur. Oluşan baloncuklar sıvı içerisinde çözünür ve titreşimler sayesinde çevreye yayılarak hücre yüzeylerine sürtünürler. Daha sonra da hücre zarının yıkımına neden olurlar. Bu baloncuklar sönerlerken çevrelerinde yüksek basınç ve belirli bir sıcaklık oluşur. Bunların birlikte etkileri sonucunda hücre zarlarının yapısı bozulmaya başlar (Scherba ve ark., 1991). Bu sıcaklık artışı ile kabarcıklar içeriye doğru patlar ve böylece içinde bulunduğu ortam çok hareketli hale gelir. Sonuç itibariyle kavitasyon noktalarında türbülans ve çok yüksek kayan enerji dalgaları ile sıcaklık 5000 K, basınç ise 1000 atmosfere ulaşır (Suslick, 1988; Laborde ve ark., 1998).

4.3.3. Emülsiyon stabilitesi (ES), emülsiyondan ayrılan su (EAS) ve emülsiyondan ayrılan yağ oranı (EAY) sonuçları

Çıkma tavuk göğüs ve but etlerine ait emülsiyon stabilite oranları (ES), emülsiyondan ayrılan su oranları (EAS) ve emülsiyondan ayrılan yağ oranları (EAY)'na ait Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17.'de verilmiştir. Çizelge 4.18.'de ise, ES, EAS ve EAY değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin ES, EAS ve EAY parametrelerine ait Varyans Analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	SD	ES		EAS		EAY	
		KO	F	KO	F	KO	F
Et çeşidi (*A*)	1	38.281	8.58**	42.014	9.76**	0.34722	10.00**
Sonikasyon süresi (*B*)	5	3.333	0.75	18.490	3.698	1.38889	40.00**
A ×*B*	5	4.063	0.91	18.663	3.733	0.34722	10.00**
Hata	60	4.462		4.306		0.03472	
Genel	71						

***p*<0.01 seviyesinde önemli, ES: Emülsiyon Stabilitesi, EAS: Emülsiyondan Ayrılan Su, EAY: Emülsiyondan Ayrılan Yağ

Çizelge 4.18. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin ES, EAS ve EAY parametrelerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*.

Faktör	n	ES (%)	EAS (%)	EAY (%)
Et çeşidi (A)				
Göğüs eti (GE)	36	67.50±2.16^{a}	31.32±2.20^{b}	1.46±0.47^{a}
But eti (BE)	36	66.04±2.02^{b}	32.85±1.90^{a}	1.32±0.29^{b}
Sonikasyon süresi (B)				
0 s	12	66.25±1.31$^{ö.siz}$	32.71±1.58$^{ö.siz}$	2.08±0.62^{a}
30 s	12	67.08±2.40$^{ö.siz}$	31.88±2.41$^{ö.siz}$	1.25±0.00^{b}
60 s	12	66.04±2.86$^{ö.siz}$	32.71±2.86$^{ö.siz}$	1.25±0.00^{b}
90 s	12	66.77±2.35$^{ö.siz}$	32.19±2.00$^{ö.siz}$	1.25±0.00^{b}
120 s	12	67.40±2.16$^{ö.siz}$	31.35±2.16$^{ö.siz}$	1.25±0.00^{b}
150 s	12	67.08±1.95$^{ö.siz}$	31.67±1.95$^{ö.siz}$	1.25±0.00^{b}
A × B				
GE×0	6	66.04±0.94$^{ö.siz}$	32.92±1.02$^{ö.siz}$	2.50±0.0^{a}
GE×30	6	68.13±2.93$^{ö.siz}$	30.83±3.03$^{ö.siz}$	1.25±0.0^{c}
GE×60	6	67.29±2.79$^{ö.siz}$	31.46±2.79$^{ö.siz}$	1.25±0.0^{c}
GE×90	6	67.08±2.04$^{ö.siz}$	31.67±2.04$^{ö.siz}$	1.25±0.0^{c}
GE×120	6	68.13±1.90$^{ö.siz}$	30.63±1.90$^{ö.siz}$	1.25±0.0^{c}
GE×150	6	68.33±1.71$^{ö.siz}$	30.42±1.71$^{ö.siz}$	1.25±0.0^{c}
BE×0	6	66.46±1.66$^{ö.siz}$	32.50±2.09$^{ö.siz}$	1.67±0.7^{b}
BE×30	6	66.04±1.23$^{ö.siz}$	32.92±1.02$^{ö.siz}$	1.25±0.0^{c}
BE×60	6	64.79±2.55$^{ö.siz}$	33.96±2.55$^{ö.siz}$	1.25±0.0^{c}
BE×90	6	66.46±2.79$^{ö.siz}$	32.71±2.00$^{ö.siz}$	1.25±0.0^{c}
BE×120	6	66.67±2.33$^{ö.siz}$	32.08±2.33$^{ö.siz}$	1.25±0.0^{c}
BE×150	6	65.83±1.29$^{ö.siz}$	32.92±1.29$^{ö.siz}$	1.25±0.0^{c}

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak (p<0.01) birbirinden farklıdır.
$^{ö.siz}$: önemsiz, ES: Emülsiyon Stabilitesi EAS: Emülsiyondan Ayrılan Su EAY: Emülsiyondan Ayrılan Yağ

Elde edilen bulgulara göre, çıkma tavuk göğüs eti, but etine göre daha stabil yapıda emülsiyon oluşturmuştur (p<0.01). Göğüs eti but etine göre daha fazla suyu tutarken, daha az yağı tuttuğu belirlenmiştir. ES ve EAS parametreleri üzerine sonikasyon işlemi uygulamasının istatistiki olarak etkisi önemsizdir (p>0.01). Sonikasyon işleminin EAY oranını azalttığı belirlenmiştir. Et çeşidi×işlem süresi interaksiyonunun ES ve EAS oranı değerleri üzerindeki fark istatistiki olarak önemsiz (p>0.05) bulunurken, EAY oranı değeri üzerine etkisi çok önemli (p<0.01) bulunmuştur.

Kullanılan et çeşitlerinin ES değeri üzerine etkileri göz önüne alındığında, göğüs etinin ES oranı, but etininkine göre daha yüksek bulunmuştur. Bu duruma emülsiyon oluşumu sırasında emülgatör özelliğinden yararlanılan proteinlerin oransal olarak artmasının, ES'nin de artmasına neden olabileceği söylenebilir. Nitekim göğüs etinin protein miktarı (%22.45), but etinin protein miktarına (%20.09) kıyasla yüksek bulunmuştur.

ES, emülsiyonun kararlılığının ve dayanıklılığının bir göstergesidir. Emülsiyon stabilitesinin belirlenmesinde, belirli şartlarda, belirli bir süre oluşan emülsiyonun bekletilmesi sonucu emülsiyondan ayrılan yağ ve su miktarı esas alınmaktadır. Ayrılan su ve yağ miktarının az olması emülsiyonun daha stabil olduğunu göstermektedir (Artz, 1990; Knipe, 2004b). Yapılan çalışmada, sonikasyon işlemi uygulamasının kontrol grubu örneklerine göre daha az yağın ayrılmasına neden olduğu görülmüştür.

Karakaya (1990), farklı tür ve organ etlerinin emülsiyon özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada ortalama ES'nin; sığır etinde %80.5, koyun etinde %80.5, tavuk etinde %74.25, olduğunu rapor etmiştir. Kaya (1997), ise yaşlı yumurtacı tavuk etlerinin ES değerlerini göğüs etlerinde ortalama %61.7, but etlerinde ise %58.1 olarak tespit etmiştir. Yapılan bir başka çalışmada, tavuk etinin ES değerininin (%80.84), sığır (%73.10) ve hindi (%78.73) etlerinden yüksek olduğu tespit edilmiştir (Kurt ve Zorba, 2005). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, literatür sonuçlarından düşük bulunmuştur.

4.2.4. Emülsiyon viskozitesi sonuçları

Çıkma tavuk göğüs ve but eti kullanılarak hazırlanan emülsiyonların farklı kayma hızlarındaki (10, 20, 50, 100 rpm) viskoziteleri cP cinsinden belirlenmiştir. Bu değerlerin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.19'da, bu verilere ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin oluşturduğu emülsiyonların farklı kayma hızlarında ölçülen viskozite değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları.

Varyasyon		10		20		50		100	
Kaynakları	SD	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Et çeşidi (*A*)	1	67222	0.11	8889	0.05	11250	0.17	31250	2.81
Sonikasyon süresi(*B*)	5	4228556	7.11**	1263889	6.98**	376139	5.59**	62139	5.58**
A×*B*	5	690556	1.16	89889	0.50	138583	2.06	3917	0.35
Hata	60	595056		181000		67306		11139	
Genel	71								

**p<0.01 seviyesinde önemli

Çizelge 4.20. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin oluşturduğu emülsiyonların farklı kayma hızlarında ölçülen viskozite değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*.

Faktör	n	10 rpm	20 rpm	50 rpm	100 rpm
Sonikasyon süresi(B)					
0 s	12	3458±568^{c}	2383±474.5^{c}	1283±185^{c}	866.7±107.3^{b}
30 s	12	3858±752.5^{bc}	2508±454.2^{bc}	1375±205^{bc}	958.3±124^{b}
60 s	12	4558±677.5^{ab}	2825±313.7^{abc}	1675±525.9^{ab}	975.0±75.4^{ab}
90 s	12	5133±898.8^{a}	3283±385.7^{a}	1725±96.5^{a}	1091.7±79.3^{a}
120 s	12	4608±811.8^{ab}	2983±428.2^{ab}	1642±183.2^{ab}	991.7±99.6^{ab}
150 s	12	4400±866.6^{ab}	2783±408.6^{bc}	1508±188.1^{abc}	975.0±128.8^{ab}

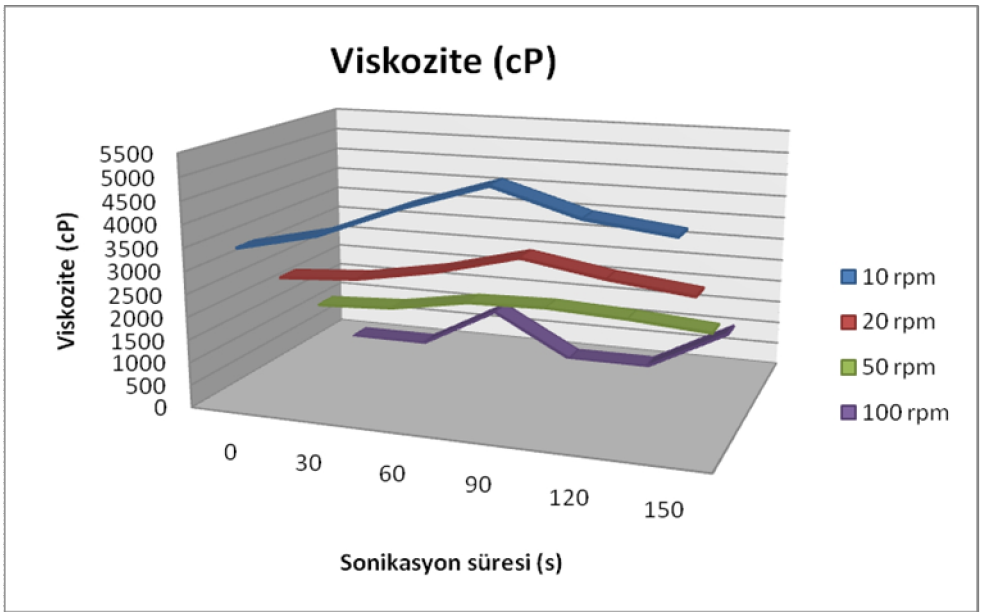
*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak (p<0.01) birbirinden farklıdır.

Tavuk göğüs ve but etlerine farklı sürelerde sonikasyon işlemi uygulaması tüm kayma hızlarında (10 rpm, 20 rpm, 50 rpm, 100 rpm), emülsiyon viskoziteleri üzerine istatistiki olarak çok önemli (p<0.01) etki göstermiştir.

Emülsiyon viskozitesi, emülsiyonun akışkanlığının bir ölçüsü olup, emülsiyon teknolojisi açısından, ürüne belirli bir tekstür kazandırılması bakımından üzerinde önemle durulması gereken bir kalite kriteridir. Viskozite, proteinlerin strüktürel yapılarından kaynaklanan bir özelliktir. Proteinlerin moleküler konformasyonu, agregasyonu (kümeleşmesi), hidrasyon ve şişme özellikleri nedeniyle, kendi içlerinde bir ağ örgüsü meydana getirmeleri ve bu yapı içerisinde yağ partiküllerinin tutulması,

emülsiyon karakteristikleri açısından son derece önemli özellikleridir (Gökalp ve ark. 1999).

Elde edilen veriler, kontrol grubuna (0 s) göre, farklı sürelerde sonikasyon işlemi uygulamasının emülsiyonların viskozitelerini arttırdığını göstermektedir. Yapar ve ark., (2006), emülsiyon tipi et ürünlerinde yüksek EV değerlerinin elastikiyeti artırdığını ve böylece yüksek yağ içeriğine sahip bu tip et ürünlerinde, EV'nin yüksek olmasının gerektiğini ifade etmişlerdir. Özellikle 90 s sonikasyon işlemi uygulamasının tüm kayma hızlarında en yüksek viskozite değerleri verdiği Şekil 4.3' de görülmektedir. Ancak sonikasyon işleminin 90 s'den daha uzun süre uygulanması durumunda emülsiyon viskozitelerinde azalmalar meydana gelmiştir. Patist ve Bates (2008), sonikasyon işleminin viskoziteyi artırmak veya azaltmak amacıyla kullanılabileceğini bildirmişlerdir.



Şekil 4.3. Çıkma tavuk göğüs ve but eti emülsiyonlarına farklı kayma hızlarında sonikasyon uygulamasının viskozite üzerine etkisi

4.3.4. Emülsiyon özgül ağırlığı (EÖA) sonuçları

Farklı sürelerde ultrasonik ses dalgaları uygulanmış tavuk göğüs ve but etlerinden hazırlanan emülsiyonların özgül ağırlıkları (g/cm^3) cinsinden belirlenmiş ve bu verilere ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.21.'de, EÖA değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinden hazırlanan emülsiyonların özgül ağırlıklarına (EÖA) ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	EÖA	
		KO	F
Et çeşidi (*A*)	1	0.0003686	0.97
Sonikasyon süresi (*B*)	5	0.0012977	3.43**
A × *B*	5	0.0004934	1.30
Hata	60	0.0003783	
Genel	71		

**$p<0.01$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.22. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinden hazırlanan emülsiyonların özgül ağırlıklarına (EÖA) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Faktör	n	EÖA (g/cm^3)
Sonikasyon süresi (B)		
0 s	12	0.8755 ± 0.03^{b}
30 s	12	0.8807 ± 0.02^{ab}
60 s	12	0.8745 ± 0.02^{b}
90 s	12	0.8813 ± 0.02^{ab}
120 s	12	0.9005 ± 0.01^{a}
150 s	12	0.8935 ± 0.01^{ab}

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak ($p<0.01$) birbirinden farklıdır.

Farklı sürelerde sonikasyon işlemi uygulamasının çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin emülsiyon özgül ağırlıkları üzerinde istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) bir etki oluşturduğu belirlenmiştir.

Ette yağ ve su oranı arttıkça özgül ağırlık azalmakta, protein içeriğindeki artışa göre yükselmektedir. Çeşitli tür etlerinde özgül ağırlığın 1.054–1.085 arasında değişim gösterdiği ve emülsiyon tipi et ürünlerinde ete, su ve yağın ilave edilmesinin özgül ağırlığı azalttığı ifade edilmiştir (Öztan, 2005).

Zorba ve Kurt (2008), sığır, tavuk ve hindi etleri üzerine yaptığı çalışmada, sığır, tavuk ve hindi etinden hazırlanan emülsiyonların özgül ağırlıklarını sırasıyla, 0.895, 0.894 ve 0.895 olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca, tavuk ve hindi etinin zeytinyağı ile oluşturulan emülsiyonlarının özgül ağırlıklarının, kontrol örneklerine göre daha düşük değerlere sahip olduklarını rapor etmişlerdir. Çalışmamızda et örneklerine 120 s sonikasyon işlemi uygulamasının kontrol grubu ve diğer uygulamalara göre EÖA'nı artırdığı belirlenmiştir ($p<0.01$).

4.3.5. Emülsiyonların renk analiz sonuçları

Araştırmada kullanılan çıkma tavuk göğüs ve but etlerinden hazırlanan emülsiyonların renk verilerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4. 23'de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4. 24'de verilmiştir. Renk değişimlerini belirlemek için L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık), b^* (sarılık) değerleri ölçülmüş ve bu değerler kullanılarak Hue angle (HA) ve Chroma (C) değerleri aşağıdaki formüller yardımıyla tespit edilmiştir (Minolta, 1994).

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \qquad HA = \tan^{-1}[b^*/a^*]$$

Çizelge 4.23. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinden hazırlanan emülsiyonların renk değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	*L**		*a**		*b**		Chroma		Hue	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Et çeşidi (*A*)	1	9.7903	45.01**	1.47920	172.02**	10.6799	43.34**	7.8805	32.55**	227.165	256.60**
Sonikasyon süresi (*B*)	5	0.0932	0.43	0.00691	0.80	0.2829	1.15	0.2779	1.15	0.567	0.64
A×*B*	5	0.5189	2.39*	0.01796	2.09	0.7176	2.90*	0.7143	2.95*	1.222	1.38
Hata	60	0.2175		0.00860	-	0.2471	-	0.2421	-	0.885	-
Genel	71										

**p<0.01 seviyesinde önemli, *p<0.05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.24. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinden hazırlanan emülsiyonların renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Faktör	n	*L**	*a**	*b**	Chroma	Hue
Et çeşidi (A)						
Göğüs eti (GE)	36	89.30±0.21^{a}	-2.28±0.09^{b}	7.06±0.32^{b}	7.42±0.32^{b}	-72.08±0.59^{a}
But eti (BE)	36	88.56±0.65^{b}	-2.00±0.10^{a}	7.83±0.68^{a}	8.08±0.67^{a}	-75.63±1.19^{b}
A×B						
GE×0	6	89.63±0.17^{a}	-2.31±0.07$^{ö.siz}$	7.23±0.14^{cd}	7.60±0.13^{bcde}	-72.28±0.63$^{ö.siz}$
GE×30	6	89.31±0.12^{ab}	-2.20±0.08$^{ö.siz}$	6.67±0.21^{d}	7.03±0.22^{e}	-71.75±0.45$^{ö.siz}$
GE×60	6	89.16±0.09^{abc}	-2.28±0.04$^{ö.siz}$	7.12±0.34^{cd}	7.48±0.33^{cde}	-72.20±0.72$^{ö.siz}$
GE×90	6	89.30±0.09^{ab}	-2.28±0.11$^{ö.siz}$	7.02±0.20^{cd}	7.38±0.22^{de}	-72.01±0.41$^{ö.siz}$
GE×120	6	89.06±0.08^{abcd}	-2.36±0.08$^{ö.siz}$	7.35±0.16^{bc}	7.71±0.16^{abcd}	-72.20±0.59$^{ö.siz}$
GE×150	6	89.33±0.09^{ab}	-2.26±0.07$^{ö.siz}$	6.98±0.39^{cd}	7.33±0.38^{de}	-72.02±0.79$^{ö.siz}$
BE×0	6	88.07±1.55^{e}	-1.93±0.21$^{ö.siz}$	7.17±1.37^{cd}	7.43±1.35^{de}	-74.63±2.64$^{ö.siz}$
BE×30	6	88.71±0.19^{cd}	-2.01±0.05$^{ö.siz}$	7.95±0.28^{ab}	8.20±0.18^{ab}	-75.82±0.38$^{ö.siz}$
BE×60	6	88.75±0.04^{bcd}	-2.03±0.07$^{ö.siz}$	7.93±0.26^{ab}	8.19±0.27^{ab}	-75.63±0.27$^{ö.siz}$
BE×90	6	88.68±0.13^{cd}	-2.02±0.03$^{ö.siz}$	7.99±0.44^{a}	8.24±0.42^{a}	-75.77±0.72$^{ö.siz}$
BE×120	6	88.53±0.20^{de}	-1.98±0.10$^{ö.siz}$	7.84±0.56^{ab}	8.09±0.56^{abc}	-75.82±0.64$^{ö.siz}$
BE×150	6	88.65±0.18^{cd}	-2.01±0.05$^{ö.siz}$	8.11±0.23^{a}	8.36±0.22^{a}	-76.10±0.48$^{ö.siz}$

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak (p<0.01, p<0.05) birbirinden farklıdır.
$^{ö.siz}$: Önemsiz

Analiz sonuçlarına göre, çıkma tavuk göğüs ve but etleri ile hazırlanan emülsiyonların *L*, a*, b**, Chroma ve Hue değerleri istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Oluşturulan emülsiyonlarda et çeşidi×işlem süresi interaksiyonunun *L*, b** ve Chroma değerlerinde de istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bir etki oluşturduğu belirlenmiştir.

Göğüs ve but etlerinden hazırlanan emülsiyonların *L** değerleri dikkate alındığında, göğüs etlerinden hazırlanan emülsiyonların *L** değeri (89.30), but etlerinden hazırlanan emülsiyonların *L** değerinden (88.56) yüksek bulunmuştur. Göğüs eti emülsiyonlarında ölçülen *a*, b** ve Chroma değerleri, but eti emülsiyonlarına göre daha düşük olmasına rağmen Hue değeri yüksek çıkmıştır. Sarıçoban ve ark., (2008) et ürünlerinde yağ ve/veya suyun artması ile daha açık renkte ürünlerin meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Farklı sürelerde sonikasyon işlemi uygulamasının, oluşturulan emülsiyonların renk parametreleri üzerine hiçbir etkisinin olmadığı belirlenmiştir ($p>0.01$). Jayasooriya ve ark., (2007), yaptıkları çalışmada sonikasyon işleminin et örneklerinin rengi üzerinde hiçbir etkisi olmadığını bildirmişlerdir.

Göğüs etine farklı sürelerde sonikasyon işlemi uygulamasının *L** değerini genel olarak azalttığı ve but etine farklı sürelerde sonikasyon işlemi uygulamasının ise *L** değerini genel olarak arttırdığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.24). Göğüs etine sonikasyon işleminin 30 s uygulanmasının en düşük *b** ve Chroma değerleri verdiği belirlenirken, but etinin ise 90 ve 150 s uygulamasının *b** ve Chroma değerlerini arttırdığı bulunmuştur.

4.3.6. Isıl işlem uygulanmış emülsiyonların renk analiz sonuçları

Araştırmada kullanılan çıkma tavuk göğüs ve but etlerinden hazırlanan ısıl işlem uygulanmış emülsiyonların renk verilerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4. 25'de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4. 26'da verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, çıkma tavuk göğüs ve but eti ile hazırlanan ısıl işlem uygulanmış emülsiyonların *a*, b**, Chroma ve Hue değerleri istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Farklı sürelerde sonikasyon işleminin ısıl işlem uygulanmış emülsiyonlarda yalnızca *L** ve Hue değerleri arasında istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) fark oluşturduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.25. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış çıkma tavuk göğüs ve but etlerinden hazırlanan ısıl işlem uygulanmış emülsiyonların renk değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	*L**		*a**		*b**		Chroma		Hue	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Et çeşidi (*A*)	1	1.326	0.91	0.19950	13.96**	43.5245	226.36**	36.7653	190.54**	225.321	473.64**
Sonikasyon süresi (*B*)	5	4.230	2.89*	0.01525	1.07	0.2595	1.35	0.2250	1.17	1.453	3.06*
A×*B*	5	1.227	0.84	0.01525	1.07	0.3698	1.92	0.3742	1.94	0.469	0.99
Hata	60	1.464		0.01429	-	0.1923	-	0.2421	-	0.476	-
Genel	71										

**p<0.01 seviyesinde önemli, *p<0.05 seviyesinde önemli

Çizelge 4.26. Farklı sürelerde sonikasyon uygulanmış göğüs ve but etlerinden hazırlanan ısıl işlem uygulanmış emülsiyonların renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Faktör	n	*L**	*a**	*b**	Chroma	Hue
Et çeşidi (A)						
Göğüs eti (GE)	36	79.24±1.41$^{ö.siz}$	-3.40±0.14^{b}	8.73±0.53^{b}	9.37±0.53^{b}	-68.69±0.91^{a}
But eti (BE)	36	78.97±1.14$^{ö.siz}$	-3.30±0.09^{a}	10.29±0.37^{a}	10.80±0.37^{a}	-72.23±0.51^{b}
Sonikasyon süresi (B)						
0 s	12	79.39±1.56^{a}	-3.31±0.22$^{ö.siz}$	9.69±1.18$^{ö.siz}$	10.25±1.15$^{ö.siz}$	-71.00±1.91^{c}
30 s	12	79.11±0.84^{a}	-3.37±0.07$^{ö.siz}$	9.65±1.15$^{ö.siz}$	10.22±1.08$^{ö.siz}$	-70.54±2.19^{abc}
60 s	12	79.59±1.25^{a}	-3.32±0.10$^{ö.siz}$	9.53±0.94$^{ö.siz}$	10.10±0.86$^{ö.siz}$	-70.61±2.19^{bc}
90 s	12	79.28±1.11^{a}	-3.37±0.08$^{ö.siz}$	9.51±0.74$^{ö.siz}$	10.09±0.67$^{ö.siz}$	-70.37±1.84^{ab}
120 s	12	77.93±1.07^{b}	-3.40±0.13$^{ö.siz}$	9.37±0.74$^{ö.siz}$	9.97±0.67$^{ö.siz}$	-69.96±1.96^{a}
150 s	12	79.30±1.26^{a}	-3.32±0.11$^{ö.siz}$	9.32±0.71$^{ö.siz}$	9.90±0.66$^{ö.siz}$	-70.29±1.67^{ab}

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak (p<0.01, p<0.05) birbirinden farklıdır
ö.siz: Önemsiz

Çıkma tavuk but eti ile hazırlanan ısıl işlem uygulanmış emülsiyonların *a*, b** ve Chroma değerleri, göğüs etininkine göre yüksek bulunmuştur. Göğüs etinin Hue değeri ise but etine göre yüksektir.

Isıl işlem uygulanmış emülsiyonlar üzerine sonikasyon işleminin 120 sn uygulanması *L** değerini azaltırken, en yüksek Hue değeri ise 120 sn uygulama yapılan örneklerde belirlenmiştir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada 72 haftanın üzeri yaştaki yumurtacı tavukların (çıkma tavuk) göğüs ve but etlerine ultrasonik ses dalgaları uygulanmış (sonikasyon) ve bu dalgaların etlerin bazı teknolojik ve emülsiyon özelliklerinin değişimi üzerine oluşturduğu etkiler belirlenmiş ve elde edilen bulgular istatistiki analiz test sonuçlarına göre değerlendirilmiştir.

Araştırmada kullanılan çıkma tavuk göğüs ve but etleri sırasıyla ortalama %22.45 ve %20.09 protein, %1.84 ve %4.24 yağ, %1.141 ve %1.018 kül içeriğine sahip olup, 5.79 ve 6.17 pH değerleri göstermiştir. Çıkma tavuk göğüs eti+çözelti (tuz+fosfat) ortalama pH değeri 6.49, emülsiyon ortalama pH değeri 7.11, but eti+çözelti (tuz+fosfat) pH değeri 6.74, emülsiyon pH değeri ise 7.33 şeklinde tespit edilmiştir. pH değerindeki bu artışın kullanılan bazik karakterde bir fosfat bileşiği olan K_2HPO_4'tan kaynaklandığı bilinmektedir.

Araştırmada kullanılan çıkma tavuk but etlerinin pişirilmesi sonucu oluşan ortalama pişirme kayıplarının, göğüs etlerine göre yüksek olduğu bulunmuştur. Farklı sürelerde ultrasonik ses dalgası uygulamasının ise pişirme kayıplarını etkilediği belirlenmiş olup, sonikasyon işlem süresi arttıkça pişirme kayıplarının azaldığı tespit edilmiştir. Pişirme kaybı ile su tutma kapasitesi arasında negatif yönde bir ilişki olduğu düşünülürse, pişirme kayıplarının en düşük olduğu sonikasyon işleminin 150 s uygulanması ile en yüksek su tutma kapasitesi değerleri elde edilmiştir. Bu işlem süresinde sızıntı kaybı da en düşük değeri vermiş olup, 150 s süreyle sonikasyon uygulanmasının pişirme kayıplarını azaltacağı (fireyi azaltabileceği), su tutma kapasitesini artıracağı ve sızıntı kayıplarını azaltacağı, endüstriyel kayıpları indirgeyebileceği göz önünde bulundurulduğunda, çıkma tavuk etlerine 150 s süreyle sonikasyon uygulanmasını önerebiliriz. Ultrasonik ses dalgaları uygulaması ile çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin çok daha iyi pişirme verimine sahip olabileceği tahmin edilmektedir.

Araştırmada kullanılan çıkma tavuk et çeşitleri arasında but etleri total pigment ve heme demir içeriği açısından en yüksek et çeşidi olurken, metmyoglobin içeriği açısından en yüksek et çeşidinin göğüs eti olduğu belirlenmiştir

Renk parametreleri üzerine et çeşidinin (çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin) çok önemli ($p<0.01$) bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Sonikasyon uygulama süresinin artışının genel olarak L^*, b^*, Chroma ve Hue değerlerini artırdığı belirlenmiştir.

Çıkma tavuk et örnekleri kullanılarak oluşturulan emülsiyonlarda; göğüs etinin ortalama emülsiyon kapasitesi 169.9 ml yağ/g protein, but etinin ise 185.3 ml yağ/g protein olarak belirlenmiştir. Bu durum, et çeşitlerinin pH değerleri arasındaki farklılıktan kaynaklanmış olabilir. Farklı sürelerde sonikasyon işlemi uygulanmasının ortalama EK değerleri üzerine çok önemli bir etki oluşturduğu ve özellikle 90 ile 120 s süre sonikasyon uygulanması etlerin EK' ni önemli ölçüde yükseltmiştir. Sonikasyon işlemi ile protein çözünürlüğünün arttığı ve buna bağlı olarak da daha fazla yağın kapsüle olabildiği tahmin edilmektedir. EK' ne ait sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, emülsiyon tipi ürünlerin üretiminde kullanılacak çıkma tavuk etlerine 90 ila 120 s sonikasyon uygulanması bu etlerin emülsiyon kapasitesini artıracağından, endüstriyel uygulamalarda söz konusu etlere 90 ila 120 s sonikasyon uygulanmasını önerebiliriz.

Çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin sırasıyla ortalama emülsiyon stabilite oranı %67.50 ve %66.04, emülsiyondan ayrılan ortalama su oranı %31.32 ve %32.85, emülsiyondan ayrılan yağ oranı %1.46 ve %1.32 olarak tespit edilmiştir. Göğüs eti ile hazırlanan emülsiyonların, but eti ile hazırlanan emülsiyonlara göre daha stabil yapı gösterdiği belirlenmiştir. Göğüs eti emülsiyonları, but eti emülsiyonlarına kıyasla daha fazla suyu tutarken, daha fazla yağ ayrılmıştır.

EV sonuçlarına göre; çıkma tavuk et örneklerine farklı sürelerde sonikasyon işlemi uygulamasının tüm kayma hızlarında emülsiyon viskozite değerlerini etkilediği belirlenmiştir. Özellikle sonikasyon işleminin 90 s uygulanması, viskozite değerlerini en yüksek seviyeye çıkarmıştır. Bu sonuçlar; viskozitesi yüksek emülsiyonların oluşturulması istenen durumlarda, çıkma tavuk etlerine 90 s süreyle sonikasyon uygulanmasının, iyi bir netice almaya yardımcı olabilir şeklinde yorumlanabilir.

Göğüs eti ile hazırlanan emülsiyonların ortalama özgül ağırlığı 0.8821 g/cm^3, but eti ile hazırlanan emülsiyonların ortalama özgül ağırlığı 0.8866 g/cm^3 olarak belirlenmiş olup, sonikasyon işleminin 120 s uygulanması en yüksek özgül ağırlığa sahip emülsiyonların oluşmasına katkı sağlamıştır.

Oluşturulan emülsiyonların renk parametreleri üzerine araştırmada kullanılan çıkma tavuk et çeşitlerinin etkisi önemli olup; L^* değeri açısından, göğüs eti (89.30), but etinden (88.56) daha yüksek, a^*, b^* ve Chroma değerleri ise but etinde daha düşük bulunmuştur. Farklı sürelerde ultrasonik ses dalgası uygulamasının, emülsiyonların renk parametreleri üzerine hiçbir etkisi olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Çıkma tavuk göğüs ve but etleri ile hazırlanan ısıl işlem uygulanmış emülsiyonların *L** değerlerinde istatistiki olarak farklılık olmamasına rağmen ($p>0.05$), *a*, b*,* Chroma ve Hue değerleri arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Farklı sürelerde sonikasyon işlemi uygulaması yalnızca *L** ve Hue değerleri üzerinde farklılık oluşturmasına karşın ($p<0.05$), diğer renk parametreleri üzerinde etkili olmamıştır ($p>0.05$).

Model sistem çalışmalarında, araştırmaya konu olan ekonomik verim dönemini tamamlamış çıkma tavuk etlerinin ultrasonik ses dalgaları ile muamelesi sonrası, hem model sistemlerde ve hem de endüstriyel uygulamalarda denenmesi ve sonuçların karşılaştırılmasında büyük fayda vardır. Çıkma tavuk göğüs ve but etlerinin oluşturdukları emülsiyonların çeşitli özelliklerinin araştırılması, ülkemizdeki yumurta tavukçuluğu yapan üreticilere daha fazla katma değer sağlayarak ülke ekonomisi açısından da fayda sağlayacaktır. Ülkemizde bu tip çalışmalara bilimsel açıdan ihtiyaç olduğu gibi, et bilimi ve teknolojisi alanında geniş bir üretim potansiyeline sahip olan emülsiyon tipi et ürünleri teknolojisinin gelişmesi açısından da bu tip araştırmaların yapılması faydalı olacaktır. Gıdalar üzerinde oldukça önemli etkiye sahip olan ultrasonik ses dalgaları uygulamasının, et teknolojisinin gelişmesi üzerine yapacağı katkılar düşünüldüğünde bu konuda çok sayıda yeni araştırmaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

Aaslyng, M. D., Bejerholm, C., Ertbjerg, P., Bertram, H. C., and Andersen, H. J. 2003, Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. *Food Quality and Preference*, 14, 277–288.

Abdullah, B. and Al-Najdawi, R. 2005, Functional and sensory properties of chicken meat from spent-hen carcasses deboned manually or mechanically in Jordan, *Int J of Food Sci and Technol*, 40, 537-543.

Adewuyi, Y.G., 2001, Sonochemistry. Environmental science and engineering applications. *Ind Eng Chem Res*, 40, 4681-4715.

Ajuyah, A. O., Hardin, R. T., Cheung, K., and Sim, J. S. 1992, Yield, lipid cholesterol and fatty acid composition of spent hens fed full-fat oil seeds and fish meal diets, *J of Food Sci*, 57, 338-341.

Ahhmed, A. M., and Muguruma, M., 2010, A review of meat protein hydrolysates and hypertension, *Meat Sci*, 86, 110–118.

Akan, M., 2002, Türkiye'de kanatlı endüstrisi, Bölüm 1, Kanatlı hayvan hastalıkları, 1. Baskı, 1-7, Editörler; İzgür, M. ve Akan, M., Medisan Yayın Serisi No: 50, *Medisan Yayınevi*, Ankara.

Aksoy, A., 1988, Sağlık ve beslenme ilişkileri, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi* (Lisansüstü Ders Notları), Erzurum.

Aktaş, N., ve Genççelep, H., 2006, Effect of starch type and its modifications on physicochemical properties of bologna-type sausage produced with sheep tail fat, *Meat Sci*, 74, 404−408.

Alsan, G., 1999. Tavuk göğüs etinde uygulanan marinasyonun ürün kalitesi üzerindeki etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1999.

Alliger, H., 1975, Ultrasonic Disruption, Am Lab, 10, 75–85.

Amato, P. M., Hamann, D. D., Ball, H. R., Jr., and Foegeding, E. A., 1989, Influence of poultry species, muscle groups and NaCl on strength, deformability, and water retention in heat-set muscle gels, *J of Food Sci*, 54, 1136–1140.

Anonim,2011a,http://www.tarim.gov.tr/uretim/Hayvansal_Uretim,Tavukculukhtml#Çal ismalar

Anonim, 2011b, http://www.besd-bir.org/sektorraporu.htm

Anonim, 2011c, www.tuik.gov.tr. T. C. Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı, Haber Bülteni, Hayvansal Üretim 2010, Sayı: 160 10 Ağustos 2011.

Anonim, 2011d, http://www.google.com.tr/images.

Anonymous,2011,http://www.globalspeccom/learnmore/manufacturing_process_equipment/inspection_tools_instruments/color_appearance_instruments

AOAC, 2000, Official Methods of Analysis of AOAC International (17th ed.). AOAC International Suite Suit 500, 481 North Frederick Avenue Gaithersburg. Maryland, 2417-2877, USA.

Arihara, K., 2006, Strategies for designing novel functional meat products, *Meat Sci*, 74, 219–229.

Artz, W. E., 1990, Emulsifiers, Chapter 10, Food additives, *Marcel Dekker*, Inc. 736. New York.

Barbanti, D. and Pasquini, M., 2005, Influence of cooking conditions on cooking loss and tenderness of raw and marinated chicken breast meat, *Lebens-Wissens und Technol*, 38, 895-901, 2005.

Barbosa-Canovas, G.V., Bermudez-Aguirre, D., 2008, Center for nonthermal processing of food, *Food Sci and Technol Int*, 14 (5), 403–409.

Barbut, S., 2001, Poultry products processing: An industry guide (1st ed.), BocaRa ton, FL, USA: CRC Press.

Başaran P., Başaran-Akgul N. B., Rasco, A., 2010, Dielectric properties of chicken and fish muscle treated with microbial transglutaminase, *Food Chem*, 120, 361–370.

Bayraktaroğlu, G. ve Obuz, E., 2006, Ultrasound yönteminin ilkeleri ve gıda endüstrisinde kullanımı, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs, Bolu, 57-60.

Baytaroğlu, A.T. , 1996, Tavukçuluğun dünü, bugünü, yarını, *Gıda Sektör Dergisi*, Dünya Yayıncılık A. Ş. Globüs Dünya Basımevi, İstanbul.

Becker, P., 1965, Theory of emulsion: Stability in "emulsions theory and practice", *Reinhold Publish Corp*, New York, USA, s 89.

Bendall, J. R., and Swatland, H. J. 1988, A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality, *Meat Sci*, 24, 85–126.

Bertram, H. C., Purslow, P. P. and Andersen, H. J., 2002, Relationship between meat structure, water mobility, and distribution: A low-field nuclear magnetic resonance study, *J of Agric and Food Chem*, 50, 824-829.

Bertram, H. C., Schäfer, A., Rosenvold, K., and Andersen, H. J., 2004, Physical changes of significance for early post mortem water distribution in porcine *M. longissimus*, *Meat Sci*, 66, 915-924.

Bertram, H. C., Kohler, A., Bocker, U., Ofstad, R., and Andersen, H. J., 2006, Heat-induced changes in myofibrillar protein structures and myowater of two pork

qualities. A combined FT-IR spectroscopy and low-field NMR relaxometry study, *J of Agric and Food Chem*, 54 (5),1740–1746.

Betti, M., Fletcher. D.L., 2005, The influence of extraction and precipitation pH on the dry matter yield of broiler dark meat, *Poultry Sci*, 84, 1303–1307.

Biesalski, H. K., 2005, Meat as a component of a healthy diet-Are there any risk or benefit if meat is avoided in the diet, *Meat Sci*, 70, 509–524.

Bilgin, V., 2005, Farklı donma sıcaklıklarının depolama sırasında tavuk etinin bazı kalite özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Blake, E.S., Haidekker, M.A., Viator, J.A., Hdeib, M.M. and Lorenzen, C.L., 2008, Using ultrasonic methods to determine cooking degree of doneness in beefsteaks, *J of Muscle Foods,* 19, 111–124.

Blitz, J., 1967, Fundamentals of ultrasonics, 2nd edn, Butterworths, London, section 3.2.1, pp, 43-4.

Bloukas, J. G., Paneras, E. D., 1993, Substituting olive oil for pork for pork backfat affects quality of low-fat frankfurters, *J of Food Sci*, 58, 705–709.

Borderías, A. J, Jiménez-Colmenero, F., and Tejada, M., 1985, Viscosity and emulsifying ability of fish and chicken muscle protein, *J Food Technol*, 20, 31–42.

Buchowski, M.S., Mahoney, A.W., Carpenter, C.E. and Cornforth, D.P., 1988, Heating and distribution of total and heme iron between meat and broth, *J of Food Sci*, 53, 43–45.

Carpenter, C.E. and Clark, E. 1995, Evaluation of methods used in meat iron analysis and iron content of raw and cooked meats, *J of Agric and Food Chem*, 43, 1824–1827.

Carpenter, J.A. and Saffle, R.L., 1964, A simple method of estimating the emulsifying capacity of various sausage meats, *J. Food Sci*, 29, 774-781.

Chin, K. B., Go, M. Y., and Xiong, Y. L., 2009, Effect of soy protein substitution for sodium caseinate on the transglutaminase-induced cold and thermal gelation of myofibrillar protein, *Food Research Int*, 42, 941–948.

Choi, Y. S., Choi, J. H., Han, D. J., Kim, H. Y., Lee, M. A., Kim, H. W., Lee, J. W., Chung, H., J. ve Kim, C. J., 2010, Optimization of replacing pork back fat with grape seed oil and rice bran fiber for reduced-fat meat emulsion systems, *Meat Sci,* 84, 212–218.

CIE, 1976, International Commission on Illumination, Colorimetry: official recommendations of the International Commission on Illumination. Publication CIE No.15 (E-1.3.1) Paris, France: Bureau Central de la CIE.

Clark, E.M., Mahoney, A.W. and Carpenter, C.E. ,1997, Heme and total iron in ready-to-eat chicken, *J of Agric and Food Chem*, 45, 124–126.

Collier, P.W., Sharp, J.C.M., Macleod, A.F., Forbes, G.I., MacKay, F., 1988, Food poissoning in hospitals in Scotland, 1978-1987, *Epidem Inf*, 101, 661- 667.

Çakmakcı, S. ve Çelik, I., 1995. Gıda Katkı Maddeleri. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Yay. No:164, 249, Erzurum.

Çınar, İ., 2009, Ozmotik dehidrasyon mekanizması ve uygulamaları, *Gıda*, 34 (5), 325-329.

Çizmecioğlu, S. Y., 2001. Hayvansal orjinli gıda tüketimi ve sağlık ilişkileri, Bitirme Projesi, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü*, Konya.

Dağ, B., 1991, Koyun ve kuzuların karkas derecelendirme yöntemleri, Yüksek Lisans Semineri, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.

Damez, J. L. and Clerjon, S., 2008, Meat quality assessment using biophysical methods related to meat structure, *Meat Sci*, 80,132–149.

den Hertog-Meischke, M. J. A., van Laack, R. J. L. M., and Smulders, F. J. M., 1997, The water-holding capacity of fresh meat, *The Vet Quarter*, 19 (4), 175-181.

Dickens, J.A., Lyon, C.E. and Wilson, R.L., 1991, Effect of ultrasonic radiation on some physical characteristics of broiler breast muscle and cooked meat, *Poultry Sci*, 70 (2), 389-396.

Dinçer, B., 1990, Et mikrobiyolojisi ve sanitasyon, EBK Et Hijyeni ve Teknolojisi Seminer Notları, Ankara.

Dolatowski, Z.J., 1988, Ultrasonics 2, Influence of ultrasonics on the ultrastructure of muscle tissue during curing, *Fleischwirtsch*, 68 (10), 1301-1303.

Dolatowski, Z.J., 1989, Ultrasonics 3, Influence of ultrasonics on the production technology and quality of cooked ham, *Fleischwirtsch*, 69 (1), 106-111.

Dolatowski, Z.J. and Stasiak, D.M., 1995, Tumbling machine with ultrasound, In: *The 9th Congress of Food Sci and Technol*, Budapest, 153.

Dolatowski, Z.J., 1999. Wpływ obróbki ultradzwiekami o niskiej czestotliwosci na strukturei cechy jakosciowe miesa [The influence of low-frequency ultrasound processing on the structure and qualitative traits of meat]. Rozpr. Nauk. AR Lubl. 221 [in Polish].

Dolatowski, Z., Stasiak, D. M. and Latoch, A., 2000, Effect of ultrasound processing of meat before freezing on its texture after thawing, *Electronic J of Polish Agric Univ*, Series Agric Engineer, 3, 2.

Dolatowski, Z.J. and Twarda J., 2004. Einfluss von ultraschall auf das wasserbindungsvermögen von rindfleisch. Fleischwirtsch. 12, 95-99.

Draudt, H.N., 1972, Changes in meat during cooking, *Proc Recip Meat Conf*, 25, 243–259.

Elizalde, B. E., de Kanterewicz, R. J., Pilosof, A. M. R. and Bartholomai, G. B., 1988, Physicochemical properties of food proteins related to their ability to stabilize oil-in-water emulsions, *J Food Sci*, 53, 845–848.

Ergezer, H., 2005, Değişik yöntemlerle marine edilmiş kanatlı etlerinin kimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel ve duyusal özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli.

Earnshaw, R.G., 1998, Ultrasound a new oppurtunity for food preservation, In MJW. Povey & TJ Mason (Eds.), Ultrasound in food processing (pp 183-192). London: *Blackie Academic and Professional*.

Ertaş, H., 1988, Sosis tipi et ürünlerinde emülsifikasyon, *Gıda,* 13 (3), 161-165.

Felows, P., 2000. Processing using electric fields, high hydrostatic pressure, light or ultrasound. In food processing technology principle and practice. CRC Pres, *Boca Raton Boston NY Washington*, DC.

Floros, J.D. and Liang, H., 1994, Acoustically assisted diffusion through membranes and biomaterials, *Food Technol,* 12, 79-85.

Forrest, J. C., Aberlee, E. D., Hedrick, H. B., Judge, M. D., and Merkel, R. A. 1975, Principles of meat science, *W. H. Freeman and Co*., San Francisco.

Fowler ,T., 2004, European meat consumption. Meat demand trends, *Meat and Livestock Commission*: Milton Keynes, UK.

Friberg, S., 1976, Food emulsions, The Swedish Institute for Surface Chemistry Stockholm, *Sweden*, 424-453.

Goll, D. E., Thompson, V. F., Li, H. Q., Wei, W., 2003, The calpain system, *Phisiological Reviews*, 83, 731-801.

Got, F., Culioli J., Berge P., Vignon X., Astruc T., Quideau J.M. and Lethiecq M., 1999, Effects of high-intensity high frequency ultrasound on ageing rate, ultrastructure and some physicochemical properties of beef, *Meat Sci*, 51, 35-42.

Gökalp, H. Y., Yetim, H., Selçuk, N., ve Zorba, Ö., 1990, Et emülsiyonları ve bu emülsiyonların model sistemlerde çalışılması, *Gıda*, 15 (1), 21.

Gökalp, H. Y., Kaya, M., Zorba, Ö., 1999, Et ürünleri işleme mühendisliği. Atatürk Üniv Ziraat Fak, Yay. No: 786. *Erzurum,* 191–252.

Gökalp, H. Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö. 2001, Et ve ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuar uygulama kılavuzu, Atatürk Üniv. Yayınları, *Erzurum*.

Gunasekaran, S. and Ay, C., 1994, Ultrasonic attenuation measurements for estimating milk coagulation time, *Transactions of the ASAE*, 37 (3), 857-862.

Güzey, D., Gülseren, I., Bruce, B., Weiss, J., 2006, Interfacial properties and structural conformation of thermosonicated bovine serum albumin, *Food Hydrocolloids,* 20 (5), 669–677.

Haq, A., Webb, N. B., Whitfield, J. K., Howell, A. and Barbour, B. C., 1973, Measurement of sausage emulsion stability by electrical resistance, *J of Food Sci*, 38 (1), 224.

Hasipek, S. ve Aktaş, N., 1991, Ülkemizde tavuk eti ve yumurtanın beslenmemizdeki yeri ve önemi. *Uluslararası Tavukçuluk Kongresi,* 22–25 Mayıs, İstanbul.

Hazell, T., 1982, Iron and zinc compounds in the muscle meats of beef, lamb, pork and chicken, *J of the Sci of Food and Agric*, 33, 1049–1056.

Higgs, J., Mulvihill, B., 2002, The nutritional quality of meat. In: Kerry, J., Kerry, J., Ledward, D. (Eds.), Meat processing, *CRC Press LLC and Woodhead Publishing Ltd*, Boca Raton.

Hong, G. P., and Chin, K. B., 2010, Effects of microbial transglutaminase and sodium alginate on cold-set gelation of porcine myofibrillar protein with various salt levels, *Food Hydrocolloids*, 24, 444–451.

Honikel, K. O., Kim, C. J., Hamm, R., and Roncales, P., 1986, Sarcomere shortening of prerigor muscles and its influence on drip loss, *Meat Sci*, 16, 267–282.

Honikel, K.O.,1987, The water binding of meat, *Fleischwirtzchaft*, 67 (9), 1098 - 1102.

Hornsey, H. C., 1956, The colour of cooked cured pork, I.-Estimation of the nitric oxide-haem pigments, *J of Sci and Food Agric*, 7, 534-540.

Hu, Y., Guo, K., Suzuki, T., Noguchi, G., Satake, T., 2008, Quality evaluation of fresh pork using visible and near infrared spectroscopy with fiber optics in interactance mode, *American Society of Agric and Biological Engineers*, 51(3), 1029-1033.

Huff-Lonergan, E. and Lonergan, S. M., 2005, Mechanism of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes, *Meat Sci*, 71, 194-204.

Hur S. J., Choi B. D., Choi Y. J., Kim B. G., Jin S. K., 2011, Quality characteristics of imitation crab sticks made from Alaska Pollack and spent laying hen meat, *LWT - Food Sci and Technol*, 44, 1482-1489.

Intarapichet, K. O. and Maikhunthod, B., 2005, Genotype and gender differences in carnosine extracts and antioxidant activities of chicken breast and thigh meats, *Meat Sci,* 71, 634–642.

Jayasooriya, S. D., Bhandari, B. R., Torley, P., and D'Arcy, B. R., 2004, Effect of high power ultrasound waves on properties of meat: A review, *Int J of Food Properties*, 7 (2), 301–319.

Jayasooriya, S.D., Torley, P.J., D'Arcy, B.R. and Bhandari, B.R., 2007, Effect of high power ultrasound and ageing on the physical properties of bovine *Semitendinosus* and *Longissimus* muscles, *Meat Sci*, 75, 628-639.

Jones, K.W., 1984, Collagen properties in processed meats. *Proceedings of the Meat Industry Research Conference*, American Meat Institute, Washington, DC, 18-28.

Kala, R. K., Kondaiah, N., Anjaneyulu A. S. R. and Thomas R., 2007, Evaluation of quality of chicken emulsions stored refrigerated ($4 \pm 1\ ^0$C) for chicken patties, *Int J of Food Sci and Technol*, 42, 842–851.

Kalpalathika, P. V. M., Clark, E. M., and Mahoney, A. W., 1991, Heme iron content of selected ready-to-serve beef products, *J of Agric and Food Chem*, 39, 1091–1093.

Karakaya, M., 1990, Farklı tür organ etlerinin bitkisel ve değişik hayvansal yağlar ile oluşturdukları emülsiyonların çeşitli özelliklerinin model sistemde araştırılması, Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum, 60.

Karakaya, M., 1996, Bıldırcın ve pekin ördeği etlerinin emülsiyon özellikleri üzerine farklı yağ sıcaklıklarının etkisinin model sistemde tesbiti, *Gıda*, 21 (2), 75- 81.

Karakaya, M., Yetim, H., Gökalp, H.Y., Ockerman, H.W., 1997, Charakteristika von modellemulsionen aus der muskulatur von drei tierarten und verschiedenen fetten. *Fleischwirtsch*, 77, 8, 741.

Karakaya, M., 2003, Prerigor ve postrigor aşamalarının farklı tür etlerindeki pişirme kayıpları, emülsiyon kapasitesi ve su tutma kapasitesine etkisi, Selçuk Üniv. Bilimsel Araştırma Projesi, Proje No: ZF-99/019, *Konya*.

Karakaya, M., Caner, C. Sarıçoban, C., 2004a, Et Teknolojisinde Yüksek Hidrostatik Basınç Kullanımı, *Gıda*, 29 (6), 465–470.

Karakaya, M., Sarıçoban, C. and Yılmaz, M. T., 2004b, The effects of various types of poultry pre-and post-rigor meats on emulsification capacity, water-holding capacity and cooking loss, *European Food Research and Technol*, 220, 283-286.

Karakaya, M., 2008, Et ve su ürünleri işleme ve teknolojisi, Basılmamış Ders Notu, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi,* Konya.

Karakaya, M., Yetişir, R., Aygün, A., Yılmaz M. T. ve Tiske S. S., 2010, İkinci verim yılını tamamlamış, beyaz ve kahverengi yumurtacı tavuk karkaslarına, bitkisel orijinli proteolitik enzim uygulamalarının, bazı et kalite özelliklerine etkisi, *Hayvansal Üretim*, 51 (2), 44-49.

Karayel, I., 1998, Na-kazeinat ve yağsız süt tozunun değişik seviyelerinin, sığır eti emülsiyon özellikleri üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Kato, A., Fujishige, T., Matsudomi, N. and Kobayashi, K., 1985, Determination of emulsifying properties of some proteins by conductivity measurements, *J Food Sci*, 50, 56-62.

Kaya, S., 1997, Yaşlı yumurtacı tavuk karkaslarının değişik etlerinin taze ve dondurarak depolandıktan sonra farklı tuz ve fosfat ilavesi ile oluşturulan emülsiyonlarının çeşitli özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, 37.

Kaya, S., Gökçe, R., Gökalp, H.Y., 1998, Farklı tuz ve fosfat seviyelerinin yumurtacı tavuk etlerinin emülsiyon özellikleri üzerine etkisi, *Gıda Müh. Kongre ve Sergisi*, 16-18 Eylül, Gaziantep.

Kayaardı S., 2007, Et teknolojisi ders notları, *Celal Bayar Üniv*, Mühendislik Fakültesi, Gıda Müh Bölümü, Manisa, 2007.

Kayişoğlu, S., Yılmaz, İ., Demirci, M., and Yetim, H., 2002, Tekirdağ piyasasında tüketime sunulan çiğ ve pişmiş dönerlerin kimyasal bileşimi ve mikrobiyolojik kalitesi, *Türkiye 7. Gıda Kongresi*, 22–24 Mayıs, Ankara, 871–878.

Kazemi, S., Ngadi, M. O., and Gariépy, C., 2011, Protein denaturation in pork Longissimus muscle of different quality groups, *Food and Bioprocess Technol*, 4, 102–106.

Kemp, C. M., Sensky, P. L., Bardsley, R. G., Buttery, P. J., and Parr, T., 2010, Tenderness, An enzymatic view, *Meat Sci*, 84, 248–256.

Kentish, S., Ashokkumar, M., 2011,The physical and chemical effects of ultrasound. In: Feng, H., Barbosa-Cánovas, G.V., Weiss, J. (Eds.), Ultrasound technologies for food and bioprocessing, *Springer Science*, Business Media, New York, 1–12.

Khan, M. I., Arshad, M., S., Anjum, F. M., Sameen, A., Rehman, A. and Gill, W. T., 2011, Meat as a functional food with special reference to probiotic sausages, *Food Research Int*, 44, 3125–3133.

Kim, S.M., Sung, S.K., 1983, Studies on emulsifying characteristics of extractable proteins in spent poultry meat, *J Animal Sci*, 25, 3, 219.

Kim, H. Y., Lee, E. S., Jeong, J. Y., Choi, J. H., Han, D. J., Lee, M. A., Kim, S. Y., and Kim, C. J., 2010, Effect of bamboo salt on the physicochemical properties of meat emulsion systems, *Meat Sci,* 86, 960–965.

Knipe, C. L., 2004a, Phosphates as meat emulsion stabilizers, (http//:www.ag. ohio-state.edu/meatsci/archive/phoschap.html).

Knipe, C. L., 2004b, Meat emulsions, (http//:www.ag.ohio-state.edu/meatsci/ archive/meatemulsions.htm).

Knorr, D., Zenker, M., Heinz, V. and Lee, D.U., 2004, Applications and potential of ultrasonics in food processing, *Trends Food Sci Technol*, 15, 261–6.

Kondaiah, N., Anjeleyulu, A. S. R., Kesava, Rao, V., Sharma, N., Joshi, H. B., 1985, Effect of salt and phosphate on the quality of buffalo and goat meats, *Meat Sci*, 15, 183–192.

Kongkachuichai, R., Napatthalung, P., and Charoensiri, R., 2002, Heme and nonheme iron content of animal products commonly consumed in Thailand, *J of Food Composition and Analysis*, 15, 389–398.

Kristensen, L. and Purlow, P. P., 2001, The effect of processing temperature and addition of mono- and di- valent salts on the heme- nonheme- iron ratio in meat, *Food Chem*, 73, 433-439.

Krokida, M. K., Maroulis, Z. B., and Saravacos, G. D., 2001, Rheological properties of fluid fruit and vegetable pure products: Complication of literature data, *Inter J Food Properties*, 4 (2), 179–200.

Kropf, D. H., 1993, Colour stability, Factors affecting the colour of fresh meat, *Meat Focus Int*, 1, 269−275.

Kruk, Z. A., Yun, H., Rutley, D. L., Lee E. J., Kim Y. J. and Jo, C., 2011, The effect of high pressure on microbial population, meat quality and sensory characteristics of chicken breast filet, *Food Control*, 22, 6-12.

Krzywicki, K., 1982, The determination of haem pigment in meat, *Meat Sci*, 7, 29-35.

Kurt, A., 1972, Süt ve mamulleri muayene ve analiz metotları rehberi, 3. Baskı, *Atatürk Üniversitesi*, Yay No: 252, Erzurum.

Kurt, S. and Zorba, O., 2005, The effects of different levels of non-fat dry milk and whey powder on emulsion capacity of beef, turkey and chicken meats, *Int J Food Sci Technol*, 40, 509–516.

Kurt, Ş. and Zorba, Ö., 2007, Emulsion characteristics of beef and sheep offal, *J of Muscle Foods*, 18, 129-142.

Laborde, J. L., Bouyer, C., Caltagirone, J. P. and Gerard, A., 1998, Acoustic bubble cavitation at low frequencies, *Ultrasonics*, 36, 589−594.

Lawrence, T. E., 2002, Ingredient strategies to improve quality attributes of injection marinated beef, Ph. D. Dissertation, Kansas State Univ, Manhattan, KS, USA.

Lawrie, R., 1998, Meat Science (6th ed.), Cambridge, UK: *Woodhead Publishing Ltd.*

Leal-Ramos, M. Y., Alarcon-Rojo, A. D., Mason, T. J., Paniwnyk, L. and Alarjah, M., 2011, Ultrasound-enhanced mass transfer in Halal compared with non-Halal chicken, *J Sci Food Agric,* 91,130–133.

Lee, C. M., 1985, Microstructure of meat emulsions in relation to fat stabilization, *Food Microstruct*, 4, 63–72.

Lee, B. J., Hendricks, D. G., and Cornforth, D. P., 1999, A comparison of carnosine and ascorbic acid on color and lipid stability in a ground beef pattie model system. *Meat Sci.*, 51, 245-253.

Lee, S. O., Min, J.S., Kim I. S., Lee M., 2003, Physical evaluation of popped cereal snacks with spent hen meat, *Meat Sci,* 64, 383–390.

Lemos, A. L. S. C., Nunes, D. R. M. and Viana, A. G., 1999, Optimization of the still-marinating process of chicken parts, *Meat Sci*, 52: 227-234.

Li, C-T., 2006, Myofibrillar protein extracts from spent hen meat to improve whole muscle processed meats, *Meat Sci*, 72, 581-583.

Lombardi-Boccia, G., Dominguez, B. M., and Aguzzi, A., 2002, Total heme and non-heme iron in raw and cooked meat, *J of Food Sci*, 67 (5), 1738–1741.

Lopez de Ogaro, M. D., Bercovich, F., Pilasof, A. M. R., and Bartholomia, G., 1986, Denaturation of soybean proteins related to functionality and performance in a meat system, *J Food Technol*, 21, 279.

Lopp, A., and Weber, H., 2005, Research into the optimising the tenderness of beef from parts of the forequarter. *Die Fleischwirtschaft*, 85 (3), 111–116.

Lyng, J.G., Allen, P. and McKenna, B., 1998 a, The effects of pre- and post-rigor high-intensity ultrasound treatment on aspects of lamb tenderness, *LWT Food Sci Technol*, 31 (4), 334-338.

Lyng. J.G., Allen. P. and McKenna. B.M., 1998 b, The effect on aspects of beef tenderness of pre- and post-rigor exposure to a high intensity ultrasound probe, *J Sci Food Agric,* 78 (3), 308-314.

Mason, T. J. and Cordemans, E.D., 1996, Ultrasonic identification of chemical prosesing and related operations, A review, *Trans Icheme*, 74, Part A, 511-516.

Mason, T.J., Paniwnyk, L. and Chemat, F., 2003, Ultrasound as a preservation technology. In food preservation techniques (Zeuthen P, Bøgh-Sørensen L, eds). Cambridge: *Woodhead Publishers*, 303–337.

Mason, T., Riera, E., Vercet, A., Lopez-Buesa, P., 2005, Application of ultrasound. In D. W. Sun (Ed.), Emerging technologies for food processing, California, *Elsevier Academic Press,* 323-350.

Marshall, W.H., Dutson, T.R., Carpenter, Z.L. and Smith, G.C., 1975, A simple method for emulsion end-point determinations, *J Food Sci*, 40, 896-897.

McClements, D.J., 1995, Advances in the application of ultrasound in food analysis and processing, *Trends in Food Sci and Technol*, 6 (9), 293-299.

McClements, D. J., 1997, Ultrasonics characterization of food and drinks: Principles, methods and applications, *Crit Rev Food Sci Nutr*, 37, 1-46.

McClements, D.J., 1999, Characterization of emulsion properties. In food emulsions: Principles and techniques (D.J. McClements, ed.) *CRC Press*, Boca Raton, FA,

McCormick, R. J., 1994, Structure and properties of tissues. In D. M. Kinsman, A. W. Kotula, & B. C. Breidenstein (Eds.), Muscle foods, London: *Chapman & Hall*, 25–62.

Mead, G. C., 2000, Fresh and further-processed poultry. The microbiological safety and quality of food. Lund, B. M., Baird–Parker, T. C., Gould, G. W. (eds.), Volume I, An *Aspen Publication*, 445-471.

Miller, D.D., 1996, Minerals. In: Fennema, O.R. (Ed.), Food Chemistry, third ed. Marcel Dekker, Inc., New York.

Min, B., Nam, K.C., Cordray, J. and Ahn, D.U., 2008, Endogenous factors affecting oxidative stability of beef loin, pork loin, and chicken breast and thigh meats, *J of Food Sci*, 73 (6), 439-446.

Min, B. and Ahn, D. U., 2009, Factors in various fractions of meat homogenates that affect the oxidative stability of raw chicken breast and beef loin, *J of Food Sci*, 74 (1), 41-48.

Minitab, 1998, Minitab for Windows Release 12.1., Minitab Inc., *New-York, ABD*.

Minolta, 1994, Precise Color Communication: Color Control from Feeling to Instrumentation. Minolta Co., Ltd., Ramsey, NJ.

Mittal, G. S. and Usborne, W. R., 1985, Meat emulsion extenders, Food Technol., 38, 121.

Mstat-C,1989, A microcomputer program for the design, management, and analysis of agronomic research experiments (Distribution April 1989, After Version I in 1983), *Michigan State Univ*, USA.

Modi, V. K., Mahendrakar, N. S., Sachindra N. M. and Narasimha, R. D., 2004, Quality of nuggets prepared from fresh and smoked spent layer chicken meat, *J of Muscle Foods,* 15, 195-204.

Monin, G., 1998, Recent methods for predicting quality of whole meat, *Meat Sci*, 49 (1), 231–243.

Morel, M.-H., Dehlon, P., Autran, J.C., Leygue, J.P., Bar-L'Helgouac'h, C., 2000, Effects of temperature, sonication time, and power settings on size distribution and extractability of total wheat flour proteins as determined by size-exclusion high-performance liquid chromatography, *Cereal Chem*, 77, 685–691.

Moulton, K.J., Wang, L.C., 1982, A pilot-plant study of continuous ultrasonic extraction of soybean protein, *J Food Sci*, 47, 1127–1129.

Mutlu, Ö.F., 1989, Herstellung von Speckfreien Dauerbrühwürsten Unter Besonderer Berücksichtigung von Geflügelfleisch. Tierarztlichen Fak. Der Univ. München.

Northcutt, J. K., Foegeding, E. A., and Edens, F. W., 1994, Waterholding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat, *Poultry Sci*, 73, 308–316.

Northcutt, J. K, 2007, Factors affecting poultry meat quality. Cooperative extension service. *The Univ of Georgia College of Agric and Env Sci*, http://www.uga.edu.us.

Nowsad, A. A. K. M., Kanoh, S. and Niwa, E., 2000, Thermal gelation characteristics of breast and thigh muscles of spent hen and broiler and their surimi, *Meat Sci*, 54, 169-175.

Nuckles, R.O., Smith, D.M. and Merkel, R.A., 1990, Meat by-product protein composition and functional properties in model systems, *J Food Sci*, 55, 640- 643.

Ockerman, H. W., 1985, Quality control of postmortem muscle tissue, Vol.3.Ed. *The Ohio State Univ Department of Anim Sci,* Columbus, OH., USA.

O'Donnell, C.P., Tiwari, B.K., Bourke, P., Cullen, P.J., 2010, Effect of ultrasonic processing on food enzymes of industrial importance, *Trends in Food Sci and Technol*, 21 (7), 358–367.

Offer, G., and Trinick, J., 1983, On the mechanism of water holding in meat: The swelling and shrinking of myofibrils, *Meat Sci*, 8, 245–281.

Offer, G. and Cousins, T., 1992, The mechanism of drip production: Formation of two compartments of extracellular space in muscle post mortem, *J of The Sci of Food and Agric*, 58, 107-116.

Ofoli, R. Y., 1990, Interrelationship of reology, kinetics, and transport phenomena in food processing. In H. Faridi and J.M. Faubion Eds., Dough rheology and baked products texture, *New York*, AVI.

Orr, H.L., Wogar, W.G. 1979, Emulsifying characteristics and composition of mechanically deboned chicken necks and backs from different sources, *Poultry Sci*, 58 (3), 577.

Ören M. N., Bahadır B., 2005, Türkiye'de ve OECD ülkelerinde hayvansal ürün politikaları ve bu politikalar sonucu ortaya çıkan transferler, *Hayvansal Üretim*, 46 (1), 1-7.

Özdemir, S., Zorba, Ö. ve Gökalp, H.Y., 1994, Yağsız süt tozu, yağsız süt ve peyniraltı suyunun emülsiyon özellikleri, *Doğa Tr. Agric Forestry*, 18, 507-513.

Özkoç, S.Ö., 2010, Kızılötesi ve kızılötesi kombinasyon ısıtma teknolojilerinin gıda işleme uygulamalarında kullanımı, *Gıda,* 35 (3), 211-218.

Öztan, A., 1993, Et bilimi ve teknolojisi, *Hacettete Üniv Müh Fak Yayınları*, Yayın No:19, 128-129.

Öztan, A., 2005, Et bilimi ve teknolojisi, *TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları*, Yayın No:1, Genişletilmiş Baskı, 495s, Ankara.

Patist, A., and Bates, D., 2008, Ultrasonic innovations in the food industry: From the laboratory to commercial production, *Int Food Sci and Emerging Technol*, 9, 147-154.

Pearce, K.N. and Kinsella, J.E., 1978, Emulsifying properties of proteins: Evaluation of a turbidimetric technique, *J Agric Chem*, 26 (3), 716-723.

Pearson, A. M., and Young, R. B., 1989, Muscle and meat biochemistry, New York: *Academic Press*.

Piyasena, P., Mohareb, E. and McKellar, R.C., 2003, Inactivation of microbes using ultrasound: A review, *Int J of Food Microbiol*, 87, 207– 216.

Pohlman, W. F., 1994, Ultrasound uses for cookery, and to improve cooking, textural, sensory, and shelf-life stability properties of beef muscle, *Kansas State Univ*., Manhattan, Kansas.

Pohlman, F. W., Dikeman, M. E., and Kropf, D. H., 1997. Effects of high intensity ultrasound treatment, storage time and cooking method on shear, sensory, instrumental color and cooking properties of packaged and unpackaged beef pectoralis muscle, *Meat Sci*, 46 (1), 89–100.

Price, J.F., Scweigert, B.S., 1971., The science of meat and meat products, *Freeman and Comp,* San Francisco, USA, 660.

Rao, M. A. and Anathswaran, R. C., 1982, Rheology of fluids in food processing, *Food Technol*, 36, 116-126.

Rastogi, N. K., 2011, Opportunities and challenges in application of ultrasound in food processing, *Critical Reviews in Food Sci and Nutrit*, 51,705–722.

Reynolds, J.B., Anderson, D.B., Schmidt, G.R., Theno, D.M., Siegel, D.G., 1978, Effects of ultrasonic treatment on binding strength in cured ham rolls, *J Food Sci*, 43, 866–869.

Saffle, R. L., 1968, Meat emulsions, *Adv Food Res*, 16, 105.

Saldamlı, İ., ve Saldamlı, E., 1990, Gıda endüstrisi makinaları, *Hacettepe Üniv. Müh. Fak. Gıda Müh. Ders Kitab*ı, 454 s, Ankara.

Sarıçoban, C., 2000, Sığır etine farklı oranlarda karıştırılan yumurta tavuğu etinin Türk tipi sucuk üretiminde kullanılabilme imkanları üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Sarıçoban, C., Özalp, B., Yılmaz, M. T., Özen, G., Karakaya, M., and Akbulut, M., 2008, Characteristics of meat emulsion systems as influenced by different levels of lemon albedo, *Meat Sci*, 80, 599−606.

Sarıçoban, C., Yılmaz, M.T., Karakaya, M., Tiske, S.S., 2010, The effect of different levels of sunflower head pith addition on the properties of model system emulsions prepared from fresh and frozen beef, *Meat Sci*, 84, 186–195.

Sarma, J., Vidya Sagar Reddy, G., Srikar, L. N., 2000, Effect of frozen storage on lipids and functional properties of proteins of dressed indian oil sardine (*Sardinella longiceps*), *Food Res Int*, 33, 815–820.

Savage, A. W., Warriss, P. D., and Jolley, P. D., 1990, The amount and composition of the proteins in drip from stored pig meat*, Meat Sci*, 27, 289–303.

Schäfer, A., Rosenvold, K., Purslow, P. P., Andersen, H. J., and Henckel, P. 2002, Physiological and structural events post mortem of importance for drip loss in pork, *Meat Sci*, 61, 355-366.

Scherba, G., Wrigel, R. M. and O'Brien, W. D., 1991, Quantitative Assesment of the germicidal efficacy of ultrasonic energy, *Appl and Environ Microbiol*, 57 (7): 2079-2084.

Schut, J. 1976. Food Emulsions. Marcel Decker, New York, USA, p.370.

Schilling, M.W., Radhakrishnan, V., Thaxton, Y.V., Christensen, K., Thaxton, J.P. and Jackson, V., 2008, The effects of broiler catching method on breast meat quality, *Meat Sci,* 79, 163–171.

Schricker, B.R., Miller, D.D. and Stouffer, J.R., 1982, Measurement and content of nonheme and total iron in muscle, *J of Food Sci*, 47, 740–743.

Schricker, B. R., and Miller, D. D., 1983, Effect of cooking and chemical treatment on heme and nonheme iron in meat, *J of Food Sci*, 48, 1340–1349.

Shand, P. J., 2000, Textural, water holding, and sensory properties of low-fat pork bologna with normal and waxy starch hull-less barley, *J of Food Sci*, 65, 101−107.

Singh, R. R. B., Rao, K. H., Anjaneyulu, A. S. R., Patil, G. R., 2001, Moisture sorption properties of smoked chicken sausages from spent hen meat, *Food Research Int*, 34, 143-148.

Smith, N.B., Cannon, J.E., Novakofski, J.E., McKeith, F.K. and O'Brien, W.D., 1991, Tenderization of *Semitendinosus* muscle using high intensity ultrasound, *Proceedings of the IEEE Ultrasonics Symp*, 1371-1374, Orlando, FL, USA.

Soria, A.C., Villamiel, M., 2010, Effect of ultrasound on the technological properties and bioactivity of food: A review, *Trends in Food Sci and Technol*, 21, 323-331.

Stadnik, J., Dolatowski, Z.J. and Baranowska, H. M., 2008, Effect of ultrasound treatment on water holding properties and microstructure of beef (M. *semimembranosus*) during ageing, *LWT Food*, 41, 2151-2158.

Steel, R. G. D., and Torrie, J. H., 1980, Principle and procedures of statistic: A biometrical approach, *New York: McGraw-Hill*.

Suslick, K. S., 1988, Homogeneous sonochemistry, In K. S. Suslick (Ed.), Ultrasound: Its chemical, physical, and biological effects, New York: *VCH Publishers*, 123−163.

Suzuki, A. H., Lee, J., Padilla, S. G. and Martini, S., 2010. Altering functional properties of fats using power ultrasound, *J of Food Sci,* 75 (4), 208-214.

Swift, C.E., Locker, C., Fryar, A. J., 1961, Comminuted meat emulsions, the capacity of meats for emulsifying fat, *J Food Sci*, 35, 468.

Şener, A. ve Temiz, A., 2004, Tavuk kesimhane ve işletmelerinde kullanılan ticari dezenfektanlar ve etkinlikleri. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 2 (10): 1-28 www.mikrobiyoloji.org/pdf/702041001.pdf.

Toldrá, F., 1998, Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products, *Meat Sci*, 49, 101–110.

Tornberg, E. and Hermansson, M., 1977, Functional characterization of protein stabilized emulsions: Effect of processing, *J Food Sci*, 42, 468–472.

Tornberg, E., 2005, Effects of heat on meat proteins. Implications on structure and quality of meat products, *Meat Sci*, 70, 493–508.

Trespalacios, P., Pila, R., 2007, Simultaneous application of transglutaminase and high pressure to improve functional properties of chicken meat gels, *Food Chem,* 100, 264–272.

Troy, D. J. ve Kerry, J. P., 2010. Consumer perception and the role of science in the meat industry, *Meat Sci*, 86, 214–226.

Tserveni-Gousi, A. S., Yannakakis, S., Yannakopoulos, A. L., Giamoustaris, A., Christaki, E. 2001, Effect of flaxseed in turkey diets on lipid composition of breast, *Proceedings of XV European Symposium on the Quality of Poultry Meat*, 9-12 Sept, Aydın, Turkey, 151-156.

Twarda, J. and Dolatowski, Z.J., 2006, The effect of sonication on the colour and WHC of normal and PSE pork, *Anim Sci*, 1, 184-185.

Van Laack, R. L. J. M., Liu, C. H., Smith, M. O., and Loveday, H. D., 2000, Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat, *Poultry Sci*, 79, 1057–1061.

Villamiel, M., Hamersveld, E. H. van and Jong, P. De., 1999, Effect of ultrasound processing on the quality of dairy products, *Milchwissench*, 54 (2), 69-74.

Vimini, R. J., Kemp, J. D. and Fox, J. D., 1983, Effect of low frequency ultrasoud on properties of restructure beef rolls, *J of Food Sci*, 4, 1572-1573.

Yapar, A., Atay, S., Kayacier, A., and Yetim, H., 2006, Effects of different levels of salt and phosphate on some emulsion attributes of the common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758), *Food Hydrocolloids*, 20, 825–830.

Yerlikaya, P., ve Gökoğlu, N. 2003, Gıda endüstrisinde yüksek frekanslı ultrason uygulamaları, *Akdeniz Üniv Ziraat Fak Gıda Müh Böl,* Antalya.

Yetişir, R., Karakaya, M., İlhan, F., Yılmaz, M. T. ve Özalp, B., 2008, Tüketici tercihini etkileyen bazı piliç eti kalite özellikleri üzerine farklı aydınlatma programları ve cinsiyetin etkileri, *Hayvansal Üretim,* 49 (1), 20-28.

Youssef, M. K. and Barbut, S., 2009, Effects of protein level and fat/oil on emulsion stability, texture, microstructure and color of meat batters, *Meat Sci,* 82, 228–233.

Youssef, M. K., and Barbut, S., 2011, Effects of two types of soy protein isolates, native and preheated whey protein isolates on emulsified meat batters prepared at different protein levels, *Meat Sci*, 87, 54–60.

Yu, L.H., Lee, E.S., Jeong, J.Y., Paik, H.D., Choi, J.H. and Kim, C.J., 2005, Effects of thawing temperature on the physicochemical properties of pre-rigor frozen chicken breast and leg muscles, *Meat Sci*, 71, 375–382.

Wang, L.C., 1975, Ultrasonic extraction of proteins from autoclaved soybean flakes, *J Food Sci*, 40, 549–551.

Wang, L., and Weller, C. L., 2006, Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants, *Trends in Food Sci and Technol*, 17, 300–312.

Wardlaw, F. B., Skelley, G. C., Johnson, M. G. and Acton, J. C. 1973, Changes in meat components during fermentation, heat procesing and drying of a summer sausage, *J of Food Sci*, 38, 1128-1231.

Webb, N.B., Ivey, J.F., Craig, H.B., Jones, V.A. and Monroe, R.J., 1970, The measurement of emulsifying capacity by electrical resistance, *J Food Sci*, 35, 501.

Weiss, J., Kristbergsson, K., Kjartansson, G.T., 2011, Engineering food ingredients with high-intensity ultrasound, In: Feng, H., Barbosa-Cánovas, G.V., Weiss, J. (Eds.),

Ultrasound technologies for food and bioprocessing, *Springer Science+Business Media*, New York, 239–285.

Wick, M. and Li, C.-T. 2001, Improxement of the physicochemical properties of pale soft and exudative (PSE) pork meat products with an extract from mechanically deboned turkey meat (MDTM), *Meat Sci*, 58,189-195.

Wilson, J.W., 2003, Genomic and computing strategies in the optimization of the genetic component of specification beef, *J Animal Sci*, 81, 24-27.

Wongwiwat, P., Wattanachant, S. and Siripongvutikorn, S., 2010, Effect of phosphate treatments on microbiological, physicochemical changes of spent hen muscle marinated with Tom Yum paste during chilled storage, *J Sci Food Agric*, 90, 1293–1299.

Wright, L. I., Scanga, J. A., Belk, K. E., Engle, T. E., Tatum, J. D., Person, R. C., 2005, Benchmarking value in the pork supply chain: Characterization of US pork in the retail marketplace, *Meat Sci*, 71 (3), 451–463.

Wyche, R. C., and Goodwin, T. L., 1974, Hot-cutting of broilers and its influence on tenderness and yield, *Poultry Sci*, 53, 1668–1675.

Zayas, J.F. and Gorbatow, W.M., 1978, Use of ultrasonics in meat technology, *Fleischwirtsch*, 6, 1009-1012.

Zayas, J. E., 1997, Emulsifying properties of proteins, In J. F. Zayas (Ed.), Functionality of proteins in food, Berlin, Germany: *Springer*, 134-227.

Zhang, S.X., Farouk, M.M., Young, O.A., Wieliczko, K.J. and Podmore, C., 2005, Functional stability of frozen normal and high pH beef, *Meat Sci,* 69, 765-772.

Zipp, A., Kauzmann, W., 1973, Pressure denaturation of metmyoglobin, *Biochemistry*, 12 (21), 4217–4228.

Zorba. O., 1990, Taze ve dondurulmuş sığır etlerinin çeşitli emülsiyon parametreleri üzerinde farkli yağ sıcaklıgı, fosfat ve tuz seviyesi etkisinin model sistemde araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum, 74.

Zorba, Ö., Gökalp, H. Y., Yetim, H., and Ockerman, H. W., 1993, Salt, phosphate and oil temperature effects on emulsion capacity of fresh or frozen meat and sheep tail fat, *J of Food Sci*, 58 (3), 492–496.

Zorba, Ö., Özdemir, S. and Gökalp, H.Y., 1998, Stability of model emulsions prepared using whey and muscle proteins, *Nahrung*, 42, 16-18.

Zorba, Ö. and Kurt, Ş., 2006, Optimization of emulsion characteristcs of beef, chicken and turkey meat mixtures in model system using mixture design, *Meat Sci*, 73, 611-618.

Zorba, Ö. and Kurt, Ş., 2008, The effects of different plant oils on some emulsion properties of beef, chicken and turkey meats, *Int J of Food Sci and Technol*, 43, 229–236.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Kübra ÜNAL
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Erzincan 17/02/1985
Telefon : 0505-7589809
Faks :
e-mail : ulusoy_kubra@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	:	Erzincan Anadolu Lisesi, Erzincan	2003
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi, Konya	2008
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi, Konya	2012
Doktora	:	-	-

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2009-…	Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü	Araştırma Görevlisi
2008-2009	Tadal Yemek A.Ş 59. Topçu Tugayı ve 3.Ordu Komutanlığı Hazır Yemek Uygulama Projesi	Gıda Mühendisi
2008-2009	Bediroğlu Hazır Yemek Fabrikası	Sorumlu Yönetici

UZMANLIK ALANI: Et Bilimi ve Teknolojisi

YABANCI DİL: İngilizce (KPDS:74, ÜDS:72.5)