



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELEKTROLİZE SUYUN SIĞIR VE TAVUK ETLERİNİN BAZI EMÜLSİYON KARAKTERİSTİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

HATİCE BERNA POÇAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Haziran-2012
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTROLİZE SUYUN SIĞIR VE TAVUK ETLERİNİN BAZI EMÜLSİYON KARAKTERİSTİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Hatice Berna POÇAN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA

2012, 80 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Yrd. Doç. Dr. Ayhan DURAN

Bu araştırmada, farklı pH değerlerine sahip elektrolize suların sığır ve tavuk etlerinin bazı emülsiyon karakteristikleri üzerine oluşturduğu etkiler belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan sığır ve tavuk etlerinin kimyasal kompozisyonları, pH, pişirme kaybı ve farklı pH değerlerine sahip elektrolize sularla hazırlanan et+çözelti karışımlarının pH değerleri tespit edilmiştir. Bu karışımların mısır yağı ile oluşturdukları emülsiyonların; emülsiyon kapasitesi (EK), emülsiyon stabilitesi (ES), emülsiyondan ayrılan su (EAS), emülsiyondan ayrılan yağ (EAY), emülsiyon viskozitesi (EV), emülsiyon özgül ağırlığı (EÖA), ısıl işlem uygulanmış ve uygulanmamış emülsiyonların renk değerleri ve su tutma kapasiteleri tespit edilmiştir.

Araştırmada kullanılan sığır etinin %31.82'si kuru madde, %21.46'sı protein, %9.32'si yağ ve %0.958'i külden oluşmaktadır. Tavuk eti ise %26.34'ü kuru madde, %22.13'ü protein, %3.22 yağ ve %1.053 kül içermektedir. Sığır etinin pH değeri 5.99 iken, tavuk etinin pH değeri 6.10 olarak tespit edilmiştir. Sığır ve tavuk etlerinin, %0.5 K_2HPO_4+%2.5 NaCl seviyesinde farklı pH değerlerindeki elektrolize sular ile hazırlanan çözeltilerle oluşturduğu et+çözelti'lerinin ve bu karışımlardan hazırlanan emülsiyonlarının pH'ları yükselmiş, sığır eti+çözelti pH değeri 6.84, emülsiyon pH değeri 7.43, tavuk eti+çözelti pH değeri 6.75, emülsiyon pH değeri 7.30 şeklinde tespit edilmiştir. Sığır etinin PK değeri %21.37 olarak bulunurken tavuk etinin PK değeri %24.63 olarak tespit edilmiştir. Sığır etinin EK değeri 160.6 ml yağ/g protein, tavuk etinin ise 166.7 ml yağ/g protein olarak belirlenmiştir. Farklı pH değerlerindeki elektrolize suların ilavesi sonucunda en yüksek EK değerine pH:10.0 su çeşidinde ulaşılmıştır. Sığır etinin emülsiyon stabilite oranı %63.29; emülsiyondan ayrılan su oranı %36.46 ve emülsiyondan ayrılan yağ oranı %0.25 olup, tavuk etinin emülsiyon stabilite oranı %64.96; emülsiyondan ayrılan su oranı %35.04 olmuştur. Sığır eti ile hazırlanan emülsiyonların özgül ağırlığı 0.8885 g/cm^3, tavuk eti ile hazırlanan emülsiyonların özgül ağırlığı ise 0.8802 g/cm^3 şeklinde belirlenmiştir. pH:10.0 olan elektrolize su ilavesi emülsiyon viskozitesini önemli ölçüde artırmıştır. Sığır ve tavuk etlerinden hazırlanan ısıl işlem uygulanmamış emülsiyonlarda, sığır etinin L^* değeri (86.57), tavuk etinden (89.33) düşük bulunmuştur. Sığır etinin a^*, b^*, Chroma ve Hue değerleri tavuk etine kıyasla daha yüksek bulunmuştur. pH'sı 10.0 olan elektrolize su ilavesi, sığır ve tavuk etlerinin su tutma kapasitesini çok önemli düzeyde yükseltmiştir.

Sonuç olarak; en yüksek EK, ES, EV ve EÖA değerleri; pH:10.0 olan elektrolize suların kullanıldığı sığır ve tavuk etlerinden elde edilen emülsiyonlarda tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sığır eti, tavuk eti, elektrolize su, emülsiyon özellikleri, teknolojik özellikler.

ABSTRACT

MS THESIS

EFFECT OF ELECTROLYZED WATER ON SOME EMULSION CHARACTERISTICS OF BEEF AND CHICKEN

Hatice Berna POÇAN

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, 80

Jury
Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA
Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Yrd. Doç. Dr. Ayhan DURAN

In this research, we have established the effects of electrolyzed waters with different pH values on certain emulsion characteristics of beef and chicken. The chemical compositions of the beef and chicken used in the study, pH value, cooking loss (PK) and the pH values of meat and solution mixtures prepared through electrolyzed waters with different values have been determined. Also the emulsion capacity (EK), the emulsion stability (ES), the water seperation from the emulsion (EAS), the oil seperation from the emulsion (EAY), the viscosity of the emulsion (EV), specific gravity of the emulsion (EÖA) of the emulsions that these mixtures constitute together with corn oil and the color values and water holding capacities of the emulsions that were and were not heat treated have been studied.

The beef used in the study was 31.82 % dry matter, 21.46 % protein, 9.32 % fat and 0.958 % ash. The chicken was 26.34 % dry matter, 22.13 %protein, 3.22 % fat and 1.053 % ash. While the pH value of the beef was 5.99, that of the chicken was 6.10. The pH values of the meat plus solutions of the beef and the chicken that were made up the solutions prepared by electrolyzed waters with different values and those of the emulsions prepared out of these mixtures at 0.5% K_2HPO_4+2.5 % NaCl levels increased; the pH value of the beef plus solution was measured as 6.84, the emulsion pH value as 7.43, the chicken plus solution pH value as 6.75, the emulsion pH value as 7.30. While the PK value of the beef was found to be 21.37 %, that of the chicken was determined to be 24.63 %. The EK value of the beef was measured as 160.6 ml fat/g protein, and that of the chicken was 166.7 ml fat/g protein. As a result of adding electrolyzed waters with different pH values, the highest EK value was reached in the water whose pH value was 10.0. Whereas the proportion of emulsion stability of the beef was 63.29 %, the preportion of the water seperated from the emulsion was 36.46 % and the oil separation from the emulsion was 0.25 %. The ES value from chicken was 64.96 % and the proportion of the water seperated from the emulsion was 35.04 %. The specific gravity of the emulsions prepared from the beef was 0.8885 g/cm^{3,} and the specific gravity of those prepared from chicken was 0.8802 g/cm$^{3.}$ The addition of the electrolyzed water with a pH value of 10.0 significantly increased the viscosity of the emulsions. The *L** value of the beef (86.57) was found lower than that of the chicken (89.33) in emulsions prepared from beef and chicken without heat treatment. The *a**, *b**, Chroma and Hue values of the beef were found to be higher compared with those of the chicken. The addition of electrolyzed water with a pH value of 10.0 significantly increased the water holding capacity of both beef and chicken.

In conclusion, the highest EK, ES, EV, EÖA values were measured in emulsions that were obtained from the beef and the chicken on which the electrolyzed waters with a pH 10.0 were used.

Key Words: Beef, chicken, electrolyzed water, emulsion characteristics, technological properties.

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA'nın danışmanlığında tamamlanarak, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunulmuştur.

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübesi ile bana yol gösteren ve karşılaştığım zorluklarda manevi desteğini esirgemeyen çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA'ya, bilgi ve desteği ile her zaman yanımda olan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Nihat AKIN'a ve Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN'a, tezimin laboratuvar aşamasında yardımlarını gördüğüm Arş. Gör. Kübra ÜNAL'a, Öğr. Gör. Halime ALP'e, S.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği lisans öğrencilerine, beni her zaman destekleyen ve tüm öğrenim hayatım süresince hep yanımda olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hatice Berna POÇAN
KONYA-2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR .....

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **4**

3. MATERYAL VE METOT **33**

3.1. Materyal 33
3.2. Metot.....34
3.2.1. Deneme Planı 34
3.2.2. Örneklerin Analize Hazırlanmaları.....35
3.2.3. Analiz Metotları.....36
3.2.3.1. Kuru madde tayini.....36
3.2.3.2. Protein tayini.....36
3.2.3.3. Yağ tayini.....36
3.2.3.4. Toplam kül miktarı tayini.....36
3.2.3.5. pH tayini.....37
3.2.3.5.1. Et örneklerinde pH tayini.....37
3.2.3.5.2. Tuz-fosfat çözeltisi ilave edilmiş homojenizatlarda pH tayini.....37
3.2.3.5.3. Emülsiyon pH tayini.....37
3.2.3.6. Pişirme kaybı (PK) tayini.....37
3.2.3.7. Su tutma kapasitesi (STK) tayini.....38
3.2.3.8. Emülsiyon kapasitesi (EK)'nin belirlenmesi.....38
3.2.3.9. Emülsiyon stabilitesi (ES)'nin belirlenmesi.....39
3.2.3.10. Emülsiyon özgül ağırlığının (EÖA) belirlenmesi.....39
3.2.3.11. Emülsiyon viskozitesi (EV)'nin belirlenmesi.....40
3.2.3.12. Renk analizleri.....40
3.2.4. İstatistiki analizler.....41

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **42**

4.1. Analitik Sonuçlar 42
4.2. Emülsiyon Özelliklerine Ait Sonuçlar.....43
4.2.1. Et+çözelti ve emülsiyon pH'larına ait sonuçlar.....43
4.2.2. Emülsiyon kapasitesi (EK) sonuçları.....44
4.2.3. Emülsiyon stabilitesi (ES), emülsiyondan ayrılan su (EAS) ve emülsiyondan ayrılan yağ oranları (EAY) sonuçları.....46

4.2.4. Emülsiyon viskozitesi (EV) sonuçları……...49
4.2.5. Emülsiyon özgül ağırlığı (EÖA) sonuçları……51
4.2.6. Emülsiyon renk analizi sonuçları……...52
4.2.7. Isıl işlem uygulanmış emülsiyonların renk analizi sonuçları…….....54
4.3. Bazı Teknolojik Özellikleri Ait Sonuçlar……57
4.3.1. Su tutma kapasitesi (STK) sonuçları…….57
4.3.2. Pişirme kaybı (PK) sonuçları…….59

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 60

KAYNAKLAR 63

ÖZGEÇMİŞ 80

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

*a** : Kırmızılık
*b** : Sarılık
C : Chroma
EAS : Emülsiyondan ayrılan su
EAY : Emülsiyondan ayrılan yağ
EK : Emülsiyon kapasitesi
EMK : Elektro motor kuvveti
EÖA : Emülsiyon özgül ağırlığı
ES : Emülsiyon stabilitesi
EV : Emülsiyon viskozitesi
Fe : Demir
g : Gram
HA : Hue angle
HACCP:Tehlike Analizi Kritik Kontrol Noktası
HLB : Hidrofilik-lipofilik balans değeri
kg : Kilogram
*L** : Parlaklık
M : Molar
ml : Mililitre
mV : Milivolt
ORP : Oksidasyon redüksiyon potansiyeli
P : Fosfor
PK : Pişirme kaybı
SE : Sığır eti
STK : Su tutma kapasitesi
TE : Tavuk eti

1.GİRİŞ

Toplumu ve onu oluşturan bireylerin sağlıklı olarak yaşamlarını sürdürebilmelerinde, sosyal ve ekonomik yönden gelişebilmelerinde yeterli ve dengeli beslenme temel koşullardan birisidir. Vücudun gelişmesi ve dokuların yenilenmesi için gerekli olan besin öğelerinin her birinin yeterli miktarlarda alınması ve vücutta uygun şekilde kullanılması yeterli ve dengeli beslenmedir. Besin öğeleri, vücudun gereksinmeleri düzeyinde alınamazsa, yeterli enerji oluşmadığı ve vücut dokuları yapılamadığından yetersiz beslenme durumu oluşur. Bu durum sonucunda büyüme ve gelişmenin engellendiği ve sağlığın bozulduğu bilimsel olarak ortaya konmuştur.

İnsanların yeterli ve dengeli beslenmelerinde hayvansal orijinli proteinler oldukça önemlidir. Etin, gıda maddesi olarak en önemli özelliklerinden biri protein içeriğidir. Protein miktar ve kalitesi, ayrıca, et proteinlerinin biyolojik değerinin yüksek olması bakımından insan beslenmesinde oldukça önemlidir. Bugün halen dünyada yeterli miktarda gıda maddesi tüketemeyen ve fiziki açlıkla karşı karşıya olan yöre ve toplumlar olduğu gibi dengeli bir şekilde beslenemeyen ve özellikle protein yetersizliği görülen toplum ve yöreler de oldukça yaygındır. Bu problemlerin çözümünde, et üretim ve teknolojisinin geliştirilmesi, şüphesiz ki en başta gelen hareket noktalarından biridir.

Günümüzde kişi başına tüketilen et ve et ürünleri miktarı ülkelerin gelişmişlik ölçüsü olarak kabul edilmektedir. Bilim ve teknoloji alanında son yıllarda meydana gelen ilerlemeler karşısında et endüstrisinde de büyük aşamalar kaydedilmiştir. Buna paralel olarak et üretimi artmış ve toplam et üretiminin önemli bir kısmı et ürünleri üretiminde kullanılmaya başlanmıştır.

Gıda güvenliği, gıdaların korunması ve gıda tüketim zinciri içerisindeki güvenlik açısından önem arz eder. Günümüzde eski usül gıda işleme ve tüketiciye sunma yaklaşımlarında gerek tüketicinin bilinçlenmesi gerekse ülkelerin gıda yasalarını "daha sağlıklı ve güvenli gıda üretme" doğrultusunda güncellemeleri nedeniyle çok önemli değişimler meydana gelmiş ve gıda güvenliği konusu son yılların en önemli toplumsal tartışma konusu olmuştur. Gıda güvenliği kavramına dar bir çerçeveden bakıldığında, gıdaların amaçlanan kullanımına uygun olarak hazırlanması ve tüketildiğinde insanlara zarar vermemesi anlamında kullanılan bir kavram olmakla beraber daha geniş anlamda gıda kaynaklı hastalıklara neden olan biyolojik, fiziksel ve kimyasal etkenleri önleyecek şekilde gıdaların işlenmesi, hazırlanması, depolanması ve son tüketiciye sunulmasını tanımlayan bilimsel bir sistem döngüsüdür. Gıda kaynaklı hastalıklar, hem gelişmiş hem

de gelişmekte olan ülkelerde insan sağlığı üzerinde özellikle çocuklar, yaşlılar ve hamilelerde ciddi bir tehlike oluşturmaktadır. Bunun sonucunda insanların sağlığını ve hayatını kaybetmesi yanında, yapılan sağlık harcamaları büyük ekonomik kayıplara sebep olmaktadır (Anonim, 2012a).

Elektrolize su, diğer alışılmış dezenfeksiyon tekniklerine kıyasla ekonomik ve güvenli olması, kullanım kolaylığı ve çevre dostu olması sebebiyle son yıllarda önemli bir araştırma konusu olmuştur. Bir elektrik akımı tarafından aşılan bir elektrolitin uğradığı ayrışmaya '*elektroliz'* denir. Elektroliz, bu akımın elektrolit içinde iletilmesiyle birlikte gelişir. Kullanılan elektrolit su olduğunda; gerçekleşen ayrışma işlemine "suyun elektrolizi" denir. Bu olay sonucunda oluşan suya da, "elektrolize su" denmektedir (Millioğlu, 2006). Elektrolize su; asidik elektrolize su ve alkali elektrolize su olarak iki ayrı tipte sınıflandırılabilir. Elektrolize edilmiş alkali çözelti (pH > 11 ve ORP < - 800 mV), katot tarafından oluşturulur. Güçlü redüksiyon potansiyeline sahiptir ve gıdaları temizleyici çözelti olarak kullanılabilir (Hsu, 2005). Elektrolize edilmiş asit çözelti (pH < 2,7 ve ORP > 1100 mV) ise anot tarafından oluşturulur. Güçlü oksidasyon potansiyeline sahiptir ve bakteriyel dezenfektan olarak kullanılabilir (Tosa ve ark., 2000). Son zamanlarda elektrolize su; gıda, tarım ve tıp gibi çesitli alanlarda araştırmacıların ilgisini çekmiştir (Koseki ve Itoh, 2000). Elektrolize su; tıbbi uygulamalarda, enfeksiyonların önlenmesinde (Fabrizio ve ark., 2002), sebze sterilizasyonunda (Izumi, 1999; Park ve ark., 2001), gıda sanayinde (Al- Haq ve ark., 2001, 2002; Kim ve ark., 2003), mutfaklarda kullanılan gıdalar ve gıdaları hazırlama aletlerinin dezenfeksiyonunda (Venkitanarayanan ve ark., 1999a, 1999b) kullanılmaktadır. Elektrolize suyun, gıda, tıp ve sterilizasyon kullanım alanlarının dışında, halk tarafından da kullanıldığı bilinmektedir. Japonya, Amerika ve Rusya gibi ülkelerde evlerde, ev tipi elektrolize su cihazları vasıtasıyla elektrolize sular üretilip kullanılmaktadır (Millioğlu, 2006). Elektrolize suyun en büyük avantajı, üretiminde hiçbir tehlikeli kimyasal eklenmemesinden dolayı kullanıcıların sağlığının yanı sıra çevre üzerindeki daha az olumsuz etkisidir. Temizlik ve dezenfeksiyonda kullanılan kimyasallara kıyasla elektrolize su oldukça ekonomiktir. Üstelik elektrolize suyun insan vücuduna hiçbir zarar vermediği yapılan bilimsel çalışmalarla ortaya çıkarılmıştır.

Türkiye'de sosis ve salam üretimi, diğer et ürünlerine kıyasla oldukça yenidir ve son yıllarda yurdumuzda da tüketimi hızla artmaktadır. Bu nedenle bu alanda yapılacak olan çalışmalar büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada farklı pH değerlerine sahip elektrolize sular elde edilerek, bu suların sığır ve tavuk etleriyle oluşturulan et emülsiyonlarının çeşitli özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Et emülsiyonlarının oluşturulmasında ortama su/buz ilavesi söz konusu olduğundan, normal çeşme suyu yerine, elektrolize suyun kullanımı da bir diğer amacı oluşturmaktadır. Elektrolize suyun mikrobial açıdan güvenli olması avantajı da dikkate alınarak, et emülsiyonlarının temel bileşenlerinden olan çeşme suyu yerine, elektrolize su kullanılarak bu işlem gerçekleştirileceğinden daha düşük maliyetli, daha sağlıklı ve doğal ürünlerin üretilmesine katkı sağlanabilecektir. Aynı zamanda farklı pH'larda elde edilen elektrolize sular ile sığır ve tavuk etlerinin başta su tutma kapasitesi olmak üzere diğer bir kısım özellikleri de belirlenmeye çalışılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Sağlıklı bir yaşam, fiziksel ve zihinsel faaliyetlerin sürekliliği, büyüme ve gelişme ancak yeterli ve dengeli beslenmeyle mümkün olabilmektedir. Beslenme düzeyi, toplumsal kalkınmanın önemli ölçütlerinden biri olarak kabul edilmektedir.

Günümüzde yeterli ve dengeli beslenmenin toplum sağlığı üzerindeki etkisi yapılan pek çok araştırmada görülmüştür. Bireylerin ve toplumların sağlıklı olarak yaşamasında, ekonomik ve sosyal yönden gelişmesinde, refah düzeyinin artmasında, mutlu, huzurlu ve güvence altında varlığını sürdürebilmesinde; yeterli ve dengeli beslenme temel koşulların birisi ve belki de en önemlisidir (Sagun, 1987; Baysal, 2002; Bağcı ve Akdağ, 1992). Günümüzde beslenme ve sağlık ilişkisinin araştırıldığı pek çok çalışmanın verileri, yetersiz ve dengesiz beslenme sonucunda bazı kronik hastalık risklerinin arttığını ortaya koymuştur (El, 2008). İnsanların yeterli ve dengeli beslenmeleri için gereksinimleri olan enerji, protein, vitamin ve mineral madde ihtiyaçlarının karşılanmasında hayvansal ürünler ilk sırada gelmektedir (Tserveni-Gousi ve ark., 2001). Et, hayvansal gıdalar arasında, vitaminler, bazı mineraller (özellikle P ve Fe bakımından) ve üstün kaliteli proteinler yönünden zengin, iştah artırıcı, lezzetli, doyurucu ve hazmedilmesi kolay bir gıda maddesidir. Et ve et ürünleri hayvansal proteinin en önemli kaynaklarından biri olduğundan, bu bağlamda hayvansal proteinler (jelatin hariç) esansiyel amino asitleri yeterli ve dengeli oranda içerdikleri için günlük diyetle mutlaka alınmalıdır. Günlük protein gereksiniminin %50'sinin hayvansal kökenli olması önerilmektedir. Günümüzde kişi başına düşen hayvansal protein miktarı ülkelerin gelişmişliğinde önemli bir kriter olarak alınmakta ve hayvansal protein tüketimi %40'ın üzerinde olan ülkeler gelişmiş ülke olarak kabul edilmektedir. Dolayısıyla ülke gelişmişlik ölçüsünün kişi başına düşen hayvansal protein miktarının artmasına paralel olarak arttığı görülmektedir (Demirtaş, 2008).

Toplumun sağlıklı beslenmesinde etin, toplam et içerisinde ise kırmızı etin yeri, özellikle gelişme çağındaki çocuklar ve gençler için çok önemlidir. Proteinler vücutta depo edilmeyen ve mutlaka dışarıdan alınması gerekli besin öğeleridir. Gıda maddeleri ile alınması gerekli günlük protein miktarı yaş ve cinsiyete göre değişmekle birlikte her bir kg vücut ağırlığı başına 0,8 gramdır. Bu da kişi başına 45-55 gram protein alınması anlamına gelmektedir. Sağlıklı ve dengeli beslenme bakımından günlük alınması gerekli proteinlerin en az yarısının veya 2/3'ünün hayvansal kaynaklı olması gerekmektedir (Mutluer, 2005).

Türkiye beslenme durumu yönünden hem gelişmekte olan, hem de gelişmiş ülkelerin sorunlarını birlikte içeren bir görünüme sahiptir. Türkiye'de halkın beslenme durumu bölgelere, mevsimlere, sosyo-ekonomik düzeye ve kentsel-kırsal yerleşim yerlerine göre önemli farklılıklar göstermektedir. Bunun temel nedenlerinin başında gelir dağılımındaki dengesizlik gelmektedir. Bu durum beslenme sorunlarının niteliği ve görülme sıklığı üzerinde etkili olmaktadır. Ayrıca beslenme konusundaki bilgi yetersizliği, hatalı gıda seçimi ile yanlış hazırlama, pişirme ve muhafaza yöntemlerinin uygulanmasına neden olmakta ve beslenme sorunlarının boyutlarının büyümesine yol açmaktadır (Pekcan, 1998). Türkiye genelinde gıda tüketimine bakıldığında, tahıl ve tahıl ürünlerinin tüketimi ilk sırada yer almaktadır. Tahıl grubu tüketimini takiben ikinci sırada sebze tüketimi gelmektedir. Et ve et ürünlerinin protein açısından çok önemli gıda maddeleri olmasına ve Türk mutfağında kuzu ve dana etlerinin önemli bir yer tutmasına rağmen Türkiye genelinde tüketim yüzdesi diğer gıda gruplarının tüketimleri içerisinde sadece % 3'tür (DPT, 2003). Türkiye'de kişi başına düşen yıllık kırmızı et tüketimi 10,5–11kg iken, ABD'de bu rakam 85kg, Almanya'da 50kg, Yunanistan'da ise 45kg dır (Akkoyun, 2006). 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, 2011). Ülkemizde et ürünleri tüketimi gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında, gerek kişi başına düşen tüketim miktarı gerekse toplam et üretimine oranla et ürünleri tüketimi düşük düzeyde kalmıştır (Sarıgöl, 1978; Vural ve Öztan, 1989; Tiryakioğlu, 1993). Ülkemizin doğal yapısı ve ekolojik şartları, ilgili kesimlerin büyük çoğunluğu tarafından hayvancılığa elverişli kabul edilmesine rağmen, Cumhuriyetin kuruluşundan günümüze kadar hemen hiçbir dönemde hayvansal üretim arzulanan düzeye ulaştırılamamıştır. Gerçekten de hem hızla artan nüfusun ihtiyaçları hem de tüketim alışkanlıklarının değişmesi ile ortaya çıkan talepler hemen hiçbir dönemde yeterli kabul edilebilecek ölçüde karşılanamamıştır. Türkiye'nin kırmızı et üretim kaynakları sığır, koyun, keçi ve mandadır. Bunlardan koyun ve keçi uzun yıllar kırmızı et üretiminin büyük kısmını sağlamıştır. Ancak son yıllarda hem kırmızı et üretimi istenen ölçüde artmamış hem de tüketicilerin tercihi sığır etine yönelmiştir. Sığır etinin yağsız olduğu düşüncesi yanında, piyasaya sunulmasında daha fazla çeşitlilik sağlanabilmesinden de kaynaklanan tercih değişikliği, doğal olarak, üretime de yansımıştır (Çapraz, 2004). Gıda maddeleri üretimi bakımından kendi kendine yeterli bir ülke sayılabilirsek de, halkımızın tamamı dengeli beslenebilmek için gerekli miktarda hayvansal proteini alamamaktadır. Hayvansal protein yetersizliği görüldüğü

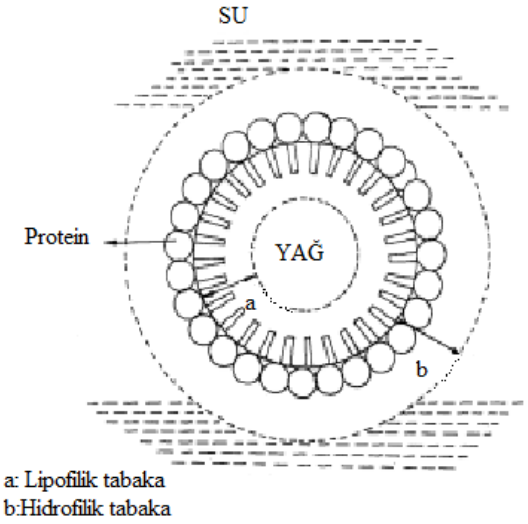
ülkemizde tavuk eti ve ürünlerinin tüketimi bu sorunun çözümünde önemli bir gıda grubunu oluşturmaktadır. Zira tavuk, farklı bölgelerde yetiştirilebilir, canlı ağırlık artış hızı yüksek, jenerasyon süresi kısa ve birim maliyeti çok ekonomik olan bir hayvandır. Tavuk eti; elzem amino asitlerin tümünü içeren yüksek kaliteli protein içeriğine sahip ve kolay sindirilebilir özelliktedir. Tavuk gövdesinin farklı bölgelerinin etleri besin öğeleri içeriği açısından farklı olsa da, toplam besleyicilik değeri kırmızı etlerden (sığır, koyun vs.) düşük değildir. Az yağlı, yüksek protein içerikli ve çeşitli vitamin ve mineral maddelerce zengin tavuk eti üretim maliyetinin düşüklüğü nedeniyle tüketicilere daha düşük fiyatla sunulabilmektedir. Besleyicilik değerinin yüksekliği yanında kırmızı etlere kıyasla daha düşük fiyatla tüketime sunulması tavuk etini cazip kılan diğer önemli bir özelliktir (Anonim, 2012b). Kümes hayvanları etleri, sığır etinden sonra ikinci ürün olma özelliğini yakalamış ve dolayısıyla ülkemizde hissedilen hayvansal protein açığının kapatılması konusunda alternatif bir ürün olduğunu kanıtlamış bulunmaktadır (Baytaroğlu, 1996). Ülkemiz hayvancılığının lokomotiflerinden biri olan kümes hayvanları sektörü bilhassa beyaz et alanında son 20 yılda büyük başarılar göstermiş olup, gelişmeye ve büyümeye devam etmektedir. Beyaz et sektörü yetiştirme, besleme, bakım-idare, kesimhane, ileri işleme, yeni ürünler ve ürün kalite boyutunda sağladığı gelişme yanında, bilgi ve teknoloji kullanımı ile gelişmiş ülkelerdeki üretim kalitesini yakalamış ve onlarla rekabet edebilir noktalara ulaşmıştır. Nitekim 1990 yılında kişi başına 3.8 kg olan beyaz et tüketimi 2010 yılında 19.7 kg olarak gerçekleşmiştir. Sektör sağladığı gelişme ve başarıyı son yıllarda uluslararası ticarete de yansıtmış, 2010 yılında çeşitli ülkelere 151 bin ton ihracat gerçekleştirilmiştir. Ülkemizdeki kişi başına beyaz et tüketimi Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği Ülkeleri ile karşılaştırıldığında hala oldukça düşüktür (Anonim, 2012c).

Gerek sığır eti ve gerekse tavuk etleri insan beslenmesi açısından çok önemli hayvansal protein kaynaklarını oluştururlar. Ülkemizde 2005-2006 yılları arasında üretilen toplam kırmızı etin %74.6'sını sığır eti oluşturmaktadır. Ülkemizde 2009 yılında 10.723.958 olan sığır sayısı, 2010 yılında %6 oranında artarak 11.369.800'e ulaşmış olup, 2011 Aralık ayı verilerine göre ise toplam kırmızı et üretimi 59.493 ton olup bunun 51.502 tonunu sığır eti üretimi oluşturmaktadır. Toplam kümes hayvanları sayısına bakıldığında ise; 2010 yılında, 2009 yılına kıyasla %2.1 oranında artış gerçekleşmiş ve 2010 yılındaki hayvan sayısı 238.972.961'e ulaşmıştır. 2011 yılında kesilen tavuk sayısı da 2010 yılına göre %10.1 oranında artmış ve 82 milyon adet olmuştur (Anonim, 2012d).

Son yıllarda, hem kasaplık hayvanlardan elde edilen etleri en ideal şekilde değerlendirmek, hem de tüketicilerin damak zevkine uygun farklı lezzette ürünler üretebilmek ve ürün yelpazesini genişletmek amaçlarıyla ileri işlenmiş et ürünlerinin ürün çeşitliliğinde artış gözlenmektedir. Özellikle son 30 yılda et ürünleri üzerinde hem sektörel hem de bilimsel ölçekte çok önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Bu tür ürünlerin başarısı, ürün çeşitliliği, kalite ve ekonomik nedenler gibi tüketici taleplerinden doğmakta ve bu talepler üreticileri daima en iyiyi/yeniyi üretmeye teşvik etmektedir (Kyialbek, 2008).

Et ve et ürünlerinin değerlendirilmesinde, tüm dünyada yaygın olarak uygulanan teknolojilerden biri de emülsiyon teknolojisidir (Özdemir ve ark., 1994). Son yıllarda ülkemizde emülsiyon tipi et ürünleri tüketimi hızla artmaktadır. Tüm dünyada özellikle hazır gıdalara olan talep her geçen gün artmaktadır. Bu amaçla pratikte uygulanan emülsiyon teknolojisinin bir ön basamağı olan model sistemlerde et emülsiyonlarının araştırılması büyük önem taşımaktadır.

Emülsiyon; birbiri içerisinde çözünmeyen (dağılmayan) iki maddenin (su ve yağ gibi), üçüncü bir bileşik (emülsifayr) vasıtasıyla bir arada tutulması olayıdır. Et emülsiyonları ise; su ve hayvansal yağın, et proteinleri ve emülsifayrları yardımıyla bir arada tutulması şeklinde tanımlanır. Ancak, herhangi bir emülsiyonun oluşabilmesi için, ayrıca belirli bir kuvvetin ortama uygulanması da gerekmektedir. Et emülsiyonlarında devamlı yani sürekli faz, su ve suda çözünebilen bileşiklerdir. Devamsız, yani kesik faz ise yağdır. Bu sistemde temel emülsifayr madde; özellikle tuzlu suda çözünebilen myofibriler proteinler ile suda çözünebilen sarkoplazmik proteinlerdir (Gökalp ve ark., 2004). Gıda endüstrisinde uygulanan emülsiyon teknolojisinde iki temel emülsiyon tipi mevcut olup, bunlar su içinde yağ (W/O) ve yağ içinde su (O/W) emülsiyonlarıdır (Karayel, 1998). Bu iki tip emülsiyon arasındaki en önemli fiziksel fark; yağ/su emülsiyonu düzgün, filmsi, macun benzeri bir emülsiyon oluştururken, su/yağ emülsiyonu grisi bir tekstür oluşturmaktadır. O/W emülsiyonlarına en tipik örneklerden birisi de et emülsiyonlarıdır (Gökalp ve ark., 2004).



Şekil 2.1. Yağ/su tipi emülsiyon (Elizalde ve ark., 1988).

Yüzey aktif maddelerin en önemli özellikleri amfilik yapıda olmalarıdır. Molekülün bir kısmı hidrofilik, bir kısmı ise lipofiliktir. Bir yağ/su karışımına yüzey aktif madde eklendiğinde, bu madde iki faz arasındaki ara yüzeyde konsantre olur ve dengede ara yüzeyin serbest enerjisini (yüzey gerilimini) azaltır ve bu enerji yeni ara yüzeylerin oluşumunda kullanılır. Böylece emülsiyon stabil hale gelir. Yüzey aktif maddelerin lipofilik kısımları, genellikle uzun zincirli yağ asitlerinden, hidrofilik kısımları ise iyonik olmayan veya anyonik veyahutta amfoterik gruplardan oluşabilir. İyonik olmayan yüzey aktif maddeler; pH ve tuz konsantrasyonuna daha fazla dayanıklıdırlar. İyonik yapıdaki yüzey aktif maddeler O/W emülsiyonlarına şu şekilde etki eder; lipofilik kısımdaki uzun zincirli yağ asitlerinin alkil kalıntıları, yağ içerisinde çözünür, negatif yüklü hidrofilik gruplar ise su fazına yönelik olup, negatif iyonlarla suyun pozitif iyonlarının birbirini çekmesi ile elektrostatik bir tabaka oluşturur ve bu tabaka globüllerin birleşmesini engeller. W/O emülsiyonlarını stabilize edecek bir yüzey aktif maddenin genellikle lipofilik kısmı daha kuvvetli, hidrofilik kısmı daha zayıftır. Bu kuvvet hidrofilik veya lipofilik grupların aktivitesi olarak tanımlanır ve "hidrofilik-lipofilik balans değeri (HLB)" ile belirtilir. O/W emülsiyonları için HLB değeri yüksek olan stabilizatörler seçilir (Saldamlı, 2005).

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. Et emülsiyonlarında kesikli fazın

etrafını ince bir film şeklinde çevreleyen su-tuz-proteinden oluşan yapıya matriks de denilmektedir. Genel olarak sausage olarak bilinen tüm emülsifiye et ürünleri bu şekilde üretilmektedir (Friberg, 1976). Stabil bir emülsiyon hazırlanabilmesi için matriksinde stabil bir yapıda olması gerekir. Matriks stabilitesi denince etin kompozisyonu ve proteinlerin su tutma kapasitesi düşünülmelidir. Matriks stabilitesinin sağlanabilmesi için yüksek su tutma kapasiteli etler kullanılmalıdır. Yüksek su tutma kapasitesine sahip yeni kesilmiş etler bu özelliği sağlasa da bazı teknik nedenlerden dolayı kullanımı kısıtlanmıştır. Ayrıca kullanılan etin rigormortise giriş süresi, ATP oluşum hızı, matriks stabilitesi ve son ürün kalitesi üzerine etki olmaktadır (Price ve Schweeigert, 1960). Dispers fazda damlacıkların büyüklüğüne göre emülsiyonlar; makroemülsiyon (0.2-50 μm), miniemülsiyon (0.1-0.4μm) ve mikroemülsiyon (0.01-0.1μm) gibi değişik gruplara ayrılmaktadır. Et emülsiyonları makroemülsiyon grubuna dahil edilmişlerdir (Damodaran ve Paraf, 1997).

Et emülsiyonlarının fonksiyonel kriterleri, et ürünlerinde mevcut et proteinlerinin miktarı, çeşitli proteinlerin birbirlerine oranı, konformasyonu ve bazı fizikokimyasal özellikleri tarafından etkilendiği gibi, emülsiyon oluşumu sırasındaki çeşitli fiziksel ve kimyasal koşullar da emülsiyonun özellikleri üzerine önemli etkiye sahiptir (Haq ve ark. 1973, Mittal ve Usborne, 1985).

Et emülsiyonlarında, proteinlerin fibroz ve globüler konformasyonal yapılarından ziyade, tuzlu suda veya suda çözünebilme durumlarına göre emülsiyon özelliklerine karar verilmektedir (Price ve Schweeigert, 1960). Kesikli fazı oluşturan ince yağ partikülleri, matriks içinde dağıldığı zaman, çok yönlü faz sistemi oluşmaktadır (Friberg, 1976). Dispers fazın daha küçük partikülleri daha stabil emülsiyon oluşumu sağlar. Gerekli şartların yerine getirildiği et emülsiyonlarında, yağ partiküllerinin tamamını sarabilecek tuzlu suda çözünmüş proteinler vardır. Viskozitesi yüksek emülsiyonların stabilitesi de yüksek olacaktır. Bu sistemde emülsiyonu oluşturan madde ise suda eriyebilir et proteinleri, özellikle tuzlu suda çözünebilen myofibriler proteinlerdir (Gökalp, 1989). Tuzlu suda çözünen ve asıl emülgatör etkiye sahip olan proteinler; aktin, myosin ve bunların kompleksi olan aktomiyosindir. Suda çözünen ve emülgatör etkisi daha düşük olan proteinler ise özellikle sarkoplazmik kökenli olan proteinler ve çözünmeyen bağ dokusu proteinleridir (Price ve Schweeigert, 1960; Schmidt, 1987). Aktin, aktomyosin, myofibriler proteinlerin fizikokimyasal durumu, ete fonksiyonellik kazandırır ve işlenmiş etin değerini ve kalitesini belirlemede doğrudan bir role sahiptir (Wick ve Li, 2001).

Et proteinleri mükemmel bir emülgatördür. Bu proteinler, yüzey gerilimini düşürmekte ve yağ-su ara yüzeyine absorblanmaktadır. Polar grupların suya ve nonpolar grupların da yağa yönelmesi, bunların sterik konfigürasyonunu bozarak moleküllerin bazı üçboyutlu yapılanmalarına engel olmaktadır. Protein ve yağın sistemdeki bu benzerliği sonucu, protein filmi yağ zerreciklerini sararak mekanik bir koruma üstlenir. Et proteinlerinin pH'sı izoelektrik noktadan pozitif şekilde uzaklaştıkça, eşit itme gücüne sahip olan yağ globülleri etkileşerek birbirlerini iterler ve emülsiyon oluşumunu kolaylaştırırlar. Ayrıca et emülsiyon viskozitesinin aşırı yüksek olmasından dolayı yağ globüllerinin kararsızlığı ile birlikte birbirlerini itme kuvvetlerinin de minimuma indiği düşünülmektedir. Öte yandan bu olayın emülsiyon stabilitesine etki etmediği de düşünülmektedir (Price ve Schweeigert, 1960). Emülsiyon teknolojisinde proteinlerin çözünürlükleri açısından en önemli grubu, tuzlu suda çözünebilen miyofibriler proteinler oluşturmaktadır. Bunlar içerisinde de myosin ve aktin en önemli rolü üstlenmişlerdir (Zorba, 1995). Gökalp ve ark., (2004) 'na göre, miyofibriler proteinlerden aktin ve miyosin proteinlerinin oranı arttıkça, emülsiyon kapasitesi artmaktadır. Proteinlerin, özellikle su ve yağ bağlama özellikleri üzerindeki etkileri 0.4M iyonik şiddetin altında kendini göstermektedir. İyonik şiddet 0.4M' ın üzerine çıktığı zaman, bu etki azalmaktadır (Schmidt, 1987). Suda çözünen proteinlerin emülsiyon kapasitesi tüm pH değerlerinde NaCl konsantrasyonun artışına bağlı olarak artar. Ancak NaCl konsantrasyonunun artması pH'ın 5-6 arasında olduğu durumlarda tuzlu suda çözünen proteinlerde de artış görülür. Tuzlu suda çözünen proteinlerin bu davranışları izoelektriki noktanın değişimi ile benzerlik göstermektedir. Tuzlu suda çözünen proteinlerin çözünürlüğü pH ve iyon kuvvetinden etkilenmektedir. Bu nedenle etin pH'sı ve formulasyondaki tuz miktarı, çözünebilir protein miktarını dolayısıyla emülsiyon kapasitesini ve stabilitesini etkilemektedir. Kullanılacak etin pH'sı rigor-mortisten sonra 5.3-5.7 arasında olmalıdır. Myofibriler proteinlerin izoelektrik noktası ise pH 5'e yakındır. Emülsifiye et ürünlerinin genel iyonik kuvveti 0.6 dır. Bu da yaklaşık 0.5 molar NaCl ekuvalentine eşittir (Price ve Schweeigert, 1960). Bağ-destek dokusu proteinlerinin emülsifikasyondaki rolü oldukça önemsiz düzeydedir. Su bağlama üzerinde bağ destek dokusu proteinlerinin etkisi, uygulanan ısıl işleme bağlı olarak değişmektedir. Bağ destek dokusu proteinlerinin ürün sertliği üzerinde bariz bir artışa neden olduğu ifade edilmektedir (Sadoswka ve ark., 1980). Emülsiyon stabilitesine etkili olan faktörler ise; çözünürlük, viskozite, net yük, diffüzyon oranı, protein elastikiyeti ve protein hidrofobitesidir (Gökalp ve ark., 2004; McClements, 2004;

Friberg, 1976). Saf proteinler üzerinde yapılan çalışmalarda en yüksek emülsiyon kapasitesinden en düşük emülsiyon kapasitesine sahip olana kadar bir sıralama yapılmış, bu sıralamaya göre aktin (tuzun yokluğunda), myosin, aktomyosin, sarkoplazmik protein ve 0.3 M NaCl'ün içinde aktin olarak bulunmuştur. Emülsiyon kapasitesi ve protein konsantrasyonu arasında doğrusal bir ilişki vardır. Tuzlu suda çözünen proteinlerin emülsiyon kapasitesinin, protein konsantrasyonunun artmasıyla artacağı belirtilmiştir. Suda çözünen proteinlerin emülsiyon kapasitesinin, protein konsantrasyonundan bağımsız olduğu bildirilmiştir (Price ve Schweeigert, 1960). Myofibriler proteinlerin, sarkoplazmik proteinlere göre, % 30-400 oranında daha fazla emülsiyon kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Emülsiyon kapasitesi üzerine proteinlerin suda çözünme durumları yanında, proteinlerin moleküler şeklinin de etkili olduğu ve aynı zamanda pH ve iyonik şiddet ile de alakalı olduğu bildirilmiştir. Örneğin, sarkoplazmik proteinlerde en:boy oranı 1:4 iken, değişik pH ve iyonik şiddette, myofibriler proteinlerde bu oran 1:200'e kadar çıkabilmektedir. Bu da göstermektedir ki, myofibriler proteinler yağ partiküllerinin etrafını sarkoplazmik proteinlere göre 50 kat daha fazla etkinlikle kuşatabilmektedir. Diğer taraftan izoelektriki noktadan uzaklaştıkça, proteinlerde en–boy oranı yükselmektedir. Emülsifikasyon açısından, proteinlerin emülsiyon kapasitesine etkili olan diğer faktörler ise şöyle sıralanabilir : Protein çözeltisinin pH'sı, iyonik şiddeti, çözeltinin donmuş veya sıvı formda olması (dondurma işlemi proteinlerde kısmi bir denaturasyona neden olabilmektedir), proteinlerin ekstrakte edildiği etin pre-rigor veya post-rigor aşamasında olması (Price ve Schweeigert, 1960; McClements, 2004; Swift ve ark., 1968; Friberg, 1976).

Araştırmalarda çoğunlukla myofibriler proteinlerin üzerinde çalışılmıştır. Tuzlu suda çözünen proteinlerle, yüksek kaliteli sarkoplazmik proteinler veya suda çözünen, emülsifiye edebilen proteinler öne çıkmaktadır. Suda çözünen proteinlerin minimum emülsiyon kapasitesininin pH 5.2'de oluştuğu, alkali veya asidik çözeltilerde şiddetli düşüşlerin olduğu, pH 6-6.5'da emülsiyon kapasitesinin maksimum olduğu ve pH'nın 8'e yükseltilmesinin emülsiyon kapasitesine etkili olmayacağı belirlenmiştir. Et emülsiyonu hazırlanmasında, yağların parçalanma süresinin çok yüksek olmaması ve sıcaklığın yaklaşık 14°C' yi aşmaması sağlanarak daha stabil et emülsiyonları elde edilebileceği bilinmektedir. Et emülsiyonlarının stabilitesi, diğer bir çok faktörler gibi matriks hacminin yağ hacmine oranına ve yağın parçalanma derecesine de büyük oranda bağlıdır (Price ve Schweeigert, 1960).

Emülsiyon oluşumu sırasında yağ küreciklerinin sayısındaki artış ve bu küreciklerin yayılmalarıyla meydana gelen yüzey alanının genişlemesi muazzam miktarda kuvvet uygulanmasını gerektirir (Artz, 1990). Emülgatör maddeler su içinde yağ veya yağ içinde su emülsiyonlarını stabilize etmek için kullanılırlarken, genel olarak kuterleme süresinin ve emülsiyon oluşumu sırasında uygulanan kuvveti azaltarak prosesi kolaylaştırırlar, tekstürü ve yoğunluğu geliştirirler ve aynı zamanda raf ömrünü de uzatırlar (Flack ve Krog, 1990). Emülsiyon tipi et ürünlerinde emülgatörlerin kullanılması ile iyi bir emülsiyon oluşumu ve stabilizasyonu sağlanırken aynı zamanda emülgatörler tekstür ve kıvamın düzenlenmesine ve renk stabilizasyonuna da katkıda bulunurlar.

Et emülsiyonlarının oluşturulmasında, kullanılan protein ve yağın çeşidi, konsantrasyonu, sıcaklığı, pH, iyonik şiddet, ilave edilen fosfat ve tuzun tipi ve miktarı gibi çeşitli faktörler oluşan emülsiyonun fizikokimyasal özelliklerini etkilerken, aynı zamanda emülsiyon kapasitesi, emülsiyon stabilitesi, emülsiyon vizkozitesi ve emülsiyonun jel kuvveti üzerine de etkili olabilmektedirler (Carpenter ve Saffle, 1964; Swift, 1965; Inklear ve Fortuin, 1969; Hermansson, 1975 a, b, c; Kondaiah ve ark., 1985; Chobert ve ark., 1988; Gökalp ve ark., 1990).

Tuzun emülsiyon ortamına bir ingredient olarak ilave edilmesindeki en önemli faktör, myofibriler proteinlerin emülsiyon ortamına dahil edilmesi ve sarkoplazmik proteinlerin kıvrımlarının açılmasına yardımcı olmaktır. Böylece, et proteinleri daha fazla yağı kapsüle eder ve emülsiyon kapasitesinin artmasına neden olur. Bu özelliklerinin yanı sıra tuz, ürüne tat verir ve ürünün muhafazası sırasında meydana gelebilecek çeşitli değişimlere karşı korucuyu olarak görev yapar (Özalp, 2008). Katkı maddelerinden fosfatlar, etteki aktin, miyosin ve tropomiyosin ekstraksiyonunda önemli rol oynarlar. Ayrıca canlı hayvanların kaslarında organik olarak bulunan ve ölüm sertliginde tükenen adenozin trifosfat, adenozin monofosfat, inosin mono fosfat ve kreatin fosfat gibi fosfatların fonksiyonunu yerine getirirler. Fosfatların eklenmesi iyonik gücü arttırarak aktomyosin yapısının gevşemesini sağlar ve böylece proteinin bağlanma kapasitesi ve emülsiyon stabilitesi artar (Ockerman, 1985). Ayrıca fosfatlar etin su tutma kapasitesini arttırırlar ve stabilizatör, emülgatör ve aroma düzeltici etkileri de bulunmaktadır (Yıldırım, 1988). Emülsiyon teknolojisinde fosfatlar, et pH'sını izoelektriki noktadan uzaklaştırarak, et proteinlerinin su tutma kapasitesini arttırırlar. Et emülsiyonlarında kontrol grubuna göre; fosfat seviyesi arttıkça, emülsiyonun daha homojen bir yapı kazandığı, yağların daha iyi emülsifiye edildiği, emülsiyon

kapasitesinin, emülsiyon stabilite oranının ve emülsiyon viskozitesinin arttığı belirlenmiştir (Çakmakçı ve Çelik 1995). Fosfatların fonksiyonlarının tuz ile birlikte ilave edildiğinde sinerjist etki gösterdiği düşünülmektedir (Paterson ve ark., 1988). Fosfat kullanımının daha çok pH ve protein çözünürlüğü, tuz kullanımının ise daha çok iyonik şiddet ve su tutma kapasitesi üzerinde etkili olduğu belirtilmektedir (Knipe 2004a). 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. Fosfatların sodyum ve potasyum tuzları, genellikle salamura et ürünleri ve pastırma, sucuk, salam, sosis gibi et ürünlerinde son hamur ağırlığının %0.5'i oranında kullanılmaktadır (Shimp, 1983). Fosfatların normalden fazla miktarlarda kullanılması, üründe renk koyulaşmasına, sucukların iç kısımlarında (merkezinde) yumuşamaya ve damakta metalik tat oluşumuna neden olur. Ayrıca abdominal ağrılar, ishal, kemiklerde kalsiyum mobilizasyonunun da ortaya çıkabileceği bildirilmiştir (Shimp, 1983; Trout ve Schmidt, 1983).

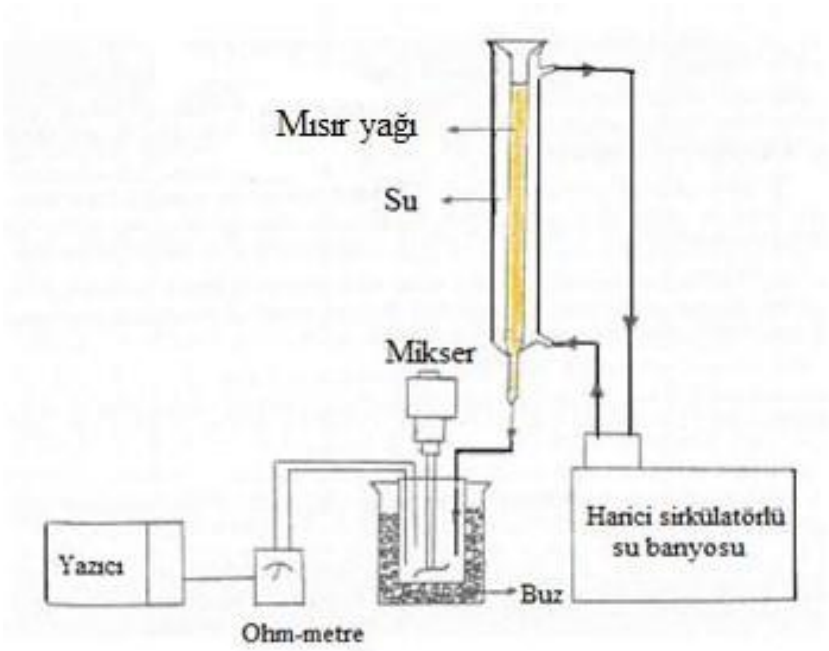
Et endüstrisinde ürünlere katılan fosfat ve NaCl miktarları arasında bir oran oluşturulması hususunda araştırmalar da yapılmıştır. Sosis tipi ürünlere %0.5 fosfat kullanımı ile tuz kullanım oranının %3'ten %1.5'e düşürülebileceği ve bu durumun işlem ve muhafaza teknolojisi açısından bir problem doğurmayacağı bildirilmiştir. Diyetle insan vücuda alınan toplam sodyumun yaklaşık %15'inin et ürünleri ile alındığı düşünüldüğünde, tuz kullanımındaki bu redüksiyon oranı beslenme açısından oldukça büyük önem arzetmektedir (Gökalp ve ark., 2004).

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).

Et emülsiyonlarının hazırlanması ve çeşitli karakteristiklerinin araştırılması için değişik model düzenek ve sistemler geliştirilmiştir. Et emülsiyonları üzerinde önemli etkiye sahip olan pH, sıcaklık, tuz oranı (iyonik şiddet) ve değişik iyonlar, parçalama kuvveti, yağ ve protein çeşidi ve kalitesi, etin durumu (donmuş veya taze olması, pre-rigor veya post-rigor şartları vs.), yağın sıcaklığı ve partikül büyüklüğü, et haricinde bitkisel veya hayvansal kaynaklı proteinlerin etkisi gibi birçok faktör hakkında daha

fazla bilgi sahibi olabilmemiz, ancak, uygulanabilen model sistemler yardımıyla mümkün olabilmektedir (Gökalp ve ark., 2004).

EK; birim proteinin (1g) emülsifiye edebileceği yağ miktarı olarak tanımlanır. Emülsiyon kapasitesinin belirlenmesi için kurulan model sistemlerde, emülsiyonun son noktasının tespiti için değişik düzenekler geliştirilmiştir. Bu sistemler; viskozimetrik, kondüktivimetrik (elektriksel iletkenlik) (Kato ve ark., 1985), elektriksel rezistan (elektriksel direnç), türbidimetrik (Pearce ve Kinsella 1978), spektrofotometrik veya renkli yağ (Marshall ve ark. 1975) metotlarına göre dizayn edilmiştir. Bunlar içerisinde en yaygın olarak kullanılanı elektriksel direnç veya elektriksel iletkenlik esasına dayanan model sistemlerdir. Şekil 2.2'de emülsiyonda son nokta (EK) tespitinde kullanılan elektriksel direnç veya elektriksel iletkenlik prensibine göre çalışan bir model sistem görülmektedir.



Şekil 2.2. Emülsiyonda son nokta (emülsiyon kapasitesi) tespitinde kullanılan bir model sistem (Gökalp ve ark., 2004).

Model sistem kullanılarak emülsiyonların fonksiyonel özellikleri üzerine limon albedo ilavesinin etkisi incelenmiş ve % 5 albedo ilavesi ile en yüksek emülsiyon kapasitesi değerine ulaşılmıştır (Sarıçoban ve ark., 2008).

Karakaya ve ark. (1997); sığır, koyun ve tavuk etlerinin emülsiyon özellikleri üzerine katı ve sıvı yağların etkisini araştırmışlardır. Genel olarak sığır etinin EK'sinin tavuk etine göre daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Model ve gerçek et emülsiyon sistemlerinde, üzerinde durulan ve araştırılan en önemli emülsiyon özelliklerinden birisi de emülsiyon stabilitesi (ES) dir. Hiçbir emülsiyon, zaman içerisinde, tam manasıyla stabil değildir. Eğer gerekli önlemler alınıp, emülsiyon stabil hale getirilmez ise, belirli bir süre sonra mutlaka fazlar ayrılacaktır. Bu nedenle emülsiyon oluşturulduktan sonra stabil hale getirmek için ya ısıl işlem uygulanmakta veya stabilize edici özellikteki çeşitli kimyasal bileşikler 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 (Gökalp ve ark., 2004). Emülsiyon stabilitesi üzerine etkili olan dört önemli faktör mevcuttur. Bunlar; et çeşidi, kullanılan katkı maddeleri, emülsifikasyon yöntemi ve pişirme yöntemidir (Artz 1990, Knipe 2004b). Kuvvetli ve devamlı bir protein matriksinde yağ damlacıkları matriks içerisinde tutulabilir ve bu durum ES'nin artmasına neden olur (Smith 1988). Pişirme sırasında emülsiyonun stabil hale getirilememesi tekstürü olumsuz yönde etkileyen, istenmeyen yağ ve su ayrımına neden olur (Tornberg ve Hermansson 1977; Lee 1985; Elizalde ve ark., 1988; Zorba ve ark. 1998).

Sarıçoban ve ark., (2010) model sistem kullanarak ayçiçeği tablası tozu ilavesinin et emülsiyonlarının fonksiyonel özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları bir çalışmada %5 ayçiçeği tablası tozu ilavesinin EK ve ES'ni arttırdığını tespit etmişlerdir.

Model sistem denemeleri kurarak çeşitli et ve ürünlerinin emülsiyon stabilitesini ve değişik yağlarında emülsifiye olabilme özelliklerinin belirlenmesi, teknolojik uygulamalardaki başarılı üretim açısından çok önemlidir (Gökalp ve ark. 1999).

Emülsiyon viskozitesi (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. Viskozitenin belirlenmesinde, çeşitli

viskozimetre ve tekstür analiz cihazları kullanılmaktadır. Gıdaların viskozitesi; gıda prosesleri ve teçhizatları açısından, gıda kalitesinin değerlendirilmesi ve kontrolünün yapılabilmesi ve gıda maddelerinin yapılarının belirlenmesi (Krokida ve ark., 2001), işleme süresince gıdaların reolojik davranışlarının bilinmesi proses kontrolü ve kalitenin korunması açısından önemlidir (Rao ve Anatheswaran, 1982). Kimyasal bileşim, sıcaklık, kayma hızı bir gıdanın viskozitesinin belirlenmesinde önemli faktörlerdir. Kayma hızı ile viskozite arasındaki ilişki gıda maddelerinin newtonian, non-newtonian, pseudoplastik, dilatant, thixotropik, reopektik olarak sınıflandırılmasında kullanılabilmektedir. Böyle bir sınıflandırmanın yapılması işleme, kalite kontrol, duyusal analiz ve yapısal analizler için önemlidir (Rao ve Anatheswaran, 1982).

Viskozite; akışkanın molekülleri arasındaki çekim kuvveti olarak tanımlanırken, bir başka ifadeyle akışkanın akıcılığa karşı gösterdiği dirençtir (Saldamlı ve Saldamlı, 1990). 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. Viskozite, protein moleküllerinde meydana gelen yapısal değişiklikleri göstererek protein fizikokimyasal interaksiyonları hakkında bilgi verir. Viskozite aynı zamanda proteinlerin denaturasyon ve agregasyonunun derecesini belirlemek için kullanılmaktadır. Apparent viskozitedeki değişimler kas homojenizatlarındaki aktomyosin değişimi ile ilgilidir. Ayrıca, dondurulmuş kaslarda; EK, protein yapısı ve viskozite değeri arasında bir korelasyon vardır (Borderias ve ark., 1985).

Bamboo tuzu ile hazırlanan yüksek pH değerine sahip et hamurlarının; su tutma kapasitesini, viskoziteyi, ES ve tekstürü geliştirdiği ifade edilmiştir (Kim ve ark., 2010).

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 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.

Etin su tutma kapasitesi denilince, ete uygulanan temel işlemler ile dışarıdan uygulanan kuvvet karşısında, etin suyu alıkoyma özelliği anlaşılır. Ete uygulanan temel işlemlerin en hafifi dahi et suyunun uzaklaştırılmasına neden olmaktadır (Karakaya 2003). Ekonomik ve teknolojik nedenlerle suyun mümkün olduğunca etin yapısında tutulması arzu edilmektedir. Ayrıca suyun dokudan uzaklaşması etin duyusal özelliklerinde de bazı olumsuzluklara neden olmaktadır. Etin doğal olarak sahip olduğu suyu bünyesinde tutabilme özelliğine etin "su tutma kapasitesi" denir (Hamm, 1986). Ette su, proteinler tarafından tutulmaktadır. Çünkü polipeptid halkaları boyunca çok sayıda polar yan bağlar mevcuttur , bunlar proteinleri kuvvetli derecede hidrofilik yapar ve bu şekilde proteinler su moleküllerini çekerek onları hidrojen bağları aracılığı ile bağlarlar. Ayrıca protein polaritesini etkileyen çevresel faktörler de protein-su etkileşimlerinin mekanizmasını etkiler (Sarma ve ark., 2000; Bilgin, 2005).

Etin su tutma kapasitesi (STK) üzerine etkili olan en önemli faktörlerden birisi, pH'dır. pH'sı yüksek olan etlerde STK yüksek, pH'sı düşük olan etlerde ise STK düşüktür. STK, proteinlerin izoelektriki noktasında minimumdur (Shults ve ark., 1972; Ertaş 1992; Knipe, 2004b). İzoelektriki noktada; proteinlerin üzerindeki eşit pozitif ve negatif yük, peptid zincirleri arasında çok sayıda tuz köprüsünün oluşumuna neden olur. pH'nın izoelektriki noktadan yukarı çıkması veya aşağıya inmesi yük dengesizliğine sebep olarak, STK'nın artmasına neden olur. Myosinin su tutma özelliği, tuz ilavesi ve iyonik bağların kırılmasıyla artmaktadır. Çözünmüş haldeki myosin, normal haldeki myosine kıyasla daha fazla miktarda suyu tutar (Öztan, 2003).

Yüksek pH'lı et normal pH'lı etten daha iyi fonksiyonel özelliklere (su tutma kapasitesi, protein çözünürlüğü vb.) sahiptir. Bu fonksiyonellik uzun depolama boyunca da stabildir (Zhang ve ark., 2005). Ette pH'nın yükselmesi ile başta etin olgunlaşma derecesi artmakta, et gevrek bir yapı kazanmakta ve su tutma kapasitesi yükselmektedir. Yüksek su tutma kapasitesine bağlı olarak depolama kayıpları ve pişirme kayıpları en düşük seviyededir (Öztan, 2003). Nuckles ve ark. (1990), etin yapısında bulunan myofibriler protein miktarının artmasıyla pişirme kaybının (PK) azaldığını belirlemişlerdir.

Choi ve ark., (2010), üzüm çekirdeği yağının artan konsantrasyonlarıyla oluşturulan, yağı azaltılmış et örneklerinin daha az pişirme kaybına, emülsiyon kapasitesine ve apparent viskoziteye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Kasın ete dönüşümü pre-rigor (rigor öncesi), rigor mortis (ölüm sertliği) ve post rigor (rigor sonrası) olmak üzere üç önemli aşamada gerçekleşmekte ve bu aşamalarda çeşitli biyokimyasal ve fizikokimyasal reaksiyonlar cereyan etmektedir (Eskin, 1990; Lawrie, 1998). Pre-rigor aşamasında pH'nın et proteinlerinin izoelektrik noktasının üzerinde olması nedeniyle, et yüksek su tutma kapasitesine ve yumuşak bir tekstüre sahiptir. Emülsiyon tipi ürünler için en ideal durumdur. ATP miktarı yüksek ve pH nötre yakındır. Yaklaşık 6 saat süren bu fazın sonuna doğru ATP seviyesindeki azalma ve pH'nın düşmesi ile birlikte et sertleşir ve pH et proteinlerinin izoelektrik noktasına yaklaştığı için su tutma kapasitesi önemli derecede düşer (Eskin, 1990; Gökalp ve ark. 2002; Rusman 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 ve bu durum işlenmiş ürünlerin verimi ve kalitesini etkiler. 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. (Lawrie, 1998). Teknolojik işlemlerin uygulanması etin su tutma kapasitesini önemli ölçüde etkiler. Örneğin karkastan sökülen etlerde parça boyu küçüldükçe etin su tutma kapasitesi azalır. Bir başka teknolojik işlem olan etin dondurulması ve çözündürülmesi işlemi de etin su tutma kapasitesini etkiler (Toldra, 2003).

Et rengi tüketici talebini etkileyen en önemli kalite özelliklerinden biridir. Renk genotip, kas tipi, yaş gibi kesim öncesi ve kesim sonrası pek çok faktöre bağlıdır. (Froning ve ark., 1967, 1968; Ngoka ve ark., 1982; Fletcher, 1992). 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 kırmızı renktedir. Kesimden sonra tüketime arz edilen etlerde myoglobin havadaki moleküler oksijenle birleşerek parlak kiraz kırmızısı renkteki oksimyoglobini oluşturur. Taze etlerde önemli kalite kriterlerinden biri olan parlak kiraz veya gül kırmızısı rengi oksimyoglobin oluşturur. Etin uzun süre muhafazası durumunda veya uygun olmayan muhafaza koşullarında et yüzey rengi hoşlanılmayan kahverengi bir

görünüm alabilir. Bu durumun sebebi yüzeydeki myoglobin ve oksimyoglobinin düşük basınçlı oksijen koşulları altında sürekli oksidasyona uğrayarak metmyoglobine dönüşmesi ve koyu kırmızı mat kahverengi bir hal 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 açılma" (red bloom) denir. Eğer metmyoglobin daha ileri derecede oksidasyona maruz kalırsa özellikle bakteriyel faaliyet sonucunda yeşilimsi sarımsı veya çok açık renkli porfirinlere okside olarak hoş olmayan 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).

Kanatlı hayvan etlerinde görülen kalite problemlerinin başında düşük su tutma kapasiteli, yumuşak dokulu ve açık renkli olarak karakterize edilen "solgun kanatlı eti sendromu" gelmektedir. Kanatlı endüstrisinde giderek büyüyen bir sorun haline gelen bu problem, ekonomik öneminden dolayı endüstrinin dikkatini çekmeye başlamıştır. Kanatlı etinde genetik seleksiyon ve özellikle çevresel şartlar, kesim sonrası hızlanmış glikolize sebep olmakta ve bu durumda laktik asit konsantrasyonu artarak pH değeri düşmektedir. Azalan pH değeri ve yüksek kas sıcaklığının ortak etkisi, protein denatürasyonunu başlatmakta ve solgun kanatlı eti sendromu koşulları oluşmaktadır. Bu sendromun oluşum sebebinin genetik, çevresel veya genetik ve çevresel faktörlerin bileşimi olduğu düşünülmektedir (Serdaroğlu ve Öztürk, 2011).

Yapılan bir çalışmada, ticari kesimhanelerden örneklenen tavuk göğüs etlerinde rengin çok açıktan çok koyuya doğru değişen büyük bir varyasyon gösterdiği saptanmış, et rengindeki varyasyonun kas pH'ı ile doğrudan ilişkili olduğu, pH'nın koyu renkli kaslarda daha yüksek, açık renkli kaslarda ise düşük bulunduğu bildirilmiştir (Fletcher,

1999; Boulianne and King, 1998; Fletcher ve ark., 2000; Allen ve ark., 1997; Woefel ve ark., 1998.).

Northcutt (2007)'a göre tavuk et rengi; yaş, cinsiyet, soy (genotip), yem, kas içi yağ dağılımı, etin su içeriği, kesim öncesi şartlar ve işleme teknikleri tarafından etkilenmektedir. Et rengi büyük ölçüde; myoglobin konsantrasyonu ve kısmen de hemoglobin gibi pigmentlerin ortamda mevcudiyetine bağlıdır. Tavuk etinde renk bozulması, etin içerdiği bu pigmentlerin miktarıyla ilişkilendirilebilir.

Kesim öncesi stres hem et rengini, hem de tekstürel özellikleri etkilemektedir. Kesim öncesi uygulanan sıcak stresi hindilerde (Babji ve ark., 1982) ve etlik piliçlerde (Northcutt ve ark., 1994) PSE (Pale, Soft, Exudative) oluşumuna neden olmaktadır. Froning ve ark. (1967) ise, kesim öncesi 1 saat süreyle 42 °C sıcaklığa maruz kalan hindilerde PSE oluşumunun görülmediğini bildirmişlerdir. Mevsimsel yüksek sıcaklığa maruz kalan hindilerde, kontrol gruplarına göre et rengi daha açık, pH daha düşük, pişirme ve çözündürme kayıpları ise daha yüksek bulunmuştur (Mckee ve Sams, 1997).

Gıda güvencesi, bütün insanların her zaman aktif ve sağlıklı bir yaşam için gerekli olan besin maddesi ihtiyaçlarını ve gıda önceliklerini karşılayabilmek amacıyla yeterli, sağlıklı, güvenilir ve besleyici gıdaya fiziksel ve ekonomik bakımdan erişmeleri ve sürdürmeleri durumudur (WHO, 2000). Güvenli gıda, amaçlandığı biçimde hazırlandığında ve fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri itibariyle tüketime uygun ve besleyicilik değerini kaybetmemiş gıda maddesi olarak tanımlanabilmektedir. Günümüzde endüstrileşme ve kitlesel üretim, daha uzun ve daha kompleks gıda zincirlerinin oluşumu, fast-food tüketimi, sokak satıcıları, ihraç fazlası gıdalar ve uluslararası ticaret ve turizm ilişkilerindeki artış gibi nedenler sonucunda gıda güvenliğini etkileyen pek çok tehlike oluşmaktadır (DPT, 2003).

Gıda güvenliğini sağlamak için etkili ve güvenli protokol ve maddelerin arayışı, dünyanın her yöresinde olduğu gibi Amerika, Japonya, İngiltere ve Tayvan gibi ülkelerde de araştırmacıların ve gıda üreticilerinin yanısıra perakendecilerin dikkatini çekmeyi sürdürmüştür. Tayvan, Amerika ve İngiltere'de son yıllardaki gıdayla taşınan hastalık salgınları gerçekte büyük uluslararası kaygılar uyandırmıştır. Gıdayla taşınan hastalık vakalarını azaltmanın en iyi yolu, güvenli gıda teminini sağlamaktır. Tehlike Analizi Kritik Kontrol Noktası (HACCP) sistemi birçok gıda işletmesinde uygulansa da, çoğu gıdalarla taşınan salgınlar; gıda maddelerinin ciddi işlemlerden geçtiği, güvenli olarak sunulması gereken kuruluşlar ve restoranları da içine alan hazır yiyecek sektöründe ortaya çıkmıştır (Chang, 2003).

Gıdalar vasıtasıyla taşınan hastalıklar dünyanın pek çok yöresinde yaygın olarak görülebilmektedir. İnsan hayatı bakımından bunun bedeli büyüktür. Gıdayla taşınan akut hastalık enfeksiyonları ve zehirlenmeler bugün hükümetler ve gıda endüstrisi için 30-40 yıl öncesinden çok daha büyük bir önem taşımaktadır. ABD'de 1988 Ocak ayından 1997 Ekim ayına kadar, Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezlerine toplam 5170 gıdalardan kaynaklanan salgın vakası bildirilmiştir. Bu salgınlar 163,000 kişinin hastalanmasına yol açmıştır (Bean ve ark., 1996; Olsen ve ark., 2000). Gıdalar vasıtasıyla oluşan enfeksiyonların Amerika'da her yıl 76 milyon hastalığa, 300.000 hastane yatışına ve 5000 ölüme yol açtığı tahmin edilmektedir (Mead ve ark., 1999). Dahası, Amerika'da 1990'dan 2003'e kadarki gıda zehirlenmesi vakalarındaki en üst beş kategori; su ürünleri, mandıra ürünleri, dana eti, yumurta ve kümes hayvanlarından kaynaklanmıştır.

Endüstriyel hijyen uygulamalarında işletmedeki olası tehlike faktörlerinin tanımlanması, bunlara gerekli önemin gösterilmesi, kontrolleri ve giderilmeleri yönünde yeterli çabanın harcanması büyük önem taşımaktadır. Bu noktada esası, temizlik ve dezenfeksiyon uygulamaları oluşturur.

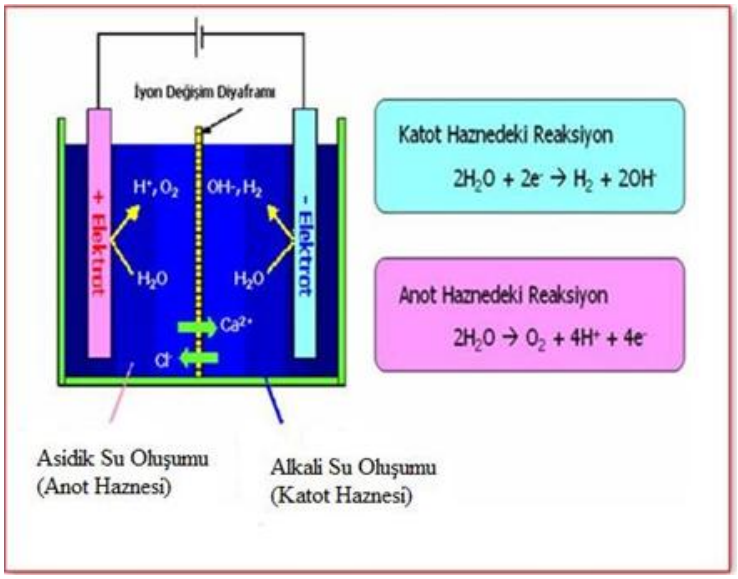
Gıda endüstrisinde; gıdaların mikrobiyal güvenliği için çoğunlukla klorin veya klorin dioksit kullanılmaktadır. Bununla birlikte, klorinin etkisinin yetersizliği ve kalıntılarının sağlığa zarar vermesi gibi nedenlerle alternatif dezenfektanlar araştırılmaktadır. Ozon (O_3) halen gıda endüstrisinde gıdaların yüzey hijyeni, ekipman, ambalaj materyali ve atık suların dezenfeksiyonu gibi alanlarda kullanılmaktadır (Anonim, 2005).

Elektrolize su geleneksel temizleme ajanlarından daha etkili ve daha ucuz olma avantajına da sahiptir. Elektrolize suyun patojenik mikroorganizmaların etkisizleştirilmesi için en büyük avantajı, üretiminde hiçbir tehlikeli kimyasal eklenmemesinden dolayı kullanıcıların sağlığının yanı sıra çevre üzerindeki daha az olumsuz etkisidir. Üstelik elektrolize suyun insan vücuduna hiç zarar vermediği de ortaya konmuştur (Mori ve ark., 1997).

Elektrolize suyun en önemli avantajının güvenli oluşu, insan sağlığına hiçbir zarar vermemesi ve ucuz olması gibi pek çok avantajından dolayı son yıllarda pek çok araştırmanın konusu olmuştur.

Bir elektrik akımı tarafından aşılan bir elektrolitin uğradığı ayrışmaya '*elektroliz'* denir. Elektroliz, bu akımın elektrolit içinde iletilmesiyle birlikte gelişir. Kullanılan elektrolit su olduğunda; gerçekleşen ayrışma işlemine "suyun elektrolizi"

denir. Bu olay sonucunda oluşan suya da, "elektrolize su" denmektedir (Millioğlu, 2006). Elektrolit, çoğunlukla erimiş olarak veya bir tuz eriyiğinin sulu çözeltisi halindedir (Anonim, 2010a). Elektrolize su üretimi için; saf su kullanılmaz. Çünkü, saf suyun iletkenliği çok düşüktür. İyonik bağlı bileşikler suda iyonlarına ayrışırlar. Bu tür çözeltiler 'elektrolittirler' ve elektrik akımını iletirler. Şeker ve etil alkol gibi bazı kovalent bağlı bileşikler ise suda molekül halinde ayrışırlar ve elektrik akımını iletmezler. Su normal şartlarda (1 atm ve 25 °C) serbest enerji değişimi büyük pozitif değere sahip olduğu için, kendiliğinden parçalanmaz. Ancak, suyu elektrolize etmek mümkündür. İlke olarak bir elektroliz hücresi, içinde düzlem bir metal veya karbon plaklar olan, iki elektrot veya nikel kaplı çelik elektrotlar ve bunların içine daldırıldığı elektrolit olarak adlandırılan iletken bir sıvı içermektedir. Doğru akım kaynağı bu elektrotlara bağlandığında akım, iletken sıvı içinde pozitif elektrottan negatif elektrota doğru akar. Böylece anot pozitif, katot ise negatif olarak yüklenmis olur. Elektrotlar arasında oluşan elektrik alanının etkisiyle, pozitif iyonlar katota negatif iyonlar ise anota doğru göç ederler. Suyun elektrolizi için, normal basınç ve sıcaklıkta, ideal olarak 1.23 volt enerji yeterlidir. Sudan belli bir miktar akım geçtiğinde, açığa çıkan *hidrojen hacmi oksijenin iki katı olur*. Çünkü su iki hidrojen bir oksijen atomundan oluşur. *Anotta oksijen, katotda hidrojen birikir.* Çünkü hidrojen iyonu (H^+) artı yüklü, oksijen (O^{-2}) eksi yüklü olduğundan, eksi elektrot artı yüklü iyonu çeker. Elektroliz kabından 1 C (Coulomb) yük geçtiğinde, anotta 0,06 cm^3 O_2, katotta 0,12 cm^3 H_2 açığa çıkar (Anonim 2010b).



Şekil 2.3. Suyun elektroliz süreci diyagramı (Millioğlu, 2006).

Elektroliz, oksidasyon redüksiyon reaksiyonları temeline dayanmaktadır. Kimyasal reaksiyonlarda, elektronların bir molekülden diğerine nakledilmesine, oksidasyon redüksiyon (oksidoredüksiyon) veya redoks reaksiyonları denilmektedir. Bu reaksiyonlarda elektron veren moleküllere, redükleyici ajan veya redüktan; elektron alan moleküllere ise, oksitleyici ajan veya oksidan adı verilmektedir. Redükleyici ve oksitleyici ajanlar, redüktan – oksidan çifti olarak fonksiyon görmektedir. Bir redoks çiftinin elektron kaybetmesi, oksidasyon redüksiyon potansiyeli (ORP) olarak bilinir ve 'E0' ile gösterilir. Buna aynı zamanda, elektron transfer potansiyeli veya sadece redoks potansiyeli adları da verilmektedir. Elektrolit; eğer redoks potansiyelinin değeri negatif ise, H_2 gazının elektronları daha az çekmesine, redoks potansiyelinin değeri pozitif ise, H_2 gazının elektronları daha fazla çekmesine olanak verir. Yani E0 değeri negatiften (-), pozitife (+) doğru gittikçe, maddenin elektron vermesi güçleşmekte, buna karşılık elektron alma çekimi de gittikçe artmaktadır. Su, kuvvetli standart potansiyele (ORP) sahiptir ve bu değer, pH 7.0' de E0 = + 820 mV' dur. Su molekülü çok isteksiz olarak elektron kaybedip, çok az oranda moleküler oksijen meydana getirmektedir. Buna karşılık moleküler oksijen, elektronlara veya hidrojene karşı daha yüksek bir affiniteye sahiptir. Bir elektrolizde, elektrot reaksiyonlarının başlaması için gerekli olan minimum potansiyele "ayrışma gerilimi = elektro motor kuvveti (EMK)" denir (Millioğlu, 2006).

Elektrolize su; asidik elektrolize su ve alkali elektrolize su olarak iki ayrı tipte sınıflandırılabilir. Elektrolize edilmiş alkali çözelti (pH > 11 ve ORP < - 800 mV), katot tarafından oluşturulur. Güçlü redüksiyon potansiyeline sahiptir ve gıdaları temizleyici çözelti olarak kullanılabilir (Hsu, 2005). Elektrolize edilmiş asit çözelti (pH < 2,7 ve ORP > 1100 mV) ise, anot tarafından oluşturulur. Güçlü oksidasyon potansiyeline sahiptir ve bakteriyel dezenfektan olarak kullanılabilir. Güçlü asidik elektrolize su; yüksek pozitif oksidasyon – redüksiyon, güçlü asidite, yüksek konsantrasyonlu çözünmemiş oksijen ve güçlü anti-bakteriyel aktivite gibi kendine özgü özelliklere sahiptir (Tosa ve Yamasaki., 2000). Asidik elektrolize su katot tarafından oksidasyon sonucu oluştuğundan elektrolize okside (EO) su olarak tanımlanmaktadır. Japonya 2002'de EO suyu resmen bir gıda katkı maddesi olarak onaylamıştır (Yoshida ve ark., 2004).

Elektrolize suyun temel avantajı, güvenli oluşudur. Ayrıca güçlü bir asit olan elektrolize okside su; deri, mukoz membranı veya organik materyal için aşındırıcı olmadığından hidrolklorik asit veya sülfürik asitten farklıdır (Huang ve ark., 2008). Sakurai ve ark. (2003)' da, EO suyun hastalar arasında sindirim endoskopilerini

temizleme ve dezenfekte etme konusunda yararlı bir araç olduğunu ifade etmiştir. İnsan vücudu ve çevre için güvenlidir. Tüm bu bilgilere ilave olarak, glutaraldehit'e (1200 yen/L) kıyasla EO su kullanımının maliyeti (5.3 yen/L) çok daha düşüktür (Sakurai ve ark., 2003). EO su, organik maddeyle temasa girdiğinde veya musluk suyu veya ters ozmoz (TO) suyla sulandırıldığında tekrar normal su haline gelmektedir. Bu nedenle kullanıcıların sağlığının yanı sıra çevre üzerinde de daha az olumsuz etkisi vardır. Bunun yanı sıra diğer alışılmış dezenfeksiyon tekniklerine kıyasla, EO su tekrar tekrar temizleme işlemini azaltır, kullanımı kolaydır, çok az yan etkisi vardır ve nispeten ucuzdur (Tanaka ve ark., 1999). Temizleme ve dezenfeksiyon için kullanılan kimyasallar pahalıdır ve gıda işletmeleri için ilave bir işletme masrafı oluşturmaktadır. EO su jeneratörünü satın almak için ilk sermaye yatırımı yapıldıktan sonra, tek işletim masrafı su, tuzlar ve üniteyi çalıştırmak için elektriktir (Walker ve ark., 2005a). EO suyun asıl avantajı, suya elektrolizle sürekli H+, HOCl ve Cl_2 verilmezse çözeltinin antimikrobiyal aktifliğini hızla kaybetmesidir (Kiura ve ark., 2002). EO su çeşitli alanlarda alışılmış kimyasal dezenfektanlardan daha güçlü bir dezenfektan olarak önem kazanmaktadır. Ancak klor gazı emisyonu, metal paslanması ve güçlü asiditesi ve serbest klor içeriği nedeniyle sentetik reçine parçalanması gibi sorunlar, kaygı konusu olmuştur. Metal paslanması ve sentetik reçine ayrışması meydana gelmesine rağmen bunlar hemodiyaliz cihazları üzerinde etkili değildir (Tanaka ve ark., 1999). Ayebah ve ark., (2005)' da, EO suyun paslanmaz çelik üzerinde hiç olumsuz etkisi olmadığını, gıda işlemede paslanmaz çelikten yapılan gıda temas yüzeyleri üzerindeki bakterileri etkisizleştirmek için temizlik maddesi olarak güvenle kullanılabileceğini göstermiştir.

Koseki ve Itoh, (2000); dezenfektan etkiyi araştırdıkları çalışmalarında, asidik elektrolize suyun dezenfektan potansiyeline katkıda bulunan ana faktörün, mevcut klorinin oksidasyon gücü olduğu sonucuna varmışlardır.

Asidik elektrolize suyun, kapalı ve karanlık koşullar altında, bir yıl boyunca korunabildiği; ayrıca güneş ışığına üç gün maruz kaldığında pH' sını bir yıl boyunca koruyabildiği ve etkisini kaybetmediği ortaya konmuştur. Korunma şartlarına (kapalı ve karanlık) bakılmaksızın alkali elektrolize suyun niteliğinin kolaylıkla değiştiği rapor edilmiştir (Koseki ve Itoh.,2000). Elektroliz sırasında su akış hızı (ml/sn) arttırıldığında; elektrolize edilmiş suyun toplam klor konsantrasyonu ve ORP'si azalmaktadır. Elektrolit içindeki tuz (NaCl) konsantrasyonu arttırıldığında ise, elektrolize edilmiş suyun elektriksel iletkenliği ve toplam klor konsantrasyonu artmaktadır. Su sıcaklığının toplam klor konsantrasyonuna etkisi ise düşüktür (Hsu, 2005). Yapılan bir çalışmada;

elektrolize okside sular, farklı su akış hızları, tuz konsantrasyonları ve su sıcaklıklarında üretilmiştir. Elektrolize okside sular, oda sıcaklığında koyu-kahverengi cam şişeler içerisinde kapalı olarak 21 gün depolanmıştır. Diğer elektrolize sular ise vidalı kapaklarla periyodik olarak 4 kez açılarak 12 gün depolanmıştır. Bu işlemlerin etkilerini belirlemek amacıyla elektrolize okside suyun pH, oksidasyon-redüksiyon potansiyeli (ORP), elektriki iletkenlik, toplam kalıntı klor, çözünmüş oksijen, sodyum iyonu ve klor iyon konsantrasyonu üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Sonuçta; pH, ORP, iletkenlik ve klor iyon konsantrasyonunun depolama koşulları altında çok fazla değişmediğini göstermiştir. Sodyum iyon konsantrasyonu depolama süresince %10-13 azalmıştır. Toplam kalıntı klor ve çözünmüş oksijen 21 gün içerisinde kapalı olarak depolamada sırasıyla %24 ve %21 düzeyinde azalmıştır. Yarı açıkta 12 gün depolamada ise sırasıyla %81 ve %47 düzeyinde azalmıştır. Bu durumda bileşenler açısından, normal atmosfer koşullarında bırakma, depolama süresinin uzatılmasından daha fazla sodyum iyon konsantrasyonunu azaltmıştır (Hsu ve Kao, 2004). Yapılan bir diğer çalışmada elektrolize suyun üç farklı çeşidinin, soya fasulyesi üzerindeki yerleşik bakterilere etkisi araştırılmıştır (Tatsumi, 2002). Zayıflatılmış asidik elektrolize su (pH 6.5, 891 mV ORP, ve 50 ppm klor), asidik elektrolize su (pH 2.1, 1185 mV ORP ve 100 ppm klor) ve alkali elektrolize su (pH 11.7, -120 mV ORP) ile yapılan çalışmalarda su örneklerinin hepsinin, otuz dakikada bile etkili olduğu görülmüştür.

Gıda endüstrisinde, gıdaların mikrobial kalite güvenliği için çoğunlukla klorin veya klorin dioksit kullanılmaktadır. Bununla birlikte, klorinin etkisinin yetersizliği ve kalıntılarının sağlığa zarar vermesi gibi nedenlerle alternatif dezenfektanlar da araştırılmaktadır. Ozon (O_3) halen gıda endüstrisinde bazı gıdaların yüzey hijyeni, ekipman, ambalaj materyali ve atık suların dezenfeksiyonu gibi alanlarda kullanılmaktadır (Anonim, 2005). Hipoklorit asitin (HOCl) de, bakteriler üzerindeki öldürücü etkisi iyi bilinmektedir. Elektrolize suyun da, yapısında bulunan serbest klordan dolayı pekçok patojen bakteri üzerinde güçlü etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir (Shimizu ve Hurusawa, 1992; Iwasawa ve Nakamura, 1993; Hayashibara ve ark., 1994; Venkitanarayanan ve ark., 1999b; Oomori ve ark., 2000; Kim ve ark., 2000b ve 2001; Koseki ve Itoh, 2001a; Buck ve ark., 2002; Park ve ark., 2002b; Ryoo ve ark., 2002; Bonde ve ark., 2003; Deza ve ark., 2003; Stan ve Daeschel, 2003; Koseki ve ark., 2003, 2004a; Liao ve ark., 2006). Ayrıca güçlü bir şekilde asidik elektrolize su olarak veya elektrolize güçlü asit sulu çözelti olarak da bilinen EO su, Japonya'da birkaç yıldır kullanılan yeni bir antimikrobiyal ajandır. Çeşitli mikroorganizmalara karşı

antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Fabrizio ve Cutter, 2003; Horiba ve ark., 1999; Iwasawa ve Nakamura, 1993; Kim ve ark., 2000a, 2000b; Kim ve ark., 2001; Kimura ve ark., 2006; Kiura ve ark., 2002; Park ve Beuchat, 1999; Park ve ark., 2002b; Venkitanarayanan ve ark., 1999b; Vorobjeva ve ark., 2003). Son yıllarda tarım, dişçilik, tıp ve gıda endüstrisinde dezenfektan olarak EO suya ilgi artmıştır. Elektrolize suyun; kesim tahtaları (Venkitanarayanan ve ark., 1999a), kümes hayvanı karkasları (Fabrizio, ve ark., 2002; Park ve ark., 2002a), yumurta (Russell, 2003), marul (Izumi, 1999; Koseki ve Itoh, 2001b; Koseki ve ark., 2001; Koseki ve ark., 2002; Koseki ve ark., 2004a; Koseki ve ark., 2004b; Park ve ark., 2001; Yang ve ark., 2003), yonca tohumları, havuç (Kim ve ark., 2003; Sharma ve Demirci, 2003), armut (Al-Haqve ark., 2002), elma (Okull ve Laborde, 2004), şeftali (Al-Haq ve ark., 2001), domates (Bari ve ark., 2003; Deza ve ark., 2003), çilek (Koseki ve ark., 2004b) ve gıda işleme ekipmanları için (Aye-bah ve ark., 2005; Kim ve ark., 2001; Park ve ark., 2002b; Venkitanarayanan ve ark., 1999a; Walker ve ark., 2005a, 2005b) etkili bir antimikrobiyal ajan olduğu bildirilmiştir.

EO su ayrıca geleneksel temizleme ajanlarından daha etkili ve daha ucuz olma avantajına da sahiptir. EO suyun patojen mikroorganizmaların etkisizleştirilmesi için en büyük avantajı, üretiminde hiç tehlikeli kimyasal eklenmemesinden dolayı kullanıcıların sağlığının yanı sıra çevre üzerindeki etkisinin daha az olmasıdır. Üstelik EO suyun insan vücuduna hiç zarar vermediği de ortaya çıkarılmıştır (Mori ve ark., 1997). Glutaraldehit (Sakurai ve ark., 2002, 2003), sodyum hipoklorit ve asetik asit gibi çoğu geleneksel koruma yöntemlerinden daha etkili, daha az tehlikeli ve daha az pahalıdır (Ayebah ve ark., 2005).

Elektrolize suyun; antimikrobial özellikleri, dezenfektan etkisi, taze sebze, meyve, yumurta, kümes ve deniz hayvanları gibi gıda endüstrisindeki uygulamaları ve diğer alanlarda kullanımına ait yapılan çalışmalarda birçok yönü araştırılmıştır.

EO suyun bakterileri öldürme aktivitesini değerlendirmek için birçok çalışma yapılmıştır. EO su; *Pseudomonas aeruginosa* (Kiura ve ark., 2002; Vorobjeva ve ark., 2003), *Staphylococcus aureus* (Park ve ark., 2002b; Vorobjeva ve ark., 2003), *Staphylococcus epidermidis, Escherichia coli* O157:H7 (Kim ve ark., 2000a, 2000b; Park ve ark., 2004; Venkitanarayanan ve ark., 1999b), *Salmonella enteritidis* (Venkitanarayanan ve ark., 1999b), *Salmonella typhimurium* (Fabrizio ve Cutter, 2003), *Bacillus cereus* (Len ve ark., 2000; Sakashita ve ark., 2002; Vorobjeva ve ark., 2003), *Listeria monocytogenes* (Fabrizio ve Cutter, 2003; Park ve ark., 2004; Vorobjeva ve

ark., 2003), *Mycobacterium tuberculosis* (Iwasawa ve Nakamura, 1993), *Campylobacter jejuni* (Park ve ark., 2002a), *Enterobacter aerogenes* (Park ve ark., 2002b) ve *Vibrio parahaemolyticus* (Huang ve ark., 2006; Kimura ve ark., 2006) dahil çeşitli mikroorganizmalar üzerinde antimikrobiyal aktiviteye sahiptir. EO su; ayrıca *Alternaria spp., Bortrytis spp., Cladosporium spp., Colletotrichum spp., Curvularia lunata, Didymella bryonaie, Epicoccum nigrum, Fusarium spp., Helminthosporium spp., Pestalotia spp., Phomopsis longicolla, Rhodosporidium toruloides, Stagonospora nodorum, Thielaviopsis basicola, Trichoderma spirale, Acidovorax avenae subsp., Erwinia chrysanthemi, Pantoea ananatis, Pseudomonas syringae* (Buck ve ark., 2002), *Aspergillus spp*. (Buck ve ark., 2002; Suzuki ve ark., 2002), *Botryosphaeria berengeriana* (Al-Haq ve ark., 2002), *Moniliia fructicola* (Al-Haq ve ark., 2001; Buck ve ark., 2002), *Penicillium expansum* (Okull ve Laborde, 2004) ve *Tilletia indica* (Bonde ve ark., 1999) gibi birçok mantar türünün çimlenmesini azaltabilmektedir. Genel olarak bakteriler, pH 4-9 aralığında gelişirler. Anaerobik bakteriler -700 ila +200 mV'de iyi gelişirken, aerobik bakteriler çoğunlukla +200 ila 800 mV ORP aralığında gelişirler. EO su içindeki yüksek ORP, muhtemelen hücrelerdeki elektron akışında oluşturduğu değişim nedeniyle metabolik akışların değişmesine ve ATP üretimine yol açabilir. Düşük pH, bakteri hücrelerinin dış zarını, HOCl'in bakteri hücrelerine girişine karşı, hassaslaştırabilir (McPherson, 1993). Klor bileşiklerinin en aktifi olan HOCl, mikroorganizma hücresindeki, karbonhidrat metabolizmasında önemli belirli enzimlerin sülfidril gruplarını klor vasıtasıyla oksitleyerek glukoz oksidasyonunu frenleme yoluyla öldürdüğü tahmin edilmektedir. Klor için önerilen diğer etkiler şunlardır;

1) Protein sentezinin aksaması,

2) Amino asitlerin nitritlere ve aldehitlere oksidatif karboksilasyonu,

3) Nükleik asitlerle, pürinlerle ve pirimidinlerle reaksiyonlar,

4) Temel enzimlerin tahrip edilmesinden sonra dengesiz metabolizma,

5) DNA-dönüştürme kapasitesi kaybıyla birlikte deoksiribo nükleik asit (DNA) lezyonlarına yol açılması,

6) Bazı makromoleküllerin sızması ile birlikte oksijen alımının ve oksidatif fosforilasyonun baskılanması,

7) Sitozinin toksik N-klor türevlerinin oluşması,

8) Kromozom anormalliklerinin oluşmasıdır (Marriott ve Gravani, 2006).

Depolama koşulları; elektrolize suyun bakterisidal aktivitesi ve fizikokimyasal özelliklerini etkilemede önemli faktörlerdir (Cui ve ark., 2009). Asidik elektrolize suyun

elektriki iletkenlik ve oksidasyon-redüksiyon potansiyeli (ORP), gözle görünür derecede değişmemiştir. Halbuki asidik elektrolize suda çözünmüş oksijen ve toplam klor kalıntı konsantrasyonu depolama süresince önemli ölçüde azalmıştır (Hsu ve Kao (2004). Depolama koşulları, EO suyun kimyasal ve fiziksel özelliklerini etkileyebilir. Açıkta, çalkalanan ortamda ve nüfuz eden ışık altında depolandığında EO su, en yüksek klor kayıp oranına sahiptir. Açık durumdayken buharlaşmayla klor kaybı kinetiği, birinci derecede etkilemiştir. Klor kayıp oranı çalkalama ile yaklaşık 5 kat artmış, ancak sızan ışıktan önemli ölçüde etkilenmemiştir (Len ve ark., 2002). Normal atmosfer şartlarına maruz kalan EO suyun, uzun bir süre kapalı bir sistemde tutulan EO sudan daha fazla klor ve oksijen indirgeyebildiği bildirilmiştir (Hsu ve Kao, 2004). Fabrizio ve Cutter (2003), 4 °C 'de depolanan EO suyun, 25 °C'de depolanan sudan daha istikrarlı (durağan) olduğunu bildirmişlerdir.

Nötral elektrolize su, oksidant karışımı olarak da ifade edilmektedir. Genellikle nötral elektrolize su üreteçleri tarafından 2 farklı tipte üretilir. Nötral elektrolize su üretiminin birinci tipi; membranı olmayan elektrolit hücre (Gómez-López ve ark., 2007) içinde seyreltik HCl veya NaCl çözeltisi, elektrolizle ayrışır. Bu tip su daha etkili, elverişli ve diğer elektrolize su sistemlerinden daha ucuzdur. Diğer tipinde, ayırıcı membranla birlikte hücre içinde seyreltik NaCl çözeltisi elektrolize edilir ve elektroliz süresince (Pernezny ve ark., 2005; Guentzelve ark., 2008) anotta oluşan ürünün bir kısmı katot haznesine gönderilir. Bu nötral elektrolize su üreteçleri nötral çözelti (pH 5.0-6.5) meydana getirirler. Nötr pH'dan dolayı nötral elektrolize su, işleme ekipmanlarında korozyon veya ellerin tahriş olması (Abadias ve ark., 2008) ve bitkilerde fitotoksinde asidik elektrolize su kadar yıpratıcı olmaz. Bu nedenle nötral elektrolize suyun özellikle tarımda kullanımı ilgi çekmektedir.

Gıda güvenliği günümüzde gittikçe önem kazanan bir konu olduğundan, toplum bilinci de giderek artmaktadır. Harcanan tüm çabalar, meydana gelen tüketici kaygıları ve artan gıda güvenliği problemlerinin bir sonucudur. Elektrolize su da son zamanlarda bu alanda kullanılmaya başlanmıştır. Hem protein içeren ve hem de sebze, meyve ağırlıklı gıdalar üzerine yapılmış muhtelif çalısmalar mevcuttur. Elektrolize okside su, sebzelerin sterilizasyonu gibi çeşitli tarımsal amaçlar için, metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA) bulaşmasını engellemek ve gıda maddelerinin ve gıda işleme ekipmanlarının dezenfeksiyonu için gıda işleme endüstrisindeki iyileştirici uygulamalarda geniş ölçüde kullanılmaktadır (Al-Haq ve ark., 2001, 2002; Fabrizio ve

ark., 2002; Izumi, 1999; Kim ve ark., 2003; Park ve ark., 2001; Venkitanarayanan ve ark., 1999a).

Koseki ve ark., (2002)' nın yaptığı çalışmalarda donmuş asidik elektrolize sudan klor gazı üretilmesine karşın; asidik elektrolize su ve alkali elektrolize suyun karışımından klor üretilememiştir. Bu sonuçlar, donmuş asidik elektrolize suyun dekontaminant etkisindeki ana faktörün, klor gazı olduğunu göstermiştir.

EO su, gıda işleme ekipmanları için de dezenfektan olarak kullanılmıştır. Venkitanarayanan ve ark. (1999a), kesim tahtaları üzerinde gıdalarla taşınan patojenleri öldürmek için EO suyun etkili bir yöntem olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir. pH'ı 2.53, OİP'si 1178 mV ve kloru 53 mg/L olan EO su; ayrıca cam, paslanmaz çelik, sırlanmış seramik, sırlanmamış seramik ve vitray çini yüzeyler üzerindeki *Enterobacter aerogenes* ve *S. aureus'u* azaltabilmektedir. EO suyun, süt sağım sistemlerinin boru hatlarındaki bakteriyel yükü azaltmadaki etkisi de araştırılmıştır (Walker ve ark., 2005a, 2005b). 60 ^{0}C'deki ER su ile 10 dakikalık ve ardından 60 ^{0}C'deki EO su ile 10 dakikalık yıkama sonucunda tespit edilebilen tüm bakteriler gözenekli olmayan temas yüzeylerinden başarıyla uzaklaştırmış ve ATP kalıntı testi de negatif bulunmuştur. Bu sonuçlar; EO suyun yerinde temizleme (CIP) ve çiftlikte sağım sistemlerinin temizlenmesi için bir temizlik maddesi olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

Et ve et ürünlerinin içerdiği mikrobiyal yükün azaltılması ve insan sağlığının korunması her şeyden önce kesimhaneden başlamak üzere işleme prosesinin her aşamasında hijyenik koşulların sağlanması ile mümkündür. Et ve et ürünlerinin sağlıklı koşullarda üretilmesinde temizlik ve dezenfeksiyonun rolü önemlidir. Et işletmelerinde ürünün hijyenik kalitesini önemli derecede etkileyen faktörlerin başında hammaddenin mikrobiyal yükü gelir. Bu sebeple kasaplık hayvanların taşınması, kesilmesi, yüzülmesi ve karkasların muhafazası, parçalanması ve nakledilmesi esnasında azami derecede hijyenik koşulların oluşturulmasına dikkat edilmelidir. Karkas ve et ürünlerine kontaminasyon sonucunda mikroorganizmalar hızlı bir şekilde çoğalarak oldukça yüksek sayılara ulaşmakta ve üründe arzulanmayan tat, koku, tekstür ve renk bozulmalarına ve hatta çoğu zaman kalite kayıplarına sebep olmaktadır. Aynı zamanda hastalık etmeni patojen mikroorganizmaların bulaşması durumunda tüketici sağlığı açısından son derece tehlikeli sonuçlar da ortaya çıkabilmektedir (Karakaya, 2008).

Et ve et ürünlerinde Elektro Aktive Suyun kullanımı hayvansal üretim çiftliklerindeki patojenlerin eliminasyonunda genelde formaldehit, gluteraldehit gazı ve

hidrojen peroksit ile sisleme yöntemleri kullanılmaktadır. Fakat bu yöntemler insan ve tavukların sağlığı açısından çok risklidir. Russell (2003)'de elektrostatik sprey yöntemi ile Elektro Aktive Su uygulaması sonucu yumurta kabuklarındaki *Staphylococcus aureus ve Listeria monocytogenes*'in tamamen elimine edildiğini göstermiştir. Park ve ark., (2002a) tarafından, tavukların vücut yüzeyindeki *Campylobacter jejuni'*nin sterilizasyonu üzerine yapılan bir çalışmada, iyonize suyun sterilizasyon etkisinin, iyonize olmayan suya göre üç kat fazla olduğu bildirilmiştir. Balıklar, kimyasal reaksiyonlar ve mikrobiyal gelişim sonucunda bozulmaya karşı oldukça hassastır. Toprağa dayalı tarımsal ürünlerin ve balıklardan elde edilen ürünlerin %25'inin genellikle kimyasal yıkım ve mikrobiyal bozulma sebebi ile her yıl kayba uğradığı tahmin edilmektedir. Gelişen nüfus baskısı ve azalan temel kaynaklar, gıda güvenliğini gelecek yüzyıl içerisinde tehdit etmektedir. Gıda üretiminin artması tek başına çözüm olmayıp gıda kalitesinin yükseltilmesi ve gıda raf ömrünün uzatılması gerekmektedir. Balıkların depolanması sırasında lipid oksidasyonu ve mikrobiyal üreme, sentetik veya doğal koruyucular kullanılarak kontrol edilebilir ancak tüketiciler her zaman yapay koruyucuların insan sağlığı üzerinde istenmeyen potansiyel risk taşıyabildiği için gıdalarda kullanımından endişe duymaktadır. Baharatlar ve esansiyel yağları en iyi doğal antioksidan ve antimikrobiyal ajanlar olarak uzun zamanlardan bu yana gıda koruyucusu şeklinde kullanılmaktadır. Bu bileşenlerin etkisi diğer koruyucularla beraber kombine şeklinde kullanılarak geliştirilebilir. Elektrolize NaCl çözeltisi kullanımı yeni bir uygulama alanı oluştururken, son zamanlarda yapılan çalışmalarda antimikrobiyal ve antioksidan ajan olarak da üzerinde durulmaktadır. Yapılan bir çalışmada, bu yeni teknolojinin uygulanması amacıyla Sazan fletolarının raf ömrünü uzatmak amacıyla NaCl çözeltisi ve esansiyel yağ bileşenleri kullanılarak ön muamele işlemi gerçekleştirilmiştir. Derisiz Sazan filetoları elektrolize NaCl çözeltileri ile muamele edilmiştir. Kimyasal analizler sonucunda elektrolize NaCl çözeltilerinin lipit oksidasyonunu önemli ölçüde baskıladığı görülmüştür (Mahmoud ve ark., 2006).

Elektrolize okside su, bakteriyel kontaminasyonu azaltmak amacıyla su ürünlerinde ve balık tezgahlarında mikrobiyal populasyonu azaltma amacıyla da kullanılmıştır. Tilapia örneklerine *Escherichia coli* ve *Vibrio parahaemolyticus* inoküle edilmiştir ve 10 dakika kadar elektrolize okside su içerisine daldırılmıştır. Elektrolize okside suyu 1 dakikalık uygulamadan sonra *E.coli'* de musluk suyundan 0.7 log CFU/cm^2 daha fazla azalma görülmüş ve ilave işleme süresi ise daha fazla azalma sağlamamıştır. Elektrolize okside su ile 5 dakikalık uygulama sonrasında

V.parahaemolyticus 1.5 log CFU/ cm^2 azaltmış ve 10 dakika sonra 2,6 log CFU/ cm^2 azalma görülmüştür. Patojen bakteriler daldırma işleminden sonra elektrolize okside su içerisinde saptanmıştır. Buna ek olarak marketlerde balık satıcılarının etkili dezenfektanı olarak da görülebilmektedir (Huang ve ark., 2006).

Amerikan Tarım Bakanlığı (USDA) Gıda Güvenliği ve Kontrolü Servisi(FSIS), çok sayıda hazır et ürünleri (kurutulmuş et, sosis, dilimlenmiş jambon ve hafif et yemekleri) içerisinde, çeşitli patojenleri tanımlamıştır (USDA-FSIS, 2004). Çalışmalarda daha çok hazır et ürünlerinde *Listeria monocytogenes*'i (LM) azaltmak amacıyla asidik elektrolize okside su (EOA) veya bazik elektrolize okside suyun (EOB) tek tek veya kombine şekilde etkinliğini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Frankfurterler veya jambon yüzeylerine asidik elektrolize okside su, bazik elektrolize okside su ve diğer gıdalarda kullanılabilir bileşiklerle (25 veya 4^0C, 30 dakikaya kadar) daldırma veya püskürtme işlemlerine tabii tutularak LM inoküle edilmiştir. Frankfurterler, asidik elektrolize okside su ile işlem gördüğünde (15 dakika 25^0C'de daldırıldığında) LM sayısı azami ölçüde azalmıştır. EOB/EOA'yun püskürtme ile kombinasyonu frankfurterler ve jambon üzerinde LM'in daha düşük sayıda azalmasını sağlamıştır. Ancak bu çalışma süresince azalma 1 log CFU/g'dan fazla gözlenmemiştir. Temas süresi uzatılmasına rağmen EOA veya EOB ile yapılan işlemler hazır et ürünleri üzerinde LM'in kontrolü için yeterli olmamıştır. Tüketime hazır et ürünleri üzerindeki patojenleri kontrol altına almak amacıyla gıdalarda kullanılabilir antimikrobiyalları tanımlamak için yeni araştırmalara da ihtiyaç olduğu bildirilmiştir (Fabrizio ve Cutter, 2005).

Kümes hayvanları kaynaklı gıdalar vasıtasıyla taşınan patojenlerin bulaşması olasılığı, kesim sırasında ve sonrasında karkasların dışkıyla temas etmeleri sonucu gerçekleşebilir (Windham ve ark., 2001). Kümes hayvanı ürünlerinin artan tüketimine bağlı olarak bu gıdalardan kaynaklanan ve gıdalarla taşınan hastalıklarda da artış olmuştur (Alterkruse ve ark., 1999). Kümes hayvanlarına *Campylobacter jejuni*'nin nisbeten yüksek sıklıkta bulaşması nedeniyle çiğ kümes hayvanı ürünleri önemli düzeyde insan hastalıklarının sorumlusu olarak algılanmıştır (White ve ark., 1997). Karkas kontaminasyonunu azaltmak için Cetylpyridinium chloride (Xiong ve ark., 1998), asitlendirilmiş sodyum klorür (Kemp ve ark., 2000), klor dioksit ve peroksi asetikasit (Morris, 1999), hidrojen peroksit (Lillard ve Thomson, 1983), γ-ışını (Katta ve ark., 1991), mikrodalgalar (Göksoy ve ark., 2000), ve soğutma (Vivien ve ark., 2000) dahil sayısız kontaminasyonu azaltıcı işlemler uygulansa da, ürün kalitesinde

bozulmaya neden olmaları, kimyasal kalıntılar, tavuk karkaslarının renginin bozulması, yüksek maliyet veya sınırlı etkileri nedeniyle bu işlemlerin çoğu henüz tamamıyla kabul edilebilir değildir (Farkas, 1998; Smulders ve Greer, 1998; Sofos ve Smith, 1998; Capita ve ark., 1999a,b). Şu an uygulanan metotlardan biri olan Trisodyum fosfat (TSF) içeren çözelti ile yıkamanın, tüy yolma sırasında ince bir lipit tabakasını ortadan kaldırarak gıdalarla taşınan hastalıkları önlemeye yardım ettiği bildirilmiştir (Vareltzis ve ark., 1997; Capita ve ark., 1999b). Ancak bertaraf etmeyi zor ve pahalı kılan (Fabrizio ve ark., 2002) ve karkasların ağırlık artışına yol açan TSF'nin kullanımı tercih edilmemektedir. Bu nedenle şu an kullanılan yöntemler yerine güvenilir bir alternatifin geliştirilmesi, dışkı kaynaklı kirleticilerin karkaslara yapışmasını önlemede ve kirleticileri kümes hayvanlarının yüzeyinden uzaklaştırarak *C. jejuni'yi* kümes hayvanı ürünlerinde azaltmada veya ortadan kaldırmada çok önemlidir.

Elektrolize suyun, gıda, tıp ve sterilizasyon amacıyla kullanım alanlarının dışında, halk arasında da kullanıldığı bilinmektedir. Japonya, Amerika ve Rusya gibi ülkelerde evlerde, ev tipi elektrolize su aletleri vasıtasıyla elektrolize sular üretilip kullanılmaktadır. Asidik elektrolize su (pH:4-6); yıpranmış kuru ciltlerin eski nemli haline getirilmesi, saç diplerinde olusan kepeğin önlenmesi, yaraların temizlenmesi, akne ve ekzamaların iyileştirilmesi, böcek ısırmalarında acının hafifletilmesi, hemoroidlerin tedavisi, ayakta oluşan mantarların iyileştirilmesi, sivilcelerin giderilmesi, mide spazmı ve ülser gibi mide rahatsızlıklarının tedavisi, gıdaların bakterilerden arındırılması ve soğutucu olmadan daha uzun süre muhafaza edilmesi, mutfak gereçlerinin temizlenmesi ile cilt yanıklarının iyileştirilmesi gibi alanlarda kullanılmaktadır. Alkali elektrolize su ise (pH:7-9.5); yemeklerin kısa sürede pişirilmesi, çay ve kahvenin suya daha hızlı bir şekilde renk vermesi, alkolün etkisinin vücuttan daha kısa sürede atılması, pirinç pilavının daha lezzetli olması, alınan gıdaların vücut tarafından daha kolay emilmesi, balık gibi kokulu gıdaların kokularının uzaklaştırılması, et ve sert sebzelerin pişirilmesi ile evcil hayvanlardaki parazitlerin uzaklaştırılması gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Ayrıca elektrolize su kullanım şekilleri; içme ve yiyecek pişirme suyu olarak yararlanma veya cilde sürme şeklinde de uygulanmaktadır (Millioğlu, 2006).

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Araştırma materyali olarak kullanılan sığır ve tavuk etleri Konya'daki anlaşmalı kasap ve marketlerden temin edilmiştir. Çalışmada kullanılacak etlerin bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla alınan sığır ve tavuk etleri en kısa sürede analizlerin gerçekleştirileceği S.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Et ve Et Ürünleri Araştırma Laboratuvarı'na ulaştırılmıştır. Tüm haldeki tavuk etleri kemiklerinden uzaklaştırılmış ve derisiz tüm gövdeyi temsil edecek şekilde elle kemiksizleştirilmiştir. İri parçalar halindeki sığır ve tavuk etleri ayna çapı 3 mm olan laboratuvar tipi bir kıyma makinesinden ayrı ayrı geçirilerek kıyma haline getirilmiştir. Kıymaları homojen hale getirmek amacıyla düşük devirli bir karıştırıcı yardımıyla ayrı ayrı karıştırma işlemi uygulanmıştır. Böylece iki farklı et çeşidine ait tüm karkası temsil edecek şekilde örnekler elde edilmiştir. Kıyma haline getirilen sığır ve tavuk eti örnekleri deneme süresince buzdolabının soğuk muhafaza bölmesinde (0-4˚C) muhafaza edilmiştir.

Emülsiyon oluşturmada kullanılan rafine mısır yağı 5'er litrelik teneke kutularda aynı firmanın aynı üretim parti numaralı ürünleri olmasına dikkat edilerek piyasadan satın alınmıştır. Deneme süresi boyunca kullanılacak yağlarda otooksidasyon oluşmaması için ambalaj materyalinin ağzı kapalı tutulmuş ve laboratuvar koşullarında serin ve karanlık ortamda muhafaza edilmiştir. Emülsiyonların oluşturulmasında başlangıçta ilave edilen yağın miktarı, sıcaklığı, akış hızı ve karıştırıcının hızı tüm denemelerde sabit tutulmuştur.

Denemelerde kontrol grubu olarak çeşme suyu (pH≈7.4) ve farklı pH değerlerine (pH:4.0; pH:6.0; pH:8.0; pH:10.0) sahip elektrolize su çeşitleri kullanılmıştır.

Yapılan tüm analizlerde analitik saflıkta kimyasal maddeler kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme planı

Araştırmada tüm gövdeyi temsil edecek şekilde hazırlanan sığır ve tavuk etlerinin, farklı pH'lardaki elektrolize su ve 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 değerleri tespit edilmiştir. Et+çözelti pH'ları ve oluşturulan emülsiyonların pH'ları belirlenmiştir. Ayrıca her bir et çeşidinin pişirme kaybı değerleriyle, farklı pH'lardaki elektrolize sular kullanılarak et örneklerinin su tutma kapasiteleri de belirlenmiştir.

Denemeler; 2 farklı et çeşidi ve biri kontrol grubu olmak üzere 5 farklı pH değerindeki sular kullanılarak iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve analizler her bir tekerrürde üç paralel olacak şekilde yürütülmüştür. Böylece her bir parametre, faktöriyel deneme desenine göre 2×5× 2 × 3 = 60 örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1. Farklı pH'lardaki Elektrolize Suyun Sığır ve Tavuk Etlerinin Bazı Emülsiyon Özelliklerine Etkisine Ait Deneme Deseni

Su çeşidi	**Tekerrür**	**Et çeşidi**	
		Sığır	**Tavuk**
pH≈7.4 (Kontrol)	I		
	II		
pH=4.0	I		
	II		
pH=6.0	I		
	II		
pH=8.0	I		
	II		
pH=10.0	I		
	II		

3. 2. 2. Örneklerin analize hazırlanmaları

Araştırma kapsamında çalışılan sığır ve tavuk etleri aşağıdaki şekilde hazırlanarak analizlere tabi tutulmuştur;

1. Sığır ve tavuk etlerinin bir kısmı, 3 mm delik çapındaki aynaya sahip laboratuar tipi kıyma makinesinden (Kitchen Aid, Classic model, USA) iki kez geçirildikten sonra kuru madde, protein, yağ, kül miktarı ve pişirme kaybı analizleri yapılmak üzere ayrılmıştır.
2. Elektrolize sular, ЭКОВОД-6 ЖЕМЧУГ (Kiev, Ukrayna) cihazı kullanılarak elde edilmiştir (Şekil 3.1).Cihaz üç bölmeden oluşmaktadır ve bölmeler arasında iki membran bulunmaktadır. Birinci ve üçüncü bölmeler katolit, ikinci bölme ise anolit bölmesidir. Bölmeler çeşme suyu ile doldurulduktan sonra cihazın kapağı kapatılmış ve cihaz çalıştırılmıştır. Membranlar sayesinde iyon (H^+ ve OH^-) geçişi sağlanarak anolitik kısımdan asit karakterli su elde edilirken, katolitik kısımlardan bazik karakterli sular elde edilmiştir. Bu çalışma prensibi ile farklı pH'larda elektrolize su çeşitleri elde edilmiştir.



Şekil 3.1. Elektroliz cihazı

3. Emülsiyon özelliklerini belirlemek amacıyla hazırlanan tuz fosfat çözeltilerinde NaCl (%2.5) + K_2HPO_4 (%0.5) ve saf su yerine farklı pH'larda (Kontrol (pH≈7.4); pH:4.0; pH:6.0; pH:8.0; pH:10.0) elde edilen elektrolize su çeşitleri kullanılmıştır. Ayrıca sığır ve tavuk etlerinin su tutma kapasitelerini belirlemek üzere, 0.6M NaCl çözeltisi hazırlanırken kontrol grubu olarak pH≈7.4 değerine sahip çeşme suyu ve diğer muamele gruplarında ise pH:4.0, pH:6.0, pH:8.0 ve pH:10.0 değerlerine sahip elektrolize su çeşitleri kullanılmıştır.

3. 2. 3. Analiz metotları

3. 2. 3. 1. Kuru madde 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 tartılıp kuru madde oranları (%) 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'er 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 uzaklaştırılmıştır. Balon + yağ bir desikatöre alınmış, soğutulduktan sonra tartılmış ve örneklerdeki 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 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 yardımı ile pH tayini yapılmıştır (Gökalp ve ark., 1993).

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

25 g kıyma haline getirilmiş örnek, farklı pH'larda elektrolize su ile hazırlanan 100 ml tuz-fosfat (%2.5 NaCl+%0.5 K_2HPO_4) çözeltisi ile yüksek hızda 2 dakika süre ile Waring blenderda parçalanarak homojenizat haline dönüştürüldükten sonra dijital pH-metre (pH 315i/SET WTW, Germany) yardımıyla homojenizatların pH değerleri tespit edilmiştir.

3. 2. 3. 5. 3. Emülsiyon pH tayini

Emülsiyon özelliklerinin belirlenmesi amacıyla oluşturulan emülsiyonların pH'ları, dijital pH-metre (pH 315i/SET WTW, Germany) yardımıyla belirlenmiştir.

3. 2. 3. 6. Pişirme kaybı (PK) tayini

Araştırmada kullanılan sığır ve tavuk etlerinin pişirme kayıpları Kondaiah ve ark. (1985)'nın önerdiği metoda göre belirlenmiştir. Pişirme kayıplarının tespiti için kıyma haline getirilmiş her bir et örneğinden orta sertlikteki 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 farklı pH'lardaki elektrolize su ile hazırlanan 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. 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'de 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 ayrı ayrı 25'er g alınarak üzerine 100 ml tuz-fosfat çözeltisi ilave edildikten sonra Waring blender jarında 2–3 dakika yüksek hızda parçalanarak bir homojenizat oluşturulmuştur. Elde edilen homojenizatın 12.5 g'ı diğer bir jara aktarılarak üzerine 4±2˚C'de 37.5 ml tuz-fosfat çözeltisi ilave edildikten sonra düşük devirde 15 saniye karıştırılmış, üzerine 50 ml soğutulmuş 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 yardımıyla sıcaklığı 8˚C'ye ayarlanmış 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 ortama 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 g. proteinin emülsifiye edebildiği yağ (ml) miktarı şeklinde hesaplanmıştır.

3. 2. 3. 9. Emülsiyon stabilitesi (ES)'nin belirlenmesi

Emülsiyon stabilitesinin belirlenmesinde, EK için uygulanan işlemler tekrar edilmiş, emülsiyon kırılmayacak şekilde harcanan toplam mısır yağı miktarı, EK tayininde her bir et örneği için harcanmış olan 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 4100d/d'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 işlem uygulanmış emülsiyonlardan 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. 10. 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.

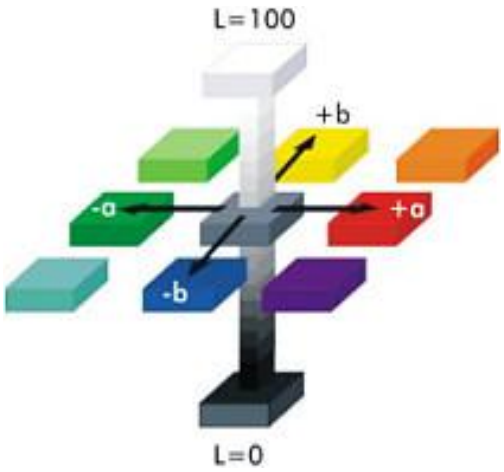
3. 2. 3. 11. Emülsiyon viskozitesi (EV)'nin belirlenmesi

Emülsiyon akışkanlığının bir ölçüsü olan emülsiyon viskozitesi, Lopez de Ogaro ve ark. (1986)'nın belirttikleri metoda göre yapılmıştır. Bu amaçla stabilite tayini için hazırlanmış ve ısıl işlem uygulanmamış emülsiyonlardan 20–25 g kadar selüloz nitrat test tüplerine aktarılıp Lab line viskozimetrenin (Lab Line Instruments, Inc., Melrose Park, III., U. K.) 7 numaralı başlığı kullanılarak 10, 20, 50 ve 100 dev./dak. kayma hızlarındaki viskozite değerleri cP olarak okunmuştur.

3. 2. 3. 12. 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 (CIE, 1976). Ölçümler, her bir et çeşidinden ayrı ayrı alınan kesit üzerinde 3 farklı okuma yapılarak gerçekleştirilmiştir. Chroma (*C*) ve Hue angle (HA) değerleri aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır (Minolta, 1994).

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



Şekil 3.2. CIE *L*, a*, b** renk koordinat sistemi.

3. 2. 4. 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). Elde edilen istatistik analiz sonuçları önemlilik derecelerini de belirten çizelgeler şeklinde verilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4. 1. Analitik Sonuçlar

Araştırmada kullanılan sığır ve tavuk eti örneklerinin yapılan kuru madde, protein, yağ ve kül içeriklerine ait Varyans analizi sonuçları Çizelge 4. 1'de, Duncan testi sonuçları ise Çizelge 4. 2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Sığır ve tavuk etlerinin kuru madde, protein, yağ ve kül içeriklerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kuru Madde		Protein		Yağ		Kül	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Et çeşidi	1	90.210	27.92**	1.373	1.14	111.57	12.99**	0.027046	10.62**
Hata	10	3.231	-	1.206	-	8.59	-	0.002547	-
Genel	11	-		-		-		-	

**p<0.01 seviyesinde önemli.

Çizelge 4.2. Sığır ve tavuk etlerinin kuru madde, protein, yağ ve kül içeriklerine (%) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları*

Et çeşidi	n	Kuru Madde	Protein	Yağ	Kül
Sığır eti (SE)	6	31.82 2.51^{a}	21.46 1.37$^{ö.siz}$	9.32 4.06^{a}	0.958 0.06^{b}
Tavuk eti (TE)	6	26.34 0.40^{b}	22.13 0.73$^{ö.siz}$	3.22 0.84^{b}	1.053 0.04^{a}

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

Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi et çeşitlerinin kurumadde, yağ ve kül içerikleri arasındaki fark istatistiki açıdan önemli (p<0.01) çıkmıştır. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, tavuk etine kıyasla sığır etinin kurumadde ve yağ içeriklerinin daha yüksek olduğu, kül içeriğinin ise daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Kurt ve Zorba (2005), sığır, tavuk ve hindi etleri üzerine yaptıkları bir çalışmada, et çeşitleri arasında en yüksek protein içeriğinin hindi göğüs etinde bulunduğunu, sığır etinin protein içeriğinin %20.49, tavuk etinin protein içeriğinin ise %21.73 olduğunu belirlemişlerdir.

Karakaya (2003), keklik, bıldırcın, tavuk, hindi, koyun, keçi, sığır ve tavşan gibi farklı tür etleriyle yaptığı çalışmada, bu etlerin protein miktarlarını belirlemiş, keçi ve koyun etlerinin diğer tür etlerine nazaran daha düşük oranlarda protein içerdiğini ve diğer tür etlerinin protein miktarlarının birbirine yakın çıktığını rapor etmiştir.

Sarıçoban (2000), yaptığı bir çalışmada sığır eti kurumadde miktarını ortalama %30.50, protein miktarını %18.50, yağ miktarını %11.85 olarak, tavuk eti kuru madde miktarını %27.65, protein miktarını %19.70 ve yağ içeriğini ise % 7.95 olarak tespit etmiştir.

Yapılan araştırma sonucunda elde edilen veriler bazı literatür bulgularıyla benzerlik gösterdiği halde, bir kısım veriler daha önce yapılan araştırma sonuçlarıyla paralellik göstermemiştir. Bu farklılıkların nedeni; çalışmamızda kullanılan et çeşitlerinin kimyasal kompozisyonlarının öncelikle hayvanın ırkına, yaşına, besi durumuna, hayvanın yaşadığı çevre koşullarına, hayvanın hareketliliğine, kasın geldiği bölgeye ve kasın çeşidine bağlı olarak değişim göstermesinden kaynaklanmış olabilir. Araştırma materyali olarak kullanılan tavuk etlerinin pH değerleri 6.10, sığır etlerinin pH değerleri ise 5.99 bulunmuştur.

4.2. Emülsiyon Özelliklerine Ait Sonuçlar

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

Araştırmada kullanılan sığır ve tavuk etlerinden hazırlanan et+çözelti ve emülsiyon pH'larına ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4. 3'de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4. 4'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Sığır ve tavuk etlerine farklı pH'larda elektrolize su ilavesi ile oluşturulan et+çözelti ve emülsiyonların pH değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Et+Çözelti		Emülsiyon	
		KO	F	KO	F
Et çeşidi(A)	1	0.127882	16.27**	0.235627	35.25**
Su çeşidi(B)	4	0.007331	0.93	0.030752	4.60**
AxB	4	0.000061	0.01	0.000606	0.09
Hata	50	0.007858		0.006685	
Genel	59	-		-	

**p<0.01 seviyesinde önemli.

Çizelge 4.4. Sığır ve tavuk etlerine farklı pH'larda elektrolize su ilavesi ile oluşturulan et+çözelti ve emülsiyonların ortalama pH değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Faktör	n	Et+çözelti	Emülsiyon
Et çeşidi(A)			
Sığır eti (SE)	30	6.84 0.08[a]	7.43 0.09[a]
Tavuk eti (TE)	30	6.75 0.09[b]	7.30 0.08[b]
Su çeşidi(B)			
pH:7.4(Kontrol)	12	6.78 0.10[ö.siz]	7.34 0.10[b]
pH:4	12	6.77 0.09[ö.siz]	7.32 0.10[b]
pH:6	12	6.78 0.10[ö.siz]	7.34 0.10[b]
pH:8	12	6.80 0.10[ö.siz]	7.38 0.11[ab]
pH:10	12	6.83 0.10[ö.siz]	7.45 0.11[a]

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

Varyans analiz sonuçları göz önünde bulundurulduğunda et+çözelti ve emülsiyon pH'ları üzerine et çeşidinin etkisi istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Farklı pH'larda elektrolize su kullanımının emülsiyon pH'ları üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli ($p<0.01$) olmuştur.

Araştırmada kullanılan sığır ve tavuk etlerinin pH değerlerine göre sığır eti+çözelti ve tavuk eti+çözelti pH değerleri ile oluşan emülsiyonların pH değerleri daha yüksek olarak tespit edilmiştir. pH değerlerindeki bu artışların kullanılan bazik karakterli K_2HPO_4'tan ve ayrıca bazı çözeltilerde kullanılan bazik karakterli elektrolize sulardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

K_2HPO_4, bazik özellikte bir fosfat bileşiği olup ilave edildikleri ortamların pH'sını yükseltirler (Çakmakçı ve Çelik, 1995; Knipe, 2004a; Knipe, 2004b). Bayrak (1997), yaptığı bir çalışmada keçi etinden oluşturulmuş et+çözelti pH'larının artan fosfat konsantrasyonuna bağlı olarak arttığını ifade etmiştir. 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.

4.2.2. Emülsiyon kapasitesi (EK) sonuçları

Emülsiyon kapasitesi (EK), 1 birim proteinin emülsifiye ettiği ml. yağ miktarıdır. Emülsiyon kapasitesi verilerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.5'te bu değerlere ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Sığır ve tavuk etlerine farklı pH'larda elektrolize su ilavesi ile oluşturulan emülsiyonların EK değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	EK	
		KO	F
Et çeşidi(A)	1	560.84	7.16*
Su çeşidi(B)	4	1539.27	19.66**
AxB	4	41.41	0.53
Hata	50	78.29	
Genel	59	-	

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

Çizelge 4.6. Sığır ve tavuk etlerine farklı pH'larda elektrolize su ilavesi ile oluşturulan emülsiyonların EK değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları*

Faktör	n	EK(ml yağ/g protein)
Et çeşidi (A)		
Sığır eti (SE)	30	160.60 14.66[b]
Tavuk eti (TE)	30	166.70 11.75[a]
Su çeşidi (B)		
pH:7.4(Kontrol)	12	157.30 5.81[c]
pH:4	12	153.20 9.74[c]
pH:6	12	158.10 9.79[c]
pH:8	12	168.20 8.56[b]
pH:10	12	181.30 11.15[a]

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

Çizelge 4.5.'ten de görüldüğü gibi et çeşidinin emülsiyon kapasitesi üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli ($p<0.05$); farklı pH'lardaki elektrolize su kullanımının etkisi ise çok önemli ($p<0.01$) olmuştur.

Emülsiyon kapasitesi üzerinde çeşitli faktörler etkili olmaktadır. Özellikle model emülsiyon sistemlerinde; protein çeşidi, protein konsantrasyonu, emülsiyon ortam sıcaklığı, yağ ilave edilme hızı, yağın çeşidi ve türü, mikser hızı, pH ve iyonik şiddet gibi faktörler emülsiyon kapasitesi üzerinde etkili olmaktadır. Araştırma sonucunda sığır etinin EK değeri 160.60 ml yağ/g protein iken, tavuk etinin EK değeri 166.70 ml yağ/g proteindir. Emülsiyon kapasitesi ve protein konsantrasyonu arasında doğrusal bir ilişki söz konusu olup, protein konsantrasyonu arttıkça, emülsiyon kapasitesi de artmaktadır. Bu hususta literatür bilgileri de dikkate alındığında çalışmamızda tavuk etinin sığır etine göre daha yüksek oranda protein içermesi (Çizelge 4.2.) nedeniyle daha yüksek EK'ya sahip olduğu düşünülmektedir.

Et emülsiyonlarının oluşturulmasında ortam pH'sının etkisi çok önemlidir. Forrest ve ark., (1975) et pH'sının yükselmesinin hücre içerisinden dışına daha fazla

proteinin ekstrakte olmasına neden olduğunu vurgulamışlar ve bu durumun EK değerlerini arttıracağını bildirmişlerdir.

Yaptığımız çalışmada; farklı pH'lardaki elektrolize suların kullanılması sonucunda EK değerleri; kontrol (pH:7.4) çeşme suyu kullanımında 157.3 ml yağ/g protein, pH:4.0 elektrolize su kullanımında 153.2 ml yağ/g protein, pH:6.0 elektrolize su kullanımında 158.1 ml yağ/g protein, pH:8.0 elektrolize su kullanımında 168.2 ml yağ/g protein ve pH:10.0 elektrolize su kullanımında 181.3 ml yağ/g protein şeklinde bulunmuştur. Kontrol (pH:7.4) grubu olarak kullanılan suyun pH'sından uzaklaştıkça EK değerlerinde değişimler meydana gelmiştir. Nitekim pH'sı 4.0 olan elektrolize su kullanımında istatistiki olarak önemli olmamakla birlikte kontrol grubunun EK değerine göre küçük bir azalma meydana gelmiş, ancak pH'sı 8.0 ve 10.0 olan elektrolize suların kullanımı EK'ni çok önemli ($p<0.01$) düzeyde yükseltmiştir.

Karakaya (2003), yaptığı 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 tespit etmiştir. 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 belirlemişlerdir. Çalışmamızda sığır ve tavuk etleri için belirlediğimiz EK değerleri çeşitli literatürlerde verilen EK değerlerinin bazılarından yüksek, bazılarından ise daha düşük bulunmuştur. Bu durum muhtemelen, kullanılan etlerin çeşidi, yağ oranı, protein kalitesi ve kullanılan etin pH'sı ile karkastan geldiği bölgelerin farklılığından kaynaklanmış olabilir.

4.2.3. Emülsiyon stabilitesi (ES), emülsiyondan ayrılan su (EAS) ve emülsiyondan ayrılan yağ oranları (EAY) sonuçları

Sığır ve tavuk etlerine ait emülsiyon stabilite oranları (ES), emülsiyondan ayrılan su oranları (EAS) ve emülsiyondan ayrılan yağ oranları (EAY)'na ait Varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7.'de; Çizelge 4.8.'de ise, ES, EAS ve EAY değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.7. Sığır ve tavuk etlerine farklı pH'larda elektrolize su ilavesi ile oluşturulan emülsiyonların ES, EAS ve EAY değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	ES		EAS		EAY	
		KO	F	KO	F	KO	F
Et çeşidi (A)	1	41.667	6.22*	30.104	4.85*	0.9375	5.29*
Su çeşidi (B)	4	40.013	5.97**	40.130	6.46**	0.6120	3.46*
AxB	4	2.018	0.30	3.802	0.61	0.6120	3.46*
Hata	50	6.698	-	6.208	-	0.1771	-
Genel	59	-	-	-	-	-	-

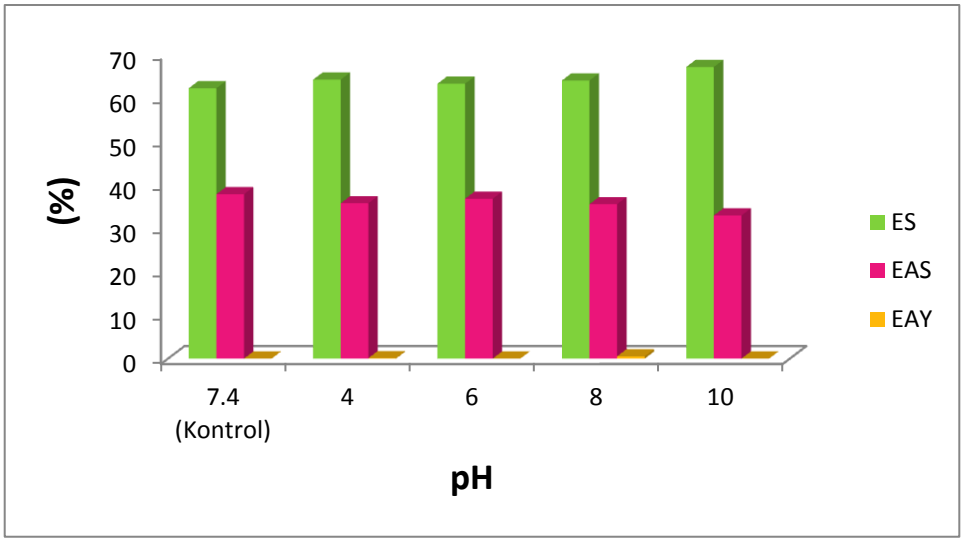
**p<0.01 ,*p<0.05 seviyesinde önemli, ES:Emülsiyon Stabilitesi (%); EAS:Emülsiyondan Ayrılan Su Oranı (%); EAY:Emülsiyondan Ayrılan Yağ Oranı (%).

Çizelge 4.8. Sığır ve tavuk etlerine farklı pH'larda elektrolize su ilavesi ile oluşturulan Emülsiyonların ES, EAS ve EAY değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Faktör	n	ES (%)		EAS (%)		EAY (%)	
Et çeşidi (A)							
Sığır eti (SE)	30	63.29	3.12^{b}	36.46	3.03^{a}	0.25	0.69^{a}
Tavuk eti (TE)	30	64.96	2.76^{a}	35.04	2.76^{b}	0.00	0.00^{b}
Su çeşidi (B)							
pH:7.4(Kontrol)	12	62.19	1.70^{b}	37.81	1.70^{a}	0.00	0.00^{b}
pH:4	12	64.17	4.37^{b}	35.73	4.18^{ab}	0.10	0.36^{b}
pH:6	12	63.23	2.16^{b}	36.77	2.16^{a}	0.00	0.00^{b}
pH:8	12	63.96	1.83^{b}	35.52	1.55^{ab}	0.52	0.99^{a}
pH:10	12	67.08	2.22^{a}	32.92	2.22^{b}	0.00	0.00^{b}
AxB							
SEx7.4(Kontrol)	6	61.25	$1.12^{ö.siz}$	38.85	$1.12^{ö.siz}$	0.00	0.00^{b}
SEx4	6	63.13	$4.98^{ö.siz}$	36.67	$4.66^{ö.siz}$	0.21	0.51^{b}
SEx6	6	61.88	$2.20^{ö.siz}$	38.13	$2.20^{ö.siz}$	0.00	0.00^{b}
SEx8	6	63.54	$1.66^{ö.siz}$	35.42	$1.02^{ö.siz}$	1.04	1.23^{a}
SEx10	6	66.67	$1.29^{ö.siz}$	33.33	$1.29^{ö.siz}$	0.00	0.00^{b}
TEx7.4(Kontrol)	6	63.13	$1.72^{ö.siz}$	36.88	$1.72^{ö.siz}$	0.00	0.00^{b}
TEx4	6	65.21	$3.83^{ö.siz}$	34.79	$3.83^{ö.siz}$	0.00	0.00^{b}
TEx6	6	64.58	$1.02^{ö.siz}$	35.42	$1.02^{ö.siz}$	0.00	0.00^{b}
TEx8	6	64.38	$2.05^{ö.siz}$	35.63	$2.05^{ö.siz}$	0.00	0.00^{b}
TEx10	6	67.50	$2.96^{ö.siz}$	32.50	$2.96^{ö.siz}$	0.00	0.00^{b}

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0,01; p<0,05). $^{ö.siz}$: önemsiz. ES:Emülsiyon Stabilitesi (%); EAS:Emülsiyondan Ayrılan Su Oranı (%); EAY:Emülsiyondan Ayrılan Yağ Oranı (%).

Farklı pH'larda elektrolize su kullanılarak oluşturulan emülsiyonların; ES, EAS ve EAY değişimi Şekil 4.1.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Farklı pH'lardaki elektrolize suların ES, EAS ve EAY değişimi üzerine etkisi.

Emülsiyon stabilitesi; emülsiyon bünyesinde kalan su ve yağ miktarının göstergesi olup emülsiyonun kararlılığının ve stabil bir yapı göstermesinin belirleyicisidir. Çalışmamızda kullanılan sığır ve tavuk etlerinin ES değerleri sırasıyla %63.29, %64.96 olarak bulunmuştur. Elde ettiğimiz bulgulara göre tavuk eti emülsiyonu, sığır etine kıyasla daha stabil yapı göstermiştir.

Sığır ve tavuk etlerinin ES, EAS ve EAY oranları arasındaki fark istatistiki olarak önemli (p<0.05) çıkmıştır. Emülsiyon oluşturmada farklı pH'lardaki elektrolize su kullanımı; ES ve EAS parametreleri üzerine çok önemli (p<0.01), EAY parametresi üzerine ise önemli (p<0.05) bir etki oluşturmuştur. Et çeşidi×su çeşidi interaksiyonu, ES ve EAS parametreleri üzerine etkisi önemsizken (p> 0.01; 0.05), EAY parametresi üzerine önemli (p<0.05) etki göstermiştir.

Elde edilen bulgulara göre tavuk etinin protein oranı sığır etine göre daha yüksektir. Bu nedenle tavuk etinin ES değerinin de yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum, muhtemelen tavuk eti emülsiyonlarının daha stabil bir yapı göstermesine de katkı sağlamış olabilir. Yaptığımız çalışmada kontrol grubu (pH: 7.4) olarak kullanılan su ile pH'sı 4, 6 ve 8 olan elektrolize suların kullanıldığı grupların ES değerleri arasında istatistiki olarak fark görülmezken, pH'sı 10 olan elektrolize su kullanılmış olan emülsiyonlar en yüksek ES değerini vermiştir. Yani pH'sı 10 olan elektrolize su kullanımı emülsiyon stabilitesini artırmaktadır.

Emülsiyon stabilitesinin belirlenmesinde, oluşturulan emülsiyonların belirli şartlarda, belirli süre bekletilmesi sonucunda emülsiyondan ayrılan su ve yağ miktarı

önem arzetmektedir. Emülsiyondan ayrılan su ve yağ miktarının az olması, emülsiyonun daha stabil olduğunu göstergesidir (Gökalp ve ark. 1999). Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre; kontrol grubu (pH: 7.4) olarak kullanılan çeşme suyuna göre, farklı pH'lardaki (4, 6, 8, 10) elektrolize suların emülsiyondan ayrılan su oranlarını azalttığı ve pH'sı 10 olan elektrolize suyun kullanımı durumunda EAS'un en düşük düzeye indiği saptanmıştır. Bu durum daha stabil bir emülsiyon elde edilmesine katkı sağladığı gibi pH'sı 10 olan elektrolize su kullanımında meydana gelecek fire de daha az olacaktır. Yani ekonomik açıdan önemli bir fayda sağlayacaktır.

Lyon ve ark. (1983), ES üzerine, kullanılan etteki yağ oranı ve et pH'sının önemli bir etken olduğunu ve özellikle etteki yüksek yağ oranının ve düşük pH değerlerinin ES'ni olumsuz yönde etkilediğini ifade etmişlerdir. Çalışmamızda kullandığımız sığır etinin yağ içeriği, tavuk etine kıyasla daha yüksek, pH'sının ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum muhtemelen tavuk etinin ES'nin sığır etine göre daha yüksek çıkmasına neden olmuş olabilir. Ayrıca pH'sı 10 olan elektrolize su kullanımının daha stabil emülsiyon oluşturması da bu durumdan kaynaklanmış olabilir.

Zorba (1990), taze sığır etlerinin ES'lerini ortalama %82; Karakaya (1990) ise farklı tür ve organ etlerinin emülsiyon özelliklerini araştırdığı çalışmasında, ortalama ES değerlerinin sığır etinde %80.5, tavuk etinde ise %74.25 olduğunu bildirilmişlerdir.

4.2.4. Emülsiyon viskozitesi (EV) sonuçları

Sığır ve tavuk etleri kullanılarak hazırlanan emülsiyonların farklı kayma hızlarındaki (10, 20, 50, 100 rpm) viskoziteleri cP cinsinden belirlenmiştir. Elde edilen değerlerin Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.9'da, bu verilere ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Sığır ve tavuk etlerine farklı pH'larda elektrolize su ilavesi ile oluşturulan emülsiyonların farklı kayma hızlarında ölçülen viskozite değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon		10 rpm		20 rpm		50 rpm		100 rpm	
Kaynakları	**SD**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**	**KO**	**F**
Et çeşidi(A)	1	13632667	21.07**	2730667	8.35**	600000	11.03**	121500	8.78**
Su çeşidi(B)	4	10894750	16.84**	4549000	13.91**	908500	16.70**	303167	21.92**
AxB	4	883917	1.37	527333	1.61	43333	0.80	29000	2.10
Hata	50	646933	-	327000	-	54400	-	13833	-
Genel	59	-	-	-	-	-	-	-	-

**p<0.01 seviyesinde önemli.

Çizelge 4.10. Sığır ve tavuk etlerine farklı pH'larda elektrolize su ilavesi ile oluşturulan emülsiyonların farklı kayma hızlarında ölçülen viskozite değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*.

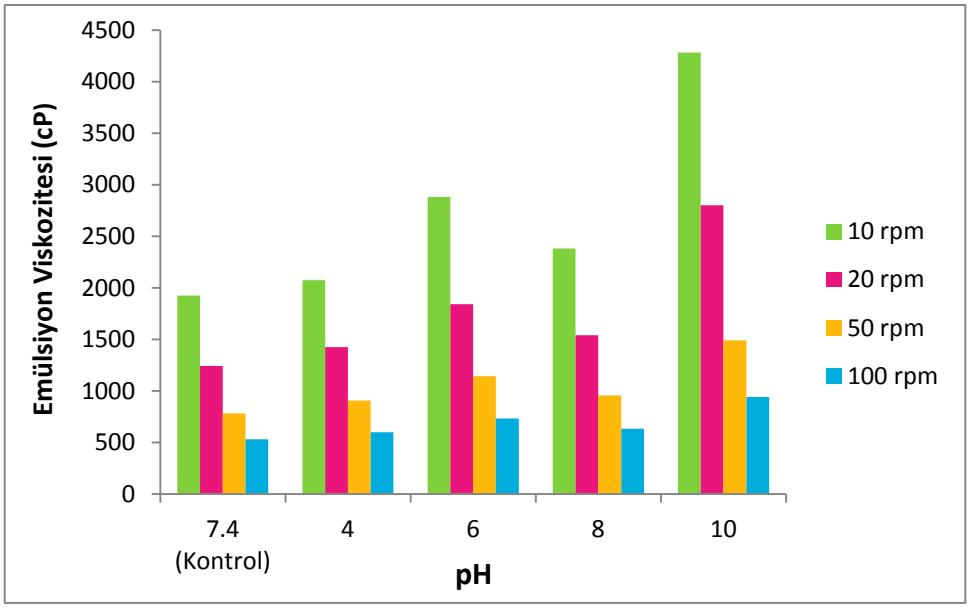
Faktör	n	10 rpm (cP)	20 rpm (cP)	50 rpm (cP)	100 rpm (cP)
Et çeşidi(A)					
Sığır eti (SE)	30	2233 867.2^{b}	1557 596.9^{b}	957 362.6^{b}	643.3 171.6^{b}
Tavuk eti (TE)	30	3187 1410^{a}	1983 952.7^{a}	1157 305.9^{a}	733.3 200.6^{a}
Su çeşidi(B)					
pH:7.4(Kontrol)	12	1925 539.6^{c}	1242 261^{b}	783 152.8^{c}	533.3 65.1^{c}
pH:4	12	2075 658.0^{bc}	1425 364.6^{b}	908 178.2^{bc}	600.0 85.3^{bc}
pH:6	12	2883 518.4^{b}	1842 471.9^{b}	1142 173^{b}	733.3 88.8^{b}
pH:8	12	2383 993.5^{bc}	1542 524.8^{b}	958 257.5^{bc}	633.3 187.5^{bc}
pH:10	12	4283 1587.9^{a}	2800 1107.8^{a}	1492 407.8^{a}	941.7 173^{a}

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

Emülsiyon viskozitesi, emülsiyonun akışkanlığının bir ölçüsü olup, emülsiyon teknolojisi açısından, ürüne belirli bir tekstür kazandırılması bakımından üzerinde önemle durulması gereken bir kalite kriteridir (Gökalp ve ark. 1999).

Yapılan ölçümlerin sonuçlarına göre; tüm kayma hızlarında (10 rpm, 20 rpm, 50 rpm, 100 rpm) sığır ve tavuk eti emülsiyonlarının viskozite değerleri arasındaki fark istatistiki olarak önemli (p<0.01) bulunmuştur. Ayrıca farklı pH'larda elektrolize su ilavesi de emülsiyon viskoziteleri üzerine istatistiki olarak önemli (p<0.01) bir farklılık meydana getirmiştir (p<0.01). Sığır eti, tavuk etine göre daha viskoz bir emülsiyon oluşturmuştur. Ayrıca her iki et çeşidine farklı pH'larda elektrolize su ilavesi sonucunda genel olarak EV değerlerinde artış meydana gelmiştir. Bazik karakterli (pH:10) elektrolize su ise tüm kayma hızlarında en yüksek viskozite değerine sahip emülsyonların elde edilmesini sağlamıştır. Emülsiyon tipi et ürünlerinde yüksek EV değerlerinin elastikiyeti artırdığı ve böylece yüksek oranda yağ içeriğine sahip bu tip et ürünlerinde, EV'nin yüksek olmasının gerektiği ifade edilmiştir (Yapar ve ark., 2006).

Farklı pH'lardaki elektrolize suların, değişik kayma hızlarındaki emülsiyon viskoziteleri üzerine olan etkileri Şekil 4.2.'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Farklı pH'lardaki elektrolize suların, değişik kayma hızlarında emülsiyon viskoziteleri üzerine etkisi.

4.2.5. Emülsiyon özgül ağırlığı (EÖA) sonuçları

Sığır ve tavuk etlerinin, farklı pH'lardaki elektrolize sularla oluşturdukları emülsiyonların özgül ağırlık (EÖA) değerleri (g/cm^3) belirlenmiş olup, bu verilere ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.11.'de ; Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Sığır ve tavuk etlerine farklı pH'larda elektrolize su ilavesi ile oluşturulan emülsiyonların özgül ağırlık değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	EÖA KO	F
Et çeşidi(A)	1	0.0010292	3.19
Su çeşidi(B)	4	0.0008616	2.67*
AxB	4	0.0004437	1.38
Hata	50	0.0003226	
Genel	59	-	

*p<0.05 seviyesinde önemli, EÖA:Emülsiyon özgül ağırlığı (g/cm^3).

Çizelge 4.12. Sığır ve tavuk etlerine farklı pH'larda elektrolize su ilavesi ile oluşturulan Emülsiyonların özgül ağırlık değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Faktör	n	EÖA(g/cm^3)
Et çeşidi(A)		
Sığır eti (SE)	30	0.8885 0.02$^{ö.siz}$
Tavuk eti (TE)	30	0.8802 0.02$^{ö.siz}$
Su çeşidi(B)		
pH:7.4 (Kontrol)	12	0.8788 0.02^{b}
pH:4	12	0.8782 0.02^{b}
pH:6	12	0.8778 0.02^{b}
pH:8	12	0.8913 0.02^{ab}
pH:10	12	0.8956 0.01^{a}

*: Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05)
ö.siz:önemsiz.

Özdemir ve ark.(1994), yüksek miktarda yağ içeren emülsiyonlarda, EÖA'nın; EK ve ES kadar önemli bir parametre olduğunu bildirmişlerdir.

Varyans analiz sonuçlarına göre; sığır ve tavuk etlerine farklı pH'larda elektrolize su ilave edilerek oluşturulan emülsiyonların özgül ağırlıkları arasındaki fark istatistiki olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur. pH'sı 10 olan bazik karakterli elektrolize su ilavesi en yüksek (0.8956 g/cm^3) özgül ağırlığa sahip emülsiyonların elde edilmesini sağlamıştır.

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). Sığır, tavuk ve hindi etleri kullanılarak yapılan bir çalışmada, bu etlerin emülsiyon özgül ağırlıkları sırasıyla, 0.895, 0.894 ve 0.895 g/cm^3 şeklinde belirlenmiştir (Zorba ve Kurt, 2008). Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz değerler, Zorba ve Kurt (2008)'un sonuçlarından daha düşük olmuştur.

4.2.6. Emülsiyon renk analizi sonuçları

Sığır ve tavuk etlerinden farklı pH'larda elektrolize su kullanılarak oluşturulan emülsiyonların renk değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4. 13'de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4. 14'de verilmiştir. Renk değişimlerini belirlemek için CIE L^* (parlaklık), CIE a^* (kırmızılık), CIE b^* (sarılık) değerleri ölçülmüş ve bu değerler kullanılarak Chroma ve Hue angle değerleri tespit edilmiştir.

Çizelge 4.13. Sığır ve tavuk etlerine farklı pH'larda elektrolize su ilavesi ile oluşturulan emülsiyonların renk değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	*L**		*a**		*b**		*C*		HA	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Et çeşidi(A)	1	114.347	710.29**	21.2772	947.66**	105.285	322.78**	83.6620	254.50**	1706.45	2642.81**
Su çeşidi(B)	4	1.653	10.27**	0.0892	3.97**	0.374	1.15	0.3497	1.06	4.03	6.24**
AxB	4	0.446	2.77*	0.0898	4.00**	0.188	0.58	0.1904	0.58	2.09	3.24*
Hata	50	0.161		0.0225		0.326		0.3287		0.65	
Genel	59	-		-		-		-		-	

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

Çizelge 4.14. Sığır ve tavuk etlerine farklı pH'larda elektrolize su ilavesi ile oluşturulan emülsiyonların renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Faktör	n	*L**	*a**	*b**	*C*	HA
Et çeşidi(A)						
Sığır eti (SE)	30	86.57 0.67^{b}	-1.18 0.22^{a}	10.33 0.43^{a}	10.40 0.42^{a}	-83.48 1.26^{b}
Tavuk eti (TE)	30	89.33 0.34^{a}	-2.37 0.13^{b}	7.68 0.68^{b}	8.03 0.68^{b}	-72.81 0.61^{a}
Su çeşidi(B)						
pH:7.4(Kontrol)	12	87.45 1.80^{c}	-1.69 0.74^{a}	9.29 1.60$^{ö.siz}$	9.49 1.45$^{ö.siz}$	-78.89 6.13^{c}
pH:4	12	87.74 1.53^{bc}	-1.68 0.72^{a}	8.91 1.49$^{ö.siz}$	9.11 1.36$^{ö.siz}$	-78.59 6.05^{bc}
pH:6	12	88.13 1.37^{ab}	-1.80 0.61^{ab}	8.98 1.42$^{ö.siz}$	9.19 1.29$^{ö.siz}$	-78.03 5.32^{abc}
pH:8	12	88.01 1.53^{ab}	-1.88 0.52^{b}	9.01 1.56$^{ö.siz}$	9.24 1.42$^{ö.siz}$	-77.54 5.15^{a}
pH:10	12	88.42 1.23^{a}	-1.82 0.60^{ab}	8.82 1.38$^{ö.siz}$	9.04 1.24$^{ö.siz}$	-77.69 5.46^{ab}
AxB						
SEx7.4 (Kontrol)	6	85.78 0.45^{d}	-0.99 1.19^{a}	10.76 0.42$^{ö.siz}$	10.80 0.42$^{ö.siz}$	-84.71 1.02^{c}
SEx4	6	86.36 0.72^{c}	-1.01 0.13^{b}	10.13 0.39$^{ö.siz}$	10.18 0.38$^{ö.siz}$	-84.31 0.92^{c}
SEx6	6	86.84 0.37^{bc}	-1.24 0.19^{c}	10.21 0.38$^{ö.siz}$	10.29 0.36$^{ö.siz}$	-83.06 1.17^{b}
SEx8	6	86.59 0.36^{c}	-1.39 0.15^{c}	10.47 0.18$^{ö.siz}$	10.56 0.17$^{ö.siz}$	-82.44 0.84^{b}
SEx10	6	87.27 0.36^{b}	-1.26 0.12^{c}	10.07 0.40$^{ö.siz}$	10.15 0.39$^{ö.siz}$	-82.88 0.77^{b}
TEx7.4 (Kontrol)	6	89.12 0.52^{a}	-2.38 0.10^{d}	7.82 0.55$^{ö.siz}$	8.18 0.55$^{ö.siz}$	-73.07 0.55^{a}
TEx4	6	89.12 0.18^{a}	-2.36 0.19^{d}	7.69 1.09$^{ö.siz}$	8.05 1.10$^{ö.siz}$	-72.86 1.02^{a}
TEx6	6	89.42 0.08^{a}	-2.36 0.16^{d}	7.74 0.79$^{ö.siz}$	8.09 0.80$^{ö.siz}$	-73.01 0.60^{a}
TEx8	6	89.43 0.39^{a}	-2.36 0.11^{d}	7.56 0.46$^{ö.siz}$	7.92 0.47$^{ö.siz}$	-72.64 0.28^{a}
TEx10	6	89.56 0.19^{a}	-2.39 0.12^{d}	7.57 0.52$^{ö.siz}$	7.94 0.53$^{ö.siz}$	-72.49 0.34^{a}

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

Analiz sonuçlarına göre, sığır ve tavuk eti ile hazırlanan emülsiyonların *L**, *a**, *b**, Chroma ve Hue angle değerleri istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Farklı pH'lardaki elektrolize su ilavesiyle oluşturulan emülsiyonların *L**, *a** ve Hue angle değerleri de istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) çıkmıştır. Emülsiyonlardan et çeşidi×su çeşidi interaksiyonunun *a** değeri çok önemli ($p<0.01$) bulunurken, *L** ve Hue angle değerleri ise önemli($p<0.05$) bulunmuştur.

Sığır ve tavuk etlerinden hazırlanan emülsiyonlardan sığır etinin ortalama *L** değeri (86.57), tavuk etinin ise ortalama (89.33) şeklinde bulunmuştur. Bu sonuç tavuk etlerinin, sığır etlerine göre daha açık renkte emülsiyonlar oluşturduğunu göstermesi açısından önemlidir. Sığır eti ile hazırlanan emülsiyonların tavuk eti ile hazırlanan emülsiyonlara kıyasla daha yüksek *a** değerine sahip olmasının nedeninin, sığır etinin myoglobin konsantrasyonunun tavuk etine göre daha yüksek oranda olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Sığır etinde ölçülen *a**, *b**, Chroma ve Hue değerleri tavuk etine kıyasla daha yüksek bulunmuştur.

Sarıçoban ve ark., (2008) et ürünlerinde yağ ve/veya suyun artması ile daha açık renkte ürünlerin meydana geldiğini belirtmişlerdir. Araştırmamızdan elde edilen sonuçlara göre tavuk eti ile hazırlanan emülsiyonların renginin daha açık olmasının bir diğer sebebi de tavuk etinin su içeriğinin sığır etine kıyasla daha yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir.

4.2.7. Isıl işlem uygulanmış emülsiyonların renk analizi sonuçları

Araştırmada kullanılan sığır ve tavuk etlerinden hazırlanan ısıl işlem uygulanmış emülsiyonların renk verilerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.15'de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir. Renk değişimlerini belirlemek için CIE *L** (parlaklık), *a** (kırmızılık), *b** (sarılık) değerleri ölçülmüş ve bu değerler kullanılarak Hue angle ve Chroma değerleri tespit edilmiştir.

Çizelge 4.15. Sığır ve tavuk etlerine farklı pH'larda elektrolize su ilavesi ile oluşturulan ısıl işlem uygulanmış emülsiyonların renk değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	*L**		*a**		*b**		*C*		HA	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Et çeşidi(A)	1	446.410	145.58**	0.208860	24.95**	209.664	206.84**	188.151	202.91**	539.040	185.97**
Su çeşidi(B)	4	13.401	4.37**	0.054540	6.52**	2.992	2.95*	2.591	2.79*	10.872	3.75*
AxB	4	3.123	1.02	0.006843	0.82	0.488	0.48	0.481	0.52	0.435	0.15
Hata	50	3.066		0.008371		1.014		0.927		2.898	
Genel	59	-		-		-		-		-	

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

Çizelge 4.16. Sığır ve tavuk etlerine farklı pH'larda elektrolize su ilavesi ile oluşturulan ısıl işlem uygulanmış emülsiyonların renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*

Faktör	n	*L**	*a**	*b**	*C*	HA
Et çeşidi (A)						
Sığır eti (SE)	30	74.59 2.03^{b}	-3.30 0.10^{b}	13.21 0.85^{a}	13.62 0.81^{a}	-75.92 1.17^{a}
Tavuk eti (TE)	30	80.05 1.85^{a}	-3.42 0.11^{a}	9.47 1.23^{b}	10.08 1.17^{b}	-69.92 2.28^{b}
Su çeşidi (B)						
pH:7.4 (Kontrol)	12	78.31 3.30^{a}	-3.31 0.12^{ab}	12.12 2.32^{a}	12.58 2.21^{a}	-74.18 3.35^{c}
pH:4	12	78.46 3.12^{a}	-3.27 0.11^{a}	11.49 2.20^{ab}	11.96 2.10^{ab}	-73.56 3.33^{bc}
pH:6	12	76.98 3.45^{ab}	-3.39 0.11^{bc}	11.16 2.31^{b}	11.69 2.19^{b}	-72.44 3.96^{ab}
pH:8	12	76.91 3.89^{ab}	-3.37 0.07^{abc}	11.16 2.09^{b}	11.68 1.98^{b}	-72.65 3.56^{ab}
pH:10	12	75.93 2.84^{b}	-3.45 0.12^{c}	10.78 1.98^{b}	11.34 1.88^{b}	-71.77 3.42^{a}

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

Varyans analiz sonuçları dikkate alındığında, sığır ve tavuk eti ile hazırlanan ısıl işlem uygulanmış emülsiyonların *L**, *a**, *b**, Chroma ve Hue angle değerleri istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Farklı pH'larda elektrolize su ilave edilerek oluşturulan ısıl işlem uygulanmış emülsiyonların *L** ve *a** değerleri arasındaki fark istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$), *b**, Chroma ve Hue angle değerleri arasındaki fark ise önemli ($p<0.05$) çıkmıştır. Renk değerleri açısından et çeşidi×su çeşidi interaksiyonları arasındaki fark ise önemsiz ($p>0.05$) olmuştur.

Sığır eti kullanılan ısıl işlem uygulanmış emülsiyonların ortalama *b** ,Chroma ve Hue değerleri tavuk etine göre yüksek, ortalama *L** ve *a** değerleri ise daha düşük çıkmıştır.

Sığır ve tavuk etlerinden hazırlanan ısıl işlem uygulanmamış emülsiyonlara göre, ısıl işlem uygulaması emülsiyonların *L** değerlerinde genel olarak düşüşe yol açmış olup, bunun sonucunda ısıl işlem uygulanmış emülsiyonların parlaklığında (renkte koyulaşma) azalma meydana gelmiştir (Çizelge 4.14 ve 4.16). Bu durumun muhtemel sebebi ortamdaki proteinlerin denaturasyonundan ve su kaybından kaynaklanmış olabilir. Kontrol grubuna göre; asit karakterli (pH:4.0) elektrolize su kullanımı *L** değerlerinde önemli bir değişim meydana getirmezken, bazik karakterli (pH:10) elektrolize su kullanımı *L** değerini çok önemli düzeyde düşürmüş ve böylece rengin daha koyu olmasına sebep olmuştur.

4.3. Bazı Teknolojik Özellikleri Ait Sonuçlar

4.3.1. 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. Analizler sonucunda elde ettiğimiz sığır ve tavuk etlerinin STK değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.19.'da, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları ise Çizelge 4.20.'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Sığır ve tavuk etlerine farklı pH'larda elektrolize su ilavesi ile oluşturulan emülsiyonların su tutma kapasitelerine ait Varyans Analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	STK	
		KO	F
Et çeşidi(A)	1	8021.25	1925.10**
Su çeşidi(B)	4	147.48	35.40**
AxB	4	93.48	22.44**
Hata	50	4.17	
Genel	59	-	

**p<0.01 seviyesinde önemli, STK: Su Tutma Kapasitesi (%).

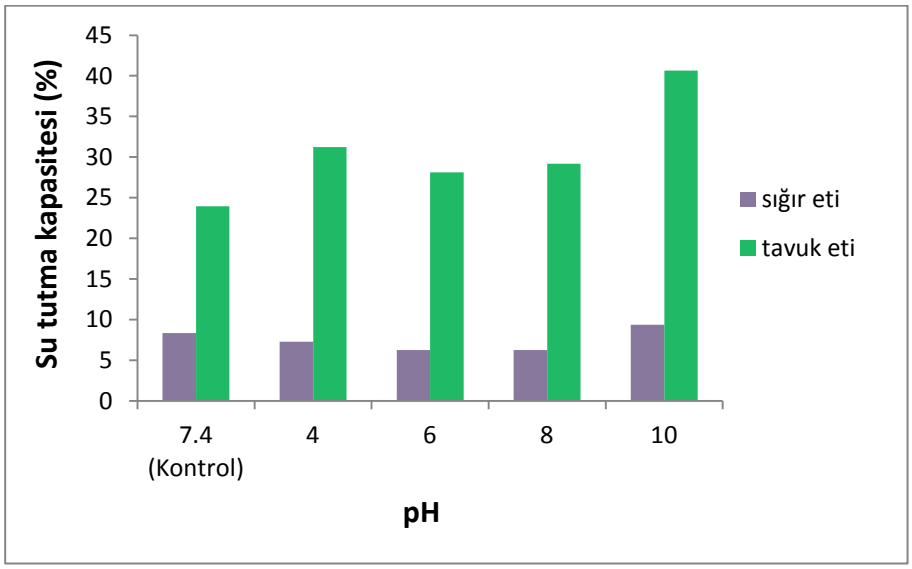
Çizelge 4.18. Sığır ve tavuk etlerine farklı pH'larda elektrolize su ilavesi ile oluşturulan emülsiyonların su tutma kapasitelerine (%) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları*

Faktör	n	STK	
Et çeşidi(A)			
Sığır eti (SE)	30	7.50	2.54^{b}
Tavuk eti (TE)	30	30.63	5.83^{a}
Su çeşidi (B)			
pH:7.4(Kontrol)	12	16.15	8.30^{c}
pH:4	12	19.27	12.56^{b}
pH:6	12	17.19	11.73^{bc}
pH:8	12	17.71	12.16^{bc}
pH:10	12	25.00	16.43^{a}
AxB			
SEx7.4 (Kontrol)	6	8.34	1.62^{d}
SEx4	6	7.29	1.62^{d}
SEx6	6	6.25	2.79^{d}
SEx8	6	6.25	2.79^{d}
SEx10	6	9.39	2.79^{d}
TEx7.4 (Kontrol)	6	23.96	1.61^{c}
TEx4	6	31.25	0.00^{b}
TEx6	6	28.13	2.79^{b}
TEx8	6	29.17	1.61^{b}
TEx10	6	40.63	0.00^{a}

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

Varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan sığır ve tavuk etlerinin su tutma kapasiteleri arasındaki fark istatistiki açıdan çok önemli (p<0.01) bulunmuştur. Et çeşidi×su çeşidi interaksiyonunun STK üzerine etkisi de oldukça önemli (p<0.01) bulunmuştur.

Sığır ve tavuk etlerinin su tutma kapasiteleri üzerine farklı pH'lardaki elektrolize su ilavesinin etkileri ise Şekil 4.3.'de verilmiştir.



Şekil:4.3. Farklı pH'lardaki elektrolize suların, sığır ve tavuk etlerinin su tutma kapasiteleri üzerindeki etkisi.

Tavuk etinin ortalama STK değerleri, sığır etine göre daha yüksek çıkmış olup, bu durum muhtemelen tavuk etinin kuru madde ve yağ içeriğinin sığır etine göre daha düşük, protein içeriğinin ise daha yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Farklı pH'larda elektrolize su kullanımı sonucu, gerek asit karakterli gerek bazik karakterli elektrolize su çeşitleri STK'ni kontrol grubuna göre artırmıştır. pH:10.0 olan elektrolize su ilavesiyle en yüksek su tutma kapasitesi değerlerine ulaşılmıştır.

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). Su tutma kapasitesi; ağırlık kaybı ve son ürünün en son kalitesi ile ilgili olduğundan ürün formülasyonunda, işlenmesinde, pişirilmesinde ve dondurulmasında çok önemlidir. Etlerin su tutma kapasitesinin; lezzet, mikrobiyal kalite ve ürün işleme potansiyelinin göstergesi olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Abdullah ve Al-Najdawi, 2005). Ürün işleme sürecinde ortaya çıkan fire;

su tutma kapasitesinin bir fonksiyonu olup, ısıl işlem uygulama sürecinde nem kaybıyla birlikte et lezzetinin de azaldığı bildirilmiştir (Wick ve Li, 2001).

4.3.2. Pişirme kaybı (PK) sonuçları

Pişirme kaybı, etin pişirilmesi sırasında ağırlığında meydana gelen azalmanın (%) ifadesidir. Sığır ve tavuk etlerinin pişirme kayıplarına (PK) ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.17.'de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.18.'de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Sığır ve tavuk etlerinin pişirme kaybı (PK) verilerine ait Varyans Analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	SD	PK	
		KO	F
Et çeşidi	1	32.013	10.25**
Hata	10	3.123	-
Genel	11		

**p<0.01 seviyesinde önemli.

Çizelge 4.20. Sığır ve tavuk etlerinin pişirme kayıplarına (%) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*.

Et çeşidi	n	PK
Sığır eti (SE)	6	21.37 1.55[b]
Tavuk eti (TE)	6	24.63 1.96[a]

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

Varyans analiz sonuçlarına göre kullanılan sığır ve tavuk etlerinin pişirme kayıpları arasındaki fark istatistiki açıdan önemli (p<0.01) bulunmuş olup, yapılan Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre tavuk etlerinin pişirme kayıpları, sığır etlerinden daha yüksek bulunmuştur.

Karakaya ve ark., (2004) keklik, bıldırcın, tavuk ve hindi etlerinin PK değerlerini sırasıyla % 22.30, % 24.90, % 25.40 ve % 26.10 olarak tespit etmişlerdir. Isıl işlem uygulamada en önemli nokta, merkez sıcaklığının (en soğuk nokta) ulaştığı son sıcaklık derecesi ve bu derecede ne kadar süreyle kaldığıdır (Öztan 2003). Uygulanan sıcaklık derecesi ve süresi arttıkça, et suyu kaybı da artmaktadır (Gökalp ve ark., 2002). Sales., (1996), devekuşu kaslarında farklı pişirme sıcaklıklarının; PK üzerine olan etkisini incelemiş ve sıcaklık arttıkça PK'nın da arttığını bildirmiştir. Sıcaklığın artmasıyla, PK'nın arttığı ve üst but kaslarının, alt but kaslarına göre daha fazla pişirme kaybına uğradığını bildirmiştir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada; farklı pH değerlerine sahip elektrolize suların sığır ve tavuk etlerinin bazı emülsiyon karakteristikleri üzerine oluşturduğu etki belirlenmiştir. Aynı zamanda sığır ve tavuk etlerinin kuru madde, protein, yağ ve kül içerikleriyle pişirme kayıpları da tespit edilmiştir. Ayrıca sığır ve tavuk etlerine farklı pH'larda elektrolize su ilavesi ile oluşturulan emülsiyonların su tutma kapasiteleri de saptanmıştır.

Araştırmada kullanılan sığır etinin %31.82'si kuru madde, %21.46'sı protein, %9.32'si yağ ve %0.958'i kül'den oluşmaktadır. Tavuk eti ise; %26.34 kuru madde, %22.13 protein, %3.22 yağ ve %1.053 kül içermektedir. Sığır etinin pH değeri 5.99 iken, tavuk etinin pH değeri 6.10 olarak tespit edilmiştir. Sığır ve tavuk etlerinin çözelti (%2.5 NaCl + %0.5 K_2HPO_4) ile karıştırılması sonucunda oluşturulan et+çözelti'lerinin ve bu karışımdan hazırlanan emülsiyonların pH'ları değişiklik göstermiştir. Sığır eti+çözelti pH değeri 6.84, emülsiyon pH değeri 7.43 olarak belirlenmiştir. Tavuk eti+çözelti pH değeri ise 6.75, emülsiyon pH değeri 7.30 olarak tespit edilmiştir. pH değerlerindeki bu artışların kullanılan bazik karakterde bir fosfat bileşiği olan K_2HPO_4'ten ve ayrıca çözeltilerde kullanılan bazik karakterli elektrolize sulardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu et çeşitlerinin pH değerinin bilinmesiyle raf ömrü hakkında çeşitli tahminler yapmak mümkün olabilecektir.

Araştırmada kullanılan sığır etlerindeki ortalama pişirme kaybı %21.37, tavuk etlerindeki pişirme kaybı %24.63'tür.

Elde edilen sonuçlara göre; sığır etlerinin ortalama emülsiyon kapasitesi 160.6 ml yağ/g protein, tavuk etinin ise 166.7 ml yağ/g protein olarak belirlenmiştir.

Farklı pH'larda elektrolize su kullanılarak oluşturulan emülsiyonların, emülsiyon kapasiteleri, kontrol grubunun 157.3 ml yağ/g protein, pH:4.0 su çeşidinin 153.2 ml yağ/g protein, pH:6.0 su çeşidinin 158.1 ml yağ/g protein, pH:8.0 su çeşidinin 168.2 ml yağ/g protein ve pH:10.0 su çeşidinin 181.3 ml yağ/g protein olarak bulunmuştur. İzoelektriki pH'dan uzaklaştıkça EK değerinin arttığı ve en yüksek EK değerine pH:10.0 olan su çeşidinde ulaşıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca pH:10.0 değerine sahip olan elektrolize su ilavesi, kontrol grubuna göre emülsiyon kapasitesini çok önemli düzeyde artırmıştır. EK parametresi göz önünde bulundurulduğunda, endüstriyel ölçekte et emülsiyonlarının hazırlanmasında normal çeşme suyu yerine pH'sı 10 olan elektrolize suyun kullanılmasını önerebiliriz.

Sığır etlerinin emülsiyon stabilite oranı ortalama %63.29; emülsiyondan ayrılan su oranı ortalama %36.46 ve emülsiyondan ayrılan yağ oranı ortalama %0.25 olarak belirlenmiştir. Tavuk etlerinin emülsiyon stabilite oranı ise ortalama %64.96; emülsiyondan ayrılan su oranı ortalama %35.04 şeklinde tespit edilmiştir. Tavuk eti emülsiyonlarından yağ ayrılması olmamıştır. Kontrol gurubuna kıyasla farklı pH değerlerine sahip elektrolize su ilave edilmiş emülsiyonlarda daha stabil emülsiyonlar elde edilmiş olup, pH:10.0 değerine sahip elektrolize su ile oluşturulan emülsiyonlar en yüksek emülsiyon stabilite oranını göstermiştir. Kontrol grubuna göre farklı pH'larda elektrolize su ilave edilmiş emülsiyonlardan ayrılan su oranı azalmış olup özellikle pH'sı 10.0 olan elektrolize su, kontrol grubuna göre emülsiyondan ayrılan su oranını çok önemli düzeyde azaltmıştır. Daha stabil bir emülsiyon oluşturmak ve emülsiyondan ayrılan su oranını (fire) azaltmak amacıyla et emülsiyonlarında pH'sı 10.0 olan elektrolize su kullanımını önerebiliriz.

Sığır etlerine göre, tavuk etlerinin emülsiyon viskoziteleri daha yüksek çıkmıştır. Emülsiyon viskozitesi parametresi göz önünde bulundurulduğunda; kontrol grubu örneklere göre, farklı pH'lardaki elektrolize sular kullanılarak oluşturulan emülsiyonların viskozitesinin yükseldiği tespit edilmiştir. Bu durum genel olarak farklı pH'lardaki elektrolize suların, et emülsiyonlarının viskozitelerini artırdığını göstermesi açısından önemlidir.

Sığır eti ile hazırlanan emülsiyonların ortalama özgül ağırlığı 0.8885 g/cm^3, tavuk eti ile hazırlanan emülsiyonların ortalama özgül ağırlığı ise 0.8802 g/cm^3 şeklinde belirlenmiştir. pH'sı 10.0 olan elektrolize su kullanımının, kontrol grubuna göre emülsiyon özgül ağırlığını istatistiki olarak artırdığı belirlenmiştir.

Tavuk etleri, sığır etlerine göre daha açık renkte emülsiyonlar oluşturmuş ve kontrol grubuna göre 6.0, 8.0 ve 10.0 pH değerlerine sahip elektrolize suların kullanımı emülsiyon renklerinin açılmasına neden olmuştur. Et ve et ürünlerinde renk önemli bir parametre olup emülsiyona ilave edilen bazik karakterli elektrolize suların kontrol grubuna göre daha açık renkli emülsiyonlar oluşturması bir dezavantaj olarak değerlendirilebilir. Isıl işlem uygulanmış emülsiyonlar, ısıl işlem uygulanmamış emülsiyonlara göre daha koyu bir renk göstermiştir. Bu durum pozitif bir algı oluşturmakla birlikte, endüstriyel üretim sonucunda elde edilecek ürünlerde tüketici algısının nasıl gerçekleşeceği açısından da soru işaretlerine yol açabilir.

pH'sı 10.0 olan elektrolize su kullanılmış ve ısıl işlem uygulanmış emülsiyonların L^* değerleri, kontrol grubuna göre daha düşük çıkmıştır. Bu açıdan pH'sı 10.0 olan elektrolize suyun kullanımı önerilebilir.

Çalışmamızda analiz ettiğimiz tüm parametreler göz önünde bulundurulduğunda et emülsiyonlarının hazırlanmasında kontrol grubuna (pH: 7.4 olan çeşme suyu) göre, pH'sı 10.0 olan elektrolize suyun kullanılmasını önerebiliriz.

Son yıllarda model sistem çalışmalarında yeni alternatif konuların araştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla elektrolize suyun emülsiyon teknolojisinde kullanılması ve endüstriyel uygulamalarda denenmesinde fayda vardır. Bilim ve teknolojiyi kullanarak büyüme ve gelişme sağlayan et sektörünün ilerlemesi ve rekabet edebilir bir üretim sürekliliğini yakalaması, mevcut sorunların da çözülmesi ile mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

Abadias, M., Usall, J., Oliveira, M., Alegre, I. Ve Viñas, I., 2008, Efficacy of neutral electrolyzed water (NEW) for reducing microbial contamination on minimally processed vegetables, *Int. J. of Food Microbiol*, 123, 151–158.

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

Akkoyun, H., 2006, "Sektörün iyileri artık kırmızı etin kimliği oluyor", *Gıda 2000 Dergisi*, Nisan, 34-35.

Al-Haq, M. I., Seo, Y., Oshita, S. ve Kawagoe, Y., 2001, Fungicidal effectiveness of electrolyzed oxidizing water on post harvest brown rot of peach, *Horticultural Sci*., 36, 1310–1314.

Al-Haq, M. I., Seo, Y., Oshita, S. ve Kawagoe, Y. 2002, Disinfection effects of electrolyzed oxidizing water on suppressing fruit rot of pear caused by *Botryosphaeria berengeriana*. *Food Res.Int.*, 35, 657–664.

Allen, C.D., Russell, S.M. and Fletcher, D.L., 1997, The relationship of broiler breast meat color and pH to shelf-life and odor development, *Poultry Sci.*, 76 1042-1046.

Alterkruse, S. F., N. J. Stern, P. I. Fields, and D. W. Swerdlow. 1999, *Campylobacter jejuni* an emerging foodborne pathogens, *Emerg. Infect. Dis*., 5 28–35.

Anonim, 2005, http://www.ekimya.com/article.php?artid=29&action=part1.

Anonim, 2010a,http://www.dersfizik.com/Forum.asp?forum=oku&msgid=206&yanilik.

Anonim,2010b, http://alierbulut.blogcu.com/suyun-elektrolizi/6503286)2009.

Anonim,2011,http://www.tarim.gov.tr/uretim/Hayvansal_Uretim,Tavukculuk.html#Calismalar.

Anonim,2012a,http://www.gidadaguven.com/guvenli_gida/detail.aspx?SectionID=diA%2fPZ8w7CxKAOLHD3IpWQ%3d%3d&ContentId=ZUwvwkMEkYTt4Uhfwhd8Dg%3d%3d.

Anonim,2012b,http://www.tarimkutuphanesi.com/CAGIN_BESINI_TAVUK_ETINI_TANIYALIM_00555.html.

Anonim,2012c, http://www.beyazetkongresi.com/davet.php.

Anonim,2012d, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?tb_id=46&ust_id=13.

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.

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

Ayebah, B., Hung, Y. C. ve Frank, J. F., 2005, Enhancing the bactericidal effect of electrolyzed water on *Listeria monocytogenes* biofilms formed on stainless steel, *J. of Food Protect*., 68 1375–1380.

Babji, A.S., Froning, G.W. and Nkoga, D.A., 1982, The effects of preslaughter environmental temperature in the presence of electrolyte treatment on turkey meat quality, *Poultry. Sci.*, 61 2385-2389.

Bağcı, T., Akdağ, F. 1992, Kentsel ve yarıkentsel alanda ilkokul beşinci sınıf ögrencilerinin büyüme-gelişme durumlarının ve beslenme alışkanlıklarının değerlendirilmesi, *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 21 1 25-30.

Bari, M. L., Sabina, Y., Isobe, S., Uemura, T. ve Isshiki, K., 2003, Effectiveness of electrolyzed acidic water in killing *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis*, and *Listeria monocytogenes* on the surfaces of tomatoes, *J. of Food Protect.*, 66 542–548.

Baysal, A. 2002, Beslenme, Hacettepe Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü. *Hatiboglu Yayınları*, Ankara.

Bayrak, R., 1997, Keçi Etlerinin Çesitli Emulsiyon Parametreleri Üzerine Farklı Yağ Sıcaklığı, K_2HPO_4 ve NaCl Seviyesi Etkilerinin Model Sistemde Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniv Fen Bilimleri Ens*. Konya.

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

Bean, N. H., Goulding, J. S., Lao, C. ve Angulo, F. J., 1996, Surveillance for foodborne-disease outbreaks, United States, 1988–1992, *MMWR CDC Surveill Summ*, 45 1–66.

Bilgin, V., 2005, Farklı donma sıcaklıklarının depolama sırasında tavuk etinin bazı kalite özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniv Fen Bil Enst*.

Bonde, M. R., Nester, S. E., Khayat, A., Smilanick, J. L., Frederick, R. D. ve Schaad, N. W. 1999, Comparison of effects of acidic electrolyzed water and NaOCl on *Tilletia indica* teliospore germination, *Plant Dis.*, 83 627–632.

Bonde, M.R., Nester, S.E., Schaad, N.W., Frederick, R.D. ve Luster, D.G., 2003, Improved detection of *Tilletia indica* teliospores in seed or soil by elimination of contaminating microorganisms with acidic electrolyzed water. *Plant Dis.*, 87 6 712-718.

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.

Boulianne, M., and King, A.J., 1998, Biochemical and color characteristics of skinless boneless pale chicken breast, *Poultry Sci.*, 74 1693-1698.

Buck, J.W., Van Iersel, M.W., Oetting, R.D. ve Hung, Y.C., 2002, In vitro fungicidal activity of acidic electrolyzed oxidizing water, *Plant Dis*., 86 278-281.

Capita, R., Alonso-Calleja, C., Sierra, M., Moreno, B. ve Garcia-Fernandez M. C., 1999a, Descontaminacio´n de la carne de ave. I. Tratamientos fisicos de descontaminacio´ n. *Alimentaria*, 303 97–102.

Capita, R., Alonso-Calleja, C., Garcia-Arias, M. T., Garcia-Fernandez, M. C. ve Moreno, B., 1999b, Descontaminacio´n de la carne de ave. II. Tratamientos quimicos de descontaminacio´n y situacio´n dentro de la Unio´n Europea, *Alimentaria*, 303 103–111.

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.

Chang, P. C. 2003, HACCP Update in fish process in Taiwan. In D. F. Hwang & T. Noguchi (Eds.), Proceedings of international scientific symposium on marine toxins and marine food safety (pp. 137–141). Keelung: *National Taiwan Ocean University*.

Chobert, J.M., Bertrand H.C., and Nicolas, M.G., 1988, Solubility and emulsifiying properties of caseins and whey proteins and whey proteins modified enzymatically by tripsin, *J. Agric. Food Chem.*, 36 883.

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.

Cui, X., Shang, Y., Shi, Z., Xin, H. ve Cao, W., 2009, Physicochemical properties and bactericidal efficiency of neutral and acidic electroyzed water under different storage conditions. *J. of Food Engineer*., 91 582-586.

Çakmakçı, S. ve Çelik, I., 1995, Gıda katkı maddeleri, *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yay*. No:164, Erzurum, 249.

Çapraz, İ. 2004, Kırmızı et sektör profili, İstanbul Ticaret Odası Etüt ve Araştırma Şubesi.

Damodaran, S., Paraf, A. 1997, Food proteins and their applications, *Marcel Dekker*, Inc, Newyork- Basel, 681p.

Demirtaş, E. 2008, Farklı oranlarda meme dokusu ilavesinin sığır etinin bazı teknolojik ve emülsiyon özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniv. Fen Bil. Enst.*, Gıda Müh. ABD, Konya.

Deza, M.A., Araujo, M. ve Garrido, M.J., 2003, Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteriditis* and *Listeria monocytogenes* on the surface of tomatoes by neutral electrolyzed water, *Letters in Appl. Microbiol.,* 37 482–487.

DPT (2670), 2003, Ulusal gıda ve beslenme stratejisi çalışma grubu raporu, *İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü*, Ankara.

El, S. N., 2008, Gıda mühendisliği bölümü öğrencileri için hazırlanmış beslenme ders notu, *Ege Üniv., Müh. Fak.*, Bornova, İzmir.

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.

Ertaş, A.H., 1992, Tuz oranı düşük et ürünlerinde fosfatların kullanımı, *Gıda*, 17 5 341-351.

Eskin N.A.M., 1990. Biochemical changes in raw foods, meat and fish. Biochemstry of Foods (Second Edition, pp.1-67), *Academic Press*, Inc.

Fabrizio, K. A., Sharma, R. R., Demirci, A., ve Cutter, C. N., 2002, Comparison of electrolyzed oxidizing water with various antimicrobial interventions to reduce *Salmonella* species on poultry, *Poultry Sci.*, 81 1598–1605.

Fabrizio, K. A. ve Cutter, C. N., 2003, Stability of electrolyzed oxidizing water and its efficacy against cell suspensions of *Salmonella typhimurium* and *Listeria monocytogenes, J. of Food Protect.*, 66 1379–1384.

Fabrizio, K. A.ve Cutter, C. N., 2005. Application of electrolyzed oxidizing water to reduce *Listeria monocytogenes* on ready-to-eat meats. *Meat Sci*., 71 327–333.

Farkas, J. 1998. Irradiation as a method for decontaminating food: A review. *Int. J. Food Microbiol*., 44, 189–204.

Flack, E. ve Krog, N., 1990, Emulsifiers in modern food production, *Lipid Technol.*, 2 1 11-13.

Fletcher, D.L., 1992, The influence of ante-mortem and post-mortem factors on broiler meat quality. *In 19th World's Poultry Congress*, Amsterdam, 20-24 September. 3 37-41.

Fletcher, D.L., 1999, Broiler breast meat color variation, pH and texture, *Poultry Sci*, 78 1323- 1329.

Fletcher, D.L., Qiao, M. and Smith, D.P. 2000, The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH, *Poultry Sci.*, 79 784-788.

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.

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

Froning, G.W. Babji, A.S. and Mather, F.B., 1967, The effects of preslaughter temperature, stres struggle anesthetization an color and textural characteristics of turkey muscle, *Poultry Sci*., 57 630-633.

Froning, G.W., Daddario, J. and Hartung, T.E., 1968, Color and myoglobin concentration in turkey meat as affected by age, sex and strain, *J. of Food Sci*., 59 6 1283-1285.

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

Gómez-López, V.M., Ragaert, P., Ryckeboer, J., Jeyachchandran, V., Debevere, J. ve Devlieghere, F., 2007, Shelf-life of minimally processed cabbage treated with neutral electrolysed oxidising water and stored under equilibrium modified atmosphere. *Int. J. of Food Microbiol*., 117 91–98.

Gökalp, H.Y. 1989, Et ve su ürünleri işleme teknolojisi ders notu, *Atatürk Üniv. Ziraat Fak.,Gıda Bilimi ve Tek. Böl.*, Erzurum.

Gökalp, H.Y., Yetim, H., Selçuk, N. ve Zorba, Ö., 1990, Et emülsiyonları ve bu emülsiyonların model sistemde çalışılması, *Gıda* 15 1 21-27.

Gökalp, H.Y.,Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö., 1993, Et ve et ürünlerinde kalite kontrolü ve laboratuar uygulama kılavuzu, *Atatürk Üniv. Ziraat Fak*., 287s., Erzurum.

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

Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, Ö., 2002, Et ürünleri işleme mühendisliği (4.baskı). *Atatürk Üni. Zir. Fak*. 561. Erzurum.

Gökalp, H.Y., Kaya, M. Ve Zorba, Ö., 2004, Et ürünleri işleme mühendisliği, *Atatürk Üniversitesi* Yayın No: 786. Ziraat Fakültesi Yayın No: 320. p. 564.Erzurum.

Göksoy, E. O., James, C. ve Corry, J. E. L., 2000, The effect of short-time microwave exposures on inoculated pathogens on chicken and the shelf-life of uninoculated chicken meat. *J. Food. Engineer*., 45 153–160.

Guentzel, J.L., Lam, K.L., Callan, M.A., Emmons, S.A. ve Dunham, V.L., 2008, Reduction of bacteria on spinach, lettuce, and surfaces in food service areas using neutral electrolyzed oxidizing water, *Food Microbiol*., 25 36–41.

Hamm, R. 1986, Functional properties of the myofibrillar system and their measurements, In Bechtel (Ed.), Muscle as Food, 135–192, *Academic Press Inc.*

Haq, A., Webb, N.B., Whitfield, J. K., Howell, A. J., ve Barbour, B.C., 1973, Measurement of sausage emulsion stability by electrical resistance, *J. Food Sci*., 38 1124–1127.

Hayashibara, T., Kadowaki, A. ve Yuda, N., 1994, A study of the disinfection / microbial effects of electrolyzed oxidizing water, *Japanese J.of Medical Technol*., 43 555-561.

Hermansson, A.M., 1975 a, Functional properties of added proteins correlated with properties of meat system. Effects of concentration and temparature on water binding properties of model meat system, *J. Food Sci.*, 40 595.

Hermansson, A.M., 1975 b, Functional properties of added proteins correlated with properties of meat systems. Effect of salt on water binding properties of model system, *J. Food Sci.*, 40 603.

Hermansson, A.M., 1975 c, Funcitonal properties of added proteins correlated with properties of meat systems. Effects on texture of a meat product, *J. Food Sci.*, 40 611.

Horiba, N., Hiratsuka, K., Onoe, T., Yoshida, T., Suzuki, K. ve Matsumoto, T., 1999, Bactericidal effect of electrolyzed neutral water on bacteria isolated from infected root canals, *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 87 83–87.

Hsu, S.Y. ve Kao, H.Y., 2004, Effects of storage conditions on chemical and physical properties of electrolyzed oxidizing water, *J. of Food Engineer.*, 65 465-471.

Hsu, S. Y., 2005, Effects of flow rate, temperature and salt concentration on chemical and physical properties of electrolyzed oxidizing water, *J.of Food Engineer*., 66 171-176.

Huang, Y. R., Hsieh, H. S., Lin, S. Y., Lin, S. J., Hung, Y. C. ve Hwang, D. F., 2006. Application of electrolyzed oxidizing water on the reduction of bacterial contamination for seafood, *Food Control*, 17 987–993.

Huang, Y.R., Hung, Y.C., Hsu S.Y., Huang, Y.W. ve Hwang, D.F., 2008, Application of electrolyzed water in the food industry, *Food Control*, 19 329-345.

Inklear, P.A and J. Fortuin, 1969, Determining the emulsifying and emulsifying capacity of protein meat additives, *Food Technol.*, 23 103.

Iwasawa, A. ve Nakamura, Y., 1993. Antimicrobial activity of aqua oxidation water. *Clin. Bacteriol*., 20 469-473.

Izumi, H., 1999, Electrolyzed water as a disinfectant for fresh-cut vegetables, *J.of Food Sci.*, 64 536–539.

Karakaya, M., 1990, Farklı tür organ etlerinin bitkisel ve değişik hayvansal yağlar ile oluşturdukları emülsiyonların çeşitli özelliklerinin model sistemde araştırılması, Doktora Tezi, *Atatürk Üniv. Fen Bil. Enst.*, Gıda Bilimi ve Tek. ABD. Erzurum, 60.

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

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

Karayel, I., 1998, Na-kazeinat ve yağsız süt tozunun değişik seviyelerinin, sığır eti emülsiyon özellikleri üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniv. Fen Bil. Enst.*, Gıda Müh ABD, Konya.

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

Katta, S. R., Rao, D. R., Dunki, R. ve Chawan, C. B., 1991, Effect of gamma irradiation of whole chicken carcasses on bacterial loads and fatty acids, *J. Food Sci*., 56 371–373.

Kemp, G. K., M. L. Aldrich, ve A. L. Waldroup. 2000, Acidified sodium chloride antimicrobial treatment of broiler carcasses, *J. Food Protect*., 63 1087–1092.

Kim, C., Hung, Y. C., ve Brachett, R. E. 2000a, Efficacy of electrolyzed oxidizing (EO) and chemically modified water on different types of food-borne pathogens. *Int. J. of Food Microbiol*., 61 199–207.

Kim, C., Hung, Y.C., ve Brackett, R.E., 2000b, Roles of oxidation-reduction potential in electrolyzed oxidizing and chemically modified water for the inactivation of food related pathogens, *J. of Food Protect.*, 63 19-24.

Kim, C., Hung, Y.C., Brackett, R.E.,ve Frank, J. F., 2001, Inactivation of *Listeria monocytogenes* biofilms by electrolyzed oxidizing water, *J. of Food Process and Preserv*., 25 91-100.

Kim, C., Hung, Y. C., Brackett, R. E.,ve Lin, C. S., 2003, Efficacy of electrolyzed oxidizing water in inactivating *Salmonella* on alfalfa seeds and sprouts, *J. of Food Protect.*, 66 208–214.

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

Kimura, M., Mikami, K., Hoshikawa, H., Mori, T., Kasai, H., ve Yoshimizu, M., 2006, Effect or rearing using an electrolyzed seawater on reduction of *Vibrio parahaemolyticus* from sea urchin. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 72 1–5.

Kiura, H., Sano, K., Morimatsu, S., Nakano, T., Morita, C., Yamaguchi, M., 2002, Bactericidal activity of electrolyzed acid water from solution containing sodium chloride at low concentration, in comparison with that at high concentration, *Int. J. of Food Microbiol. Methods*., 49 285–293.

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).

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

Koseki, S. ve Itoh, K., 2000, Fundament properties of electrolyzed water. *J. of The Japanese Soc. for Food Sci. and Technol*.-Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi, 47 5 390-393.

Koseki, S. ve Itoh, K., 2001a, Prediction of microbial growths in fresh-cut vegetables treated with acidic electrolyzed water during storage under various temperature conditions. *J. of Food Protect*., 64 12 1935-1942.

Koseki, S. ve Itoh, K., 2001b, The effect of acidic electrolyzed water on the quality of cut vegetables. *J. of The Japanese Soc. for Food Sci. and Technol*.- Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi, 48 5 365-369.

Koseki, S., Yoshida, K., Isobe, S. ve Itoh, K. 2001, Decontamination of lettuce using acidic electrolyzed water. *J. of Food Protect*., 64 652–658.

Koseki, S., Fujiwara, K., ve Itoh, K. 2002, Decontaminative effect of frozen acidic electrolyzed water on lettuce. *J. of Food Protect*., 65 411–414.

Koseki, S., Yoshida, K., Kamitani, Y. ve Itoh, K., 2003, Influence of inoculation method, spot inoculation site, and inoculation size on the efficacy of acidic electrolyzed water against pathogens on lettuce. *J. of Food Protect*., 66 11 2010-2016.

Koseki, S., Isobe, S., & Itoh, K. 2004a, Efficacy of acidic electrolyzed water ice for pathogen control on lettuce. *J. of Food Protect*., 67 2544–2549.

Koseki, S., Yoshida, K., Isobe, S., ve Itoh, K. 2004b, Efficacy of acidic electrolyzed water for microbial decontamination of cucumbers and strawberries. *J. of Food Protect*., 67 1247–1251.

Krokida, M.K., Maroulis, Z.B., ve Saravacos, G.D., 2001, Rheological properties of fluid fruit and vegetable puree products: Complication of literature data. *Int. J. Food Properties.*, 4 2 179-200.

Kurt, A., 1972, Süt ve mamulleri muayene ve analiz metotları rehberi, 3. Baskı, *Atatürk Üniv*, 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.

Kyialbek, A., 2008, Dana eti köftelerinde kurutulmuş kırmızı üzüm cibresi ve kurutulmuş domates kullanımının ürün kalitesi ve yağ oksidasyonu üzerine etkilerinin araştırılması, *Ege Üniv. Fen Bil. Enst*. Bornova, İzmir.

Lawrie RA. 1998, Chemical and biochemical constitution of muscle. Lowrie's Meat Science (Sixth ed., pp.58-118). Combridge: *Woodhead Publishing Limited*. England.

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

Len, S. V., Hung, Y. C., Erickson, M., ve Kim, C. 2000. Ultraviolet spectrophotometric characterization and bactericidal properties of electrolyzed oxidizing water as influenced by amperage and pH. *J. of Food Protect*., 63 1534–1537.

Len, S. V., Hung, Y. C., & Chung, D. 2002. Effects of storage conditions and pH on chlorine loss on electrolyzed oxidizing (EO) water. *J. of Agric. Food Chem.*, 50 209–212.

Liao, L. B., Chen, W. M., ve Xiao, X. M. 2006, The generation and inactivation mechanism of oxidation–reduction potential of electrolyzed oxidizing water, *J. of Food Engineer*., 78 1326–1332.

Lillard, H. S., ve J. E. Thomson. 1983. Efficacy of hydrogen peroxide as a bactericide in poultry chiller water. *J. Food Sci*. 48 125–126.

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.

Lyon, C.E., Hamm,D., Thomson, J.E., Hudspeth, J.P., Ayres, J.L. ve Marion, J.E.1983. Effects of hot or cold deboning on functional properties of broiler dark meat and quality of sausage. *Poultry Sci*. 62 965-970.

Mahmoud, B.S.M., Yamazaki, K., Miyashita, K., Shin II., ve Suzuki, T. 2006. A new technology for fish preservation by combined treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds. *Food Chem*., 99 656-662.

Marriott, N. G., ve Gravani, R. B. 2006. Principles of food sanitation (5th edition.). New York: Springer.

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

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

McClements, D.J. 2004, Food Emulsions, *CRC Press*. NY.USA. pp 610.

Mckee, S.R. ve Sams, A.R., 1997, The effect of seasonal heat stress on rigor development and incidence of pale, exudative turkey meat, *Poultry Sci*., 76 616-620.

McPherson, L. L., 1993, Understanding ORP's in the disinfection process, *Water Engineering and Management.*, 140 29–31.

Mead, P. S., Slusker, L., Dietz, V., Slutsker, L., Dietz, V., ve McCagi, L. F., 1999, Food-related illness and death in the United States, *Emerging Infect. Dis*., 5 607–625.

Millioğlu, Ö., 2006. Elektrolize suyun *Vicia faba L.* üzerine genotoksik etkisinin kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, *Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü*.

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

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

Mori, Y., Komatsu, S. ve Hata, Y. 1997, Toxicity of electrolyzed strong acid aqueous solution-subacute toxicity test and effect on oral tissue in rats. *Odontology*, 84 619–626.

Morris, C. E. 1999, Multiple hurdles minimize pathogens. *Food Eng*., 71 75–80.

Mutluer, B., 2005, "Zorunlu gıda maddesi olarak kırmızı et", *A Kalite Dergisi*, Sayı 1, Sayfa 54, İstanbul.

Ngoka, D.A., Froning, G.W., Lowry, S.R. and Babji, A.S., 1982, Effects of sex, age, preslaughter factors and holding conditions of turkey breast muscles, *Poultry Sci*., 61 1996-2003.

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.

Nuckles, R. O., Smith, D. M. ve 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, *Columbus OH: Dept.of Animal Sci*., The Ohio State University.

Okull, D. O., ve Laborde, L. F. 2004, Activity of electrolyzed oxidizing water against *Penicilium expansum* on suspension and on wounded apples, *J. of Food Sci*., 69 23–27.

Olsen, S. J., Mackinnon, L. C., Goulding, J. S., Bean, N. H., ve Slutsker, L. 2000, Surveillance for foodborne-disease outbreaks, United States. 1993–1997. *MMWR CDC Surveill Summ*., 49 1–62.

Oomori, T., Oka, T., Inuta, T.,ve Arata, Y., 2000, The efficiency of disinfection of electrolyzed water in the presence of organic materials, *Analytic. Sci.*, 16 4 365-369.

Özalp, B., 2008, Bazı su ürünlerinin bileşimi ve değişik teknolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniv.,Fen Bil. Enst. Gıda Müh. Anabilim Dalı*, Konya.

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

Öztan, A., 2003. Et Bilimi ve Teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları Yayın No:1 Genişletilmiş Baskı, 495s, Ankara.

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

Park, C. M., ve Beuchat, L. R. 1999, Evaluation of sanitizers for killing *E. coli* O157:H7, Salmonella, and naturally occurring microorganisms on cantaloupes, honeydew melons, and asparagus. *Dairy, Food and Environ. Sanitation.*, 19 842–847.

Park, C. M., Hung, Y. C., Doyle, M. P., Ezeike, G. O. I., ve Kim, C. 2001, Pathogen reduction and quality of lettuce treated with electrolyzed oxidizing and acidified chlorinated water, *J. of Food Sci.*, 66 1368–1372.

Park, H., Hung, Y.C, Brackett, R.E. 2002a, Antimicrobial effect of electrolyzed water for inactivating *Campylobacter jejuni* during poultry washing, *Int. J. of Food Microbiol*., 72 1-2 77-83.

Park, H., Hung, Y. C., & Kim, C. 2002b, Effectiveness of electrolyzed water as a sanitizer for treating different surfaces, *J. of Food Protect.*, 65 1276–1280.

Park, H., Hung, Y. C., & Chung, D. 2004, Effects of chlorine and pH on efficacy of electrolyzed water for inactivating *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes*. *Int. J. of Food Microbiol.*, 91 13–18.

Paterson, B.C., Parrish, F.C., ve Stromer, M.H., 1988, Effects of salt and pyrophosphate on the physical and chemical properties of beef muscle, *J. of Food Sci*., 53 1258–1265.

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

Pekcan, G., 1998, "Türkiye'de beslenme durumu". *5. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi Bildiri Özetleri*. Ankara, 5-7 Kasım 51-53.

Pernezny, K., Raid, N.R., Havranek, N., Sanchez, J., 2005, Toxicity of mixed-oxidant electrolyzed oxidizing water to in vitro and leaf surface populations of vegetable bacterial pathogens and control of bacterial diseases in the greenhouse. *Crop Protect.*, 24 748–755.

Price, J.F. ve Schweeigert, B.S. 1960, The science of meat and meat products II. Edition S. 484-511. *Michigan State Uni. and Uni. of California*, Davis. Michigan.

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

Russell, S. M. 2003, The effect of electrolyzed oxidative water applied using electrostatic spraying on pathogenic and indicator bacteria on the surface of eggs, *Poultry Sci*., 82 158–162.

Rusman, S.S. ve Suzuki, A.2003. Characteristics of *Biceps femoris* and *Longissimus thoracis* muscles of five cattle breeds grown in feedlot system, *Animal Sci. J.*, 74 59-65.

Ryoo, K., Kang, B., Sumita, O. 2002, Electrolyzed water as an alternative for environmentally benign semiconductor cleaning, *J. of Mat. Res.*, 17 6 1298-1304.

Sadoswka, M., Sikorski, Z.E. ve Dobosz, M. 1980, The ınfluence of collogen on the rheological properties of meat homogenates, *Lebens.- Wiss. U.-Technol*., 13 232.

Sagun, P. 1987, Farklı sosyo-kültürel çevrelerdeki lise son sınıf ögrencilerinin beslenme bilgi ve alıskanlıklarının ölçülmesi, Bilim Uzmanlığı Tezi, *Hacettepe Üniv. Saglık Bil. Enst.*, Ankara.

Sakashita, M., Iwasawa, A., ve Nakamura, Y. 2002, Antimicrobial effects and efficacy on habitually hand-washing of strong acidic electrolyzed water – A comparative study of alcoholic antiseptics and soap and tap water. *J. of Japanese Assoc. of Infect. Dis*., 76 373–377.

Sakurai, Y., Ogoshi, K., Kaku, M., ve Kobayashi, I. 2002, Strongly acidic electrolyzed water: Valuable disinfectant of endoscopes, *Digest. Endoscopy*, 14 61–66.

Sakurai, Y., Nakatsu, M., Sato, Y., ve Sato, K. 2003, Endoscope contamination from HBV- and HCV-positive patients and evaluation of a cleaning/disinfecting method using strongly acidic electrolyzed water, *Digest. Endoscopy.*, 15 19–24.

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

Saldamlı, İ., 2005. Gıda kimyası, 2nd Edition (Editor), *Hacettepe Üniv. Basımevi*. Ankara, 608p.

Sales, J. 1996, Histological, biophysical, physical and chemical characteristics of different ostrich muscles, *J. of The Sci. of Food and Agric*., 70 109-114.

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

Sarıgöl, C., 1978. Elazığ yöresi halk tipi kavurmalarla kutu konservesi kavurmalarda teknolojik, mikrobiyolojik, kimyasal araştırmalar, Doçentlik Tezi, *F. Ü. Vet. Fak. Besin Kontrolü ve Hayvansal Gıdalar Tek. Kürsüsü*, Elazığ.

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.

Schmidt, D.M. 1987, Functional and biochemical changes in deboned turkey due to frozen storage and lipid oxidation, *J. Food Sci*., 52 22.

Serdaroğlu, M. ve Öztürk, B. 2011. Etlik piliç ve hindilerde solgun kanatlı eti sendromu. *Ege Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Böl.,* Bornova, İzmir.

Sharma, R. R., ve Demirci, A. 2003, Treatment of *Escherichia coli* O157:H7 inoculated alfalfa seeds and sprouts with electrolyzed oxidizing water, *Int. J. of Food Microbiol*., 86 231–237.

Shimizu, Y. ve Hurusawa, T., 1992, Antiviral, antibacterial, and antifungal actions of electrolyzed oxidizing water through electrolysis, *Dental J*., 37 1055-1062.

Shimp, L. A., 1983, What you should know?*Meat Industry*., 11 24–27.

Shults, G. W., Russel, D. R. ve Wierbickki, E., 1972, Effect of condensed phosphates on pH, swelling and water-holding capacity of beef, *J of Food Sci*., 37 860– 864.

Smith, D.M., 1988, Meat proteins: Functional properties in comminuted meat products. *Food Technol*., 42 116-121.

Smulders, F. J. M., ve G. G. Greer. 1998. Integrating microbial decontamination with organic acids in HACCP programs for muscle foods: Prospects and controversies. *Int. J. Food Microbiol.,* 44 149–169.

Sofos, J. N., ve G. C. Smith. 1998. Nonacid meat decontamination technologies: Model studies and commercial applications. *Int. J. Food Microbiol*., 44 171–188.

Stan, SD. Ve Daeschel, MA., 2003, Reduction of *Salmonella enterica* on alfalfa seeds with acidic electrolyzed oxidizing water and enhanced uptake of acidic electrolyzed oxidizing water into seeds by gas, *J. of Food Protect.*, 66 11 2017-2022.

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

Suzuki, T., Noro, T., Kawamura, Y., Fukunaga, K., Watanabe, M., Ohta, M., 2002, Decontamination of aflatoxin-forming fungus and elimination of aflatoxin mutagenicity with electrolyzed NaCl anode solution, *J. of Agric. Food Chem.*, 50 633–641.

Swift, C.E., 1965, The emulsifying properties of meat proteins, *J. Food Sci*., 35 78.

Swift, C.E., Townsend, W.E. ve Witnauer, L.P. 1968, Comminuted meat emulsions: Relation of the melting characteristics of fat to emulsion stability, *Food Technol.*, 22 775-778.

Tanaka, N., Fujisawa, T., Daimon, T., Fujiwara, K., Tanaka, N. ve Yamamoto, M., 1999. The effect of electrolyzed strong acid aqueous solution on hemodialysis equipment. *Artificial Organs.*, 23 1055–1062.

Tatsumi, E., 2002. Control of microbial contamination by electrolyzed water in tofu manufacturing. *E. Food Sci and Technol Div.*, JIRCAS, 32 5.

Tiryakioğlu,Y., 1993, Bursa'da piyasaya sunulan kavurmaların kimyasal ve mikrobiyolojik kalite niteliklerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniv. Fen Bil. Enst*, Bursa.

Toldra, F. 2003, Muscle foods: Water structure and functionality, *Food Sci. Tech. Int.*, 9 3 173–177.

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

Tosa, N. ve Yamasaki, Y., 2000, Effect of organic substances on the residual chlorine contained in the strong acidic electrolyzed water, J *of The Japanese Soc. for Food Sci. and Technol.*,-Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi, 47 4 287-295.

Trout, G. R., Schmidt, G. R., 1983, Utilization of phosphates in meat products, *Meat Processing*, 9 48-50, 60-61, 65-67.

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.

USDA-FSIS. 2004. Food Safety Inspection Service Recall Information Center. Available from: http://www.fsis.usda.gov/Fsis_Recalls/ index.asp.

Vareltzis, K., N. Soultos, P. Koidis, J. Ambrosiadis, ve C. Genigeorgis. 1997, Antimicrobial effects of sodium tripolyphosphate against attached to the surface of chicken carcasses. *Lebensm.-Wiss. Technol*. 30 665–669.

Venkitanarayanan, K. S., Ezeike, G. O., Hung, Y. C., ve Doyle, M. P. 1999a. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listera moncytogenes* on plastic kitchen cutting boards by electrolyzed oxidizing water, *J. of Food Protect.*, 62 857–860.

Venkitanarayanan, K.S., Ezeike, G.O.I., Hung, Y.C., ve Doyle, M.P. 1999b, Efficacy of electrolyzed oxidizing water for inactivating *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis*, and *Listeria monocytogenes*. *Appl. and Environ. Microbiol*., 65 4276-4279.

Vivien, M. A., E. L. Janet, C. H. Burton, R. T. Whyte, ve G. C. Mead. 2000. Hygiene aspects of modern poultry chilling. *Int. J. Food Microbiol.*, 58 39–48.

Vorobjeva, N. V., Vorobjeva, L. I., ve Khodjaev, E. Y. 2003, The bactericidal effects of electrolyzed oxidizing water on bacterial strains involved in hospital infections, *Artificial Organs.*, 28 590–592.

Vural, H., Öztan, A., 1989, Geleneksel et ürünümüz kavurma-1. *E. B. K Dergisi*, 9 22-28.

Walker, S. P., Demirci, A., Graves, R. E., Spencer, S. B., ve Roberts, R. F. 2005a, Cleaning milking systems using electrolyzed oxidizing water, *Transactions of ASAE.*, 48 1827–1833.

Walker, S. P., Demirci, A., Graves, R. E., Spencer, S. B., ve Roberts, R. F. 2005b, CIP cleaning of a pipeline milking system using electrolyzed oxidizing water, *Int. J. of Dairy Technol*., 58 65–73.

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.

White, P. L., A. R. Baker, ve W. O. James. 1997, Strategies to control *Salmonella* and *Campylobacter* in raw poultry products, *Rev. Sci. Technol. Int. Epiz*., 16 525–541.

WHO. 2000."The impact of food and nutrition on public health". The Case for Food & Nutrition policy and Action Plan for the European Region of WHO 2000-2005.

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.

Windham, W. R., L. C. Kurt, B.-S. Park, and R. J. Buhr., 2001, Visible/NIR spectroscopy for characterizing fecal contamination of chicken carcasses. *ASAE Paper*, 01–6004. ASAE, St.

Woefel, R.L., Owens, C.M., Hirscler, E.M. and Sams, A.R., 1998, The incidence and characterization of pale, soft and exudative chicken meat in a commercial plant, *Poultry Sci*., (Suppl. 1):62 (Abstr.).

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.

Xiong, H., Y. Li, M. F. Slavik, ve J. T. Walker. 1998, Spraying chicken skin with selected chemicals to reduce attached *Salmonella typhimurium*. *J. Food Protect*., 61 272–275.

Yang, H., Swem, B. L., ve Li, Y. 2003, The effect of pH on inactivation of pathogenic bacteria on fresh-cut lettuce by dipping treatment with electrolyzed water, *J. of Food Sci.*, 68 1013–1017.

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 Hydrocoll.*, 20 825–830.

Yıldırım, Y., 1988, Et Teknolojisi. Uludağ Üniversitesi Matbaası, Bursa, 711s.

Yoshida, K., Achiwa, N., ve Katayose, M. 2004, Application of electrolyzed water for food industry in Japan, *Specialized Engineering Dept., Hoshizaki Electric Co., Ltd*., 3-16 Minamiyakata, Sakae, Toyoake, Aichi, 470-1194.

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.

Zorba. O., 1990, Taze ve dondurulmuş sığır etlerinin çeşitli emülsiyon parametreleri üzerinde farklı yağ sıcaklığı, fosfat ve tuz seviyesi etkisinin model sistemde araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniv. Fen Bil. Enst.*, Erzurum, 74.

Zorba, Ö. 1995. Taze ve dondurulmuş sığır et protein fraksiyonlarının çesitli emülsiyon özellikleri, protein çözünürlüğü ve elektroforetik özellikleri üzerinde ısıl işlem sıcaklığı etkisinin araştırılması. Doktora Tezi, *Atatürk Üniv., Fen Bil. Enst.*, Erzurum.

Zorba, Ö., Özdemir, S. ve 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 : Hatice Berna POÇAN
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Cihanbeyli 12/04/1987
Telefon : 0535-4832392
Faks :
e-mail : ela_bern@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise :	Özel Diltaş Anadolu Lisesi, Konya	2004
Üniversite :	Selçuk Üniversitesi, Konya	2009
Yüksek Lisans :	Selçuk Üniversitesi, Konya	2012
Doktora :	-	-

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2010-2012	Atik Hazır Yemek Fabrikası	Gıda Mühendisi
2009-2010	Duru Tuz Fabrikası	Gıda Mühendisi

UZMANLIK ALANI: Et Bilimi ve Teknolojisi

YABANCI DİL: İngilizce

YAYINLAR:

1- **H. Berna Poçan**, Mustafa Karakaya, 2010. Zerde. "1th. International Symposium Traditional Foods from Adriatic to Caucasus" 15-17 April 2010 Tekirdağ, Turkey.

2- Kübra Ulusoy, **H. Berna Poçan**, Sümeyra S. Tiske, Mustafa Karakaya, 2010. Tahinli Pide. "1th. International Symposium Traditional Foods from Adriatic to Caucasus" 15-17 April 2010 Tekirdağ, Turkey.

3- **Hatice Berna Poçan**, Mustafa Karakaya, Kübra Ulusoy, 2011, Elektrolize suyun gıda endüstrisinde kullanımı, GIDA, 36 (3):169-176,

4- **H. Berna Poçan**, Kübra Ulusoy, Mustafa Karakaya, 2010, Sucuklarda Lipid Oksidasyonu, I. Et Ürünleri Sucuk Çalıştayı, 2-3 Aralık, Kuşadası, Aydın.

5- **Hatice Berna Poçan**, Mustafa Karakaya, 2010, Sucuklarda Biyojen Amin Oluşumu, I. Et Ürünleri Sucuk Çalıştayı, 2-3 Aralık, Kuşadası, Aydın.