ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SODYUM TRİPOLİFOSFATIN VE TAMBURLAMA (TUMBLING) PROSESİNİN DÖNER KEBABIN OKSİDATİF STABİLİTESİNE ETKİSİ

Gökhan BEKTAŞ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2009

Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SODYUM TRİPOLİFOSFATIN VE TAMBURLAMA (TUMBLING) PROSESİNİN DÖNER KEBABIN OKSİDATİF STABİLİTESİNE ETKİSİ

Gökhan BEKTAŞ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nuray KOLSARICI

Et ve et ürünlerinde önemli kalite kayıplarına neden olan oksidatif değişimler tüm dünyada tanınan yemeklerimizden biri olan döner kebap üretiminde de problem oluşturmaktadır. Bu çalışma ile döner üretiminde pişme verimini arttırmak amacıyla terbiyeleme sosunda sık kullanılan fosfatlar ile son yıllarda geleneksel üretim tekniğine alternatif olarak yaygın uygulanan tumbling (tamburlama) tekniğinin oksidatif değişimlere etkisi araştırılmıştır.

Bu amaçlar doğrultusunda, tumbling prosesinin ve tuz, baharat ve diğer katkıları içeren terbiyeleme sosuna sodyum tripolifosfat ilavesinin dönerin oksidatif stabilitesine etkileri araştırılmıştır. Dönere işlenecek sığır etleri %0,25 oranında sodyum tripolifosfat (STPF) içeren ve içermeyen döner terbiyeleme sosu ile tumbling uygulanarak ve uygulanmadan terbiyelenmiştir. Tumbling uygulaması kesikli (30 dakika; 3 dakika çalışma, 2 dakika ara) ve sürekli (20 dakika) olmak üzere iki farklı uygulama ile gerçekleştirilmiştir. Analizler uygulama gruplarında tumbling uygulamasından hemen sonra ve 2 gün 4°C'de depolamadan sonra yapılmıştır. Oksidatif stabilite, TBA değeri, serbest yağ asitliği, metmiyoglobin oranı, toplam pigment miktarı, toplam sülfidril (-SH) grupları, enstrümental CIE *L,a,b* değerlerinin ölçülmesiyle test edilmiştir. Ayrıca duyusal değerlendirme de yapılmıştır.

Çalışmada uygulanan tumbling işlemi, kesikli olarak gerçekleştirildiği koşul haricinde, oksidatif stabiliteyi belirlemek için yapılan tüm analizlerde herhangi bir değişime neden olmamıştır. Kesikli tumbling uygulamasının ise TBA değeri, serbest yağ asitliği, metmiyoglobin oranı ve CIE *b** (sarılık) değeri düzeyinde istatistiki olarak önemli artışa sebep olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Depolama süresi ise, CIE *a** ve *b** değerlerinde ve sülfidril grubu miktarında artış ile etkili olmuştur. Fosfat kullanımının TBA değerinde ve serbest yağ asitliği düzeyinde ve metmiyoglobin oranında azalmaya neden olması, fosfatın oksidasyona karşı etkili olduğu göstermiştir. Ayrıca STPF'nin dönerlerin renk, lezzet, yapı (tekstür) ve genel beğeni gibi duyusal özelliklerinde iyileşme yaratmış olması, döner üretiminde rahatlıkla kullanılabileceğini göstermiştir.

Mart 2009, 77 sayfa

Anahtar Kelimeler: döner kebap, tumbling, sodyum tripolifosfat, oksidatif stabilite, renk stabilitesi, metmiyoglobin

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECTS OF TUMBLING AND SODIUMTRIPOLYPHOSPHATE ON OXIDATIVE STABILITY OF DONER KEBAP

Gökhan BEKTAŞ

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof.Dr. Nuray KOLSARICI

Oxidative changes which cause important quality losses in meat and meat products also cause problems in döner kebab production which is one of our foods famous in the world. By this work, effects of phosphates used in marinating sauces to increase cooking efficiency in döner and effects of tumbling technique applied largely as an alternative to traditional production technique were researched on oxidative changes.

For these purposes, effects of tumbling process and of sodium tripolyphosphate addition into marinating sauce including salt, spice and other additives on oxidative stability of döner were researched. Beefs to be added into döner were marinated with marinating sauce including and not including 0.25% sodium tripolyphosphate (STPP) with/without tumbling. Tumbling application was performed as two different applications intermittent (during 30 min; 3 min work, 2 min rest period) and continuous (20 minutes). Analyzes were performed just after tumbling application in application groups and after storage for 2 days at 4°C. Oxidative stability were tested by measuring TBA value, free fatty acidity, metmyoglobin rate, total pigment amount, total sulphydril (-SH) groups, CIE *L,a,b* values. Also sensorial evaluation was performed.

It was found that tumbling process caused no change in all analyses performed for determining oxidative stability except in the case that tumbling was performed intermittent. It was observed that intermittent tumbling process caused a significant increase statistically in TBA value, free fatty acidity, metmyoglobin rate and CIE *b** (yellowness) value ($p<0,05$). Storage duration became effective by increase in CIE *a** and *b** values and sulphydril group amount. Since using phosphate caused decrease in TBA value, free fatty acidity level and metmyoglobin rate showed that phosphate is effective against oxidation. Also, since STPP resulted in improvements in color, taste, texture and general acceptability of döner, it is understood that it can be suggested to be used in döner production.

March 2009, 77 pages

Key Words: döner kebap, tumbling, sodium tripolyphasphate, oxidative stability, colour stability, metmyoglobin

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmalarım boyunca bana bilgi ve birikimlerini aktararak yol gösteren saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Nuray KOLSARICI'ya (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi), laboratuar çalışmalarım sırasında benden her türlü yardımı esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Kezban CANDOĞAN'a (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi), Araş. Gör. Eda DEMİROK'a ve Araş. Gör. İlker Turan AKOĞLU'na, çalışmalarımın boyunca pek çok konuda birlikte çalıştığım proje arkadaşım Esma ÖZDEN'e, laboratuvar çalışmalarımda yardımcı olan Gıda Mühendisi Elif İLHAN'a, çalışmalarım boyunca bana her türlü kolaylığı gösteren saygıdeğer Amirlerime, döner hazırlanması aşamasında imkanlarını sunan HOSTA DÖNER'e, yüksek lisans çalışmalarım için burs sağlayarak maddi olarak destekte bulunan TÜBİTAK-BİDEB 2210 Yurtiçi Yüksek Lisans Burs Programına ve bugünlere gelmemde sonsuz emeği bulunan annem Neriman BEKTAŞ'a ve desteğini esirgemeyen eşime teşekkürü bir borç biliyorum. Bu tez çalışmasını, yeni doğan kızım İdil'e ve yıllar önce aramızdan ayrılan babam Uğur BEKTAŞ'a ithaf ediyorum.

Bu tez çalışması, TÜBİTAK-TOVAG tarafından 107O882 nolu ''Döner üretiminde tumbling uygulaması ve sodyum tripolifosfat kullanımının kaliteye etkisi'' isimli proje ile desteklenmiştir.

Gökhan BEKTAŞ
Ankara, Mart 2009

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**
ABSTRACT ..... **ii**
TEŞEKKÜR ..... **iii**
SİMGELER DİZİNİ ..... **vi**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **vii**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **viii**
1. GİRİŞ **1**
2. KAYNAK ÖZETLERİ **4**
2.1 Döner **4**
2.2 Tumbling **7**
2.4 Oksidatif Değişmeler **17**
3. MATERYAL VE YÖNTEM **21**
3.1 Materyal **21**
3.2 Yöntem **21**
3.2.1 Döner üretimi **21**
3.2.2 Nem miktarının belirlenmesi **23**
3.2.3 Protein miktarının belirlenmesi **23**
3.2.4 Yağ miktarının belirlenmesi **23**
3.2.5 Kül miktarının belirlenmesi **23**
3.2.6 Tuz miktarının belirlenmesi **24**
3.2.7 pH değerinin belirlenmesi **24**
3.2.8 TBA (tiyobarbitürik asit) değerinin belirlenmesi **24**
3.2.9 Serbest yağ asitliği (SYA) miktarının belirlenmesi **25**
3.2.10 Toplam pigment miktarının belirlenmesi **25**
3.2.11 Metmiyoglobin oranının belirlenmesi **26**
3.2.12 Toplam sülfidril (-SH) grupları miktarının belirlenmesi **26**
3.2.13 Enstrümental renk analizi **27**
3.2.14 Duyusal analiz **27**
3.2.15 İstatistik analiz **28**
4. BULGULAR VE TARTIŞMA **29**
4.1 Hammaddenin Özellikleri **29**
4.2 Dönere İşlenecek Etlerin Kimyasal Özellikleri **29**
4.3 pH Değeri **36**
4.4 TBA (tiyobarbitürik asit) Değeri **39**
4.5 Serbest Yağ Asitliği **42**
4.6 Toplam Pigment Miktarı **45**
4.7 Metmiyoglobin Oranı **47**
4.8 Toplam Sülfidril (-SH) Grupları **49**
4.9 Enstrümental renk değerleri **52**
4.10 Duyusal Değerlendirme **58**
5. SONUÇ **61**
KAYNAKLAR **63**
EKLER **70**
EK 1 Döner için yaprak et açılması **71**
EK 2 El ile açılamayan etlerin işlendiği açma makinesi **72**

EK 3 Çalışmada kullanılan tumbling makinesi 73
EK 4 Yaprak etlerin şişlere dizilerek döner haline getirilmesi..... 74
EK 5 Dönerlerin pişirilmesi..... 75
EK 6 Döner duyusal analiz formu 76
ÖZGEÇMİŞ..... 77

SİMGELER DİZİNİ

STPF	Sodyum tripolifosfat
TBA	Tiyobarbitürik asit
TS	Türk Standartları
SDS	Sodyum Dodesil Sülfat
DTNB	5,5'-ditiyobis-2-nitrobenzoik asit
SYA	Serbest yağ asitliği
SH	Sülfidril grupları
MA	Malonaldehit
s	Saat
g	Gram

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 *Musculus longissimus lumborum* kasına tumbling ile kürleme yapıldığında yapısında meydana gelen değişimler. 8
Şekil 2.2 Myoglobin reaksiyonları ve etin rengindeki değişimlerin şematik olarak gösterilmesi 19
Şekil 3.1 Araştırma deneme planı 22
Şekil 4.1 Dönerin pH değerine STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının etkisi 38
Şekil 4.2 Dönerin TBA değerine STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının etkisi 41
Şekil 4.3 Dönerin serbest yağ asitliği değerine STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının etkisi 44
Şekil 4.4 Dönerin toplam pigment miktarına STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının etkisi 46
Şekil 4.5 Dönerin metmiyoglobin oranına STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının etkisi 49
Şekil 4.6 Dönerin toplam sülfidril (-SH) grubu miktarına STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının etkisi 51
Şekil 4.7 Dönerin *L** renk değerlerine STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının etkisi 53
Şekil 4.8 Dönerin *a** renk değerlerine STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının etkisi 55
Şekil 4.9 Dönerin *b** renk değerlerine STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının etkisi 57
Şekil 4.10 Dönerin duyusal değerlendirme puanlarına STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının etkisi 60

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 TS 11859'e göre dönerin duyusal özellikleri 6
Çizelge 2.2 TS 11859'e göre dönerin fiziksel ve kimyasal özellikleri 7
Çizelge 4.1 Hammaddenin genel özellikleri 29
Çizelge 4.2 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin nem içeriğine etkisi.. 30
Çizelge 4.3 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin protein içeriğine etkisi 32
Çizelge 4.4 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin yağ içeriğine etkisi... 33
Çizelge 4.5 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin kül içeriğine etkisi ... 34
Çizelge 4.6 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin tuz içeriğine etkisi.... 35
Çizelge 4.7 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin pH değerine etkisi.... 36
Çizelge 4.8 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin TBA değerine etkisi. 40
Çizelge 4.9 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin serbest yağ asitliği değerine etkisi 43
Çizelge 4.10 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin toplam pigment miktarına etkisi 45
Çizelge 4.11 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin metmiyoglobin oranına etkisi 48
Çizelge 4.12 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin toplam sülfidril (-SH) grubu miktarına etkisi 50
Çizelge 4.13 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin *L** (açıklık-koyuluk) değerine etkisi 52
Çizelge 4.14 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin *a** (kırmızılık) değerine etkisi 54
Çizelge 4.15 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin *b** (sarılık) değerine etkisi 55
Çizelge 4.16 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin duyusal değerlendirme puanlarına etkisi 59

1. GİRİŞ

Ekonomideki gelişmelere ve çağımızın hizmet sektörüne dayalı büyüme anlayışına paralel değişiklikler, insanın beslenme şeklini de radikal şekilde etkilemiştir. Çalışan nüfusun artmasıyla beslenmeye yeterince zaman ve kaynak ayıramayan tüketiciler daha çok pratik, kısa zamanda tüketilecek yiyecekler arayışındadırlar. Bu durum "fast-food" olarak adlandırılan hızlı hazır yemek sektörünün önem kazanmasına neden olmuştur. Birçok yiyecek maddesi gibi Türk mutfağının geleneksel bir yiyeceği olan döner de bu sürece uymuş, dönüşüme uğrayarak hızlı ve hazır olarak tüketilebilecek gıdalar arasına girmiştir (Erbay 2007).

Döner, damak tadı bakımından Anadolu kültürüne daha yönelik olması nedeniyle diğer hızlı hazır gıdalara karşı rakip olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu avantajını kullanarak insanların beslenme alışkanlığını değiştirerek şişmanlattığı için son yılların en kötü keşfi olarak belirtilen hamburger gibi ayak üstü yenen (fast-food) gıdalara karşı yegane rakip olarak görülmektedir (Erdem 2000). Çoğunlukla gaz ateşinde pişirilen dönerin diğer hızlı hazır gıdalarla başa çıkabilmesi için teknolojik açıdan güçlendirilmesi gerekmektedir.

Döner yapımında en önemli aşama etlerin terbiyelenmesi (marinasyonu) dir. Etler bu amaçla terbiye sosunda bekletilirler. Etleri terbiyelemek amacıyla kullanılan terbiyeleme sosu tuz yanında lezzet ve çeşni verici maddelerle, mevzuatta et ürünlerinde kullanımına izin verilen katkı maddelerini içerir. Etler bu sos ile muamele edilir ve belli bir süre uygun koşullarda bekletilir. Terbiye sosunda bulunan tuz, et proteinlerinin çözünmesine yardımcı olur, myofibriller proteinlerin şişmesini sağlar ve etin su tutma özelliğini artırır. Günümüzde kürleme, tuzlama ve terbiyeleme uygulamalarında tuzun ve diğer katkıların ete difuzyonunu artırmak ve uniform bir dağılım sağlamak için tumbling tekniği et endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Et endüstrisi gelişmiş ülkelerde kürlenmiş ve terbiyelenmiş (marine edilmiş) ürünlerin üretiminde yaygın kullanılan tumbling uygulamaları teknolojinin temel uygulamalarından biri haline gelmiştir. Zira tumbling uygulanarak üretilen ürünler, ısıl işlem sırasında etkili

bağlanma-yapışkanlık sağlanması için gerekli olan aktin ve miyosin gibi tuzda çözünür proteinlerin çoğunlukta olduğu yeterli protein sol fazı oluşturmak, gevrekliği arttırmak, su tutma kapasitesini arttırmak, istenen dilimlenme özelliğine sahip ve görünümü homojen olan bir kür ürünü geliştirmek gibi kalite açısından ve ekonomik açıdan önemli avantajlara sahiptir (Weiss 1973). Bu yararlarına rağmen ülkemizde tumbling hakkında henüz bir bilimsel çalışma yapılmamış olması nedeniyle geleneksel yemeklerimizden olan döner üretiminde uygulanmasının etkilerinin ne olacağı bilinmemektedir.

Oksidatif değişimler et ve ürünlerinin kalitesindeki bozulmaların başlıca nedenlerinden biridir ve gıda sanayii açısından büyük ekonomik önem arz etmektedir. Tüm dünyada tanınan yemeklerimizden biri olan döner üretiminde de problem oluşturmaktadır. Çünkü et ve ürünlerinde yağ oksidasyonu ve buna paralel olarak renk pigmenti myoglobinin metmyoglobine oksidasyonu, son üründe duyusal olarak fark edilen acılaşma ve arzulanmayan renk oluşumuna neden olur (Ahn *et al.* 1992, Shahidi 1994). Ayrıca oksidatif değişimler ürünün fonksiyonel özelliklerini değiştirmekte, raf ömrünü kısaltmakta ve malonaldehit gibi karsinojenik bazı bileşikler meydana getirmektedir (Cheng and Ockerman 2003).

Tumbling uygulamasında işlem süresinin artmasına paralel olarak hücresel zararlanmada artış meydana gelmektedir. (Lawlis *et al.* 1992). Canlı dokuda oksidatif strese karşı direnç gösteren savunma sistemleri, gıda olarak işleme sırasında zarar görerek oksidasyon kontrolü kaybolmaktadır (Decker and Xu 1998). Bununla birlikte hücre memranlarının bozulması ve artan protein ekstraktı, kullanılan katkı maddelerinin yayılımını arttırdığı için yararlı olmaktadır (Cheng and Ockerman 2003). Genel olarak et ürünlerinde su tutma kapasitesini artırmak, bağlanmayı ve pişirme verimini yükseltmek amacıyla kullanılan fosfatların oksidatif değişimleri sınırlayıcı etkilerinin de bulunması nedeniyle, dönere işlenecek etlere tumbling işlemiyle beraber sodyum tripolifosfat uygulanmasının lipid oksidasyonunun önlenmesi ve duyusal özelliklerin geliştirilmesi bakımından faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Bu tez çalışmasında hem Türkiye'de hem de dünyanın birçok ülkesinde üretilip zevkle tüketilen, ayaküstü yenen (fast-food) gıdalara önemli bir rakip oluşturan geleneksel et yemeğimiz olan döner üretiminde tumbling uygulaması ve sodyum tripolifosfat kullanımının dönerin duyusal özellikleri ve oksidatif stabilitesi üzerine etkileri incelenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Döner

Pişmemiş döner, TS 11859'da kasaplık koyun, keçi, dana, sığır gövde etlerinden biri veya birkaçının, ayrıca tavuk ve hindi etinden biri veya ikisinin karışımı ile, gerektiğinde lezzet ve çeşni verici maddelerle, katkı maddeleri ilave edilerek hazırlanan ve taze olarak pişirmeye veya TS 11658'e göre dondurularak muhafazaya alınmış, pişirilmeye hazır bir ürün olarak nitelendirilmektedir (Anonim 2003). Döner, yapımında kullanılan döner etlerinin hazırlanmasına göre yaprak, yaprak ve kıyma, kıyma döneri olmak üzere üç çeşit üretilebilmektedir (Anonim 2003).

Döner, Türk mutfağının geleneksel bir yiyeceği iken sanayileşen dünyaya ayak uydurarak toplu yemek tüketim merkezlerindeki yiyeceklerin başında gelmeye başlamıştır (Kayışoğlu *et al.* 2003). Daha önceleri yirmi-otuz kilo civarında hazırlanan ve meşe kömürü ateşinde pişirilen, çoğunlukla da öğle saatlerinde tüketilen döner, artık istenildiği anda kapatılabilen bütan gazlı ocaklar önünde, yüz-iki yüz kilo civarında hazırlanarak pişirilmekte ve günün hemen her saatinde hazır olarak bulunabilmektedir (Erbay 2007).

Döner, Türkiye sınırlarını Avrupa'da yaşayan vatandaşlarımız sayesinde aşarak Batı Avrupa'ya ulaşmış ve başta Almanya olmak üzere bu ülkelerdeki insanların beslenme alışkanlıklarını da değiştirmeye başlamıştır. Bunun sonucu olarak da, Almanya'da dönerin cirosu hamburgeri geçmiştir (Erdem 2000). Berlin'de 1996'da kurulan ''Avrupa Türk Döner İmalatçıları Derneği (ATDİD)'' verilerine göre Almanya'da günde ortalama 300 ton döner üretilmekte, döner imalatçılarının yıllık ciroları 2,3 Milyar Avro'yu geçmektedir. Bu dönerler yaklaşık 15.000 satış büfesinde satılmaktadır ve bu büfelerde çalışanların sayısı 45.000 düzeyindedir (Anonim 2008).

Döner, bugün dünyanın birçok ülkesinde hızlı hazır yiyecek endüstrisinin bir parçası haline gelmiştir. Döner yapım tekniği ve döner bileşimi zamanla değişerek Almanya,

Yunanistan, Meksika, Amerika Birleşik Devletleri, İsrail gibi farklı ülkelerin mutfak kültürlerine "donair, doner, gyros, dona-kebab, donna-kebab, shiwarma, chawarma" gibi değişik isimlerde girmiş ve yaygınlaşmıştır (Ayaz vd. 1985, Yaman 1993, Acar 1996, Kayışoğlu *et al.* 2003, Vazgeçer *et al.* 2004). Ancak Yunanlıların gyros, Arapların şavurma adıyla döneri sahiplenmeye çalıştıkları da unutulmamalıdır (Erdem 2000).

Bugün bildiğimiz şekliyle dönerin Türk mutfağındaki geçmişi genellikle bundan 150 yıl öncesinden başlatılır. Ancak kimi kaynaklarda daha öncesinde de dönerin bilindiğine dair notlar yer almakla beraber bu buluşun ne şekilde ve kim tarafından gerçekleştirildiğine dair net bir bilgi yoktur (Erbay 2007). Daha çok dönerin kaynağının ne olduğuna ilişkin yaklaşımlar mevcuttur. Eksen (2003), dönerin ilk ve basit şeklinin kuzu çevirme olduğunu ve sonraları pişimi ve yemeyi kolaylaştırmak amacıyla kemiklerinden ayrılan iri parça etleri arasına yağlı kısımlar eklenerek şişe dizip son olarak da odun ateşinde çevirerek pişirmek suretiyle daha lezzetli ve yenmesi daha kolay bir kebap elde edildiğini savunmaktadır. Erbay (2007) ise Erzurum yöresinin meşhur çağ kebabını yatay biçimde homojen pişirmenin ve pişen kısımların seri olarak kesilmesinin zorluğu nedeniyle şişe geçirilen etlerin dikey bir ocak önünde çevrilerek kızartılması zaman içerisinde daha çok yaygınlaştığını belirtmiştir. Yine aynı araştırıcı 1850'li yıllarda Bursa, Ankara, Kastamonu gibi yörelerde dönerin ilk örneklerine rastlanıldığını çeşitli kaynaklarda tespit etmiştir.

Dönerin artık hem küçük büfelerde, kantinlerde hem de evlerde, ustalık gerektirmeden, istenilen anda ve istenilen miktarda hazırlanabilmesi mümkündür (Erdem 2000, Erbay 2007). Bu nedenle öğrenciler arasında tüketimi yüksektir. Topan ve arkadaşları Zonguldak ilindeki lise öğrencilerinin fast-food tarzı yeme alışkanlıklarını incelemiş, 486 kişi üzerinden yapılan araştırmada 76 (%15,6) öğrencinin her gün, 129 (%26,5) öğrencinin ise haftada bir kez döner yediğini tespit etmiştir. Hiç döner yemeyen öğrenci sayısı ise 142'de (%29,2) kalmıştır (http://www.millipediatri.org.tr/bildiriler/HP-14.htm. 2006)

Döner, yapımında kullanılan döner etlerinin hazırlanmasına göre yaprak döneri, yaprak ve kıyma döneri (karışık döner) ve kıyma döneri olmak üzere üç çeşittir. Ayrıca endüstriyel döner ve yatık döner (oltu döneri) gibi değişik üretim metodlarıyla piyasaya sunulan döner çeşitleri de üretilebilmektedir. Endüstriyel döner, kıyma ağırlıklı, iskelet olarak bir miktar yaprak et kullanılan, kıymanın içine ayrıca nişasta, monosodyum glutamat, jelatin, yumurta, süt, süttozu gibi katkı ve çeşni maddeleriyle kar haline getirilmiş buz kullanılarak hazırlanan, şiş veya borulara dizilip şekillendirilen, taze veya donmuş halde pazarlanan dönerdir. Yatık döner ise, koyun ve kuzu yaprak etlerinin, yatay olarak dönebilen özel bir şişe sıkıca dizilerek odun koru veya odun kömürü karşısında çevrilerek pişirilmesi ile elde edilen bir dönerdir (Anonim 1995).

Türk Standartları Enstitüsü, iki standart yayınlayarak döneri ve döner üretimini belli standartlara bağlamıştır. Bunlardan ilki 1995 yılında yayımlanan ‘‘TS 11859, Döner Eti-pişmemiş’’ standartı, ikincisi ise 2003 yılında yürürlüğe giren ‘‘TS 11658, Döner Yapım Kuralları-pişmemiş’’ standartıdır. Bu standartlara göre dönerde kendi türüne ait gövde eti ile kuyruk ve gömlek yağı dışında herhangi bir hayvansal ürün kullanılmaması ve yağlı türünün en çok %40 (m/m), orta yağlının en çok %30 (m/m), az yağlının ise en çok %20 (m/m) toplam yağ içermesi gerekmektedir. Ayrıca taze olarak kullanılacak dönerler, en geç 24 saat içinde pişirmeye alınmalıdır. Aşağıda TS 11859 pişmemiş döner standardına uygun dönerin sahip olması gereken duyusal özellikleri Çizelge 2.1’de, fiziksel ve kimyasal özellikleri ise Çizelge 2.2’de gösterilmektedir (Anonim 2003).

Çizelge 2.1 TS 11859’e göre dönerin duyusal özellikleri (Anonim 2003)

Şekil	TS 11658’de belirtilen şekillere, uygun olmalı gövdede iç boşluk bulunmamalı
Görünüş	Yüzeyi traşlanmış ve/veya düzgün görünümlü olmalı Rengi, et türlerinin terbiye edildikten sonraki ve kendine has renkte olmalı
Tat ve koku	Kendine has kokuda olmalı, yabancı koku bulunmamalı.
Yabancı madde	Gözle görülebilir yabancı madde bulunmamalı

Çizelge 2.2 TS 11859'e göre dönerin fiziksel ve kimyasal özellikleri (Anonim 2003)

Özelllikler	Sınırlar
pH	5,2 - 6,3
Tuz (NaCl), % (m/m), en çok,	2
Toplam protein, % (m/m), en az,	12
Bağ doku, % (m/m), en çok,	15
Amonyak, mg/100 g en çok,	30
Peroksit sayısı, en çok, mmol O2/kg (özütlenmiş yağda ve yalnız dondurulmuşlarda)	1,5
Arsenik kütlece, en çok, mg/kg	0,1
Kurşun kütlece, en çok, mg/kg	0,1

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı da 2007 yılında döneri Türk Gıda Kodeksi kapsamına dahil ederek dönerin hazırlanması ve satışına yeni standartlar getirmiştir. Yaprak dönerin sadece yaprak haline getirilmiş etlerden üretilmesi, kıyma dönerinin üretimde en fazla yüzde 90 oranında et kıyması ve en az yüzde 10 oranında yaprak haline getirilmiş et kullanılması, karışık (yaprak-kıyma) döner üretiminde ise en az yüzde 60 oranında yaprak haline getirilmiş et, en fazla yüzde 40 oranında kıyma kullanılması zorunlu hale getirilmiştir. Ayrıca döner üretiminde nişasta ve nişasta içeren bağlayıcı maddeler kullanılamayacağı ve kırmızı et dönerin yağ oranının yüzde 25'ten, tuz oranının yüzde 2'den, beyaz et dönerinin yağ oranının yüzde 15'ten, tuz oranının yüzde 2'den fazla olamayacağı belirtilmiştir (Anonim 2007).

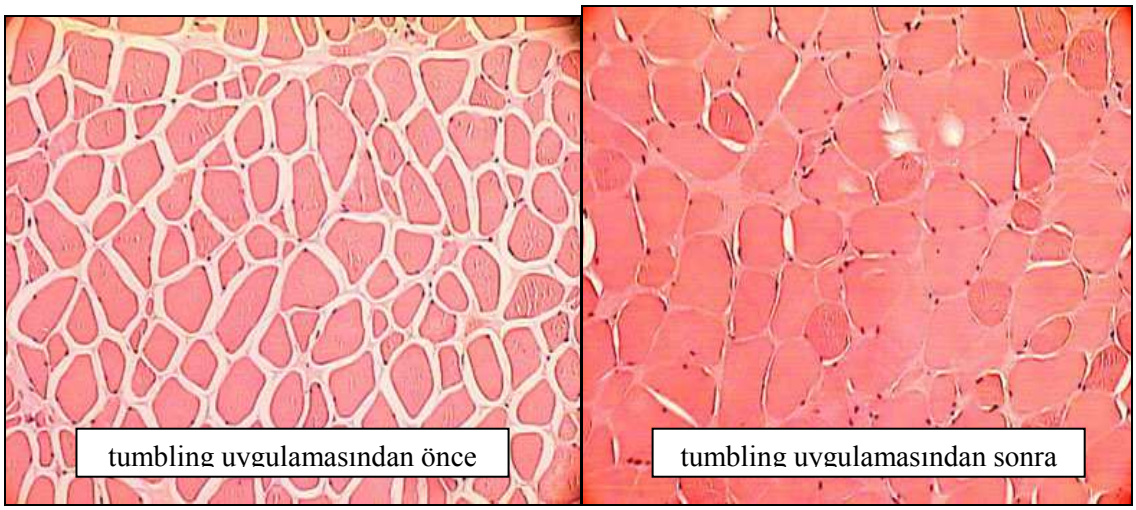
2.2 Tumbling

Tumbling et endüstrisinde tumbling (tamburlama) ve massaging (masajlama) işlemlerinin her ikisini de içine alan bir terim olarak kullanılmaktadır (Weiss 1973). Birçok et bilimci ise tumbling ve massaging arasında ayrım yapmaktadır (Cassidy *et al.* 1978). Massaging işleminde, dönen paletlerle et parçalarının birbirine sürtülmesi ve tekne duvarlarına teması bir basınç uygulanması söz konusudur. Tumbling sisteminde ise massaging işlemine ilave olarak döner tamburun tepesine gelen et parçalarının yer

çekimi etkisi ile düşmesi sonucunda oluşan bir çarpma kuvveti söz konusudur. Kullanılan makine tumbler olup beton mikserlerine benzer ve tamburun içinde metal eşikler bulunur. Tambur yandaki koldan ayarlanarak istenilen açıda çalıştırılabilir (Öztan 2003).

Tumbling tekniği, et parçalarının kalite özelliklerini geliştirmek ve kürleme işlemini hızlandırmak için fiziksel kuvvetlerin uygulandığı bir işlemdir (Addis and Schanus 1979). Bu uygulama ile büyük ve küçük et parçaları kesikli veya sürekli çalışan sistemlerde düşme, çarpma ve süreklenmeye uğrayarak kinetik enerji kazanır. Dolayısıyla et parçalarına termal enerji kazandırılmış olur (Gökalp vd. 1999). Parçalara uygulanan fiziksel kuvvetler sonucunda kas hücreleri parçalanır, kas yapısı değişir, gevreklik artar, hücre zarı geçirgenliği artar, kas proteinleri şişer ve güçlenir (Dolata *et al.* 2004).

Musculus longissimus lumborum kasına tumbling ile kürleme yapıldığında yapısında meydana gelen değişimler Şekil 2.1'de gösterilmektedir (Bartkowiak and Szczerbal 2007).



Şekil 2.1 *Musculus longissimus lumborum* kasına tumbling ile kürleme yapıldığında yapısında meydana gelen değişimler (Bartkowiak and Szczerbal 2007).

Tumbling tekniğinin başlıca fonksiyonu et parçalarını birbirine bağlanma durumunu etkilemesidir (Ghavimi 1986). Et parçalarının bağlanma gücü etteki aktin, miyosin ve tropomiyosin gibi myofibrillar proteinlerin ekstraksiyonuna önemli ölçüde bağlıdır. Hücre zararlanması arttıkça iyonik güç artarak protein ekstraksiyonunu artırır (Pietrasik and Shand 2003). Tumbling ile proteinler maksimum şişkinliğe ulaşır. Bu sayede aktomiyosin kompleksi bozulur ve kür ajanları hücre içi miyofibrilar proteinlere ulaşır. Artan ekstraksiyon ile birlikte hücreler arası boşluğa itilen proteinlerin büyük kısmı etin temel bağlanma ajanlarıdır (Dolata *et al.* 2004). Et dokusu yüzeyindeki miyofibrillar protein ekstraktı, ısıl işlem sırasında et parçalarının yüzeyinde kremamsı sulu bir yapı oluşturur. Bu yapı ısı ile koagüle olarak et yüzeylerini bir arada tutan bir bağlanma ajanı gibi davranır. Ayrıca bu proteinler ısıl işlemde bir mühür gibi davranarak etin suyu alıkoymasını kolaylaştırmaktadır (Rust and Olson 1973).

Tumbling işleminin üreticiler açısından daha önemli olan avantajı, pişme veriminin artması ve son ürünün küçülmesinin azalmasıdır (Krause *et al.* 1978). Tumbling yoluyla doku zararlanmasının artması protein ekstraksiyonunu artırır ve bu sayede pişme verimini arttırır (Motycka and Bechtel 1983, Xargayo and Lagares 1992). Krause *et al.* (1978) ve Rust and Olson (1973) yaptıkları çalışmalarda birbirlerine paralel olarak, ısıl işlem ile kuagülasyon sonucu myofibrilar protein sol fazının bir mühür gibi davranarak suyu tuttuğunu belirtmişlerdir. Gillet *et al.* (1981) massaging süresi arttıkça domuz but etinin pişme veriminin arttığını, en önemli artışın massagingin ilk 20 saatinde olduğunu belirtmişlerdir. Bu araştırıcılar sürenin uzamasıyla pişme kaybının azalması ve veriminin artmasının daha fazla su tutulmasıyla ilişkili olduğunu belirtmektedirler. Pietrasik and Shand (2004), pişmiş sığır eti rostosunda yaptıkları çalışmada tumblingin hidrasyon özelliklerini ve termal stabiliteyi etkileyerek düşük pişme kaybı ve yüksek su tutma kapasitesi sağladığını ortaya koymuşlardır.

Tumbling tekniğinde mekanik işlemler yoluyla hücreler parçalanmakta ve membranlar daha geçirgen hale getirilerek salamuranın dağılımı ve absorbsiyonu artırılmaktadır (Xargayo and Lagares 1992, Pietrasik and Shand 2003). Tumbling uygulanmış et, kür maddelerini hızlı bir şekilde absorbe eder. Ayrıca hücre yapısındaki gevşeme sayesinde kür maddelerinin dağılımı ve suyun absorblaması iyileşir. Bu iyileşmede sarkolemma

liflerindeki değişimin de etkisi vardır (Dolata *et al*. 2004). Ayrıca tumbling sonucunda protein çözünürlüğünün ve proteinlerin yeni formlar oluşturma yeteneğinin artması da kür maddelerinin kolayca kas dokulara dağılmasını sağlamaktadır (Dolata *et al*. 2004).

Tüketicilerin çoğu kaliteyi ve genel beğeniyi gevrekliği baz alarak belirler (Boleman *et al.* 1997, Neely *et al.* 1998). Gevrekliği arttıran uygulamalar işletmecinin markete gevrek ürün vermesini sağlayarak geri dönüşü ve tüketici memnuniyetini arttırır. Tumbling'in etin yeme kalitesi üzerine etkileri araştırılmış ve duyusal analizlerde daha gevrek et oluşturduğu belirlenmiştir (Dzudie and Okubanjo 1997, Sharma *et al.* 2002, Hullberg *et al.* 2005). Et dokusundaki zararlanma aynı zamanda gevrekliği artırır (Motycka and Bechtel 1983). Ayrıca hücre zararlanmasının artması ve yüksek su içeriği tumbling uygulanmış etlerde sululuğu artırarak etin genel kalitesini etkilemektedir (Dzudie and Okubanjo 1999). Hullberg *et al.* (2005) kürlenmiş-tütsülenmiş domuz filetosunda yaptıkları bir araştırmada, tumbling uygulanmış filetonun önemli derecede daha gevrek, daha az asidik tatta, et tadı daha az yoğun ve daha az por oluşturma eğiliminde olduğunu gözlemlemiştir**.**

Tumbling uygulamasının bir yararı da kür bileşenlerini dağılımını arttırarak daha homojen kür rengine neden olmasıdır (Krause *et al.* 1978, Ockerman *et al.* 1978). Theno *et al.* (1978), kür rengi homojenliğinin sağlanmasının, miyofibriler çözünürlüğü ve hücre zararlanmasının artmasından kaynaklandığını belirtmiştir.

Tumbling prosesiyle ilişkili pekçok değişken vardır. Koşulların kontrol altında tutulabilmesi bunlardan biridir (Ghavimi 1986). Tumbling uygulamasında normal, vakum ve pozitif basıç uygulanabilmektedir (Smith and Young 2007). Tumbling işleminde yoğun kuvvetlerin etkisiyle köpürme meydana geleceğinden vakum tumbling tavsiye edilmektedir. Knipe'in araştırmasına Amerika Birleşik Devletleri'nde massaging daha yaygın kabul görse de vakum tumbling uygulaması giderek artan bir şekilde popüler olmaktadır (Knipe 2007).

Araştırıcılar domuz ürünlerinde yüksek kalite özellikleri kazandırmak ve verimi arttırmak için uzun tumbling sürelerinin gerektiğini öne sürmüşlerdir (Gillet *et al.* 1981, Gillet *et al.* 1982, Krause *et al.* 1978, Ockerman *et al.* 1978, Siegel *et al*. 1978). Ockerman *et al.* (1978) kürlenmiş ve kürlenmemiş pişmiş but etlerinde kısa süreli tumbling uygulamasının etkilerini araştırmış ve 30 dakikanın verim, tekstür ve duyusal özelliklerini arttırmak için yeterli olmadığını tespit etmişlerdir. Theno *et al.* (1978), en az 8 saatlik sürekli massaging uygulamasının en büyük faydayı gösterdiğini belirtmişlerdir. Diğer çalışmalarla tutarlı olarak Pietrasik and Shand (2004) artan tumbling süresinin tumblinglenmiş/masajlanmış pişmiş et ürünlerinde su tutma kapasitesini arttırıcı etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Salamuranın kasta dağılması ve protein çözünürlüğü ve ekstraksiyonunun daha iyi koşullarda olması için genel olarak daha uzun tumbling gerektiği ve böylece verimin ve gevrekliğin arttığı bilinmektedir. Bu özellikle kas yapısında daha güçlü kollagen bağlantısı olan sığır etlerinde önemlidir (Pietrasik and Shand 2004). Ayrıca Krause *et al.* (1978), verimi arttıran yüzey nem bariyerinin oluşumu için kesikli ve uzun tumbling sürelerine gerek olduğunu belirtmiştir. Cassidy *et al.* (1978) ise bir tumbling süresi baz alındığında kesikli işlemin sürekliye göre daha fazla değişikliğe yol açtığını ortaya koymuştur.

Tumbling ile bazı katkıların kombinasyonunun lipit oksidasyonunu azalttığı çeşitli araştırmalarda incelenmiştir. Yetim and Ockerman (1994) kedi balıklarında tumbling ile birlikte yumurta beyazı kullanmış, Woods *et al.* (1997) kümes hayvanı etinde kalsiyum klorürü ve sodyum klorürü tumbling ile kombine etmiştir.

Literatürde et ve ürünlerinde tumbling uygulamaları üzerine pek çok çalışmaya rastlanılmıştır.

Motycka and Bechtel (1983) prerigor prosesin, mekanik tenderizasyonun, tumbling metodunun ve proses süresinin domuz but etlerinin kalite ve verim üzerine etkilerini araştırmışlardır. Deneme planında prerigor, postrigor; tenderizasyon (var/yok), vakum tumbling (kesikli/sürekli), bekleme süresi (yok/20 saat) faktörleri yer almıştır. 8 domuzdan elde edilen 16 parçaya %20 oranında salamura (su, tuz, dekstroz, %2,5 fosfat

ve Na-nitrit) enjekte edilmiştir. Sonuçta prerigor dokuda pH, su tutma kapasitesi ve pişme veriminin yüksek olduğu; mekanik tenderizasyonun çiğ etin protein içeriği, sululuk, pişme verimi ve lezzetini artırdığını; tumblingin ve proses süresinin çok az etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Plimpton *et al.* (1991) kürlenmiş, kemiksiz domuz but etlerinde rigor, tumbling ve tuz konsantrasyonunun kimyasal ve fiziksel kalite karakteristiklerine etkisini incelemişlerdir. Aynı genetik kökenli 40 domuz budu kemiklerinden ayrılmış, yüzeydeki yağ 0,2 cm'ye tıraşlanmış, görünür yağlar uzaklaştırılmış ve %25 oranında salamura enjekte edilmiştir. %1,25 ve %2,25 tuz konsantrasyonu, pre/post rigor, kısa ve uzun (6 ve 18 saat) tumbling süresi uygulanmıştır. Sonuçta pre-rigorda kürün daha iyi dağıldığı, pre-rigor kürlemenin tumbling süresini kısalttığı, tumblingin kür dağılımını, hücre parçalanmasını, tuzda çözünür protein miktarını ve verimi artırdığı açığa çıkmıştır.

Yumurta beyazı ve tumblingin kedibalığı kasının protein fraksiyonuna ve temel kompozisyonuna etkisi Yetim and Ockerman (1994) tarafından araştırılmıştır. Deneyde uygulama grupları şu şekildedir: yumurta akı ilave edilmiş-tumbling uygulanmamış, yumurtasız-tumbling uygulanmamış, yumurta akı ilaveli-tumbling uygulanmış ve yumurtasız-tumbling uygulanmış. Kılçıklarından ayrılmış kedibalığına %2 tuz, %1 sükroz, %0,5 beyaz biber, %0,1 sarımsak, %0,25 Na-tripolifosfat, %0,01 nitrit, %0,05 limon aroması ve yumurta ilavelilerde %1 yumurta akı tozu ilave edilmiştir. Kesikli tumbling 6^{o}C'de 12 saat (20 dakika çalışma, 40 dakika dinlenme) yapılmış, tumbling uygulanmayan grup ise 6^{o}C'de 12 saat muhafaza edilmiştir. Sonuçta tumblingin ekstrakte edilebilen miyofibriler protein oranını artırdığı ancak sarkoplazmik protein oranını düşürdüğü görülmüştür. Yumurta akı protein olmayan nitrojen ve pH değerlerini artırırken TBA değerini düşürmüştür.

Dzudie and Okubanjo (1999) tumbling süresi ve rigor durumunun keçi but etlerinin kalitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. 12 keçi üçlü gruplar halinde kesilmiştir. Pre ve post rigor; 2, 4, 6 saat tumbling süresi uygulama gruplarıdır. Sonuçta tumbling süresi

arttıkça su tutma kapasitesi, tuz içeriği ve kalıntı nitritin arttığı; pişme kaybı ve kesme direncinin azaldığı, tumbling ile tuz absorbsiyonunun arttığı, rigorun kaliteyi ve duyusal özellikleri etkilemediği, tumbling süresi arttıkça sarkolemma parçalanmasının arttığı ve bundan dolayı su içeriğinin arttığı, iç yüzey renginin iyileştiği gözlenmiştir. Ayrıca tumbling uygulandığında salamura içindeki nitrit tuzu yüzdesinin, kür rengini etkilemeden, azaltılabileceği sonucuna varılmıştır.

Dolata *et al.* (2004) tumbling uygulanmış domuz kasında su dağılımının ölçümünde MRI tekniğinin kullanılmasını araştırmıştır. Domuz kasına düşük basınç altında (0.25-0,3 MPa), %60 düzeyinde su, NaCl, Na-nitrit, Na-askorbat, glukoz, Na-glutamat, Na-sitrat, soya protein hidrolizatı, karagenan ve polifosfat içeren kür salamurası enjekte edilmiştir. Daha sonra yarı zamanlı tumbling (3 saat 20 dakika sürekli, 1200 dönüş) ve tam zamanlı tumbling (88-90kPa basınç, 2400 dönüş, 6 saat 40 dakika sürekli) uygulanmıştır. Duyusal değerlendirme salamura enjeksiyonundan sonra, tumbling sırasında ve sonrasında yapılmıştır. Sonuçta tumbling uygulamasının etteki toplam su miktarını artırdığı, belirli bir süreden sonraki uzun tumbling uygulamasının etkili olmadığı görülmüştür.

Et gevrekliğini artırmak için vakum tumbling sisteminde kalsiyum kloridin terbiyeleme ajanı olarak kullanımı incelenmiş ve tumblingin gevrekliği artırdığı belirlenmiştir (Gonzalez *et al.* (2004). Çalışmada dört tumbling düzeyinde (dakikadaki dönüş sayısı; 1000, 2000, 3000 ve 4000) terbiyeleme uygulanmış ve kontrol örneklerine tumbling uygulanmamasına rağmen aynı kalsiyum klorid çözeltisi (150 mM) ile terbiyeleme uygulanmıştır (4^{o}C'de 48 saat). Sonuçta; vakum tumbling uygulanan örnekler daha gevrek (gevreklik düşük tüketim değeri olan etin mekanik özelliklerini artırır) olmasına rağmen, tumbling dönüş sayısının önemli bir etki göstermediği açığa çıkmıştır.

Cheng and Ockerman (2004) tumbling ve askorbik asitin pişmiş sığır bifteğinde lipit oksidasyonuna etkisini inceledikleri bir çalışmalarında askorbik asit bulunmayan örneklerin, 7 gün depolandığında, farklı düzeylerde askorbik asit içeren diğer örneklere göre önemli ölçüde daha yüksek pH değeri gösterdiğini, tumblingin lipit oksidasyonunu

etkilemediğini fakat bifteği daha gevrek hale getirdiğini açıklamışlardır. Askorbik asit konsantrasyonu arttıkça lipit oksidasyonunun azaldığı ve 500 ppm askorbik asitin buzdolabında depolamada bakteriyel gelişmeyi inhibe ettiği görülmüştür.

Pietrasik and Shand (2004) pişmiş sığır eti rostosunun gevrekliği ve proses karakteristikleri üzerine bıçak tenderizasyonunun ve tumbling süresinin etkisini araştırmışlardır. 10 gün önce kesilmiş 12 post rigor sığır budu tuz (son üründe %1,8) ve Na-tripolifosfat (son üründe %0,3) gibi ilavelerle rosto haline getirilmiş, vakum paketlenmiş, tumbling uygulanmış (4-6^{o}C'de) ve 75^{o}C su banyosunda 150 dakika pişirilmiştir. Denemede %20, %40 salamura enjeksiyonu, tumbling süresi [0, 2, 16 saat kesikli (20 dakika çalışma, 10 dakika dinlenme)] ve bıçak tenderizasyonu (var/yok) faktörleri yer almıştır. Sonuçta tumblingin pişme kaybını azalttığı, su tutma kapasitesini artırdığı, kesme gücünü ve sertliği azalttığı; bıçak tenderizasyonunun pişme verimini artırma eğiliminde olduğu; tumbling süresi arttıkça su tutulmasının arttığı ve pişme kaybının azaldığı, 2 saatlik tumblingin hidrasyon özelliklerini artırmada yetersiz olduğu, 16 saat tumbling uygulanan etlerin daha az sert olduğu bildirilmiştir.

Hullberg *et al.* (2005) kürlenmiş-tütsülenmiş domuz filetosunun duyusal özellikleri üzerine RN genotipi ve tumblingin etkisini araştırmışlardır. RN^{-} ve RN^{+} ; tumbling (var/yok) uygulama gruplarıdır. 32 domuzdan elde edilen kaslara son üründe eşit tuz içeriğinin olması için tumbling uygulananlara %16 tuz karışımı (NaCl içinde %0,6 nitrit) , uygulanmayanlara %17 tuz karışımı enjekte edilmiştir. Tumbling 80–100 kPa basınç altında 4 saat kesikli (8 rpm) olarak uygulanmıştır. Sonuçta tumbling uygulanan örneklerin, tumbling uygulanmayanlara göre daha gevrek, daha homojen kür rengine sahip ve daha az asidik tada sahip olduğu, istenmeyen por oluşumunun daha az olduğu, RN^{-} 'in daha asidik tat ve daha yoğun et tadı taşıdığı, daha fazla (RN^{+} göre) istenmeyen por oluşturma eğiliminde olduğu, rengin daha az homojen olduğu gözlenmiştir.

Hayes *et al.* (2007), 6 domuzun *M. supraspinatus* kaslarına ağırlıkça %6 salamura (deniz tuzu, esmer şeker, sodyum nitrit ve sodyum nitrat) ekleyerek kuru kürleme yapmış, vakumlu (6 saat sürekli, 4 rpm, %90 vakum) ve vakumsuz (6 saat sürekli,

4 rpm) tumbling uygulamışlar ve tumblingin tuz dağılımını ve absorbsiyonunu artırmasının yanında homojen bir kür rengi sağladığını belirtmişlerdir.

2.3 Fosfatlar

Fosfatlar, et ürünlerinin verimi ve kabul edilebilirlikleri yanında birçok kalite kriterinin iyileştirilmesinde etkili katkılardır. Kesimden hemen sonra kas fosfatları henüz parçalanmadığından ortamda yeterince fosfat varken rigor mortis ile ette fosfat miktarı oldukça düşer. Oluşan bu durum nedeniyle et proteinlerinin şişme özelliği ve etin su tutma kapasitesi azalır. Et ürünleri hazırlama sırasında hamura katılan alkali fosfatlar pH'yı yükselterek ve kas proteinlerinin şişme özelliğini tekrar oluşturarak yararlı olurlar. Böylece su tutma kapasitesi yükselir ve üründe verim artışı olur. Buna karşın asit fosfatlar tam tersi etki ile pH'yı düşürürek olumsuz yönde etki gösterirler. Et ürünlerinde sodyum tripolifosfat, sodyum hekzafosfat, sodyum asit pirofosfat, sodyum pirofosfat, disodyum fosfat tek başına veya karışımlar halinde kullanılmaktadır. Sodyum tripolifosfat diğerlerine göre en fazla kullanılan çeşittir (Öztan 2003). Ayrıca polifosfatların, pH'yı etkilemeleri nedeniyle, hem renk oluşumunu desteklemekte hem de renk kalıcılığını sağlamakta önemi büyüktür. Fosfat kullanımı ürünlerin enstrümental renk değerlerinin zayıflığını dengeleyerek ürünlerin kabul edilebilirliğini arttırır (Baublits *et al.* 2005a). Ayrıca polifosfatlar protein ekstraksiyonunda tuz ile sinerjist etki gösterir. Fosfat ilavesinin, protein ekstraksiyonunu artırması yanında, yapışma özellikleri açısından önemli olan miyosinin, aktomiyosin kompleksinden ayrılmasına yardım ettiği de belirtilmektedir (Yetim ve Gökalp 1989, Cheng and Ockerman 2003).

Fosfatların oksidatif değişimleri sınırlayıcı etkileri de vardır. Fosfatlar bu etkilerini oksidasyon katalistleri olan iyonlarla çelat oluşturarak ve iyonik gücü ve pH'yı arttırıcı fonksiyonları ile bazı prooksidanları bağlayarak gerçekleştirirler. Böylece oksidasyonu sınırlar ve renk koruyucu etki gösterirler (Trout and Schmidt 1984, Craig *et al.* 1996, Gökalp vd. 1999).

Fosfatların lipit oksidasyonunu azaltıcı etki gösterdiğine dair çalışmalar yıllar önce başlamıştır. Tims and Watts (1958) tarafından yapılan araştırmada fosfatın (%0,5), askorbik asit (0,1) ile ayrı veya kombine olarak kullanıldığı pişmiş depolanmış domuz etinin TBA değerindeki artışı sinerjik etki ile önlemede yardımcı olduğunu belirlemiştir. King and Earl (1988) hindi etinde çeşitli fosfatları denemiş, sodyum polifosfatın, sodyum pirofosfat ve potasyum tripolifosfata kıyasla TBA değerlerinin azaltılmasında daha etkili olduğunu ortaya koymuştur. Stoick *et al.* (1991) ve Lai *et al.* (1991) biberiye oleoresini ve sodyum tripolifosfat kullanarak çalışmış ve antioksidan etkiyi daha çok fosfatın gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Cheng and Ockerman (2003) ön pişirme uygulanmış sığır rostosunda tumbling ve sodyum tripolifosfat'ın lipit oksidasyonuna etkisini incelemiştir. Bunun için %0, %0,25, %0,4 ve %0,5 düzeyinde dört farklı sodyum tripolifosfat düzeyi, tumbling uygulaması, dört farklı depolama süresi (0, 2, 4, 7 gün) olan deneme kurulmuştur. Çalışma sonucunda tumbling uygulamasının lipit oksidasyonu üzerinde etkili olmadığı, fosfatın ise oksidasyon hızını azalttığı görülmüştür.

Fosfatların diğer yararları da çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur. Krause *et al.* (1978) tumbling ve Na-tripolifosfatın (STPF) domuz kasında nitrit ve tuz dağılımına etkisini araştırmıştır. STPF (var/yok) ve kesikli tumbling (20°C'de 18 h, 10 dakika dinlenme/saat) uygulanmıştır. Sonuçta tumblingin kür rengi oluşumunu artırdığı, kalıntı nitrit miktarını artırdığı (bu sayede nitrit kullanım dozunu azalttığı); STPF'ın tumbling uygulanmamış olanlarda renk oluşumunu, sol fazın miktarını, tuz ve nitrit dağılımını artırdığı gözlenmiştir. Tumblingin, nitritin ve tuzun yayılmasını kolaylaştırdığı görülmüştür.

McDermott *et al.* (1999) yeniden yapılandırılmış domuz kol etinde et boyutu ve fosfatın duyusal kalite, pişme kaybı ve maksimum dilimleme verimi (dakikada kesilen dilim sayısı) üzerine etkilerini araştırmış, fosfat düzeyi yükseldiğinde maksimum dilimleme veriminin arttığını ve pişme kaybının azaldığını açıklamıştır. Çalışma sonunda %0,482

fosfat düzeyinin en yüksek maksimum dilimleme verimi (dakikada 420 dilim) ve en düşük pişme kaybına (%0.50) yol açtığı görülmüştür.

Vara-Ubol and Bowers (2002) bir çalışmalarında tuzlu (% NaCl) ve tuzsuz, pişmiş-soğutulmuş hindi ve domuz etinin duyusal ve hexanal özelliklerine %0,03 alfa-tokoferol, %0,3 Na-tripolifosfatın tek başına ve kombine etkisini, %0,5 Na-tripolifosfatın tek başına etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda hindi için %0,3 Na-tripolifosfat ile alfa-tokoferol kombinasyonu neredeyse tek başına kullanılan %0,5 Na-tripolifosfat kadar etkili olmuştur. Bu iki uygulamadaki örneklerde hindi ve domuz eti tadı azalmamış, hexanal içeriği ve bayatlık skoru depolama boyunca düşmüştür. Ağızdaki kayganlık hissi ve metalik tat, antioksidan kombinasyonlu hindi için %0,5 Na-tripolifosfat'lı domuzdan daha az bulunmuş ve %0,3 Na- tripolifosfat tek başına oksidatif tat değişimlerini önlemede yeterli bulunmuştur. Alfa-tokoferol, Na-tripolifosfat'la birlikte kullanıldığında ilave bir etki göstermemiştir.

2.4 Oksidatif Değişmeler

Kaslı gıdalarda ortamda bulunan oksidasyonu teşvik eden maddelerin etkisiyle lipidlerin ve proteinlerin parçalanmalarıyla oluşan ve ürünlerinin flavor, renk, tekstür, besin kompozisyonu gibi kalite kriterlerinde azalmalara neden olduğu oksidatif reaksiyonlar meydana gelmektedir (Ashgar *et al.* 1988, Hsieh and Kinsella 1989, Hultin 1994, Kanner 1994).

Et ve ürünlerinde oksidatif stabilite tüketicinin kabulünü etkileyen çok önemli kalite karakteristiklerindendir. Oksidasyon ürünleri ve bu ürünlerin gıda bileşenleri ile çeşitli reaksiyonları sonucunda üründe çeşitli kötü tat ve kokular oluşmakta ve besleyici kalitesi azalmaktadır. Ayrıca bazı oksidasyon ürünleri toksik olma potansiyeline sahiptir (Nawar 1985, Sherwin 1990, Üstün ve Turhan 1999, Turhan ve Üstün 2001).

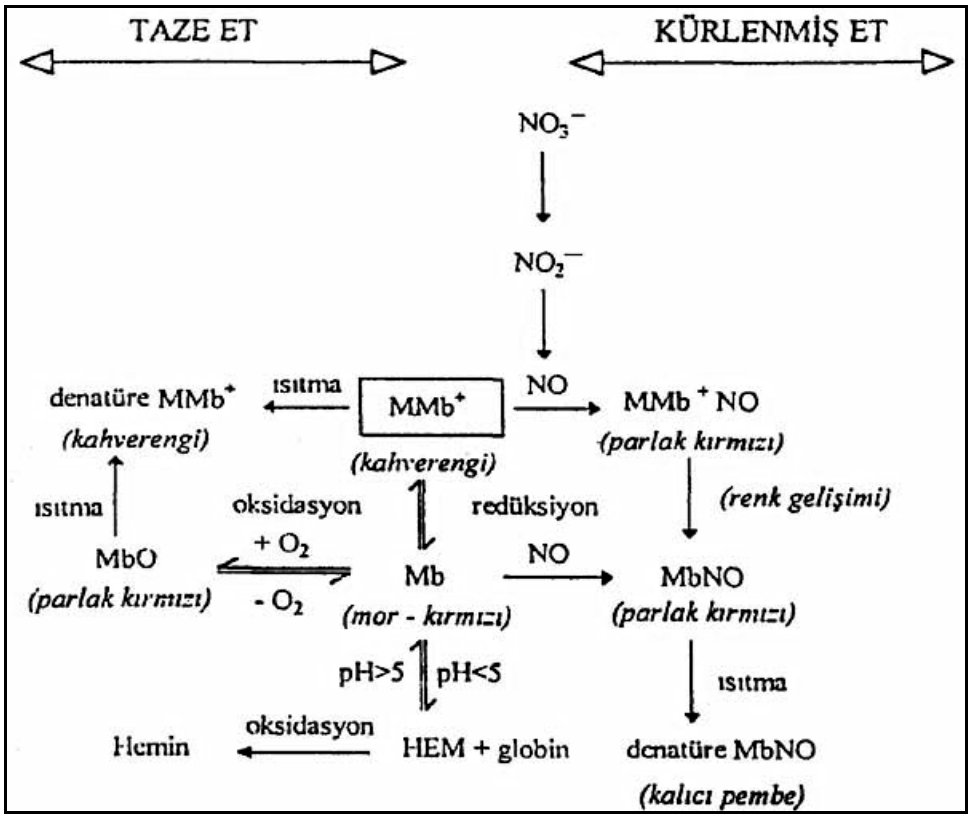
Et ve ürünlerinde lipit oksidasyonu hücresel biyomembranların yüksek düzeyde doymamış fosfolipit fraksiyonunda başlamaktadır. Doymamış yağ asitleri serbest

radikal zincir mekanizması yolu ile oksijenle reaksiyona girerek başlangıç ürünleri olan hidroperoksitleri oluşturmaktadır. Peroksidasyon prosesinin gelişme fazı sırasında oluşan lipit hidroperoksitler stabil değildirler ve iz elementlerin varlığında indirgenerek parçalanıp et ve ürünlerinin tekstür, renk, besin değeri ve güvenirliğini olumsuz etkileyen bir dizi karboksil bileşikler, yeni serbest radikaller ve aldehitler, ketonlar, alkoksil ve alkil radikalleri dahil diğer radikal olmayan bileşikler oluşturmaktadırlar (Juntachote *et al.* 2006). Ayrıca hidrokarbonlar, sübstitüe furanlar ve alkoller tat değişiminde en çok rol alan gruplardır ve bu kimyasal gruplar oksidasyona uğrayarak etin istenen lezzetinin kaybına neden olurlar. Ayrıca pişmiş et ürünlerinin tat değişimine etki eden lipid oksidasyonu ve Maillard reaksiyonları arasındaki etkileşimler olduğu belirtilmektedir. (Gray *et al.* 1996).

Et ve ürünlerinde lipit oksidasyonu birkaç faktöre bağlıdır. Bunlardan ilki yukarıda da bahsedilen hücresel membranlardaki doymamış yağ asitleridir (Allen and Foegeding 1981). Diğer faktörler ise stres gibi kesim öncesi durumlar, karkas sıcaklığı, soğuk kısalması ve karkas pH'sı gibi kesim sonrası durumlar, kas membranlarının bütünlüğünü bozan kıyma çekme, mekanik kemik ayırma, yeniden yapılandırma ve pişirme gibi işlemlerdir (Buckley *et al.* 1995). Membran yapısındaki bu bozulmalar, çoklu doymamış yağ asitleri ile oksijen, düşük molekül ağırlıklı metaller gibi prooksidanların temasını kolaylaştırarak serbest radikallerin oluşumunu ve oksidatif reaksiyonun yayılmasını hızlandırırlar (Asghar *et al.* 1988, Dufrasne *et al.* 2000).

Et ve ürünlerinde oluşan pigment oksidasyonu ile lipit oksidasyonu arasında pozitif bir korelasyon gösterilmiştir (Liu *et al.* 1995). Lipit oksidasyonu sırasında üretilen radikallerce pigment-indirgeme sistemlerine hasar verilmesi sonucu okside pigment oluşumu artarak renk soluklaşmaktadır (Gray *et al.* 1996). Burada oksijen hem lipit oksidasyonunu başlatmakta hem de oksimiyoglobin ile reaksiyona girebilen pro-oksidan maddelerin oluşumunu sağlayarak sonuçta metmiyoglobin oluşumuna yol açmaktadır (Fernandez-Lopez *et al.* 2005).

Etin görsel kalitesini oluşturan en öenmli öğe olan et rengi, çoğu tüketici için öncelikli seçme kriteridir. Etin rengi iki proteine bağlı olarak değişmektedir. Bunlardan ilki et rengini veren miyoglobin diğeri ise kan rengini veren hemoglobin pigmentleridir. Ancak hemoglobinin et rengine etkisi yok denecek kadar azdır. Ette rengi bileşimindeki myoglobin (Mb), oksimiyoglobin (MbO_2) ve metmiyoglobin (MetMb veya MMb) miktarına bağlıdır. Myoglobin ve oksijenle birleşmiş formu oksimiyoglobin, oksidasyon ile ferro (+2) formdan, feri (+3) forma dönüşerek metmiyoglobin halini almaktadır. Böylece et rengi parlak kırmızı renk yerini kahve kırmızı renge dönüşmektedir. Et rengi üzerine miyoglobin reaksiyonları Şekil 2.2'de şematik olarak gösterilmiştir (Öztan 2003).



Şekil 2.2 Myoglobin reaksiyonları ve etin rengindeki değişimlerin şematik olarak gösterilmesi (Öztan 2003)

Bekhit *et al.* (2003) sığır eti köftelerinde oksidatif proses ve metmiyoglobin oluşum aktivitesi üzerine araştırdıkları çalışmada 2 farklı oranda (110 ve 550/mol/kg et) ve 4 farklı antioksidan (rezveratrol, karnosin, kuersetin ve rutin) ile muamele edilen

köftelerin 2°C'de depolama süresince renk, renk stabilitesi, TBA sayısı ve metmiyoglobin oluşum aktivitesi ölçülmüştür. Araştırma sonucunda depolama süresi ve antioksidan muamelesi renk, renk stabilitesi ve TBA sayısını etkilemiş, metmiyoglobin oluşum aktivitesi ise depolama süresince nispeten sabit kalmıştır.

Kaslı gıdalarda oksidatif değişimlerin daha çok lipitlerden kaynaklandığı düşünülerek yoğun çalışmalar lipitlerde yoğunlaşmış olmasına rağmen son yıllarda proteinler de oksidatif reaksiyonlarında başlıca substrat olabileceği görülerek bu konuda çalışmalar yoğunlaşmıştır (Davies and Goldberg 1987, Srinivasan and Hultin 1995). Fenilalanin, tirozin ve triptofan gibi doymamış yapılar taşıyan aromatik aminoasitler ve sülfürlü amino asitler oksidatif ataklara karşı oldukça hassastır. Oksidasyon ile proteinlerin çoğu enzim aktivitesini kaybetmekte veya fonksiyonel özelliklerinde değişimler olmaktadır (Davies 1986, Tian *et al.* 1998). Oluşan çapraz disülfit bağları, proteinlerin ısıl stabilitesinde ve çözünürlüğünde azalmaya neden olabilmektedir (Liu *et al.* 1995).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

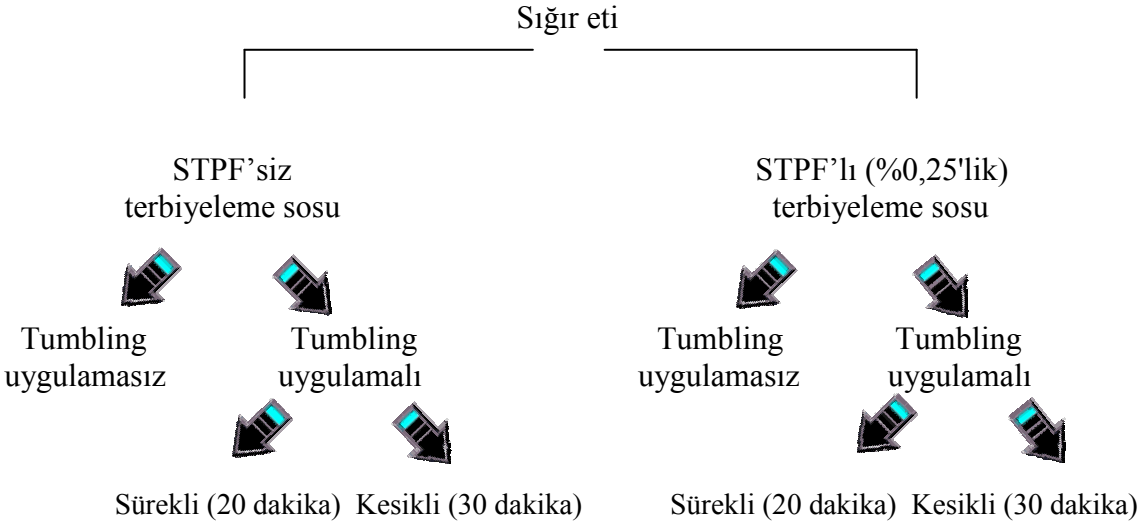
Çalışmada materyal olarak Haz Besicilik Et ve Gıda İşletmeleri Pazarlama Sanayi Ticaret AŞ.'nin (Hosta Döner) Ankara'da bulunan işletmesinin kendi tedarikçilerinden aldığı, tüm kontrolleri yapılmış ve soğuk zinciri bozulmadan işletmeye getirilmiş sığır etleri kullanılmıştır. Döner için kullanılacak etler bütün sığır karkaslarından elde edildikten sonra işletmenin deneyimli ustaları tarafından görünür yağlardan ve bağ dokudan arındırılmış, yaprak et formu için açma işlemine tabi tutulmuştur. Bu amaçla döner yapraklığı olarak ayrılan parça etler, tezgaha alınıp dönerin kütlesine uygun büyüklükte 2-6 mm kalınlıkta, adale liflerine yatay bir düzlemde yapraklar halinde açılmıştır (Ek 1). Açma işlemi bir açma bıçağı yardımıyla yapılmış, yeterli kalınlıkta hazırlanamayan etler için açma makinesi kullanılmıştır (Ek 2). Kuyruk yağı yapraklık parçaları da, makinede 2-4 mm kalınlıkta yapraklar halinde açılmıştır.ve daha ince form için makineden geçirilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Döner üretimi

Döner için hazırlanmış çiğ etler sodyum tripolifosfat (STPF) içeren ve içermeyen döner terbiyeleme sosu ile vakum tumbling uygulanarak ve uygulanmadan terbiyelenmiştir. Her bir uygulama için 80 kg sığır eti kullanılmış, tüm etlere ağırlıkça %10 (8 kg) sos eklenmiş ve fosfatlı gruplara ağırlıkça %0,25 (200 gram) sodyum tripolifosfat ($Na_5P_3O_{10,}$ Merck) katılmıştır. Tumbling işlemi, 4 ºC sıcaklıkta, %80 vakum altında ve 25 rpm palet dönme hızında çalışan vakum tumbler (Vakona W-35, Germany) ile gerçekleştirilmiştir (Ek 3). Tumbling uygulaması kesikli ve sürekli olmak üzere iki farklı uygulama ile gerçekleştirilmiştir. Kesikli tumbling uygulaması üç dakika çalışma ve iki dakika durma prensibine göre 30 dakika sürdürülmüş, sürekli tumbling ise paletlerin durmadan çalışması ile 20 dakika süre ile uygulanmıştır. Deneme iki tekrarlı

olarak gerçekleştirilmiş, tumbling uygulama süreleri ön denemelerle belirlenmiştir. Terbiye sosu olarak işletmenin kendi ürünleri için kullandığı süt, yoğurt, soğan suyu, zeytinyağı, tuz ve karabiber içeren karışım kullanılmıştır. Tumbling uygulanmayan gruplar, sodyum tripolifosfat eklenmesinin ardından salamuranın ve fosfatın eşit şekilde dağılmasını sağlamak amacıyla iyi bir şekilde karıştırılmıştır. Deneme, Haz Besicilik Et ve Gıda İşletmeleri Pazarlama Sanayi Ticaret AŞ.'de kurulmuştur. Araştırma deneme planı Şekil 3.1'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1 Araştırma deneme planı

Deneme planına göre işlem görmüş etlerden alınan örneklerin analizleri Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde iki paralelli gerçekleştirilmiştir. Analizler hamaddede ve uygulama gruplarında, tumbling uygulamasından hemen sonra ve 48 saat 4°C'de dinlendirildikten sonra yapılmıştır. Tüm örnekler soğuk zincirin kırılmamasına özen gösterilerek laboratuara taşınmıştır. Her tekerrürde toplam altı farklı uygulama gerçekleştirilmiştir. Duyusal analiz hariç diğer analizler, mini kıyma çekme makinesi (Moulinex HV8) kullanılarak kıyma haline getirilen örneklerde yapılmıştır. Örnekler kıyma makinesi ile iki kez çekilmiştir. Duyusal analiz için 4°C'de bekletilmiş yaprak etler 48 saat sonunda işletmenin ustaları tarafından şişlere dizilerek dönerler hazırlanmıştır (Ek 4). Daha sonra dönerler mutfak tüpü ile çalışan ocaklarda pişirilmiştir (Ek 5). Pişen dönerlerden alüminyum kaplara

örnek alınarak laboratuvara soğuk zincir bozulmadan uygun koşullarda sevki sağlanmıştır.

3.2.2 Nem miktarının belirlenmesi

105°C'da kurutulduktan sonra darası alınmış kuru madde kaplarına 5 g civarında örnek tartılarak 105°C'taki etüvde (Zhicheng 2RD-5110) sabit ağırlığa kadar kurutulmuş ve tartım farkından örnekteki % nem miktarı hesaplanmıştır (Anonymous 1990).

3.2.3 Protein miktarının belirlenmesi

Kjeldahl yöntemine göre örneklerin % azot miktarları belirlenmiş ve bu değer 6,25 faktörü ile çarpılarak protein miktarı % olarak saptanmıştır (Anonymous 1990).

3.2.4 Yağ miktarının belirlenmesi

Sıcak ekstraksiyon metodu ile soxhelet düzeneği (Medline MTOPS) kullanılarak % yağ içeriği belirlenmiştir (Anonymous 1990).

3.2.5 Kül miktarının belirlenmesi

105°C'deki kurutma dolabında kurutularak darası alınmış kül kapsüllerine yaklaşık 3-4 g civarında örnek tartılarak kül fırınına (Heraeus KR120) konmuştur. Sıcaklık kademeli olarak artırılarak 550-570°C'a getirilmiş ve kül kapsülündeki örnek gri-beyaz bir renk alıncaya kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Kül kapsüllerinin tartımları arasındaki fark alınarak örnekteki % kül miktarı belirlenmiştir (Anonymous 1990).

3.2.6 Tuz miktarının belirlenmesi

Örneklerin tuz miktarları belirlemek için Mohr Yöntemi kullanılmıştır. 3 gram örnek, kül fırınında (Heraeus KR120) yakıldıktan sonra krozelerdeki kül sıcak su ile yıkanarak Whatman kaba filtre kağıdından 100 mL'lik balona süzülmüş, balon çizgisine kadar saf su ile tamamlanmış, seyreltiden 10 mL alınıp üzerine %5'lik Potasyum Kromat çözeltisinden yaklaşık 1 mL damlatıldıktan sonra 0,1 N Gümüş Nitrat çözeltisi ile titre edilmiş ve tuz miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Anonymous 1990).

% tuz miktarı: [(0,00585 x V) / m] x SF x100

V= Harcanan $AgNO_3$ çözeltisinin hacmi (mL)
m = Alınan örnek miktarı (gram)
SF= Seyreltme faktörü (100/10= 10).

3.2.7 pH değerinin belirlenmesi

Kıyma hale getirilmiş olan örneklerden 10 g tartılıp destile su ile 1/10 oranında karıştırılarak homojenizatör (Miccra D-9) ile 1 dakika homojenize edilmiş ve pH değerleri Hanna HI-221 model pH metrede belirlenmiştir. Analiz öncesi pH-metre, pH 4 ve 7 tampon çözeltileri ile ayarlanmıştır (Anonymous 1990)

3.2.8 TBA (tiyobarbitürik asit) değerinin belirlenmesi

Örneklerin TBA değerini belirlemek için Tarladgis *et al.* (1960) tarafından önerilen, üründe yağ oksidasyonu sonucu oluşan malonaldehitin destilasyonla ayrılarak, spektrofotometrik olarak belirlenmesi esasına dayanan yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemde 10 g örnek 97,5 ml destile su ile homojenize edilip kjeldahl balonuna aktarılmış ve içine 2,5 mL 4N HCL çözeltisi, 3-4 cam boncuk ve köpürmeyi önlemek amacıyla 3-4 damla parafin ilave edilmiştir. Daha sonra buharlı damıtma yapılarak

50 mL destilat elde edilmiştir. Elde edilen her bir destilattan 5 mL alınarak kapaklı cam tüplere aktarılmış ve üzerine 5 mL TBA ayıracı ilave edilmiştir. Tüpler iyice karıştırıldıktan sonra 100ºC'deki su banyosunda 35 dakika bekletilmiştir. Sıcak su banyosundan alınarak soğutulan örneklerin spektrofotometrede (Labomed, Inc. UV/VIS) 538 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. Ölçülen absorbans değerleri 7,8 faktörü ile çarpılarak kg örnek başına mg malonaldehit miktarı yani TBA değeri hesaplanmıştır.

3.2.9 Serbest yağ asitliği (SYA) miktarının belirlenmesi

Blingh and Dyer (1959)'in uyguladığı yöntemle soğuk ekstraksiyon yapılarak yağ ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. Elde edilen yağdan yaklaşık 5 g örnek alınarak, yağı çözmeye yetecek miktarda 1/1 etil alkol/dietil eter karışımında çözündürülmüştür. Oluşan çözelti fenolfitalein indikatörü eşliğinde 0,1 N NaOH çözeltisi ile pembe renk gözlemleninceye kadar titre edilerek harcama miktarı bulunmuştur. Daha sonra aşağıdaki formül kullanılarak % oleik asit cinsinden serbest yağ asitliği miktarı hesaplanmaktadır (Anonymous 1990).

$$\text{Serbest yağ asitliği miktarı (\% oleik asit)} = \frac{V.M.N}{10.P}$$

V: Harcanan KOH hacmi (mL)
M: Oleik asidin molekül ağırlığı (282 g/mol)
N: NaOH'ın normalitesi (0,1 N)
P: Alınan örnek miktarı (g)

3.2.10 Toplam pigment miktarının belirlenmesi

Beş gram örnek alınarak 100 mL'lik behere alınıp üzerine 20 mL aseton, 0,5 mL konsantre HCl ve 1 mL saf su ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. Beher parafilm ile kapatılarak bir saat süreyle karanlıkta bekletilmiştir. Daha sonra Whatman no:1 filtre kağıdından süzülerek 640 nm'de spektrofotometrede (Labomed, Inc. UV/VIS)

absorbanslar okunacaktır. Absorbans değerleri 680 ile çarpılarak µg/g toplam heme pigmenti miktarı hesaplanacaktır (Ockerman 1985).

Toplam pigment (µg/g)= A x 680

A: 640 nm dalga boyunda ölçülen absorbans

3.2.11 Metmiyoglobin oranının belirlenmesi

Beş gram kıyma örneği üzerine 25 mL +4°C'deki 40 mM potasyum fosfat çözeltisi (pH 6,8) eklenerek Ultra-Turrax homojenizatör ile 13.500 rpm'de 10 s homojenize edilmiştir. +4°C'de 1 h bekletilen örnekler, Sigma 3K 30 Model santrifüj ile +4°C'de 5000 rpm'de 30 dakika santrifüjlenmiştir. Daha sonra Whatman No:1 filtre kağıdından süzülerek absorbansları spektrofotometrede (Labomed, Inc. UV/VIS) 700, 572 ve 525 nm'de ölçülmüştür. Metmiyoglobin (MetMb) oranı ise aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Krzywicki 1982, Kannan *et al.* 2001).

$$\%\text{MetMb}: \left\{ 1{,}395 - \left[\frac{A572 - A700}{A525 - A700} \right] \right\} \times 100$$

3.2.12 Toplam sülfidril (-SH) grupları miktarının belirlenmesi

Kıyma haline getirilmiş örnekler mL'de 2 mg protein olacak şekilde 0,1 M fosfat tampon çözeltisi (K_2HPO_4, pH 7,4) ile seyreltilmiş ve 1 dakika 13500 rpm'de turaks kullanılarak homojenize edilmiştir. Bu çalışmada 1 g et örneği 100 mL fosfat tamponu ile homojenize edilmiştir. Örnek çözeltisi hazırlamak amacıyla elde edilen bu karışımdan 0,5 mL alınarak cam tüplere konmuş ve üzerine 2 mL üre-SDS çözeltisi eklenerek çözündürülmüştür. Daha sonra bu karışıma içinde 10 mM 5,5'-ditiyobis-2-nitrobenzoik asit (DTNB) bulunan 0,5 mL 0,1 M fosfat tampon çözeltisi (pH 7,4) eklenmiştir. Referans çözelti hazırlamak için ise homojenize edilmiş örneklerden 0,5 mL alınarak üzerine 2 mL üre-SDS çözeltisi ve 0,5 ml 0,1 M fosfat tamponu (pH 7,4) eklenmiştir. Şahit okuma için de 0,5 mL saf suya 2 mL üre-SDS çözeltisi ve 0,5 ml 0,1 M fosfat tamponu (pH 7,4) ilave edilmiştir. Aşağıda bu karışımları hazırla işleminin

özeti bulunmaktadır.

Örnek : 0,5 mL örnek + 0,5 mL DTNB içeren fosfat tamponu + 2 mL üre-SDS

Referans: 0,5 mL örnek + 0,5 mL fosfat tamponu + 2 mL üre-SDS

Şahit : 0,5 mL saf su + 0,5 mL DTNB içeren fosfat tamponu + 2 mL üre-SDS

Elde edilen tüm karışımlar 15 dakika oda sıcaklığında bekletilmiş ve spektrofotometrede (Labomed, Inc. UV/VIS) 412 nm'de kör ve referansa karşı örnek okumaları yapılmıştır. Sülfidril miktarının hesaplanmasında kullanılan ekstinksiyon katsayısı (E_c) 11400 M^{-1} cm^{-1}'dir aşağıdaki formül kullanılarak sonuçlar µmol sülfidril/g protein olarak hesaplanmıştır (Liu *et al.* 2000).

SH (mikromol/g)= 1000000*($A_ö$-A_{ref}-$A_{kör}$)*100/11400/P/1,33/1000

P: protein miktarı

Ekstinksiyon katsayısı (E_c): 11400 M^{-1} cm^{-1}

$A_ö$: örnek absorbansı

A_{ref} : referans çözelti absorbansı

$A_{kör}$: kör absorbansı

3.2.13 Enstrümental renk analizi

Dönere işlenen örneklerin CIE *L** (açıklık-koyuluk), *a** (kırmızılık) ve *b** (sarılık) değerleri, örneklerin yüzeyinde Minolta Chromameter CR 300 kullanarak farklı noktalardan 6 ayrı okuma yapılarak belirlenmiştir (Hullberg and Lundström 2004).

3.2.14 Duyusal analiz

İki gün +4°C'de dinlendirilmiş etler Hosta Döner'in konusunda deneyimli ustaları tarafından şişlere dizilerek dönerler hazırlanmıştır (Ek 4). Daha sonra dönerler pişirme işlemi için mutfak tüpü ile çalışan döner ocaklarına alınmıştır. Dönerin 15-20 dakika kısık ateşte kendini çekmesi beklenmiş, daha sonra normal ateşte pişirilerek kesime

başlanmıştır (Ek 5). Döner pişirme sırasında ocak radyanına yaklaşık 15 cm mesafede tutulmuş, pişen kısımların aynı incelikte kesilmesine özen gösterilmiştir.

Pişmiş dönerlerden alüminyum kaplara örnekler alınmış ve panel öncesinde mikrodalga fırında 3 dakika ısıtılmıştır. Altı farklı uygulamaya tabi tutulmuş örnek grupları alfabetik harflerle kodlanmıştır. Duyusal analiz ışıklandırılmış ve havalandırılmış bir odada 8 kişilik panelist grubu ile yapılmıştır. Değerlendirme esnasında bir önceki örnekten ağızda kalan tadı gidermek amacıyla su içilmesi ve kraker yenilmesi istenmiştir. Panelistler örneklerin renk, lezzet, yapı (tekstür) ve genel beğeni özelliklerini değerlendirmişlerdir. Duyusal değerlendirmede dokuzlu hedonik skala (1:son derece kötü; 9: mükemmel) kullanılmıştır. Duyusal analizde kullanılan form Ek 6'da verilmiştir (Nadarajah *et al.* 2005).

3.2.15 İstatistik analiz

Araştırmada elde edilen veriler tesadüf blokları deneme düzeninde Varyans Analiz Tekniği (ANOVA) uygulanarak değerlendirilmiştir. Gruplar arası farklılığın önemi Duncan Çoklu Karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Analizler MINITAB 15.1 ve MSTAT istatistik paket programları kullanılarak uygulanmıştır. Duyusal analiz sonuçları ise Friedman Test yöntemi ile değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Hammaddenin Özellikleri

Araştırmada hammadde olarak kullanılan dönere işlenecek sığır etinde nem, kül, protein, yağ, tuz ve pH analizi gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Hammaddenin genel özellikleri

Özellik	**Analiz değeri**	**Özellik**	**Analiz değeri**
Nem (%)	73,00	SYA (% oleik asit cinsinden)	1,35
Kül (%)	1,03	Top. pigment miktarı (µg/g)	232,1
Protein (%)	19,60	Metmiyoglobin oranı (%)	39,64
Yağ (%)	5,78	Top. sülfidril (-SH) grupları (µmol-SH/g protein)	0,387
Tuz (%)	0,55	*L** (açıklık-koyuluk)	38,59
pH	5,70	*a** (kırmızılık)	18,41
TBA (mgMA/kg örnek)	0,44	*b** (sarılık)	6,76

Kas dokunun nem içeriği %65-80, protein miktarı %16-22, yağ oranı ise % 1,5-13,0 arasında değişmektedir (Forrest *et al.* 1975). Olgunlaşma periyodunun sonunda etin pH'sı 5,6-6,2 arasındadır (Öztan 2003). Çalışmamızda kullanılan hammaddenin genel özellikleri de bu tespitlere uygundur.

4.2 Dönere İşlenecek Etlerin Kimyasal Özellikleri

Uygulama gruplarına göre genel özellikleri belirlemek amacıyla nem, yağ, protein, kül, tuz ve pH analizleri yapılmıştır. Nem miktarlarına ilişkin uygulama gruplarındaki bulgular Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çalışmada elde edilen verilere göre nem miktarı, tumbling uygulamaları, gruplara STPF ilave edilip edilmemesi ve depolama süresine göre istatistik olarak farklılık göstermektedir ($p<0,05$). Ancak bu iki etken arasında herhangi bir interaksiyon tespit edilmemiştir.

Çizelge 4.2 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin nem içeriğine etkisi

Nem (%)									
Uygulama / Gün / Grup	Kesikli Tumbling			Sürekli Tumbling			Tumbling Yok		
	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**
0^{y}	$71,55^{c}$	70,20	**70,88**	71,61	69,60	**70,60**	73,28	71,16	**72,22**
2^{x}	$75,41^{d}$	72,31	**73,86**	$73,13^{g}$	$68,09^{h}$	**70,61**	74,46	72,66	**73,56**
Ort.	**73,48**	**71,25**	**$72,37^{A}$**	**$72,37^{e}$**	**$68,84^{f}$**	**$70,61^{B}$**	**73,87**	**71,91**	**$72,89^{A}$**

*: fosfat kullanılan grupların ort. $=73,24^{a}$; **: fosfat kullanılmayan grupların ort.$= 70,67^{b}$
A,B: farklı harfleri taşıyan uygulamalar arası fark önemlidir ($p<0,05$).
x,y : farklı harfleri taşıyan gün ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).
a,b : fosfatlı ve fosfatsız grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).
c,d: aynı uygulamada ve aynı grupta farklı harfleri taşıyan günler arası fark önemlidir ($p<0,05$).
e,f: aynı uygulamada farklı harfleri taşıyan gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$).
g,h: aynı uygulamada ve günde gruplararası fark önemlidir ($p<0,05$).
F: STPF uygulanmış grup Fs: STPF uygulanmamış grup

Sürekli tumbling uygulanan örneklerin nem içeriği (%70,61), tumbling uygulanmamış (%72,89) ve kesikli tumbling uygulanmış örneklere (%72,37) göre daha düşüktür ($p<0,05$). Bu durum sürekli tumblingde ara verilmeden fiziksel zorlama uygulanması sebebiyle bir miktar nem kaybı oluşmuş olabileceğini ifade etmektedir.

Fosfat ilave edilmiş gruplarda, fosfat kullanılmayanlara göre daha yüksek değerler bulunmuştur. Kesikli ve sürekli tumbling uygulandığında ve tumbling uygulanmadığı gruplarda fosfat kullanılmadığında nem oranı sırasıyla %72,20, %69,60 ve %71,91 düzeyinde iken fosfat kullanımı ile sırasıyla %73,48, %72,37 ve 73,87 düzeylerine yükselmiştir. Genel olarak bakıldığında ise fosfat içermeyen gruplarda nem miktarı ortalaması %70,67 iken, fosfat ilave edilmiş uygulamalarda %73,24 olarak tespit edilmiştir ($p<0,05$) Ayrıca iki gün bekletilen gruplar daha yüksek nem içeriğine sahiptir. Başlangıçta yapılan analizler sonucunda tüm örnekler için ortalama %71,23 nem değeri

hesaplanmış olup 2. günkü analizler sonucunda %72,67 nem içeriği tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Sürekli tumbling uygulanmış örneklerde fosfatlı grupların ortalama %72,37 ile fosfatsız gruplardan (%68,84) daha fazla nem içerdiği belirlenmiştir ($p<0,05$). Bu durum sürekli tumbling uygulanmış örneklerin 2. günkü nem içerikleri karşılaştırıldığında fosfatlı grubun %73,13 nem içeriği ile fosfatsız gruba göre %68,09 gibi daha düşük nem içermesinden kaynaklanmaktadır ve bu durum istatistik olarak önemlidir. Kesikli tumbling uygulamasında fosfatlı grupta 0.gün %71,55 nem oranı bulunmuşken 2. gün nem miktarı artarak % 75,41 seviyesine ulaşmıştır ($p<0,05$). Tumbling uygulanmamış örneklerde ise önemli bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Çalışmamızda STPF kullanıldığında nem içeriğinin artması, Ertaş vd. (1989) tarafından yapılan çalışmada belirlenmiş olan, %0,03 sodyum tripolifosfat ilavesinin dana sucuklarında nem içeriğini arttırdığı yönündeki tespit ile uyuşmaktadır. Cheng and Ockerman (2003) tarafından sığır rostosunda yapılan araştırmada ise, STPF kullanmadıkları örneklere kıyasla %0,25, %0,4 ve %0,5 oranında STPF kullanılan örneklerde, nem içeriğinin fosfat kullanım oranındaki artışa bağlı olarak arttığını bildirmişlerdir. Cheng and Ockerman (2007) tarafından yapılan, sığır rostosunun bazı özellikleri üzerine STPF (%0,5), askorbik asit, α-tokoferol ve tuz enjekte edildikten sonra tumbling uygulamasının etkilerini inceledikleri çalışmada, çiğ etin nem içeriğini %70,60; STPF, askorbik asit ve tuz uygulanmış grubunkini ise %72,34 olarak belirlemişlerdir ve değerler arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada bu üç bileşenin tumbling ile kombine olarak uygulandığı örneklerde de % nem oranı değişmemiştir.

Tumbling ve fosfatın farklı uygulandığı gruplara ait protein değerleri Çizelge 4.3'de verilmiştir. Örneklerin protein miktarları tumbling ile fosfat arasındaki interaksiyona bağlı olarak değişiklik göstermektedir ($p<0,05$).

Çizelge 4.3 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin protein içeriğine etkisi

Protein(%)									
Uygulama / Grup / Gün	Kesikli Tumbling			Sürekli Tumbling			Tumbling Yok		
	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**
0	$20,03^{e}$	18,89	**19,46**	$18,50^{ef}$	18,51	**18,51**	$17,24^{df}$	$19,53^{c}$	**18,39**
2	19,68	19,41	**19,55**	19,52	18,46	**18,99**	18,34	19,77	**19,06**
Ort.	**$19,86^{A}$**	**19,15**	**19,51**	**$19,01^{AB}$**	**18,49**	**18,75**	**$17,79^{Bb}$**	**$19,65^{a}$**	**18,72**

*: fosfat kullanılan grupların ort.= 18,89,**: fosfat kullanılmayan grupların ort.= 19,10
A,B: aynı grupta farklı harfleri taşıyan uygulamalar arası fark önemlidir (p<0,05).
a,b : aynı uygulamada farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arası fark önemlidir (p<0,05).
c,d : aynı uygulamada ve aynı günde farklı harfleri taşıyan gruplar arası fark önemlidir (p<0,05).
e,f : aynı gün ve aynı grupta farklı harfleri taşıyan uygulamalar arası fark önemlidir (p<0,05).
F: STPF uygulanmış grup Fs: STPF uygulanmamış grup

Kesikli tumbling uygulamasında fosfatlı grupların (%19,86) ortalama protein miktarı tumbling uygulanmamış örneklere (%17,79) göre daha yüksektir (p<0,05) Ancak her iki uygulamanın fosfatlı gruplarının protein miktarları sürekli uygulamadan herhangi bir farklılık göstermemektedir (p>0,05).

Tumbling uygulanmamış örneklerde fosfatsız grupların protein içeriklerinin ortalaması (%19,65), fosfatlı gruplarınkinden (%17,79) daha yüksektir (p<0,05). Aynı uygulama grubunun 0. günde tespit edilmiş protein oranlarına bakıldığında fosfatlı grubun %19,53 ile fosfatsız gruptan (%17,24) daha yüksek protein oranına sahip olduğu belirlenmiştir (p<0,05).

Fosfatlı grupların 0. günde belirlenmiş protein miktarları incelendiğinde tumbling uygulanmamış grupların (%17,24) kesikli uygulamaya (%20,03) göre daha düşük protein içerdiği, kesikli ve sürekli (%18,50) tumbling arasında herhangibir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (p<0,05).

Tumbling ve fosfatın farklı uygulandığı örneklerin yağ içeriği Çizelge 4.4'te verilmiştir. STPF uygulaması ve depolama zamanı örneklerin yağ içeriğine etki etmiştir (p<0,05). Fosfatlı tüm örneklerin yağ içeriği ortalaması %7,38 iken fosfatsız gruplarda %6,05

olarak belirlenmiştir ($p<0,05$). Depolama süresine bakıldığında ise tüm grupların 0. gün ölçülen yağ miktarları ortalaması % 7,60 iken, 2. günde % 5,84 seviyesine düşüş gerçekleşmiştir ($p<0,05$). Ayrıca 2. günkü sonuçlara göre fosfatlı gruplar (%6,74) fosfatsızlara (%4,92) göre daha yüksek oranda yağ içermektedir ($p<0,05$). Tüm fosfatsız gruplarda 0. günde ölçülmüş ortalama yağ oranı %7,17 iken, 2. günde bu değer % 4,92 olarak belirlenmiştir ($p<0,05$). Tumbling uygulaması ise önemli bir değişiklik yaratmamıştır. Dzudie and Okubanjo (1999)'da yaptıkları çalışmada tumbling zamanının yağ içeriğini değiştirmediğini bulmuşlardır.

Çizelge 4.4 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin yağ içeriğine etkisi

Yağ(%)									
Uygulama / Grup / Gün	Kesikli Tumbling			Sürekli Tumbling			Tumbling Yok		
	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**
0[c]	7,81	7,15	**7,48**	8,62	7,83	**8,23**	7,61	6,55	**7,08**
2[d]	5,64	4,22	**4,93**	8,20	6,25	**7,23**	6,39	4,30	**5,35**
Ort.	**6,73**	**5,69**	**6,21**	**8,41**	**7,04**	**7,73**	**7,00**	**5,43**	**6,21**

*: fosfat kullanılan grupların ort.= 7,38[a] ; **: fosfat kullanılmayan grupların ort.= 6,05[b]
a,b : fosfatlı ve fosfatsız grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).
c,d : farklı harfleri taşıyan gün ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$).
F: STPF uygulanmış grup Fs: STPF uygulanmamış grup

Tumbling uygulamaları, STPF kullanımı ve depolama zamanının örneklerin kül içeriğine etkisi Çizelge 4.5'te gösterilmiştir. Yapılan istatistik analizlere göre kül içeriği açısından fosfat ilavesi ve depolama süresi birbirinden bağımsız olarak istatistik olarak önemli farklılık yaratmaktadır ($p<0,05$).

Kül miktarı bakımından değerlendirme yapıldığında, STPF kullanılmayan tüm örneklerin ortalama kül miktarı %1,49 düzeyinden, fosfat kullanılan gruplarda %1,72 düzeyine yükselmiştir ($p<0,05$).

Sürekli tumbling uygulanmış örneklerde ve 2. günde, fosfatlı grupların (%1,57), fosfatsız gruplara (1,26) kıyasla önemli düzeyde yüksek kül içerdiği belirlenmiştir

(p<0,05). Yine sürekli tumblingde fosfatsız grubun 0. günde (%1,57), 2. güne (1,26) kıyasla daha yüksek kül içerdiği tespit edilmiştir (p<0,05).

Çizelge 4.5 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin kül içeriğine etkisi

Kül (%)									
Uygulama	Kesikli Tumbling			Sürekli Tumbling			Tumbling Yok		
Gün / Grup	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**
0^{c}	$1,73^{eA}$	$1,65^{eA}$	**1,69**	$1,84^{eA}$	$1,57^{eA}$	**1,71**	$1,82^{eA}$	$1,55^{eA}$	**1,69**
2^{d}	$1,75^{eA}$	$1,55^{eA}$	**1,65**	$1,57^{eA}$	$1,26^{fB}$	**1,42**	$1,67^{eA}$	$1,40^{eA}$	**1,54**
Ort.	**1,74**	**1,60**	**1,67**	**1,71**	**1,42**	**1,56**	**1,75**	**1,48**	**1,62**

*: fosfat kullanılan grupların ort.=$1,72^{a}$; **: fosfat kullanılmayan grupların ort.=$1,49^{b}$
A,B aynı uygulama ve aynı günde farklı harfleri taşıyan gruplar arası fark önemlidir (p<0,05).
a,b : fosfatlı ve fosfatsız grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0,05).
c,d : farklı harfleri taşıyan gün ortalamaları arasındaki fark önemlidir (p<0,05).
e,f : aynı uygulama ve aynı grupta farklı harfleri taşıyan günler arası fark önemlidir (p<0,05).
F: STPF uygulanmış grup Fs: STPF uygulanmamış grup

Kesikli ve sürekli tumbling uygulandığında ve tumbling uygulanmadığında kül miktarı başlangıçta yapılan analizde %1,69, %1,71 ve %1,69 düzeyinde bulunmuş iken 2 gün depolama sonucunda azalma göstererek sırasıyla %1,65, %1,42 ve %1,54 seviyelerine düşmüştür. Bu azalışın etin zamanla su bırakmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Depolama süresinin kül miktarında meydana getirdiği değişim, tüm örneklerin kül içeriği ortalamasının 0. günde %1,69 iken 2. günde %1,53'e düşmesinde görülmektedir ve bu ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Bu sonucun depolama sırasında ette oluşan sızıntı kaybı ile çözünebilir özellikteki maddelerdeki bir miktar azalıştan ileri geldiği düşünülmektedir.

Kesikli tumblingde kül miktarı %1,67 ile en yüksek düzeyde iken sürekli tumblingde %1,56, tumbling uygulanmadığında ise %1,62 olarak belirlenmiştir. Ancak bu farklılıklar istatistik olarak önemli değildir (p>0,05). Dzudie and Okubanjo (1999) kül miktarını sadece 6 s süre ile tumbling uygulamasının etkileyeceğini, nedeninin ise tuz alımını arttırması olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda uygulanan 20 ve 30 dakika

tumbling uygulamasının oldukça kısa olması nedeniyle tumbling uygulamalarının kül içeriğini etkilememesi normal olarak karşılanmıştır.

Tumbling uygulaması, STPF kullanımı ve depolama zamanının örneklerin tuz içeriğine etkisi Çizelge 4.6'da gösterilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere hiçbir faktör örneklerin tuz içeriğine değiştirmemiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.6 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin tuz içeriğine etkisi

Tuz(%)									
Uygulama / Grup / Gün	Kesikli Tumbling			Sürekli Tumbling			Tumbling Yok		
	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**
0	0,96	1,07	**1,02**	0,98	1,02	**1,00**	0,97	1,02	**1,00**
2	1,04	1,10	**1,07**	0,86	0,93	**0,90**	0,93	0,93	**0,93**
Ort.	**1,00**	**1,09**	**1,04**	**0,92**	**0,98**	**0,95**	**0,95**	**0,98**	**0,97**

F: STPF uygulanmış grup Fs: STPF uygulanmamış grup

Türk Standartları Enstitüsü (2003), çiğ döner standardında en çok %2 tuz içereceğini, toplam protein miktarının en az %12 olacağını belirtmektedir. Çalışmamızdaki bulgulara göre %0,86 ile %1,10 arasında bulunan tuz oranı ve en az %18,34 protein oranı ile tüm gruplar standartta belirtilen sınırlar içerisindedir. Kayışoğlu *et al.* (2003) kırmızı etlerden yapılan çiğ dönerlerine ait tuz oranının ortalama olarak %1,44, pişirilmiş dönerlerde ise %2,50 olduğunu bildirmektedirler. Çalışmamızda daha düşük tuz oranı tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmamızda fosfat tuzu kullanılmış olmasına rağmen tuz oranının sınır değerleri aşmamış olması kullanılan STPF'ın herhangi bir sakınca oluşturmadığını da göstermektedir.

Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın Türk Gıda Kodeksi'ne göre dönerin en fazla %20 oranında toplam yağ içermesi gerekir ki bulgularımız bu kurala uymaktadır. Ayrıca TS11859 standardına göre tüm gruplar az yağlı döner (en çok %20 yağ) sınıfına girmektedir. Ancak çalışmamızda klasik döner üretiminden farklı olarak az miktarda içyağı kullanılmış olması yağ oranının düşüklüğüne etkendir.

4.3 pH Değeri

Tumbling uygulaması, fosfat kullanımı ve depolamanın dönerin pH değerinde oluşturduğu değişimler Çizelge 4.7 ve Şekil 4.1 de gösterilmektedir.

pH değerindeki değişim üzerine tumbling, fosfat ve fosfat ile gün arasındaki interaksiyonların etkili olduğu belirlenmiştir. Kesikli tumbling uygulanmış örnekler (pH 5,81), tumbling uygulanmayan (pH 5,96) ve sürekli tumbling uygulanmış (pH 6,03) örneklere nazaran daha düşük pH değerine sahiptir ($p<0,05$).

Çizelge 4.7 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin pH değerine etkisi

pH değeri									
Uygulama	Kesikli Tumbling			Sürekli Tumbling			Tumbling Yok		
Gün / Grup	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**
0	$5,96^{E}$	$5,56^{F}$	**5,76**	$6,12^{E}$	$5,87^{Fd}$	**6,00**	$6,07^{E}$	$5,87^{F}$	**5,97**
2	$5,97^{E}$	$5,75^{F}$	**5,86**	6,03	$6,11^{c}$	**6,07**	6,03	5,85	**5,94**
Ort.	**$5,97^{A}$**	**$5,66^{B}$**	**$5,81^{D}$**	**$6,08^{A}$**	**$5,99^{A}$**	**$6,04^{C}$**	**$6,05^{A}$**	**$5,86^{B}$**	**$5,96^{C}$**

*: fosfat kullanılan grupların ort.=$6,03^{a}$ **: fosfat kullanılmayan grupların ort.=$5,83^{b}$
A,B: aynı uygulamada farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$)
C,D: farklı harfleri taşıyan uygulamalar arası fark önemlidir ($p<0,05$)
E,F: aynı uygulama ve günde farklı harfleri taşıyan gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$)
a,b : fosfatlı ve fosfatsız grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).
c,d : : aynı uygulama ve grupta farklı harfleri taşıyan günler arası fark önemlidir ($p<0,05$)
F: STPF uygulanmış grup Fs: STPF uygulanmamış grup

pH değeri, tüm örnekler bazında incelendiğinde fosfat kullanılmayan pH ortalaması 5,83 bulunmuş iken, STPF kullanılan örneklerde 6,03'e yükselmiş olup bu farklılığın istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Bu sonuç, fosfatların pH'yı arttırmak suretiyle renk kalıcılığını sağladığı ve prooksidanları bağlayarak lipid oksidasyonunu azalttığı yönündeki literatür bilgisi ile örtüşmektedir (Trout and Schmidt 1984, Craig *et al.* 1996, Gökalp vd. 1999).

Kesikli tumblingde fosfatlı ve fosfatsız grup ortalaması sırasıyla pH 5,97 ve pH 5,66, tumbling uygulanmamış grupta ise sırasıyla pH 6,05 ve pH 5,86 olarak bulunmuş ve aynı uygulamada fosfatlı ve fosfatsız örnek grup ortalamaları arasında istatistik olarak önemli bir farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). Ayrıca sürekli uygulamada fosfatsız grupta 0. gün ile 2. gün saptanan pH değerleri arasında önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

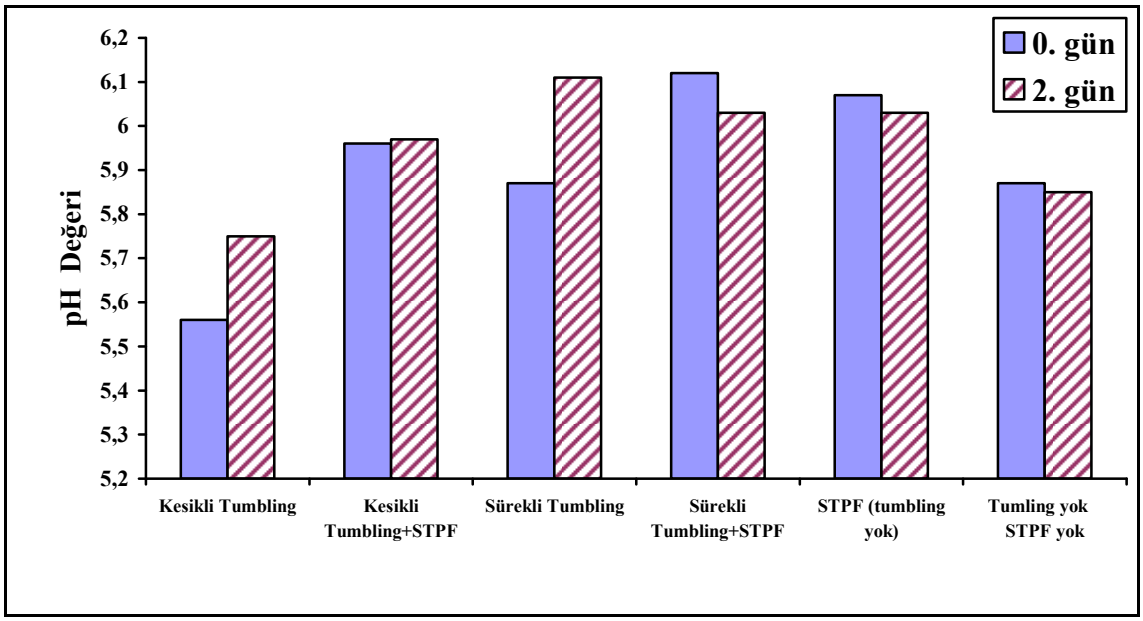
Tüm örneklerin ortalamasına bakıldığında fosfatsız grupların pH değeri ortalaması depolama zamanı bakımından farklılık göstermektedir. 0. günde bu ortalama pH 5,67 iken 2. günde pH 5,90 değeri belirlenmiştir ($p<0,05$).

Başlangıçta (0. gün) tüm fosfatlı gruplarda yapılmış pH ölçümü sonucunda bulunan ortalama değer pH 6,05 olup, fosfatsız grupların ortalama 5,76 pH değerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Kesikli, sürekli tumbling uygulanan ve tumbling uygulanmamış örneklerde 0. günde fosfatlı gruplar (sırasıyla pH 5,96, pH 6,12 ve pH 6,07) fosfatsız gruptan (sırasıyla pH 5,56, pH 5,87 ve pH 5,87) daha yüksek pH değeri tespit edilmiştir ($p<0,05$). Ayrıca kesikli uygulamada 2. günde de fosfatlı gruplar (pH 5,97) fosfatsız gruptan (pH 5,75) daha yüksek pH değerine sahiptir ($p<0,05$).

Bulgularımıza paralel şekilde çeşitli çalışmalarda da fosfatların pH'yı arttırdığı yönünde bulgular elde edilmiştir. Craig *et al.* (1996), %0,3 STPF içeren sığır etinin fosfat kullanılmayan gruba kıyasla pH değerinin arttığını tespit etmişlerdir. Cheng *et al.* (2006) %0,25 STPF içeren çiğ domuz etinin pH'sının arttığını belirlemişlerdir. Cheng and Ockerman (2007) tarafından sığır rostosunda yapılan çalışmada, kontrol gruplarına göre STPF (%0,5), askorbik asit ve tokoferol içeren ve bunlara ilave olarak tumbling (18 s; 10 dakika çalışma, 50 dakika durma) uygulanmış örnek gruplarının pH'sı önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Vaudagna *et al.* (2008) %0,25 oranındaki STPF'ın eşik konsantrasyon olduğunu ve bu konsantrasyondan sonra pH'da önemli bir artış olmadığını belirlemişlerdir. Cheng *et al.* (2007) domuz patilerinde yaptıkları çalışmada

hiçbir katkı kullanılmayan kontrol grubuna göre %0,25 STPF kullanılan örneklerin pH değerinin 6,26'dan 6,37'e yükseldiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca Cheng and Ockerman (2003) tarafından ön pişirme uygulanmış sığır rostoları üzerine fosfat ile tumblingin lipit oksidasyonu üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada, her fosfat seviyesinde pH değerinin artığı yönündeki tespitleriyle çalışmamızda elde edilen bulgular birbiriyle örtüşmektedir. Aynı çalışmada %0,25 oranında sodyum tripolifosfat uygulandığında pH değerinin 5,77'den 5,89 düzeyine yükseldiği bulunmuştur.



Şekil 4.1 Dönerin pH değerine STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının etkisi

Kırmızı et ve kırmızı etlerden yapılan ürünlerin pH değerleri 5.6-6.2 arasında değişmektedir (Öztan 2003). Ayrıca Türk Standartları Enstitüsü, çiğ dönerin pH'sının 5,2-6,3 aralığında olması gerektiğini standartta belirtmektedir (Anonim 2003). Çalışmamızdaki tüm uygulamalarda bulunan pH değeri bu sınırın dışına çıkmamıştır. Ayrıca yapılan çeşitli çalışmalarda sonuçlarımıza paralel pH değerleri bulunmuştur. Jöckel ve Stengel (1984) Almanya'nın çeşitli kentlerinde satılan kırmızı etlerden yapılan çiğ dönerlere ait pH değerlerinin 5,7 ile 6,7 sınırları arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Todd *et al.* (1986) Kanada'da kırmızı etlerden hazırlanan çiğ dönerlere ait pH ortalamasının 5.8 olduğunu belirtmiştir. Kayışoğlu *et al.* (2003) kırmızı etlerden hazırlanan çiğ döner numunelerine ait pH değeri ortalamasını 5,87, Gönülalan *et al.*

(2004) pH ortalamasını 5,83 olarak bulmuştur. Üzümcüoğlu (2001) Ankara piyasasında satılan dönerler üzerine yaptığı çalışmada, lokantalarda ve büfelerde kırmızı etlerden hazırlanan çiğ döner numunelerinin pH ortalamasını sırasıyla 5,72 ve 5,69 olarak tespit etmiştir.

4.4 TBA (tiyobarbitürik asit) Değeri

Et ve ürünlerinde lipid oksidasyonun derecesini belirleme kullanılan önemli bir test olan TBA değeri yağ asitlerinin peroksidasyonunda bir son ürün olan malonaldehitin kg örnek başına mg olarak miktarıdır. Tumbling uygulaması ve STPF kullanımının dönerin TBA değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.8 ve Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

Araştırmada elde edilen verilere göre dönerin TBA değeri üzerine tumbling uygulaması ve STPF kullanımının istatistik olarak önemli düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Tumbling uygulanmayan grupların (ort. 0,15) ile sürekli tumbling uygulanan grupların (ort. 0,16) ortalama malonaldehit miktarları arasında herhangi bir fark bulunmuyor iken kesikli tumbling uygulaması TBA değerini (0.42) önemli miktarda arttırmıştır ($p<0,05$).

Aynı grup ve aynı günde tumbling uygulamaları karşılaştırıldığında STPF uygulanmış örneklerin kesikli tumbling uygulananlarında 0. günde 0,33 ve 2. günde 0,30 mg MA/kg örnek olan TBA değeri, sürekli tumbling uygulamasında 0,14 ve 0,11 mg MA/kg örnek, tumbling uygulanmamış örneklerde ise 0,13 ve 0,10 mg MA/kg örnek olarak bulunan TBA değerine göre önemli miktarda yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Aynı şekilde STPF uygulanmayan örneklerin kesikli tumbling uygulananlarında 0. günde 0,59 ve 2. günde 0,47 mg MA/kg örnek olan TBA değeri, sürekli tumbling uygulamasında 0,11 ve 0,27 mg MA/kg örnek, tumbling uygulanmamış örneklerde ise 0,16 ve 0,21 mg MA/kg örnek olarak bulunan TBA değerine göre önemli miktarda yüksektir ($p<0,05$).

Çizelge 4.8 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin TBA değerine etkisi

TBA değeri (mg MA/kg örnek)									
Uygulama	Kesikli Tumbling^{A}			Sürekli Tumbling^{B}			Tumbling Yok^{B}		
Gün / Grup	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**
0	0,33^{de}	0,59^{ce}	**0,46**	0,14^{f}	0,11^{f}	**0,13**	0,13^{f}	0,16^{f}	**0,15**
2	0,30^{de}	0,47^{ce}	**0,39**	0,12^{f}	0,27^{f}	**0,20**	0,10^{f}	0,21^{f}	**0,16**
Ort.	**0,32^{CE}**	**0,53^{DE}**	**0,42^{A}**	**0,13^{F}**	**0,19^{F}**	**0,16^{B}**	**0,12^{F}**	**0,19^{F}**	**0,15^{B}**

*: fosfat kullanılan grupların ort.=0,19^{a}; fosfat kullanılmayan grupların ort.=0,30^{b}
A,B: farklı harfleri taşıyan uygulamalar arası fark önemlidir ($p<0,05$).
C,D: aynı uygulamada farklı harfleri taşıyan gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$).
E,F: aynı grupta farklı harfleri taşıyan uygulamalar arası fark önemlidir ($p<0,05$).
a,b : fosfatlı ve fosfatsız grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).
c,d : aynı uygulamada ve günde farklı harfleri taşıyan gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$).
e,f : aynı grup ve günde farklı harfleri taşıyan uygulamalar arası fark önemlidir ($p<0,05$).
F: STPF uygulanmış grup Fs: STPF uygulanmamış grup

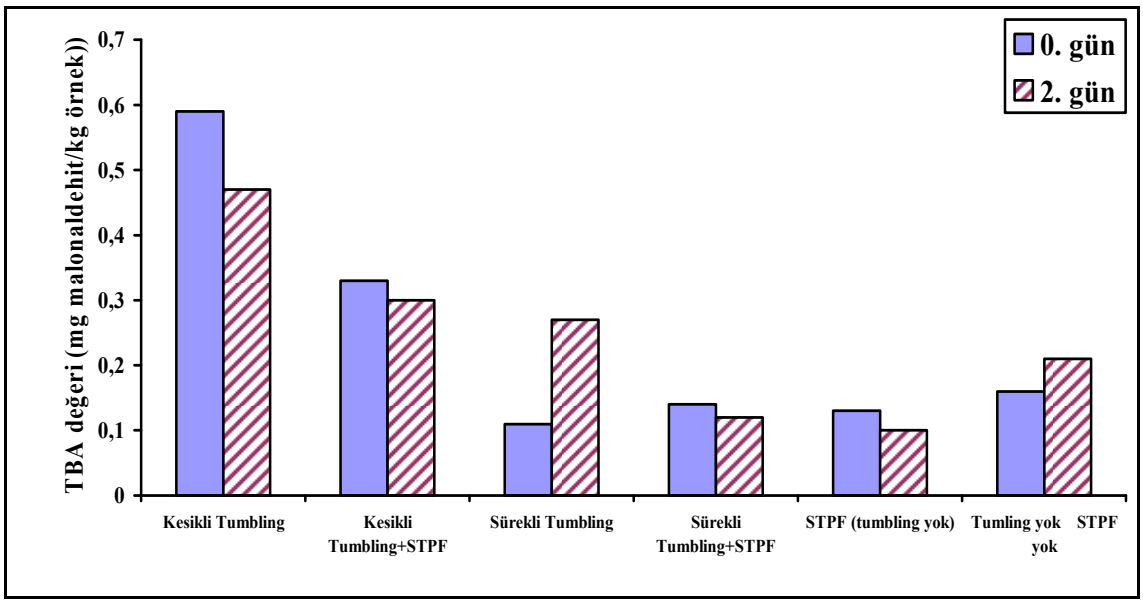
Uygulamalar kendi içinde karşılaştırıldığında kesikli tumbling uygulamasında STPF kullanılmadığında 0,53 mg MA/kg örnek olan TBA değeri STPF kullanıldığında 0,33 düzeyine düşmüştür. Bu değişim istatistik olarak önemlidir ($p<0,05$). Sürekli tumblingde ise 0,19 mg MA/kg örnek olan fosfatsız grupların TBA değeri fosfatlı gruplarda 0,13 mg MA/kg olarak belirlenmiştir. Ayrıca tumbling uygulanmadığında dahi TBA düzeyi 0,19 mg MA/kg düzeyinden fosfat kullanımı ile 0,12 mg MA/kg düzeyine düşmektedir. Ancak bu farklılıklar istatistik olarak önemli değildir ($p>0,05$).

Kesikli tumbling uygulanmış örneklerde 0. günde STPF kullanılmış grubun TBA değeri 0,33 mg MA/kg örnek iken, fosfat kullanılmayan grupta ise 0,59 mg MA/kg örnek düzeyinde bulunmuştur. Aynı şekilde 2. günde STPF kullanılmış grubun TBA değeri 0,30 mg MA/kg örnek iken, fosfat kullanılmayan grupta ise 0,47 mg MA/kg örnek düzeyindedir. Bu farklılıklar istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Genel olarak bakıldığında STPF kullanılması ortalama TBA değerini 0,30 mg MA/kg örnek (fosfatsız gruplar) düzeyinden 0,19 mg MA/kg örnek değerine düşürmüş ve

%0,25 düzeyinde STPF kullanımının TBA değerini düşürücü etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur (p>0,05).

Depolama zamanı değerlendirildiğinde kesikli tumblingde depolama ile TBA değeri azalırken sürekli tumblingde artmakta, tumbling uygulanmadığında ise neredeyse farklılık görülmemektedir. Ancak tüm bu farklılıklar istatistik olarak önemli bulunmamıştır (p>0,05).



Şekil 4.2 Dönerin TBA değerine STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının etkisi

Cheng and Ockerman (2003) sığır rostosunun TBA değerine tumbling uygulanması (0.38 mg MA/kg örnek) ile uygulanmaması (0.34 mg MA/kg örnek) arasında herhangi bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir. Ancak yapılan çalışmada 18 saat kesikli tumbling (10 dakika çalışma/s) uygulandığı için herhangi bir karşılaştırma yapmak mümkün olmamaktadır. Yine aynı çalışmada fosfat seviyesi ve depolama zamanı arasında iki yönlü bir korelasyon tespit edilmiş olsa da başlangıçta ya da 2 gün depolama sonrasında yapılan analizler de fosfat kullanılmayan gruplarla %0,25 %0,4 ve %0,5 STPF kullanılan grupların TBA değerleri arasında herhangi bir farklılık görülmemiştir. Sadece 4 ve 7 günlük depolama neticesinde fosfatsız gruplara göre %0,25 fosfat içeren gruplar

arasında TBA değeri düşüş göstermiştir. Ancak vakum altında olmayan tumbling uygulandığı için STPF'ın etkinliğinin yapılan çalışmada azaldığı gözardı edilmemelidir.

Cheng *et al.* (2006) çeşitli antioksidanlar kullanarak tuzlanmış domuz patilerindeki lipit oksidasyonu ve renk değişimlerini inceledikleri çalışmada, kontrol grubuna (0,411 mg MA/kg örnek) göre %0,25 STPF kullanılan örneklerin (0,385 mg MA/kg örnek) TBA değerinin düşüş gösterdiğini ancak bu durumun istatistik olarak önemli olmadığını belirlemişlerdir. Çalışmada tumbling uygulanmadığı için STPF'ın etkisinin daha az görüldüğü düşünülmektedir.

Lai *et al*. (1991) yeniden yapılandırılmış tavuk ürününde (nugget) oksidatif acılaşmayı inceledikleri çalışmada tuz içeren kontrol grubunda başlangıca göre 2 günlük depolama sonucunda TBA değeri önemli miktarda artış olduğunu tespit etmişlerdir. Buna karşın tuz (%0,75) ile birlikte STPF (%0,3) kullanılan örneklerde iki gün sonunda TBA değeri bakımından kontrol grubuna göre istatistik olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Bu veriler doğrultusunda çalışmamızda da terbiye sosunda bulunan tuzun depolama esnasında neden olacağı oksidasyonu STPF kullanımının engellediği sonucuna varılmaktadır.

4.5 Serbest Yağ Asitliği

Döner üretiminde tumbling uygulaması ve fosfat kullanımının dönerde lipid hidrolizine etkisi, serbest yağ asitliği (SYA) analizi ile belirlenmiş, elde edilen veriler oleik asit cinsinden yüzde olarak Çizelge 4.9 ve Şekil 4.3'te verilmiştir.

Yapılan istatistik analiz sonucunda SYA değeri üzerine STPF ve tumbling uygulamalarının etkili olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Ayrıca 4°C'de iki gün depolamanın SYA değeri üzerine önemli etkisinin olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). STPF uygulanmış gruplar karşılaştırıldığında tumbling uygulanmamış grupta (%1,06) ve sürekli tumbling uygulanmış grupta (%1,09) SYA değeri, kesikli tumbling uygulanmış grupta (%1,46) önemli düzeyde yüksektir ($p<0,05$). Aynı şekilde fosfat

kullanılmayan grupların SYA değeri, tumbling uygulanmamış grupta %1,26 ve sürekli tumbling uygulanmış grupta %1,27 olurken, kesikli tumbling uygulanmış grupta (%1,45) önemli düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 4.9 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin serbest yağ asitliği değerine etkisi

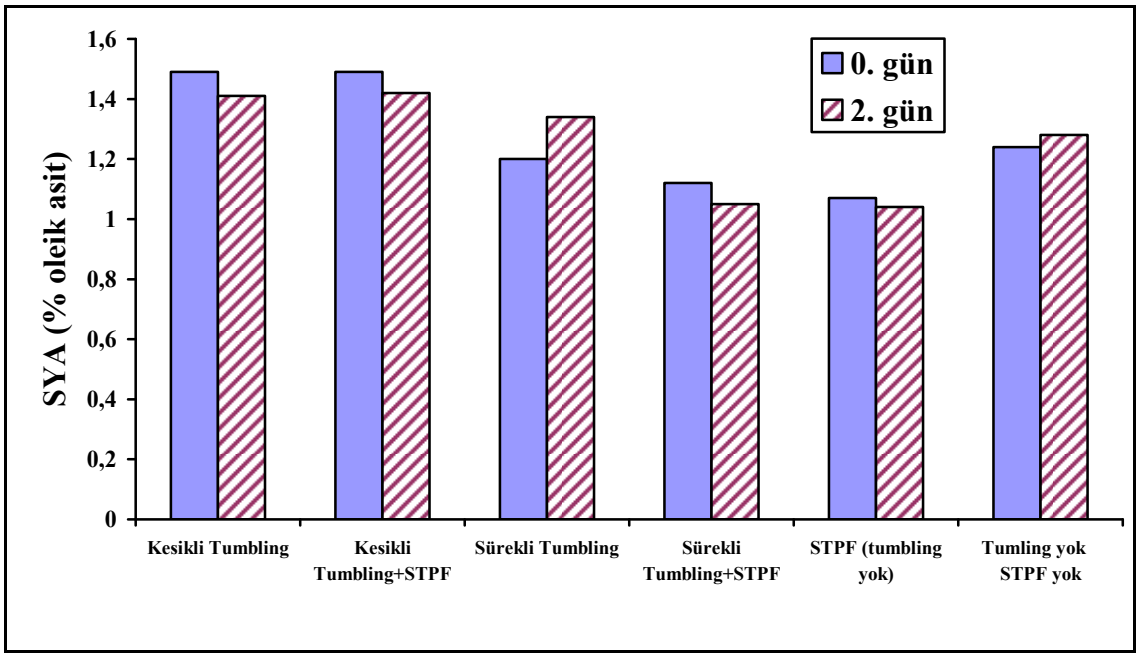
Serbest yağ asitliği (% oleik asid cinsinden)									
Uygulama / Grup / Gün	Kesikli Tumbling			Sürekli Tumbling			Tumbling Yok		
	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**
0	$1,49^{e}$	$1,49^{e}$	**1,49**	$1,12^{f}$	$1,20^{f}$	**1,16**	$1,07^{f}$	$1,24^{f}$	**1,16**
2	$1,42^{e}$	1,41	**1,42**	$1,05^{df}$	$1,34^{c}$	**1,20**	$1,04^{df}$	$1,28^{c}$	**1,16**
Ort.	**$1,46^{E}$**	**$1,45^{E}$**	**$1,46^{A}$**	**$1,09^{DF}$**	**$1,27^{CF}$**	**$1,18^{B}$**	**$1,06^{DF}$**	**$1,26^{CF}$**	**$1,16^{B}$**

*: fosfat kullanılan grupların ort.=$1,20^{a}$; **: fosfat kullanılmayan grupların ort.=$1,32^{b}$
A,B: farklı harfleri taşıyan uygulamalar arası fark önemlidir ($p<0,05$).
C,D: aynı uygulamada farklı harfleri taşıyan gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$).
E,F: aynı grupta farklı harfleri taşıyan uygulamalar arası fark önemlidir ($p<0,05$).
a,b : fosfatlı ve fosfatsız grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).
c,d : aynı uygulama ve günde farklı harfleri taşıyan gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$).
e,f : aynı grup ve aynı günde farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$).
F: STPF uygulanmış grup Fs: STPF uygulanmamış grup

Çizelge 4.9 incelendiğinde STPF ilavesi, sürekli tumbling uygulandığında ve tumbling uygulanmadığında SYA değerini sırasıyla %1,27 ve %1,26 düzeyinden %1,09 ve %1,06 seviyesine çekmiştir. Bu farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Kesikli tumbling uygulamasında ise fosfatsız gruplar (%1,45) fosfatlı gruplara (%1,50) göre daha düşük SYA değerine sahiptir. Ancak fosfatın bu etkisi önemli değildir ($p>0,05$).

STPF uygulanmış gruplara bakıldığında kesikli tumbling uygulananlan örneklerde 0. günde %1,49 ve 2. günde %1,42 olan SYA değeri, sürekli tumbling uygulamasında %1,12 ve %1,05, tumbling uygulanmamış örneklerde ise %1,07 ve %1,04 olarak bulunan SYA değerine göre önemli miktarda yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Ayrıca STPF uygulanmayan örneklerin kesikli tumbling uygulananlarında 0. günde %1,49 olan

SYA değeri, sürekli tumbling uygulamasında %1,20, tumbling uygulanmamış örneklerde ise %1.24 olarak bulunan SYA değerine kıyasla daha yüksektir ($p<0,05$).



Şekil 4.3 Dönerin serbest yağ asitliği değerine STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının etkisi

Tüm uygulamalarda STPF kullanılmış grupların SYA değeri ortalaması %1,20 iken fosfat kullanılmamış grupların ortalaması %1,32 olarak tespit edilmiştir. Bu ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ($p<0,05$).

İki farklı tumbling uygulamasının karşılaştırıldığı varyans analizi sonuçlarına göre tumbling uygulanmamış gruplar (ort. %1,16) ile sürekli tumbling uygulanmış gruplar (ort. %1,18) arasında bir farklılık yok iken kesikli tumbling uygulanan grupların ortalama SYA miktarı 1,46 düzeyine yükselmiştir ve bu fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Bu farklılığın kesikli tumbling sırasıyla meydana gelen doku zararlanması ile bekleme sürelerinde ortamda bulunan suyun, iç kısımdaki dokulara ulaşmasının kolaylaşarak hidrolize sebep olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sürekli tumbling uygulamasında 2. gün tespit edilmiş SYA değeri fosfat kullanılmayan grupta %1,34 iken fosfat kullanılan grupta önemli miktarda azalarak %1,05 düzeyine düşmüştür ($p<0,05$). Tumbling uygulanmamış örneklerde de 2. günkü SYA değeri %1,28'den %1,04'e düşmüştür ($p<0,05$). Kesikli tumbling uygulamasında ise herhangi bir değişiklik olmamıştır ($p>0,05$).

4.6 Toplam Pigment Miktarı

Tumbling uygulaması, fosfat kullanımı ve depolamanın dönerin toplam heme pigment içeriğinde oluşturduğu değişimler Çizelge 4.10 ve Şekil 4.4'de verilmiştir. İstatistik analiz sonucunda toplam pigment miktarı üzerine tumblingin ve tumbling ile gün interaksiyonunun etki gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 4.10 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin toplam pigment miktarına etkisi

Toplam pigment miktarı (µg/g örnek)									
Uygulama / Grup / Gün	Kesikli Tumbling			Sürekli Tumbling			Tumbling Yok		
	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**
0	259,1^{e}	268,3	**263,7**	221,0^{f}	259,6	**240,3**	255,4^{ef}	232,6^{d}	**244,0^{b}**
2	233,8	251,1^{ef}	**242,4^{h}**	227,3	237,2^{f}	**232,2^{h}**	262,3	286,0	**274,1^{ga}**
Ort.	**246,4**	**259,7**	**253,0^{AB}**	**224,1**	**248,4**	**236,2^{B}**	**258,8**	**259,3**	**259,0^{A}**

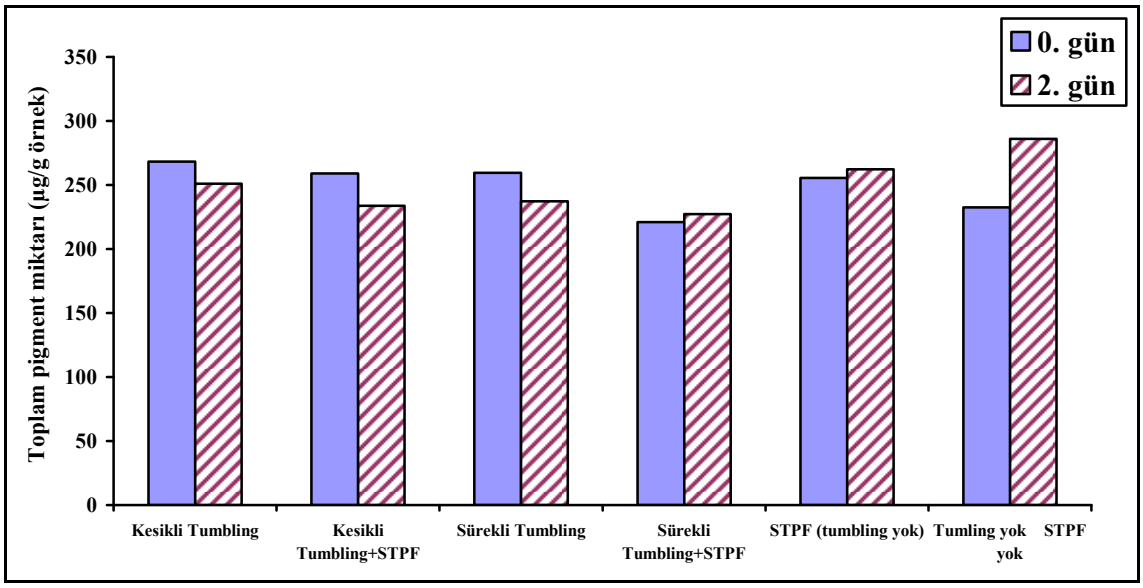
*: fosfat kullanılan grupların ort.=243,1 **: fosfat kullanılmayan grupların ort.=255,8
A,B: farklı harfleri taşıyan uygulamalar arası fark önemlidir ($p<0,05$).
a,b : aynı uygulamada farklı harfleri taşıyan günler arası fark önemlidir ($p<0,05$).
c,d : aynı uygulama ve aynı grupta farklı harfleri taşıyan günler arası fark önemlidir ($p<0,05$).
e,f : aynı gün ve aynı grupta farklı harfleri taşıyan uygulamalar arası fark önemlidir ($p<0,05$).
g,h : aynı günde farklı harfleri taşıyan uygulamalar arası fark önemlidir ($p<0,05$).
F: STPF uygulanmış grup Fs: STPF uygulanmamış grup

Sürekli tumbling uygulanmış grupların (236,2 µg/g örnek) tumbling uygulanmamış (259,0 µg/g örnek) gruplardan daha düşük toplam pigment içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Ayrıca kesikli tumbling uygulanmış grupların (253,0 µg/g

örnek) toplam pigment içeriği sürekli tumbling uygulanmış ve tumbling uygulanmamış gruplardan herhangi bir farklılık göstermemektedir ($p>0,05$).

Tumbling uygulanmamış örneklerin toplam pigment miktar ortalaması 0. günde 244,0 µg/g örnek iken 2. günde artarak 274,1 µg/g örnek düzeyine çıkmıştır ($p<0,05$). Ayrıca tumbling uygulanmamış örneklerin fosfat kullanılmayan grubunda 0.gün 232,6 µg/g örnek olan pigment içeriği 2.gün 286,0 µg/g örnek seviyesine yükselmiştir ($p<0,05$).

Sürekli tumbling uygulanmış örneklerde fosfatlı grupların 0. gündeki toplam pigment miktarı (221,0 µg/g örnek), kesikli tumbling uygulanmış örneklerin toplam pigment miktarından (259,1 µg/g örnek) daha yüksektir ($p<0,05$). Ancak bu iki uygulamadaki fosfatlı grupların 0. günkü toplam pigment içeriği ile tumbling uygulanmamış örneklerin fosfatlı ve 0. gündeki toplam pigment içeriği arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).



Şekil 4.4 Dönerin toplam pigment miktarına STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının etkisi

Tumbling uygulanmamış örneklerde fosfat içermeyen grupların 2. gündeki toplam pigment miktarı (286,0 µg/g örnek), sürekli tumbling uygulanmış örneklerin toplam

pigment miktarından (237,2 µg/g örnek) daha yüksektir ($p<0,05$). Ancak kesikli tumbling uygulanmış örneklerde fosfatsız grupların 2. günkü toplam pigment içeriği ile tumbling uygulanmamış örneklerin fosfatsız ve 2. gündeki toplam pigment içeriği arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$). Ayrıca tumbling uygulanmamış örneklerde tüm grupların 2. gündeki toplam pigment miktarının (274,1 µg/g örnek), sürekli ve kesikli tumbling uygulanmış gruplarınkinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Fosfat kullanımının toplam heme pigment miktarı üzerine istatistik olarak etkili olmadığına ilişkin istatistik analiz sonuçları, Cheng and Ockerman (2003) tarafından sığır rostosunda toplam pigment bakımından buldukları sonuçla örtüşmektedir. Ayrıca Cheng *et al.* (2006) çeşitli antioksidanlar kullanarak tuzlanmış domuz patilerindeki lipit oksidasyonu ve renk değişimlerini inceledikleri çalışmada %0,25 STPF kullanılan örnekler ile kontrol grubundakiler arasında herhangi bir farklılık bulunmadığını belirtmektedirler.

4.7 Metmiyoglobin Oranı

Döner üretiminde tumbling uygulaması ve fosfat kullanımının dönerin metmiyoglobin içeriğinde oluşturduğu değişimler Çizelge 4.11 ve Şekil 4.5'te verilmiştir. Oksidasyon sonucu (Fe^{+2}) değerlikli oksimyoglobin pigmentinin metmiyoglobin (MetMb, Fe^{+3}) haline dönüşüm düzeyinin belirlendiği bu analiz sonuçları tumbling uygulamasının, STPF kullanımının ve fosfat ile gün arasındaki interaksiyonun metmiyoglobin oranı üzerine etkisinin istatistik olarak önemli olduğunu göstermiştir ($p<0,05$).

STPF uygulanmamış grupların ortalama MetMb miktarı %34,14 iken fosfat kullanılan gruplarda bu oran %26,58'e düşmüştür. Bu değişim istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 4.11 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin metmiyoglobin oranına etkisi

Metmiyoglobin oranı (%)									
Uygulama / Grup / Gün	Kesikli Tumbling			Sürekli Tumbling			Tumbling Yok		
	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**
0	29,70^{d}	37,13^{c}	**33,42**	28,32	31,83	**30,08**	25,06	29,05	**27,06**
2	30,67^{d}	39,80^{c}	**35,24**	22,96^{c}	35,80^{d}	**29,38**	22,76^{d}	31,22^{c}	**26,99**
Ort.	**30,19**	**38,47**	**34,33^{A}**	**25,64**	**33,82**	**29,73^{B}**	**23,91**	**30,14**	**27,02^{B}**

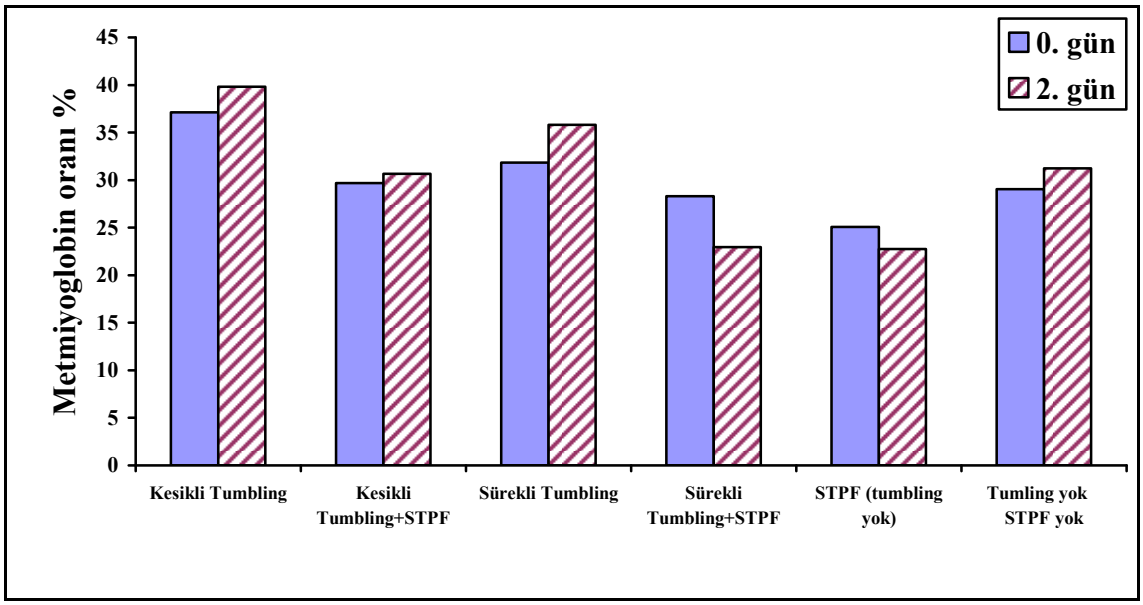
*: fosfat kullanılan grupların ort.=26,58^{b} **: fosfat kullanılmayan grupların ort.=34,14^{a}
A,B: farklı harfleri taşıyan uygulamalar arası fark önemlidir ($p<0,05$).
a,b : fosfatlı ve fosfatsız grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).
c,d : aynı uygulama ve aynı günde farklı harfleri taşıyan gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$).
F: STPF uygulanmış grup Fs: STPF uygulanmamış grup

MetMb düzeyine tumbling uygulamalarının etkisi incelendiğinde sürekli sistem uygulanan (%29,73) ve tumbling uygulanmamış gruplara (%27,02) göre en yüksek metmiyoglobin miktarı kesikli sistemde (%34,33) bulunmuştur. Bu durum istatistik olarak da önemlidir ($p<0,05$).

Kesikli tumbling uygulamasında 0. günkü analizler sonucunda bulunan MetMb miktarı fosfatsız gruplarda %37,13 bulunmuş iken STPF kullanılan grupta %29,70 olarak belirlenmiştir. Aynı uygulamada 2. gün fosfatsız gruplarda MetMb miktarı %39,80 iken fosfatlı grupta % 30,67 seviyesine düşmektedir. Her iki günde de fosfatlı gruplarla fosfatsız gruplar arasında bulunan bu farklılık istatistik olarak önemlidir ($p<0,05$). Aynı durum sürekli tumbling uygulanmış örneklerde 2. günde fosfatlı grupla (%35,80) fosfatlı grup (%22,96) ve tumbling uygulanmamış örneklerde 2. günde fosfatlı grupla (%31,22) fosfatlı grup (%22,76) arasındaki ilişkide de bulunmaktadır ($p<0,05$).

Greene *et al.* (1971) metmiyoglobin oranı, toplam pigment miktarının %30-40'ı düzeyine ulaştığında tüketiciler tarafından ürünün kabul edilemez bulunduğunu bildirmiştir. Buna göre, çalışmamızda elde edilen sonuçlara bakılarak bir değerlendirme yapıldığı taktirde fosfat içermeyen grupların red edilme sınırına yakın oldukları

görülmektedir. Buna karşın STPF kullanıldığında metmiyoglobin oranlarının bu sınırların altına düştüğü görülmektedir. Bu durum fosfatın etin kalite özelliklerini olumsuz etkileyen metmiyoglobin oluşumunu engelleyerek ürünün renk özelliklerini iyileştirebileceğini göstermektedir.



Şekil 4.5 Dönerin metmiyoglobin oranına STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının etkisi

4.8 Toplam Sülfidril (-SH) Grupları

Mikrosomal membranların temel bileşeni olan proteinlerin oksidasyonun incelenmesi ürün kalitesi açısından önemlidir. Protein oksidasyonunun değerlendirilmesinde serbest –SH (sülfidril) gruplarının belirlenmesi önemli bir yöntemdir (Stadtman 1990, Batifoulier *et al.* 2002). Sülfidril grupları antioksidan gibi davranarak serbest radikalleri yakalayarak protein oksidasyonunun etkilerini azaltır (Vaithiyanathan *et al*. 2008). Uygulama gruplarında ve depolama periyotlarında belirlenen toplam serbest sülfidril (-SH) grubu miktarları µmol-SH/g protein olarak Çizelge 4.12 ve Şekil 4.6'da verilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre toplam sülfidril grupları miktarı üzerine, fosfat, gün ve tumbling hem birbirinden bağımsız hem de aralarındaki interaksiyonlar ile etkili olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Fosfat kullanılmayan grupların sülfidril grubu miktarı ortalaması 0,39 iken STPF uygulanan gruplarınki 0,32 seviyesine düşmüştür ($p<0,05$). Sülfidril gruplarının oksidasyonun etkilerini STPF ile birlikte sinerjik etki göstererek azaltması nedeniyle miktarında düşüş görüldüğü tahmin edilmektedir.

Çizelge 4.12 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin toplam sülfidril (-SH) grubu miktarına etkisi

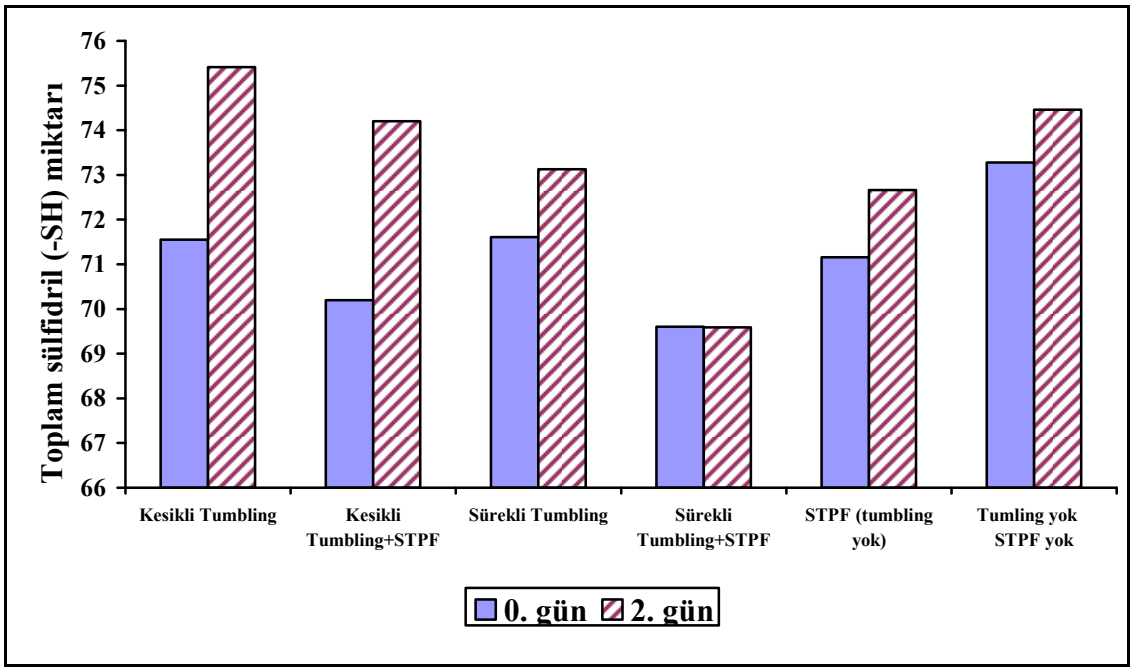
Toplam sülfidril grupları (µmol-SH/g protein)									
Uygulama / Grup / Gün	Kesikli Tumbling			Sürekli Tumbling			Tumbling Yok		
	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**
0^{d}	$0,33^{Aeg}$	$0,36^{Beg}$	**0,35**	$0,31^{Aeh}$	$0,36^{Beg}$	**0,34**	$0,24^{Bfh}$	$0,34^{Beg}$	**0,29**
2^{c}	$0,35^{Aeh}$	$0,42^{Aeg}$	**0,39**	$0,32^{Aeh}$	$0,44^{Aeg}$	**0,38**	$0,35^{Aeh}$	$0,44^{Aeg}$	**0,40**
Ort.	**$0,34^{F}$**	**$0,39^{E}$**	**$0,37^{C}$**	**$0,32^{F}$**	**$0,40^{E}$**	**$0,36^{C}$**	**$0,30^{F}$**	**$0,39^{E}$**	**$0,34^{D}$**

*: fosfat kullanılan grupların ort.=$0,32^{b}$ **: fosfat kullanılmayan grupların ort.=$0,39^{a}$
A,B: aynı uygulama ve aynı grupta farklı harfleri taşıyan günler arası fark önemlidir ($p<0,05$).
C,D: farklı harfleri taşıyan uygulamalar arası fark önemlidir ($p<0,05$).
E,F : aynı uygulamada farklı harfleri taşıyan grup ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$).
a,b : fosfatlı ve fosfatsız grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).
c,d : farklı harfleri taşıyan gün ortalamaları arası fark önemlidir ($p<0,05$).
e,f : aynı gün ve aynı grupta farklı harfleri taşıyan uygulamalar arası fark önemlidir ($p<0,05$).
g,h : aynı gün ve aynı uygulamada farklı harfleri taşıyan gruplar arası fark önemlidir ($p<0,05$).
F: STPF uygulanmış grup Fs: STPF uygulanmamış grup

Tumbling uygulamaları karşılaştırıldığında tumbling uygulanmamış örneklerin –SH miktarı ortalamasının (0,34 µmol-SH/g protein), kesikli (0,37 µmol-SH/g protein) ve sürekli (0,36 µmol-SH/g protein) tumbling uygulanmış örneklerin ortalamasından daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

STPF ilave edilmiş grupların 0. gündeki –SH grubu miktarı baz alındığında, tumbling uygulanmamış örneklerin (0,24 µmol-SH/g protein), sürekli (0,31 µmol-SH/g protein) ve kesikli (0,33 µmol-SH/g protein) tumbling uygulanmış örneklere kıyasla daha düşük bir değer gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Kesikli tumbling uygulanmış örneklerin fosfat kullanılmamış grubunda 0. gün –SH grubu miktarı 0,36 µmol-SH/g protein iken 2. gün 0,42 µmol-SH/g protein olarak belirlenmiştir ($p<0,05$). Aynı şekilde sürekli tumbling uygulanmış örneklerin fosfat kullanılmamış grubunda 0. gün –SH grubu miktarı 0,36 µmol-SH/g protein iken 2. günde 0,44 µmol-SH/g protein düzeyine çıkmıştır ($p<0,05$). Tumbling uygulanmamış örneklerin 0. günde fosfatlı grupta tespit edilen –SH grubu miktarı 0,24 µmol-SH/g protein seviyesinden 2. günde 0,35 µmol-SH/g protein seviyesine, fosfatsız grupta ise 0. günkü 0,34 µmol-SH/g protein seviyesinden 2. günde 0,44 µmol-SH/g protein seviyesine yükselmiştir ($p<0,05$).



Şekil 4.6 Dönerin toplam sülfidril (-SH) grubu miktarına STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının etkisi

Aynı tumbling uygulamalarında ve aynı günde sadece kesikli tumbling ve 0. gün hariç tüm fosfatsız örneklerin fosfatlı örneklere kıyasla daha yüksek miktarda -SH grubu içerdiği belirlenmiştir ($p<0,05$).

Fosfatsız grupların ortalamaları kesikli, sürekli tumbling uygulanmış ve uygulanmamış örneklerin –SH grubu miktarı sırasıyla 0,39, 0,40 ve 0,39 µmol-SH/g protein iken

fosfatlı gruplarda sırasıyla 0,34, 0,32 ve 0,30 µmol-SH/g protein düzeyinde bulunmuş ve aynı uygulamada gruplar arasında görülen bu farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Depolama süresinin uygulama gruplarından bağımsız olarak etkisi değerlendirildiğinde örneklerin başlangıçta sahip olduğu ortalama –SH grubu miktarı (0,32) iki günlük depolamadan sonra 0,39 µmol-SH/g protein düzeyine yükselmiştir ($p<0,05$). Bu durum, Kodal (2008) tarafından yapılan antioksidan özellikli yenilebilir filmlerin sığır kıymasının oksidatif stabilitesine etkilerini inceleyen araştırmada başlangıca kıyasla birinci ve üçüncü gündeki sülfidril değerlerinin tüm gruplarda arttığı yönündeki bulgularla bağdaşmaktadır.

4.9 Enstrümental renk değerleri

Döner üretiminde STPF kullanımı ve tumbling uygulaması ile üretilen dönerlerde üretimi takiben ve 4°C'de iki gün depolama sonrası belirlenen CIE *L** değerleri Çizelge 4.13 ve Şekil 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.13 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin *L** (açıklık-koyuluk) değerine etkisi

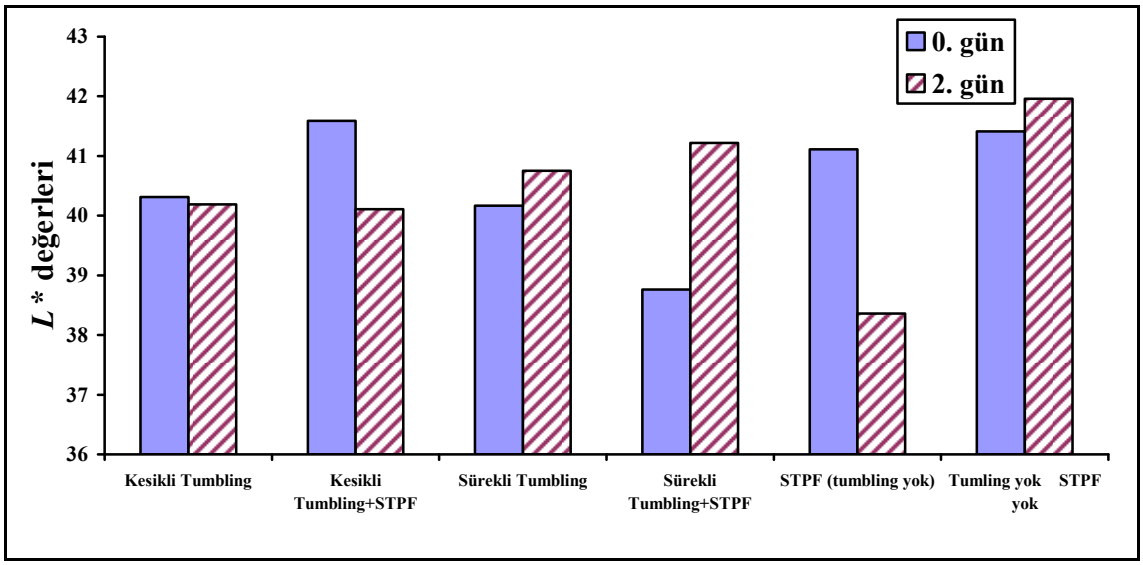
***L** (açıklık-koyuluk) değeri*									
Uygulama	Kesikli Tumbling			Sürekli Tumbling			Tumbling Yok		
Gün / Grup	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**
0	41,59	40,31	**40,95**	38,76	40,17	**39,47**	41,11	41,41	**41,26**
2	40,11	40,19	**40,15**	41,22	40,75	**40,99**	38,36	41,96	**40,16**
Ort.	**40,85**	**40,25**	**40,55**	**39,99**	**40,46**	**40,23**	**39,74**	**41,69**	**40,71**

*: fosfat kullanılan grupların ort.=40,19 **: fosfat kullanılmayan grupların ort.=40,80
F: STPF uygulanmış grup Fs: STPF uygulanmamış grup

*L** (açıklık-koyuluk) değeri et kalitesini tahmin etmeyi sağlayan bir belirleme aracıdır (Lee *et al.* 2007). Çalışmamızda elde edilen verilere göre *L** (açıklık-koyuluk)

değerinde hiçbir uygulama istatistik olarak önemli bir değişiklik meydana getirmemiştir (p>0,05).

Kesikli ve sürekli tumbling uygulanan ve tumbling uygulanmamış grupların *L** değeri ortalamaları sırasıyla 40,55, 40,23 ve 40,71 olup, değerler arası fark istatistik olarak önemli değildir (p>0,05). Aynı şekilde STPF kullanılan grupların *L** değeri ortalaması (40,19) ile fosfat kullanılmayan grupların ortalaması (40,80) birbirine oldukça yakındır ve bu değerler arasında istatistik olarak önemli bir farklılık bulunmamaktadır (p>0,05). Depolama ile herhangi bir değişim olup olmadığına bakıldığında da *L** değerinde gruplar arasında istatistik olarak önemli bir fark belirlenmemiştir (p>0,05).



Şekil 4.7 Dönerin *L** renk değerlerine STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının etkisi

Örneklerin *a** değerleri Çizelge 4.14 ve Şekil 4.8'de gösterilmiştir. Depolamanın *a** değerinde istatistik olarak önemli düzeyde artışa neden olduğu belirlenmiştir (p<0,05). Başlangıçtaki *a** değerleri ortalaması 16,14 iken 2. günkü ortalama 20,46 olup bu ortalamalar arası farklılık önemlidir (p<0,05). *a** değerlerinde depolama ile artış olduğuna ilişkin bulgularımızın tersine Cheng *et al.* (2006) başlangıçta yapılan ölçüm ile 4. gün bulunan değer arasında farklılık olmadığını belirtmişlerdir.

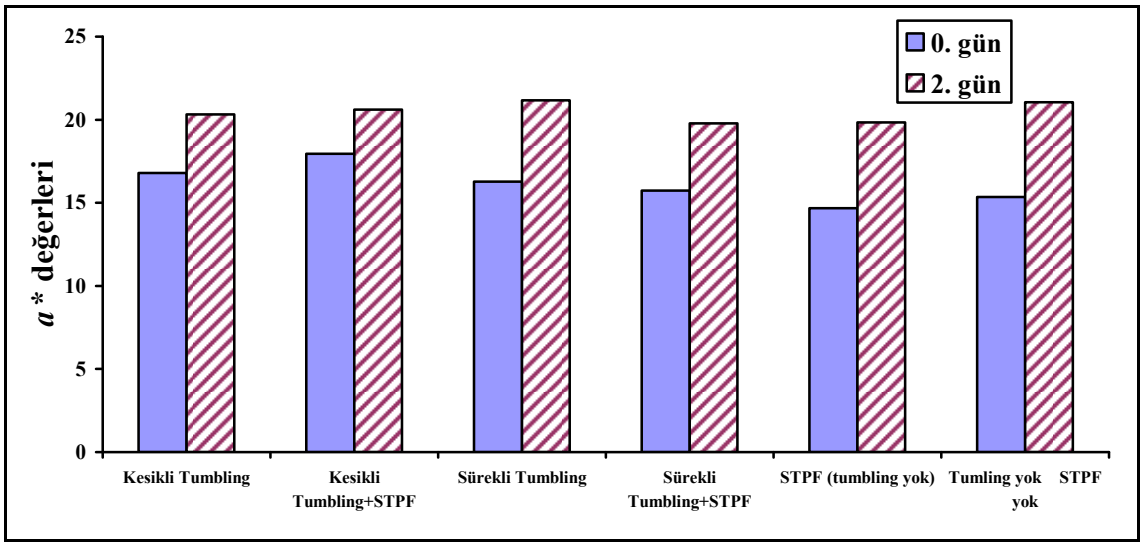
Çizelge 4.14 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin *a** (kırmızılık) değerine etkisi

a* **(kırmızılık) değeri**									
Uygulama	Kesikli Tumbling			Sürekli Tumbling			Tumbling Yok		
Gün / Grup	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**
0^{d}	$17,95^{B}$	$16,79^{B}$	**17,37**	$15,74^{B}$	$16,28^{B}$	**16,01**	$14,67^{B}$	$15,36^{B}$	**15,02**
2^{c}	$20,60^{A}$	$20,32^{A}$	**20,46**	$19,79^{A}$	$21,16^{A}$	**20,48**	$19,83^{A}$	$21,06^{A}$	**20,45**
Ort.	**19,28**	**18,56**	**18,92**	**17,77**	**18,72**	**18,24**	**17,25**	**18,21**	**17,73**

*: fosfat kullanılan grupların ort.=18,09 **: fosfat kullanılmayan grupların ort.=18,46
A,B : aynı uygulama ve aynı grupta farklı harfleri taşıyan günler arası fark önemlidir ($p<0,05$).
c,d : farklı harfleri taşıyan gün ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).
F: STPF uygulanmış grup Fs: STPF uygulanmamış grup

Aynı uygulama ve aynı grupta günler arasında bulunan farklılığa bakıldığında kesikli tumbling uygulanmış örneklerin fosfat kullanılan ve kullanılmayan gruplarında 0. günde sırasıyla 17,95 ve 16,79 olarak bulunan *a** değeri 2 günlük depolama sonucunda sırasıyla 20,60 ve 20,32 olarak belirlenmiş ve bu farklılıkların önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Sürekli tumbling uygulanmış grupların fosfat kullanılan grubun *a** değeri de başlangıçta 15,74 iken, 2 gün depolamanın ardından önemli miktarda artış göstererek 19,79 olarak , fosfat kullanılmayan grubun *a** değeri ise 0. gün 16,28 iken 2. gün artarak 21,16 olarak tespit edilmiştir ($p<0,05$). Aynı şekilde tumbling uygulanmamış örneklerin fosfat kullanılan ve kullanılmayan gruplarında 0. günde sırasıyla 14,67 ve 15,36 olarak bulunan *a** değeri 2 günlük depolama sonucunda sırasıyla 19,83 ve 21,06 olarak belirlenmiştir ($p<0,05$).

Kesikli (18,92) ve sürekli (18,24) tumbling uygulanan örneklerin *a** değeri, tumbling uygulanmamış gruplarınkine (17,73) kıyasla daha yüksek olsa da bu fark istatistik olarak önemli değildir. STPF uygulanmış grupların *a** değeri 18,09 iken fosfatsız gruplarda 18,46 olarak bulunmuştur. Ancak bu farklılık da istatistik olarak önemli değildir.



Şekil 4.8 Dönerin *a** renk değerlerine STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının etkisi

Örneklerin *b** değerleri Çizelge 4.15 ve Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Buna göre *b** (sarılık) değerleri tumbling, fosfat, gün ve bunun yanında tumbling ve gün arasındaki interaksiyon ile istatistik olarak farklılık göstermektedir ($p<0,05$). Tumbling kullanılmamış ve sürekli tumbling uygulanmış örneklerin ortalama *b** değerleri sırasıyla 6,96 ve 7,48 olarak belirlenmiş ve aralarında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Ancak kesikli tumbling uygulandığında *b** değeri ortalamasındaki farklılık (8,95) istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Depolama periyodu açısından inceleme yapıldığında iki gün depolama sonrasında tüm örneklerin ölçülen *b** değerlerinin ortalaması 8,81 olup bu değer başlangıç verilerine (6,78) göre önemli miktarda yüksektir ($p<0,05$). STPF kullanılan grupların *b** değeri ortalaması 7,38 iken fosfat kullanılmayan grupların ortalaması 8,20 olsa da bu fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır.

Sürekli tumbling uygulanmış tüm örneklerin 0. gün ölçülen *b** değeri ortalaması 5,95 iken, 2. gün bu değer artarak 9,01 seviyesine ulaşmıştır ($p<0,05$). Tumbling uygulanmamış tüm örneklerin 0. gün ölçülen *b** değeri ortalaması 5,66 iken, 2. gün 8,26 seviyesine çıkmıştır ($p<0,05$). Bu sonuçlar depolama ile homojen kür rengi oluştuğunu belirtmektedir.

Çizelge 4.15 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin *b** (sarılık) değerine etkisi

b* (sarılık) değeri									
Uygulama	Kesikli Tumbling			Sürekli Tumbling			Tumbling Yok		
Gün / Grup	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**	F*	Fs**	**Ort.**
0^{d}	$8,91^{E}$	$8,55^{E}$	**$8,73^{g}$**	$5,23^{DF}$	$6,67^{DF}$	**$5,95^{fh}$**	$5,80^{F}$	$5,51^{DF}$	**$5,66^{fh}$**
2^{c}	8,63	9,70	**9,17**	$8,33^{C}$	$9,69^{C}$	**$9,01^{e}$**	7,40	$9,12^{C}$	**$8,26^{e}$**
Ort.	**8,77**	**9,13**	**$8,95^{A}$**	**6,78**	**8,18**	**$7,48^{B}$**	**6,60**	**7,32**	**$6,96^{B}$**

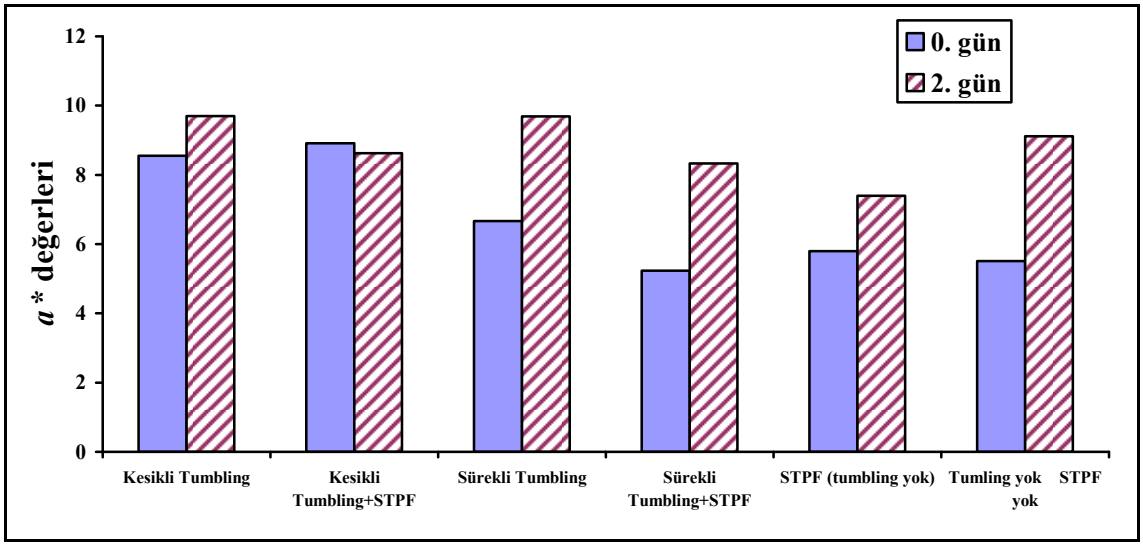
*: fosfat kullanılan grupların ort.=$7,38^{b}$ **: fosfat kullanılmayan grupların ort.=$8,20^{a}$
A,B: farklı harfleri taşıyan uygulamalar arası fark istatistik olarak önemlidir ($p<0,05$).
C,D: aynı uygulama ve aynı grupta farklı harfleri taşıyan günler arası fark önemlidir ($p<0,05$).
E,F: aynı gün ve aynı grupta farklı harfleri taşıyan uygulamalar arası fark önemlidir ($p<0,05$).
a,b : fosfatlı ve fosfatsız grup ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).
c,d : farklı harfleri taşıyan gün ortalamaları arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).
e,f : aynı uygulamada farklı harfleri taşıyan günler arası fark önemlidir ($p<0,05$).
g,h : aynı günde farklı harfleri taşıyan uygulamalar arası fark önemlidir ($p<0,05$).
F: STPF uygulanmış grup Fs: STPF uygulanmamış grup

Tüm tumbling uygulamaları karşılaştırıldığında 0. gün kesikli tumbling uygulanmış örneklerin *b** değeri ortalamasının (8,73), sürekli tumbling uygulanmış (5,95) ve tumbling uygulanmamış (5,66) örneklere kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Ayrıca sürekli tumbling uygulanmış örneklerin fosfatlı grubunda 0. gün *b** değeri 5,23 bulunmuş iken 2. gün 8,33 gibi önemli düzeyde yüksek bir değer tespit edilmiştir ($p<0,05$). Aynı örneklerin fosfatsız grubun *b** değeri de 2. günde (9,69), 0. güne (6,67) kıyasla daha yüksektir ($p<0,05$).

STPF'lı örneklerin 0. gün tespit edilen *b** değerlerine bakıldığında kesikli tumbling uygulanmış örnekler (8,91), sürekli tumbling uygulanmış (5,23) ve tumbling uygulanmamış (5,80) örneklere göre daha yüksek bir değer göstermektedir ($p<0,05$). STPF ilave edilmemiş örneklerin 0. gün ölçülen *b** değeri 8,55 olup, sürekli tumbling (6,67) ve tumbling uygulanmamış (5,51) örneklere göre daha yüksektir ($p<0,05$).

Literatürde incelenen çalışmalarda renk değerleri bakımından birbirinden farklı sonuçlar tespit edilmiştir. Young *et al*. (1996) vakum tumbling ile STPF ilave edilerek marine

edilen pişmiş tavuk göğüs filetosunda *L** değerinin önemli miktarda arttığını *a** değerinin ise azaldığını açıklamışlardır. Young and Lyon (1997), fosfat ile birlikte vakum tumbling uygulanmasının *a** değerinde az miktarda azalışa neden olduğunu belirtmektedir. Smith and Young (2007) de marinasyon ile kırmızılık değerinde bir azalış olduğunu belirtmesine rağmen diğer çalışmaların aksine *L** değerinde bir azalış olduğunu tespit etmiştir. Northcutt *et al*. (2000) ise marinasyon yapılıp yapılmamasının *L** değerinde değişiklik oluşturmadığını rapor etmişlerdir.



Şekil 4.9 Dönerin *b** renk değerlerine STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının etkisi

Young *et al.* (1996) STPF uygulamasının pişmiş tavuk göğüs etinde kontrol grubuna göre daha koyu ve daha az kırmızı bir renk oluşturduğunu belirtmişlerdir. Buna karşın Jun Lee *et al.* (1998) çiğ sığır etinde sodyum pirofosfat ve STPF'ın, CIE *L**, *a** ve *b** değerlerini azalttığını, pişmiş sığır etinde ise değiştirmediğini tespit etmişlerdir. Ayrıca Baublits *et al.* (2005b) %0.4 STPF'ın hekzametafosfat ve tetrasodyumpirofosfata göre sığır *biceps femoris* kasının rengini korumak için daha etkili olduğunu ancak kontrol grubunun fosfat uygulamalarına göre yüksek *L** değerine sahip olarak daha iyi renk karakteristiği meydana getirdiğini belirtmektedir.

4.10 Duyusal Değerlendirme

Döner üretiminde tumbling uygulaması ve fosfat kullanımının dönerin duyusal özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla 8 kişilik panelist grubu tarafından duyusal değerlendirme yapılmış ve renk, lezzet, yapı (tekstür) ve genel beğeni gibi özellikleri değerlendirilmiş ve değerlendirme sonuçları Çizelge 4.16 ve Şekil 4.10'da verilmiştir.

Değerlendirmede panelistlerin değerlendirdiği özellikler bakımından istatistik olarak önemli olabilecek herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Yine de uygulama gruplarının duyusal özelliklere etkileri incelendiğinde STPF kullanılarak sürekli tumbling uygulanan dönerler, diğer gruplara göre daha yüksek puanlar almıştır. Buna karşın sürekli tumbling uygulanmış fakat STPF kullanılmamış döner örneğine renk, lezzet ve genel beğeni değerlendirmesinde diğer gruplara kıyasla daha düşük puan verilmiştir. Yapı (tekstür) özelliği açısından ise en düşük puanı, fosfat kullanılmadan kesikli tumbling uygulanmış döner örneği almıştır. Ayrıca kesikli tumbling uygulanmış örneğin genel beğeni puanı hariç STPF kullanılmış tüm örneklerin aldığı puanlar fosfat kullanılmamış ama aynı işleme tabi tutulmuş dönerlere göre daha yüksektir. Bu durum STPF'ın duyusal özellikler üzerine olumlu etki yaptığını göstermesi bakımından önemlidir.

Tumblingin pişmiş dönerin duyusal özelliklerini değiştirmediği yönündeki bulgumuzu Tomic *et al*. (2008) tarafından yapılan, farklı tuzlama proseslerinin Sırpların sığır etinden üretilen geleneksel kuru kürlenmiş bir ürünü olan "Uzice Beef Prshuta"nın duyusal özelliklerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında elde ettikleri veriler doğrulamaktadır. Bu çalışmada 24 sığır karkasının yarısı sadece 0-4 ºC'ta tuzlamaya bırakılırken, diğer yarısı ise 20 saat vakum tumbling (0-4 ºC, 2 rpm, %70 vakum; 10 dakika tumbling, 50 dakika dinlenme) uygulanarak tumbling uygulanmayan örnek gruplarıyla aynı koşullarda tuzlamaya bırakılmıştır. Tumbling uygulanan gruplar 12, uygulanmayan gruplarsa 16 gün sonra yıkandıktan sonra etler tütsüleme, kurutma, olgunlaştırma aşamalarına tabi tutularak "Uzice Beef Prshuta" üretimi

gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda bu geleneksel üründe tumbling işleminin duyusal kalite üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

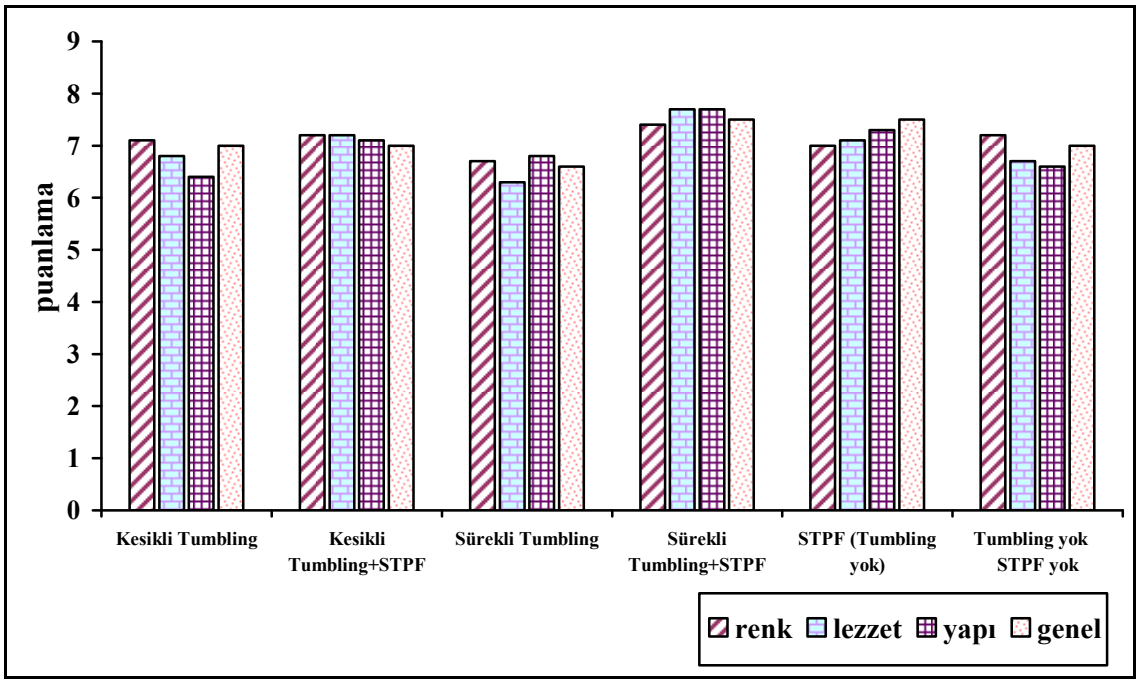
Çizelge 4.16 STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının dönerin duyusal değerlendirme puanlarına etkisi

Uygulama / Özellik / Grup	Kesikli Tumbling		Sürekli Tumbling		Tumbling Yok	
	F	Fs	F	Fs	F	Fs
Renk	7,2	7,1	7,4	6,7	7,2	7,0
Lezzet	7,2	6,8	7,7	6,5	7,1	6,7
Yapı (tekstür)	7,1	6,4	7,7	6,8	7,3	6,6
Genel beğeni	7,0	7,0	7,5	6,6	7,5	7,0

n:2, 1:son derece kötü, 9:mükemmel

Krause *et al.* (1978), tumbling, tumbling zamanı ve STPF'ın domuz eti kalitesine etkilerini araştırdıkları çalışmada görünüşe verilen puanlar tumbling yapılan durumlarda önemli miktarda artış göstermiştir. Yine tat ve aromada belirgin bir artış görülmüştür. Sadece ürünün dış rengi tumbling işleminden etkilenmemiştir. Aynı çalışmada STPF'ın duyusal özelliklerine etkisi incelenmiş, fosfat katılmayan gruplara göre %3,3 STPF kullanılan örneklerin görünüş ve renk özelliklerine verilen puan yükselmiş, tat ve aromaya verilen puanlar düşüş göstermiştir. Ancak burada kullanılan fosfat oranı çalışmamıza göre oldukça fazladır. Çalışmamıza göre tat ve aromada yaşanan kaybın yüksek fosfat oranından kaynaklandığı açıktır.

Motycka and Bechtel (1983) tumbling metodu ve süresinin domuz but etinin kalitesine etkilerini incelemiş ve lezzet, gevreklik, sululuk ve genel beğeni açısından sürekli (2s, 28 rpm, 2°C, 584-660 mm-Hg vakum) ile kesikli (4 s; 15 dakika çalışma, 15 dakika bekleme) tumbling arasında bir farklılık bulunmamıştır. Bu sonuç çalışmamızla örtüşmektedir.



Şekil 4.10 Dönerin duyusal değerlendirme puanlarına STPF kullanımı ve tumbling uygulamasının etkisi

Cheng and Ockerman (2007) tarafından sığır rostosunda yapılan çalışmada, kontrol grubu ile STPF (%0.5), askorbik asit ve tokoferol içeren ve bunlara ilave olarak tumbling (18 s; 10 dakika çalışma, 50 dakika durma) uygulanmış örnek grupları arasında lezzet ve sululuk bakımından önemli bir farklılık bulunmadığı belirtilmiştir. Ancak kontrol grubuna göre diğer uygulamalarda gevreklik bakımından bir iyileşme olduğu bildirilmiştir.

5. SONUÇ

Döner üretiminde tumbling uygulamasının, STPF kullanımının ve depolamanın lipid oksidasyonu üzerine etkilerinin saptanması amacıyla belirlenen TBA değerleri incelendiğinde, tumbling işleminin uygulanmadığı veya sürekli tumbling işleminin uygulandığı koşullarda TBA değerlerinin artmadığı, sadece kesikli tumbling uygulamasında istatistiki olarak önemli bir artış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca TBA değeri üzerine %0,25 oranında STPF kullanımı düşürücü etki yaptığı belirlenmiştir. STPF'ın açıkta satılan dönerlerin oksidasyona karşı dayanımını arttırmak için kullanılabileceğini kanıtlamaktadır.

STPF varlığında, protein oksidasyonunun değerlendirilmesinde kullanılan toplam sülfidril (-SH) grupları miktarında artış meydana gelmektedir. Ayrıca 2 gün depolama sonucunda istatistik olarak önemli bir artış belirlenmiştir. Tumbling uygulanmamış örneklerin diğer uygulamalara göre daha az -SH grubu içerdiği tespit edilmiştir. Lipid hidrolizinin bir göstergesi olan SYA değerlerinde kesikli tumbling sonucunda bir artış görülmüştür. Fosfat kullanılan grupların SYA değeri fosfatsız gruplara kıyasla daha düşüktür.

Dönerin renk özelliklerinde meydana gelen değişimlerin anlaşılabilmesi için yapılan ve renk pigmentinin oksidasyonu ile oluşan metmiyoglobin miktarının ölçümüne dayanan analize göre birbirlerinden bağımsız olmak üzere sürekli tumbling uygulamasında ve fosfat yokluğunda diğer gruplara göre metmiyoglobin miktarı daha yüksektir. Ayrıca fosfat ile gün arasındaki bazı interaksiyonlar da MetMb miktarını etkilemektedir. Bu durum STPF'ın renk oksidasyonuna karşı yeterli etkiyi göstererek ürün görünümünde iyileşmeye yardımcı olduğunu göstermektedir. Toplam pigment miktarında bakımından ise, sürekli tumbling uygulanmış grupların tumbling uygulanmamış gruplardan daha düşük toplam pigment içeriğine sahip olduğu ancak kesikli tumbling ile arasında önemli bir fark bulunmadığı belirlenmiştir.

Pigment oksidasyonunun bir diğer göstergesi olarak enstrümental renk ölçümü yapıldığında uygulamaların *L** (açıklık-koyuluk) değerini değiştirmediği, *a** (kırmızılık) değerinin ikinci gün artış gösterdiği tespit edilmiştir. *b** (sarılık) değerinin ise kesikli tumbling uygulandığında diğer gruplara kıyasla yükseliş halinde olduğu tespit edilmiştir. *b** değeri fosfat kullanımı ile düşmekte, depolama ile artmaktadır. *L** ve *a** değerinde fosfata ve tumbling metoduna bağlı olarak değişme olmaması uygulamaların olumsuz etki göstermediğini belirtmektedir. Sadece kırmızılık değerinde güne bağlı olarak artış, depolama ile homojen kür rengi oluşumunun gerçekleştiğini göstermektedir. *b** değirinin ise STPF kullanımı ile azaltılabileceği ortaya çıkmıştır.

Uygulanan işlemlerin tüketicinin duyusal beğenisi üzerine göstermiş olduğu etkinin araştırıldığı duyusal panel sonucunda görünüş, renk, yapı (tekstür) ve genel beğeni bakımından STPF kullanılmış dönerlerin fosfatsız gruplara göre daha yüksek puanlar alması istatistik açıdan önemli bulunmasa da, elde edilen veriler STPF'ın duyusal açıdan ürünlere katkı yaptığını göstermektedir. Aynı zamanda bu durum, dönerde STPF'ın duyusal olarak herhangi bir olumsuzluk yaratmadan kullanılabileceği göstermesi bakımından önemlidir. Zira üretilen döner ne kadar yüksek kalite özellikleri gösterirse göstersin, duyusal olarak tüketiciler tarafından beğenilmediği takdirde üretimde kullanımı mümkün olmayacaktır.

Türk mutfak kültüründe temel bir yeri bulunan döner bugün, pişirilme tekniği ve tüketiciye sunulma biçimiyle tamamıyla fast food sektörünün bir parçası haline gelmiştir. Toplumda yaşanan baş döndürücü hızdaki gelişmeler sonucunda hazır gıdalara artan talebi dönere yönlendirebilmek için, keşfinden beri neredeyse aynı metodlarla üretimi gerçekleştirilen döneri oksidatif değişimler açısından daha stabil hale getirmek amacıyla çeşitli yöntemler denenmelidir. Bu amaçla kullanılabilecek tumbling metodunun sürekli çalışma prensibine dayanan uygulamasının ve bunun yanında STPF kullanımının, TBA, SYA değerleri ve MetMb miktarı açısından olumlu katkılar sağladıkları ve duyusal özelliklere etki etmedikleri göz önüne alınırsa döner üretiminde tercih edilmeleri ürünün kalitesinin korunması ve geliştirilmesi bakımından oldukça faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

Acar, M.S. 1996 Kasaplık Hayvan Etleri ve Tavuk Etinden Yapılan Döner Kebapların Mikrobiyolojik Kalitesinin Karşılaştırmalı Araştırması, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul.

Addis, P.B. and Schanus, E. 1979. Massaging and tumbling in the manufacture of meat products. Food Technol., 33; 36-40.

Ahn, D.W., Wolf, F.H., Sim, J.S. and Kim, D.H. 1992. Packaging cooked turkey meat patties while hot reduces lipid oxidation. J. Food Sci. Off. Publ. Inst. Food Technol. 57(5); 1075-1077.

Allen C.A. and Foegeding, E.A. 1981 Some lipid characteristics and interactions in muscle foods: A review, Food Technology, 35(5); 253-257.

Anonymous. 1990. Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. IAC, Arlington, Virginia.

Anonim. 1995. Döner yapım kuralları (TS 11658). Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey Cad. No:112, Ankara.

Anonim. 2003. Döner eti- pişmemiş (TS 11859). Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey Cad. No:112, Ankara.

Anonim. 2007. ‘‘Türk Gıda Kodeksi Çiğ Kırmızı Et ve Hazırlanmış Kırmızı Et Karışımları Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ’’, Sayı: 26687, Tebliğ No:2007/47, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara.

Anonim. 2008. Avrupa Türk Döner İmalatçıları Derneği. http://atdid.de/tr-atdid/tr-home/home.html. Erişim Tarihi: 18.06.2008.

Asghar, A., Gray, J.I., Buckley, D.J., Pearson, A.M. and Booren, A.M. 1988. Perspectives in warmed–over flavour. Food Technol, 42(6); 102-110.

Ayaz, M., Othman, F.A., Bahareth, T.O., Al-Sogair, M.A. and Sawaya, W.N. 1985 Microbial Quality Of Shawarma in Saudi Arabia, Journal of Food Protection, 48(9); 811-814.

Bartkowiak M. and Szczerbal H. 2007. Effect Of Curing By Injection Method, Massaging And Pasteurization On Histological Changes Of Bovine Muscles, Ejpau 10(2); 19.

Batifoulier, F., Mercier, Y., Gatellier, P. and Renerre, M.. 2002. Influence of vitamin E on lipid and protein oxidation induced by H_2O_2-activated MetMb in microsomal membranes from turkey muscle. Meat Sci. 61; 389–395.

Baublits, R.T., Pohlman, F.W., Brown Jr. A.H. and Johnson, Z.B. 2005a. Effect of enhancement with varying phosphate types and concentrations, at two different pump rates on beef biceps femoris instrumental color characteristics. Meat Science, 71; 264-276.

Baublits, R.T., Pohlman, F.W., Brown, Jr. A.H. and Johnson, Z.B. 2005b. Effects of sodium chloride, phosphate type and concentration, and pump rate on beef biceps femoris quality and sensory characteristics. Meat Science, 70; 205-214.

Bekhit, A.E.D., Geesing, G.H., Ilian, M.A. and Morton, J.D. and Bickerstaffe, R. 2003. The effects of natural antioxidants on oxidative processes and metmyoglobin reducing activity in beef patties. Food Chemistry, 81; 175-187.

Bligh, E.G. and Dyer, W.J. 1959. A rapid method for total lipid extraction and purification. Canadian.J.Biochem. Physiol. 37; 911-913.

Boleman, S.J., Boleman, S.L., Miller, R.K., Taylor, J.F., Cross, H.R.,Wheeler, T.L., Koohmaraie, M., Shackelford, S.D., Miller, M.F. and West, R.L. 1997. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. Journal of Animal Science, 75(6); 1521-1524.

Boles, J.A. and Shand, P.J. 2002. Tumbling regime effects on the processing characteristics and tenderness of cooked roast beef. J. Muscle Foods, 13; 25-35.

Buckley, D.J., Gray, J.I., Ashgar, A., Price, J.F., Crackel, R.L., Booren, A.M., Pearson, A.M. and Miller, E.R. 1989. Effects of dietary antioxidants and oxidized oil on membranal lipid stability and pork product quality. J. Food Sci., 54(5); 1193-1197.

Buckley, D. J., Morrissey, P. A. and Gray, J. I. 1995. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. J. Animal Sci., 73; 3122-3130.

Cassidy, R.D., Ockerman, H.W., Krol, B., Von Roon, P.S., Plimpton, R.F. and Cahil, V.R., 1978. Effect of tumbling method, phosphate level, and final cook temperature on the histological characteristic of tumbled porcine muscle tissue. J. Food Sci., 43, 1514-1518.

Cheng, J.H. and Ockerman, H.W. 2003. Effect of phosphate with tumbling on lipid oxidation of precooked roast beef. Meat Sci., 65; 1353-1359.

Cheng, J.H. and Ockerman, H.W. 2004. Effect of ascorbic acit with tumbling on lipid oxidation of precooked roast beef. Journal of Muscle Foods, 15(2); 83-93.

Cheng, J.H., Wang, S.T. and Ockerman, H.W. 2006. Lipid oxidation and color change of salted pork patties. Meat Sci., 75; 71–77.

Cheng, J.H. and Ockerman, H.W. 2007. Effects of phosphate, ascorbic acid, α-tocopherol and salt with nonvacuum tumbling on lipid oxidation and warmed-over flavor of roast beef. Journal of Muscle Foods, 18(3); 313-329.

Craig, J.A., Bowers, J.A., Wang, X.Y. and Seib, P.A. 1996. Inhibition of lipid oxidation in meats. by inorganic phosphate and ascorbate salts. J Food Sci 61(5); 1062-1067.

Davies, K.J.A. 1986. Intracellular proteolytic systems may function as secondary antioxidant defenses: An hypothesis. Free Radical Biology Medicine, 2; 155-173.

Davies, K.J.A. and Goldberg, A.L. 1987 Oxygen radicals stimulate proteolysis and lipid peroxidation by independent. mechanisms in erythrocytes. J. Biol. Chem., 262(17); 8220-8226.

Decker, E.A. and Xu, Z. 1998. Minimizing rancidity in muscle foods. Food Technology, 52; 54–59.

Dolata, W., Piotrowska, E., Wajdzik, J. and Tritt-Goc, J. 2004. The use of the MRI technique in the evaluation of water distribution in tumbled porcine muscle. Meat Sci., 67; 25-31.

Dufrasne, I., Marche, C., Clinquart, A. and Hornick, J.L. 2000 Effects of dietary vitamin E supplementation on performance and meat characteristics in fattening bulls from the Belgian Blue breed. Livestock Produc. Sci., 65; 197-201.

Dzudie, T. and Okubanjo, A. 1997. Effects of rigor state, curing and tumbling on physico-chemical and organoleptical properties of goat ham. J. Food Sci. and Technol., 34, 136-139.

Dzudie, T. and Okubanjo, A. 1999. Effects of rigor state and tumbling time on quality of goat hams. Journal of Food Engineering, 42, 103–107.

Eksen, İ. 2003. Kebabistanbul, Sel Yayıncılık, İstanbul.

Erbay, E.K. 2007. Popüler Kültür ve Beslenme Biçimleri Örnek Olay: Döner Kebap. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Gazetecilik Bölümü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Erdem, H. 2000. Cirosu Almanya'da hamburgeri geçen dönerin markalı fastfood zincirine dönüşmesi gerekmektedir. T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı Dış Ticaret Dergisi, Sayı 17, Ankara.

Fernandez-Lopez, J., Zhi, N., Aleson-Carbonell, L., Perez-Alvarez, J.A. and Kuri, V. 2005. Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. Meat Science, 69; 371-380.

Forrest, J.C., Aberle, E.D., Hedrick H.B., Judge M.D. and Merkel, R.A. 1975. Principles of Meat Science, W.H. freeman and Co. New York,San Francisco.

Ghavimi, B., Rogers, R.W., Althen, T.G. and Ammerman, G.R. 1986. Effect of nonvacuum, vacum and nitrojen back-flush tumblinb on various characteristics o restructured cured meat. Journal of Food Science, 51(5); 1166-1168.

Gillet, T.A., Cassidy, R.D. and Simon, S. 1981. Effect of continuous massaging on bind, yield and color of hams. Journal of Food Science, 46; 1681-1683.

Gillet, T.A., Cassidy, R.D. and Simon, S. 1982. Ham massaging. Effect of massaging cycle, enviromental temperature and pump level on yield, bind and color of intermittently massaged hams. Journal of Food Science, 47; 1083-1088.

Gonzalez, T.R., Mateo, O.J., Totosaus, A. and Perez-Chabela, M.L. 2004. Effect of tumbling or marination with calcium chloride on bovine meat texture. Ciencia y Tech. Alimentaria, 4(4); 274-277.

Gökalp, H. Y., Kaya, M. ve Zorba, Ö. 1999. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk Üniversitesi, 561, Erzurum.

Gönülalan, Z., Yetim, H. and Köse, A. 2004. Quality Characteristics of Döner Kebab Made from Sucuk Dough Which is a Dry Fermented Turkish Sausage, Meat Science, 67; 669-674.

Gray, J.I., Gomaa, E.A. and Buckley, D.J. 1996. Oxidative Quality and Shelf Life of Mets. Meat Sci., 43; 111-123.

Greene, B.E., Hsin I. and Zipser**,** M.W. 1971. Retardation of oxidative color changes in. raw ground beef. J. Food Sci., 36; 940-942.

Hayes, J.E., Kenny, T.A., Ward, P. and Kerry, J.P. 2007. Development of a modified dry curing process for beef. Meat Sci., 77 (3); 314-323.

Hsieh, R.J. and Kinsella, J.E. 1989. Oxidation of polyunsaturated fatty acids: Mechaniss, products. and inhibition with emphasis on fish. Advances Food and Nutrition Research, 33; 233-341.

Hullberg, A. and Lundström, K. 2004. The effects of RN genotype and tumbling on processing yield in cured-smoked pork loins. Meat Science, 67; 409-419.

Hullberg, A., Johansson, L. and Lundström, K. 2005. Effect of tumbling and RN genotype on sensory perception of cured-smoked pork loin. Meat Science, 69; 721–732.

Hultin, H.O. 1994. Oxidation of lipids in seafoods, In: Seafoods. Chemistry, Processing Technology and Quality, Shahidi F. and Botto J R. (Eds). Blackie Academic and Professional, p. 342.

Jöckel, S. and Stengel, G. 1984. "Döner Kebab" Untersuchung und Beurteilung Einer Türkischen Spezialitat, Fleischwirthschaft, 64 (5); 527-538.

Jun Lee, B., Hendricks, D.G. and Cornforth, D.P. 1998. Effect of sodium ohytate, sodium pyrophsophate and sodium tripolyphosphate on physico-chemical characteristics of restructured beef. Meat Science, 50; 273-283.

Juntachote, T., Berghofer, E., Siebenhandl, S. and Bauer, F., 2006. The oxidative properties of Holy basil and Galangal in cooked ground pork. Meat Science, 72; 446-456.

Kanner, J. 1994. Oxidative processes in meat and meat products: quality implications. Meat Science, 36; 169–189.

Kannan, G., Kouakou, B. and Gelaye, S. 2001. Color changes reflecting myoglobin and lipid oxidation in chevon cuts during refrigerates display. Small Ruminant Research, 42; 67-75.

Kayışoğlu, S., Yılmaz, İ., Demirci, M. and Yetim, H. 2003. Chemical Composition and Microbial Quality of Döner Kebabs Sold in Tekirdag Market, Food Control, 14; 469-474.

King, A.J. and Earl, L.A. 1988. Effect of selected sodium and potassium salts on TBA values of dark meat turkey patties. J. Food Sci., 53; 723-726.

Kodal, B. 2008. Antioksidan özellikli yenilebilir filmlerin sığır kıymasının oksidatif stabilitesine etkileri. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 69s.

Knipe, L. 2007. Sectioned and formed meat products. http://ansci.osyu.edu/~meatsci/ archive/sectioned.htm. Erişim Tarihi: 07.12.2007.

Krause, R.J., Plimpton, R.F., Ockerman, V.R. and Cahil V.R. 1978. Influence of tumbling and sodium tripolyphosphate on salt nitrite distrubition in porcine muscle. J. Food Sci., 43; 190-192.

Krzywicki, K. 1982. The determination of haem pigments in meat. Meat Sci. 7; 29-36.

Lai, S.M., Smith, G.D.M., Booren, A.M., Crackel, R. L. and Buckley, D.J. 1991. Effects of oleoresin rosemary, tertiary butylated hyroquinone and sodium tripolyphosphate on the development of oxidative rancidity in restructured chicken nuggets. J. Food Sci., 56; 616-620.

Lawlis, T.L., Plimpton, R.F., Ockerman, H.W. and, Parrett, N.A. 1992. Electrical stimulation and tumbling affect pre-rigor cured, sectioned and formed ham roasts. Journal of Food Science, 57(3); 564–568.

Lee, E.S., Dadgar, S., Kim, C.J. and Shand P.J. 2007. Effect of raw meat L* -value, pH and marination on cooked meat quality of broiler. http://cmsa-ascv.ca/pdf_public/Sept-07Leepgs.30-32.pdf. Erişim Tarihi:26.01.2009.

Liu, Q., Lanari, M.C. and Schaefer, D.M., 1995. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. J. Anim. Sci., 73; 3131-3150.

Liu, G., Xiong, Y.L. and Butterfield, D.A. Chemical, physical, and gel-forming properties of oxidized myofibrillar, whey, and soy protein isolates. J. Food Science, 65; 811-818.

Lyon, B.G. and Magee, J.B. 1984. Effects of sodium chloride and polyphosphate pretreatments on fowl meat processed in flexible pouches. Poultry Sci. 63; 1958–1963.

McDermott, M., Mitchell, P.C. and Welch R.W. 1999. Effects of meat piece size and phosphate on maximum slicing rate, cooking loss and sensory quality of a re-formed pigmeat shoulder product. Int. Journal of Food Science and Technology, 34; 101-106.

Motycka, R.R. and Bechtel, P.J. 1983. Influence of pre-rigor processing, mechanical tenderization, tumbling method and processing time on the quality and yield of ham. Journal Food Science, 48; 1532-1536.

Nadarajah, D., Han, J.H. and Holley, R.A. 2005. Use of mustard flour to inactivate *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef under nitrogen flushed packaging. International Journal of Food Mikrobiyology, 99; 257-267.

Nagy, A., Mıhályı, V. and Incze, K. 1989. Ripening and storage of Hungarian salami. Fleischwirtsch.,69(4); 578-589.

Nawar, W.W. 1985. Food Chemistry. Edited by Owen R. Fennema, Marcel Dekker Inc. 270 Madison Avenue, p.182, New York.

Neely, T.R., Lorenzen, C.L., Miller, R.K., Tatum, J.D., Wise, J.W., Taylor, J.F., Buyck, M.J., Reagan, J.O. and Savell, J.W. 1998. Beef Customer Satisfaction: Role of cut, USDA quality grade, and city on in-home consumer ratings. J. Anim. Sci. 76; 1027-1033.

Northcutt, J.K., Smith, D.P. and Buhr, R.J. 2000. Effects of bruising and marination on broiler breast fillet surface appearance and cook yield. J. Appl. Poult. Res., 9; 21–28.

Ockerman, H.W., Plimpton, R.F. Jr., Cahil, V.R. and Parret, N.A. 1978. IUnfluence of short term tumbling, salt and phosphate on cured canned pork. J. Food Science, 43; 878-881.

Ockerman, H.W. 1985. Quality control of post-mortem muscle tissue. Columbus, OH., Department of Animal Sciences, The Ohio State University.

Öztan, A. 2003. Et Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Mühendisleri Odası Yayınları No:1, Filiz Matbaacılık, 4. Baskı, 495 s., Ankara.

Pietrasik, Z. and Shand, P.J. 2003. The effect of quantity and timing of brine addition on water binding and textural characteristics of cooked beef rolls. Meat Sci., 65; 771-778.

Pietrasik, Z. and Shand, P.J. 2004. Effect of blade tenderization and tumbling time on the processing characteristics and tenderness of injected cooked roast beef. Meat Science, 66, 871-879.

Plimpton, R.F. Jr, Perkins, C.J., Sefton, T.L., Cahill, V.R. and Ockerman, H.W. 1991. Rigor condition, tumbling and salt level influence on physical, chemical and quality characteristics of cured, boneless hams. J. Food Science, 56; 1514-1518.

Rust, R.E. and Olson, P.G. 1973. Meat curing principles and modern practice. Koch Supplies, p.134, Kansas City.

Shahidi, F. 1994. Assessment of lipid oxidation and off-flavor development in meat and meat products. In F. Shahidi, Editor, Flavor of meat and meat products, Blackie Academic and Professional, p.53., London.

Sharma, B.D., Kumar, S., Nanda, P.K. and Kumar, S. 2002. Optimization of short term tumbling schedule for the processing ofcured and restructured buffalo meat blocks. Indian Journal of Animal Scinces, 72; 684–688.

Sherwin, E.R. 1990. Antioxidants. Food Additives. Edited by A.L. Branen, P.M. Davidson, S. Salminen, Marcel Dekker, Inc. New York, 139-193.

Siegel, D.G., Theno, D.M., Schmidt, G.R. and Norton, H.W. 1978. Meat massaging: The effects of salt, phosphate and massaging on cooking loss, binding strength and exudate composition in sectioned and formed ham. J. Food Science, 43; 331–335.

Smith, D.P. and Young, L.L. 2007. Marination pressure and phosphate effects on broiler breast fillet yield, tenderness, and color. Poultry Sci., 86; 2666-2670.

Srinivasan, S. and Hultin, H.O. 1995. Hydroxyl radical modification of fish muscle proteins. J. Food. Biochem., 18; 405-425.

Stadtman, E.R. 1990. Metal ion catalysed oxidation of protein: Biochemical mechanism and biological consequence. Free Radic. Biol. Med. 9; 315–325.

Stoick, S.M., Gray, J.I., Booren, A.M. and Buckley, D.J. 1991. Oxidative stability of restructured beef steaks processed with oleoresin rosemary, tertiarybutylhydro quinone and sodium tripolifosfat. J. Food Sci. 56; 597-600

Tarladgis, B.G., Watts B.M., Younathan, M.T. and Dugan, Jr.L. 1960. A distillation method for the determination of malonaldehyde in rancid foods. J. Am. Oil Chem. Soc., 37; 44-48.

Theno, D.M., Siegel, D.G. and Schmidt, G.R. 1978. Meat massaging: effects of salt and phosphate on the microstructural composition of the muscle exudate. Journal of Food Science, 43; 483–487.

Tian, L., Cal, Q. and Wei, H. 1998. Alterations of antioxidant enzymes and oxidative damage to macromolecules in different organs of rats during aging. Free Radical Biology Medicine, 24(9); 1477-1484.

Tim, M.J. and Watts, J. 1958. Protection of cooked meats. with phosphates. Food Technology, 12; 240-243.

Todd, E.C.D., Szabo, R. and Spiring, F. 1986. Donairs (gyros)-potential hazards and control. Journal of Food Protection, 49(5); 369–377.

Tomic, N., TomaSevic, I., Radovanovic R. and Rajkovic, A. 2008. Uzice beef prshuta influence of different salting processes on sensory properties. J. Muscle Foods, 19; 237–246.

Topan A., Ocakcı, A., Kalıncı, N. ve Öztürk, Ö. 2006. http://www.millipediatri.org.tr/ bildiriler/HP-14.htm. 50. Milli Pediatri Kongresi Bildirisi. Erişim Tarihi: 24.11.2008

Treharne, T. 1971. Growing interest in meat tumbling. Food Manufacture. Oct., 35-36.

Trout, G.R. and Schmidt, G.R. 1984. The effect of phosphate type and concentration, salt level and method of preparation on binding in beef rolls. J.Food Sci., 49; 687-694.

Turhan, S. ve Üstün, N.Ş. 2001. "Et ve su ürünlerinde lipid oksidasyonu". O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 16; 89-95.

Üstün, N.S. ve Turhan, S. 1999. Yağ oksidasyonu ve antioksidanlar. O.M.U. Ziraat Fakültesi, Yardımcı Ders Notu, No: 11, 81 s., Samsun.

Üzümcüoğlu, Ü. 2001. Ankara Piyasasında Satılan Döner Kebaplar üzerine Bir Arastırma, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisligi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Vaithiyanathan, S., Naveena, B.M., Muthukumar, M., Girish, P.S., Ramakrishna, C., Sen, A.R. and Babji, Y. 2008. Biochemical and physicochemical changes in spent hen breast meat during postmortem aging. Poultry Science 87; 180–186.

Vara-Ubol, S. and Bowers, J.A. 2002. Inhibition of oxidative flavor changes in meat by alpha-tocopherol in combination with sodium tripolyphosphate. Journal of Food Sci., 67(4); 1300-1307.

Vaudagna, S.R., Pazos, A.A., Guidi, S.M., Sanchez, G., Carp, D.J. and Gonzalez, C.B. 2008. Effect of salt addition on *sous vide* cooked whole beef muscles from Argentina. Meat Science, 79(3); 470-482.

Vazgeçer, B., Ulu, H. and Öztan, A. 2004. Microbial and chemical qualities of chicken döner kebab retailed on the turkish restaurants, Food Control, 15; 261-264.

Weiss, J.M. 1973. Ham tumbling and massaging. Western Meat Industry. 14; 23-28
Woods, K.L., Rhee, K.S. and Sam A.R. 1997. Tenderizing spent fowl meat with calcium chloride.4. Improved oxidative stability and effects of additional aging. Poultry Sci., 76; 548–551.
Yaman, R. 1993 Döner kebabın hikayesi, Türk Mutfak Kültürü Üzerine Araştırmalar, Türk Halk Kültürünü Araştırma ve Tanıtma Vakfı Yayınları No:3; 92-101.
Yetim, H. ve Gökalp, H.Y. 1989. Et Teknolojisinde Tumbling ve Massaging II: uygulamasında dikkat edilecek hususlar, avantaj ve dezavantajları ve yurdumuz açısından önemi. Gıda 14(2), 77-83.
Yetim, H. and Ockerman, H.W. 1994. The ınfluence of egg white and tumbling on proximate composition and protein fractions of fresh catfish muscle. J. Aqua. Food Prod. Technol., 3(4); 25-39.
Young, L.L., Northcutt, J.K. and Lyon, C.E. 1996. Effect of stunning time and polyphosphates on quality of cooked chicken breast meat. Poultry Sci. 75:677–681.
Young, L.L. and Lyon, C.E. 1997. Effect of postchill aging and sodium tripolyphosphate on moisture binding properties, color, and Warner-Bratzler shear values of chicken breast meat. Poult. Sci. 76:1587–1590.
Xargayo, M. and Lagares, J. 1992. Computerized massaging of meat. Fleishwirtschaft, 4, 28-35.

EKLER

EK 1 Döner için yaprak et açılması

EK 2 El ile açılamayan etlerin işlendiği açma makinesi

EK 3 Çalışmada kullanılan tumbling makinesi

EK 4 Yaprak etlerin şişlere dizilerek döner haline getirilmesi

EK 5 Dönerlerin pişirilmesi

EK 6 Döner duyusal analiz formu

EK 1 Döner için yaprak et açılması



EK 2 El ile açılamayan etlerin işlendiği açma makinesi



EK 3 Çalışmada kullanılan tumbling makinesi



EK 4 Yaprak etlerin şişlere dizilerek döner haline getirilmesi



EK 5 Dönerlerin pişirilmesi



EK 6 Döner duyusal analiz formu

PANELİSTİN ADI SOYADI:…….. **TARİH**:……..

Tadıma başlamadan önce ve tadım esnasında örnekler arasında bir önceki örnekten ağzınızda kalan tadı kraker ve su ile giderin.

Her bir örnek ve duyusal karakteristik için belirtilen skaladan bir numara kodlamayı unutmayın.

Örnek Kodu	Renk	Lezzet	Yapı (Tekstür)	Genel Beğeni
A				
B				
C				
D				
E				
F				

SKALA

9. Mükemmel
8. Çok İyi
7. İyi
6. Ortanın üstü
4. Ortanın altı
3. Kötü
2. Çok kötü
1. Son derece kötü

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gökhan BEKTAŞ
Doğum Yeri : Ankara
Doğum Tarihi : 1982
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu:

- Lise : Ankara Ayrancı Yabancı Dil Ağırlıklı Lise (2000)
- Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (2005)
- Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (Şubat 2006-Nisan 2009)

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl:

- Sampi Pide Restoranları Zinciri (Sampi Piraye AŞ.), Mayıs-Eylül 2006
- Tarım ve Köyişleri Bakanlığı (TKİB) İstanbul İl Tarım Müd., 2007 - 2008
- TKİB Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü (TAGEM), Ocak 2009-(halen)

Aldığı Kurslar:

- Gıda Kontrolör Kursu, TKİB Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü 2007
- ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemi Temel Eğitimi ve Dokümantasyon Eğitimi, 2008
- ISO 17020(=EN 45004) Çeşitli Tipteki Denetim Kuruluşlarının Çalıştırılmaları İçin Genel Kriterler Temel Eğitimi, 2008