

**ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI
2012-YL-036**

**ETLİK PİLİÇLERDE KESİM SIRASINDA UYGULANAN
SOĞUTMA YÖNTEMLERİNİN ETİN BAZI KALİTE
ÖZELLİKLERİ VE RAF ÖMRÜNE ETKİSİ**

Zeynep KAÇAMAKLI

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Mustafa AKŞİT

AYDIN

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

AYDIN

Zootekni Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Zeynep KAÇAMAKLI tarafından hazırlanan “Etlik Piliçlerde Kesim Sırasında Uygulanan Soğutma Yöntemlerinin Etin Bazı Kalite Özellikleri ve Raf Ömrüne Etkisi” başlıklı tez, (savunma tarihi) tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan: Prof. Dr. Mustafa AKŞİT	ADÜ.
Üye: Prof. Dr. Servet YALÇIN	EGE
Üye: Doç. Dr. Atakan KOÇ	ADÜ.

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Yüksek Lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun Sayılı tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN

Enstitü Müdürü

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

AYDIN

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

...../...../20...

Zeynep KAÇAMAKLI

ÖZET

ETLİK PİLİÇLERDE KESİM SIRASINDA UYGULANAN SOĞUTMA YÖNTEMLERİNİN ETİN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ VE RAF ÖMRÜNE ETKİSİ

Zeynep KAÇAMAKLI

Yüksek Lisans Tezi, Zootekni Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa AKŞİT

2012, 45 sayfa

Çalışma, etlik piliçlerde kesim işlemleri sırasında uygulanan farklı karkas soğutma yönteminin, piliç etlerinin bazı kalite özelliklerine ve etlerinin buzdolabı koşullarında bekletilmesi (raf ömrü) sırasında gelişen bazı mikroorganizmalara etkilerini ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür. Ticari bir kanatlı kesimhanesinde yürütülen bu araştırmada, karkas soğutma yöntemleri olan su, hava ve su+hava soğutma yöntemleri karşılaştırılmıştır. Çalışmada, her soğutma grubundan 30 adet piliç olmak üzere toplamda 90 adet piliç kullanılmıştır. Kesim sonrası etin kalite parametrelerini değerlendirmek için her soğutma grubundan 30 adet (15♂:15♀) ve mikroorganizma sayımları için her soğutma grubundan 10 adet (5♂:5♀) piliç eti örneği alınmıştır. Farklı karkas soğutma yöntemleriyle soğutulan et örneklerinde, raf ömrünü tespit etmek için toplam mezofilik ve psikrofil mikroorganizma sayımları yapılmıştır. Örnekleme günlerine bakıldığında (0, 3, 5, 7 ve 9), hava soğutma yönteminin psikrofil (5°C) ve mezofilik (30°C) mikroorganizmaların gelişimini geciktiren önemli bir etkide bulunduğu ortaya çıkmıştır. Soğutma yöntemlerinin etin pH₁₅, pH₂₄, L, a* ve b* değerlerine önemli bir etkisinin bulunmadığı saptanmıştır. Diğer taraftan hava soğutma yöntemi karkaslarda ağırlık farkı, çözdürme, pişirme ve su kayıpları üzerinde önemli bir etkiye sahip olmuştur. Bu araştırmadan elde edilen bulgular, piliç karkaslarının, soğutulmasında hava soğutma yönteminin etlerinin kalite özelliklerini ve raf ömrünü olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelime: soğutma yöntemi, et kalitesi, mikrobiyolojik kalite, raf ömrü.

ABSTRACT**THE EFFECT OF CHILLING METHODS APPLIED DURING
SLAUGHTERING PROCESS ON MEAT QUALITY CHARACTERISTICS
AND SHELF LIFE OF BROILER MEAT**

Zeynep KAÇAMAKLI

M.Sc. Thesis, Department of Animal Sciences

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa AKŞİT

2012, 45 pages

The aim of this study was determine to the effect growth of some microorganisms on broiler carcasses stored at refrigerator conditions after different chilling processes. This study was conducted in a commercial poultry slaughterhouse using water, air and water+air chilling methods. In experiment were used . After slaughtering, a total of 90 broilers with 30 chickens (15♂:15 ♀) in each chilling group were used to evaluate for meat quality parameters. In order to detect shelf life of meat, the total mesophilic and psychrophilic microorganisms were counted on 10 carcasses from each group. At the sampling days (0, 3, 5, 7, 9), the air chilling method delayed the growth of both the psychrophilic (5°C) and mesophilic (30°C) bacteria. These three chilling methods had no significant effect on pH₁₅, pH₂₄, L, a* and b* values. On the other hand, the air chilling method has the lowest weight loss, cooking loss and drip loss. In conclusion, the results demonstrated that the air chilling procedure is positive effect on shelf life and quality of broiler meat.

Key word: chilling methods, meat quality, microbiologic quality, shelf life

ÖNSÖZ

Kanatlı etinin kalitesini ve raf ömrünü etkileyen en önemli etkenlerden birisi de kesimhanede karkaslara uygulanan soğutma işlemidir. Kesimhanelerde kesim ve soğutma işlemleri sırasında kontaminasyon düzeyini en aza indirerek, etin kalitesini artırmak ve raf ömrünü uzatarak gıda güvenliğini sağlamak mümkündür. Yapılan bu çalışmada karkas soğutma yöntemlerinin piliç etlerinde renk, pH, su kaybı, çözdürme, pişirme kaybı ve gelişebilecek mikroorganizma sayısı üzerine önemli etkilerde bulunduğu görülmüştür. Araştırmadan elde edilen sonuçların ileride yapılabilecek çalışmalara temel oluşturacağı düşünülmektedir.

Bu tezin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen, her an ilgi ve desteğini gördüğüm değerli hocam Prof. Dr. Mustafa AKŞİT' e teşekkür ederim.

Araştırmanın laboratuvar aşamasında çalışmalarımı gerçekleştirmiş olduğum Adnan Menderes Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Mikrobiyoloji Laboratuvarını kullanma olanağı sağlayan hocam Doç. Dr. Halil BIYIK' a, laboratuvar aşamasında yardımlarını esirgemeyen Araş. Gör. Seçil KÜÇÜK' e teşekkür ederim.

Yaşamım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI	v
ÖZET.....	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ	xi
SİMGELER DİZİNİ.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1.Kesimhanelerde Kullanılan Soğutma Yöntemleri.....	3
2.1.1.Hava Soğutma Yöntemi	3
2.1.2. Su Soğutma Yöntemi	4
2.1.3.Evaporatif Soğutma Yöntemi.....	5
2.1.4. Su+ Hava Soğutma Yöntemi.....	5
2.2. Karkasta Toplam Mikroorganizma Sayısı.....	6
2.3. Etin pH'sı	8
2.4. Soğutma Sonrası Ağırlık, Çözdürme-Pişirme ve Su Kaybı	10
2.5. Soğutma Sonrası Etteki Renk Değerleri.....	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.1. Hayvan Materyali	14
3.2.Toplam Mikroorganizma Sayımı	15
3.3 Etlik piliçlerde pH ölçümü	16
3.4 Renk Analizi.....	16
3.5 Ağırlık Kaybı, Çözdürme- Pişirme ve Su Kayıpları	16

3.6. İstatiksel Analizler.....	18
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	19
4.1. Toplam Mikroorganizma Sayısı.....	19
4.1.1 Toplam Psikrofil Mikroorganizma Sayısı	19
4.1.2 Toplam Mezofilik Mikroorganizma Sayısı	23
4.1.3 Farklı Yöntemlerle Soğutulan Piliç Etlerinde Bazı Kalite Özellikleri	27
4.1.4. Soğutma sonrası Etin Ağırlık Kaybı, Çözdürme, Pişirme ve Su Kaybı	31
SONUÇ	35
KAYNAKLAR.....	37
ÖZGEÇMİŞ.....	45

SİMGELER DİZİNİ

AMGC	Aerobik Mezofilik Genel Canlı Sayımı
PCA	Plate Count Agar
Ps	Pseudomonas
g	gram
%	yüzde
Dk	dakika
°C	santigrad derece
Sa.....	saat
Kob.....	koloni oluşturan birim
Ml	mililitre
Ppm	milyonda bir kısım
Spp	türler
m ²	metrekare
sn	saniye
l.....	litre
log ₁₀	logaritma 10 tabanında
cfu.....	Coloni-Forming Units
♂.....	dişi cinsiyet simgesi
♀.....	erkek cinsiyet simgesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Farklı yöntemlerle soğutulan piliç etlerinde gelişen toplam psikrofil mikroorganizma Sayısı ($\log \text{cfu/ g}^{-1}$).....	22
Şekil 2. Farklı yöntemlerle soğutulan piliç etlerinde gelişen toplam mezofilik mikroorganizma Sayısı ($\log \text{cfu g}^{-1}$).....	26

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. Deneme Grupları.....	14
Çizelge 2. Farklı yöntemlerle soğutulan piliç etlerinde gelişen toplam psikrofil mikroorganizma sayısı (log cfu/ g ⁻¹).....	21
Çizelge 3. Farklı yöntemlerle soğutulan piliç etlerinde gelişen toplam mezofilik mikroorganizma sayısı (log cfu/ g).....	25
Çizelge 4. Farklı yöntemlerle soğutulan piliç etlerinde bazı kalite özellikleri	29
Çizelge5. Farklı yöntemlerle soğutulan piliç etlerinde ortaya çıkan bazı kayıplar.....	33

1.GİRİŞ

Kanatlı hayvanların kesim işleminde yer alan soğutma aşaması, mikroorganizmaların gelişimini ve et kalitesini etkileyen en önemli basamaklardan birisidir (McKee, 2001; Sanchez vd., 2002; Petrak vd., 1999). Soğutma işlemi ile karkas sıcaklıklarının düşürülmesi biyokimyasal reaksiyonları geciktirmekte, mikroorganizmaların gelişimini engelleyerek etin raf ömrünün uzamasını sağlamaktadır (Davies ve Board, 1998).

Karkas soğutma işleminin, kanatlı etinin görünümünü, su tutma kapasitesini, lezzetini, yumuşaklığını ve raf ömrünü etkileyen kesim sonrası biyokimyasal reaksiyonların gelişimi üzerine etkili olduğu belirtilmiştir (Schreurs, 2000; Fletcher, 2002).

Kanatlı etlerinin mikrobiyal kontaminasyonu, bozulmaya neden olan mikroorganizmaların türü ve düzeyi yönünden de önem taşımaktadır. Kanatlı etlerindeki mikrobiyal kontaminasyonlar deri, tüy, toz, toprak ve dışkı gibi kesim öncesi bulaşabildikleri gibi kesim işlemi içerisinde, haşlama, tüy yolma, iç organ çıkarma, yıkama ve soğutma aşamalarındaki çapraz kontaminasyonlardan da kaynaklanmaktadır (Bremner ve Johnston, 1996).

Kesim işlemi sırasında, karkasta mikrobiyal gelişimin engellenebilmesi etin hızlı bir şekilde soğutulmasına bağlıdır. Karkas sıcaklığının, iç organ çıkarma işlemi takiben 4 saat içinde 4.4 °C' ye düşürülmesi gerekmektedir (Sanchez vd., 2002). Karkasların soğutulma süresi, soğutma sistemlerinin kritik parametrelerinden biri olmakla birlikte, buna paralel olarak karkas sıcaklığının hızlı ve kısa zamanda düşürülmesi de etin kalite parametrelerinden biri olan mikroorganizmaların gelişimini etkilemektedir.

Kesimhanelerde etlik piliçlerin kesilmesi sırasında karkasların soğutulması amacıyla su ve hava soğutma yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlara ek olarak evaporatif soğutma yöntemi de etkin soğutma yöntemleri arasında yer almaktadır (Northcutt vd., 2006). Su soğutma yöntemiyle karkas sıcaklığının düşürülmesi Amerika Birleşik Devletlerinde yaygın olarak kullanılırken, Avrupa ve Kanada'da soğuk hava dolaşımli soğutma yöntemi uygulanmaktadır (Sams, 2001).

Kanatlı karkaslarını soğutma aşamasında soğutma yöntemine bakılmaksızın öncelikli olarak ürünün sağlık güvenliği ve marketteki raf ömrü için mikrobiyal gelişmeye önem verilmektedir (Sams, 2001). Günümüzde soğutma yöntemlerinin etin kalitesi için daha etkili, daha ekonomik, mikrobiyal gelişmeyi kontrol altına alan ve ürünün kalitesini azaltmadan değişen sıcaklığa uyum sağlayan sistemler geliştirilmektedir (James vd., 2006). İşletmeler kısa zamanlı soğutma, sağlıklı, minimum ağırlık kaybı, düşük enerji harcayan ve az masraflı soğutma yöntemini tercih etmektedir.

Bu çalışmada, etlik piliçlerde kesim işlemleri sırasında uygulanan üç farklı karkas soğutma yönteminin, piliç etlerinin renk, pH, su kaybı, çözdürme-piştirme kaybı gibi bazı kalite özelliklerine ve etlerin +4 °C' de bekletilmesi (raf ömrü) sırasında gelişen mezofilik ve psikrofil toplam mikroorganizma sayısına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

2.1.Kesimhanelerde Kullanılan Soğutma Yöntemleri

Kanatlı kesimhanelerinde etin sıcaklığını düşürmek için farklı soğutma yöntemleri (su, hava ve evaporatif) kullanılmaktadır. Son yıllarda su ile soğutma, karkaslarda çapraz kontaminasyonun oluşması ve fazla miktarda su kullanılması gibi nedenlerden dolayı tercih edilmemektedir (Sanchez vd., 2002; Heuzo vd., 2007a). Avrupa’da 1977 yılında su ile karkas soğutmanın yasaklanması nedeniyle hava ile soğutma sistemi kullanılmaya başlanmıştır (Lillard, 1982).

2.1.1.Hava Soğutma Yöntemi

Hava ile soğutma yönteminde, karkasların arasından kuru veya nemli hava geçirilerek soğutma işlemi uygulanmaktadır. Bu yöntemde karkasların kalitesini etkileyen önemli faktörler; soğuk hava deposunun sıcaklığı, bağlı nemi ve soğutma süresidir. Hava soğutma yöntemi genellikle taze tüketilecek karkaslar için kullanılmaktadır. Hava ile soğutulacak karkasların derisinde renk tahribatının önlenmesi için, haşlama suyunun sıcaklığının 50-53°C’ de olması önerilmektedir (Jeong vd., 2011b). Hava ile soğutulan karkaslar için uygulanan düşük haşlama sıcaklığı ile epidermis tabakası kalmakta ve rengin solması önlenmektedir (Davies ve Board, 1998). Son yıllarda ABD’ deki kanatlı işletmelerinde hava ile soğutma yönteminin yaygınlaştığı ve hava ile soğutulan piliç etlerinin tüketiminin arttığı gözlemlenmiştir (Carol ve Alvarado, 2008).

Soğutma yöntemlerine ekonomiklik ve et kalitesi açısından baktığımızda ise hava ile soğutma yönteminin daha etkin olduğu görülmektedir. Su ile soğutmadaki gibi karkaslar su absorbe etmediğinden etin su tutumu azalırken, kalitesi artmaktadır. Ekonomik açıdan bakıldığında ise hava ile soğutma yapıldığından su kullanımını ve iş gücünü azaltmaktadır. Ancak, hava ile soğutmada karkas sıcaklığını düşürmek için, daha fazla süreye ihtiyaç duyulmaktadır (Veerkamp, 1990; McKee, 2001).

2.1.2. Su İle Soğutma Yöntemi

Su ile soğutma yönteminde, Soğuk su tanklarında karkas sıcaklıklarının düşmesi sağlanmaktadır. Böylece diğer soğutma yöntemlerine göre daha kısa zamanda soğutma yapılabilmektedir. Herhangi bir dezenfektan madde kullanmaksızın su ile soğutulan karkasların mikroorganizma yükü diğer yöntemlerle soğutulanlardan daha fazladır. Bu durumun soğutma sırasında karkasların iç ve dış yüzeyinden geçen suyun temasına bağlı olarak karkaslarda mevcut olan mikroorganizmaların, bir karkastan diğer karkasa taşınmasıyla oluşan çapraz kontaminasyondan kaynaklandığı bildirilmektedir (Bremner ve Johnston, 1996). Su ile soğutma yönteminde kontaminasyonu önlemek amacıyla bazı kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Bu maddelerden bazıları; klor (ClO_2), organik asitler, organik koruyucular (benzoat, propiyonat), bakteriyosinler (nisin), okside edici ajanlar (EDTA, lizozim, L-sistin) olarak sıralanmaktadır (Bolder, 1997). Yapılan çalışmalarda soğutma suyuna klor ilavesinin sudaki bakteri sayısını azalttığı, karkastan karkasa kontaminasyonu önlediği ve karkasın raf ömrünü uzattığı bildirilmiştir (Lillard, 1979; Tsai vd., 1991). Ancak kullanılan klorun bakteri sayısını azaltacak ve kötü kokuya yol açmayacak düzeyde (20 ppm) kullanılmasını gerektirmektedir (Sezen, 2007).

Sams (2001) ve Jeong vd. (2011b) su ile soğutulacak karkaslarda, tüylerin kolay yolunabilmesi ve karkastaki bakteri yükünün azaltılabilmesi için, haşlama suyu sıcaklığının 60°C veya 64°C (yüksek) olarak uygulanmasında sakınca olmadığını belirtmişlerdir. Su ile soğutulan karkaslardaki mikroorganizma yükü; karkasların başlangıçtaki mikroorganizma florasına, soğutma tankında karkas başına düşen su miktarına, soğutma sırasında antimikrobiyel amaçla kullanılan klor veya benzer antimikrobiyel maddelerin konsantrasyonuna bağlı olmakla birlikte, eğer buz ile soğutma yapılıyorsa, buzun mikrobiyel kalitesine, soğutma sisteminin hijyenine, kullanılan suyun kalitesine ve değiştirme sıklığına ve süresine bağlı olarak değişiklikler gösterebilmektedir (Ristic, 1997).

Su soğutma sistemi, fazla miktarda atık su oluşturması, çapraz kontaminasyona yol açması ve arıtma tesisine gerek duyulmasına rağmen kanatlı işleme sektöründe hala yaygın olarak kullanılan soğutma sistemidir

2.1.3. Evaporatif Soğutma Yöntemi

Evaporatif soğutma yöntemi, hava ile soğutma yöntemine alternatif olarak geliştirilmiş bir yöntemdir. Su ve hava soğutma yönteminin birlikte yapıldığı soğutma yöntemidir. Genellikle karkas sıcaklığını 4°C veya altına indirmek amacıyla 0-11°C de soğuk su kullanılmaktadır. Evaporatif soğutmada, su ve hava soğutma yönteminin avantajlarından yararlanılmaktadır. Evaporatif soğutma yönteminde karkaslar soğuk hava depolarında ray üzerine asılarak, 15 ile 30 dk da bir her bir karkas için 0.3-1.5 litre olacak şekilde sık sık soğuk su ile sprayleme yapılmaktadır. Sprayleme ile birlikte ağırlık kaybı azalmakta, derideki renk tahribatı en aza indirilerek sıcaklık düşüşü sağlanmaktadır (Veerkamp, 1989; Barbut, 2002; ICM S F, 2005).

Bu yöntemde karkaslar etkili biçimde yıkanmasına karşın fazla miktarda su ve maliyet gerektirdiğinden kanatlı sektöründe yaygın olarak kullanılmamaktadır.

2.1.4. Su + Hava Soğutma Yöntemi

Bu uygulama, ülkemizdeki piliç kesimhanelerinde kullanılmakta olan bir karkas soğutma yöntemi olup, bu konuda literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Su +Hava ile soğutma yönteminde, karkaslar ilk önce soğuk su ile dolu tanklarda bekletilerek sıcaklıkları düşürülmektedir. Daha sonra sıcaklığı kısmen düşen karkaslar, soğuk hava depolarında raylara asılarak bekletilmektedir. Hava deposunda bekletilen karkasların, burada sıcaklıklarının +4 °C' lere kadar düşmesi sağlanırken, diğer taraftan da su ile soğutma sırasında kazandığı suyun bir kısmını burada hava ile kaybetmektedir. Bu yöntem, karkaslarda fazla su tutumunu uzaklaştırarak, karkas sıcaklığını düşürmektedir. Çalışmada su+hava yönteminin mikroorganizma gelişimi ve et kalite özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

2.2. Karkasta Toplam Mikroorganizma Sayısı

Kaliteli ve güvenli bir ürün elde edilmesinde mikrobiyal kontaminasyon kaynaklarının ortadan kaldırılması ya da en aza indirilmesi gerekmektedir. Hayvansal gıdalarda doğal florayı oluşturan mikroorganizmalar ile çeşitli kaynaklardan kontamine olan mikroorganizmalar koşulların uygun olması halinde hızla üreyerek istenmeyen değişikliklere ve bozulmalara yol açabilmektedir. Bunlar etin raf ömrünü ve kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir.

Gelişme sıcaklıklarına göre mikroorganizmalar üç grupta toplanır. Bunlar; 7 °C veya altında gelişen ve optimumları 20-30 °C arasında olan psikrotroflar, 20-45 °C arasında gelişen ve optimumları 30-40 °C olan mezofiller ve 45 °C veya daha yüksek sıcaklıkta gelişebilen, optimumları 55-65 °C arasında olan mikroorganizmalara termofillerdir. Psikrotrof terimi, eskiden kullanılan psikrofilik mikroorganizma teriminin yerini almıştır. Bazı kaynaklarda psikrofil mikroorganizmalar zorunlu ve fakültatif psikrofiller olarak tanımlanmakta ve fakültatif psikrofil mikroorganizmalara psikrotrof denilmektedir. Buna göre; zorunlu psikrofil mikroorganizmalar 15-20 °C sıcaklık aralığında optimum gelişme gösterirken, 5-7 °C sıcaklıklarda gelişenler psikrotroflar içinde yer almaktadır (Ayhan, 2000). Tavuk ve tavuk ürünlerinde çeşitli bozulmalara neden olabilen bakteriler arasında *Pseudomonas* spp., *Alteromonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella* ve *Flavobacterium* türleri yer almaktadır (Ünlütürk ve Turantaş, 1998). *Pseudomonas* familyasına ait bakteriler, gram negatif, hareketli, flagellası polarlı, çubuk şeklinde, obligat aerob psikrofil bakterilerdir (Uğur ve Nazlı, 1992). Yapılan çalışmalarda soğukta muhafaza aşamalarında özellikle psikrotrof mikroorganizmaların (*Pseudomonas* spp., *Acinetobacter*) bozulma ve raf ömrü ile ilişkili oldukları, bunlardan *Pseudomonas* türlerinin soğuk muhafaza süresince en sık rastlanan etken olduğu ve sayılarının soğuk muhafaza süresince artış göstererek kanatlı etlerinin bozulmasına yol açtıkları ileri sürülmektedir (Bremner ve Johnston, 1996; Gallo vd., 1988; Hinton vd., 2004). Hinton vd. (2004) piliç kesimhanelerinde soğukta muhafaza süresince psikrofil grubundan olan *Pseudomonas* spp. üzerine yaptıkları çalışmada, *Pseudomonas* spp. seviyelerini, su soğutma çıkışında 3.5 log kob/ ml, 4 °C'de 7 günlük soğuk muhafaza sonunda 8.9 log kob/ ml ve 14 günlük soğuk muhafaza sonunda 12.2 log kob/ ml olarak bulmuşlardır. Psikrotrof bakteriler kanatlı kesimhanelerine, kanatlıların tüyleri, ayakları, su ve buz ile girmektedir. Özellikle kirli ekipmanların (su soğutma tankları, taşıyıcılar, bıçaklar, eldiven ve masalar) yüzeylerinde çoğalmaktadır.

İşletme odalarındaki hava sıcaklığı, bakteri türünü ve sayısını etkilemektedir (ICMSF, 1998).

Tavuk etinde gelişen veya yaşamını sürdüren mikroorganizmalar bu ürünlerin tüketimiyle insana geçebilmekte ve insanda çeşitli enfeksiyonlara veya zehirlenmelere neden olmaktadır. Bu durum aynı zamanda işletmede verimliliğini düşürüp ekonomik kayıplara da yol açmaktadır. Tavuklarda kuluçka, yetiştirme ve nakil dönemlerinde başlayan mikrobiyal kontaminasyon, tavukların kesimhane ve işletmeye girmesinden sonra kesim işlemleri boyunca da devam etmektedir. Kesim işlemlerinden biri olan karkas soğutma, en fazla mikrobiyal kontaminasyon görülen aşama olup, bunda uygulanan soğutma yönteminin de büyük payı vardır. Su ile soğutma yönteminde, soğuk su içinde karkas yüzeyinde bir su film tabakası oluşabilmekte ve bu tabaka bakterilerin yüzeye yapışıp kalmasına neden olabilmektedir. Yapılan çalışmalar *Salmonella* görülme sıklığının hava ile soğutulmuş karkaslarda (%33.3), su ile soğutulmuş karkaslardan (%56.6) daha az olduğunu işaret etmektedir (Hargis vd. 2001).

Ristic (1997) farklı depolama sıcaklıklarında ve günlerinde hava ile soğutulan piliç karkaslarında yaptığı çalışmada; 0 °C'de bir günlük muhafaza sonunda; aerob mezofil genel canlı düzeyini 5.5 log kob/g, *Enterobacteriaceae* düzeyini 4.6 log kob/g ve 8 günlük muhafaza sonunda aerob mezofil genel canlı sayısını 8.2 log kob/g, *Enterobacteriaceae* sayısını ise 6.2 log kob/g olarak belirlemiştir.

Zhang vd. (2011) hava ve su soğutma yöntemleri arasında *Escherichia coli*, *Coliforms*, *Salmonella* ve *Campylobacter* sayısı bakımından önemli farklılık olmadığını tespit etmişlerdir. Su ile soğutulan karkaslarda toplam mikroorganizma sayısının biraz daha düşük olduğunu ($p<0.05$), bunun soğutma suyunda (50 ile 90 ppm toplam klor konsantrasyonu) 0.4 ile 0.8 ppm cetylpyridinium chloride kullanımından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Aynı çalışmada, *Salmonella* ve *Campylobacter* sayısının azalmasındaki en önemli etkenin klor olduğu savunulmuştur.

Önceki çalışmalarda elde edilen bilgilere göre; patojenik bakteri sayısı soğutma aşamasından sonra %90 oranında azalma göstermektedir ve bu çalışmalarda bakterileri yok etmek için klor kullanıldığı belirtilmiştir (Mead, 2004).

Tuncer (2006) hava ile soğutma yönteminde, soğutma sırasında karkaslar arasındaki temasın olmaması, bunda soğutma sonundaki bakteriyel yükü etkileyerek raf ömrünü uzatması gibi nedenlerle daha güvenli yöntem olduğunu kabul etmişlerdir. Ayrıca piliç etlerini 0 °C da depolamanın gıda güvenliği ve halk sağlığı açısından önemli olduğunu saptamışlardır.

Northcutt vd. (2008) su soğutma yönteminde yüksek hacimdeki soğutma tankında soğutulan karkaslarda, düşük hacimdekilere kıyasla daha az mikroorganizma ve *E. coli*, *Enterobacteriaceae* ve *Campylobacter* bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Carol ve Alvaroda (2008) hava ile soğutulan karkaslarda daha az sayıda aerobik bakteri ve koliform bulunmasından dolayı piliç etlerinin daha uzun raf ömrüne sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer sonuç olarak Barbut (2002) ve Sanchez vd. (2002) hava ile soğutulan karkaslarda mikrobiyal yoğunluğun su soğutmaya göre daha az olduğunu ileri sürmüşlerdir. Literatür bilgilerine göre mikrobiyal popülasyon sadece soğutma yöntemleri ile ilişkilendirilmeyip; yapılan denemenin iki farklı işletmede yürütülmesi ve piliçlerin farklı çiftliklerde yetiştirilmesine de bağlı olduğunu ortaya koymuştur (Fluckey vd., 2003; Heuer vd., 2008 Wedderkop vd., 2001).

Mielnik vd. (1999) evaporative soğutma yönteminin deri rengini korumak için avantajlı olduğunu ancak; soğutma yöntemlerinin piliç karkaslarının raf ömrü üzerine etkili olmadığını tespit etmişlerdir. Mikrobial büyüme ve et kalitesinin, depolama zamanı ve depolama sıcaklığı ile ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. Zehirlenmeye neden olan gıdalarda mezofilik bakteri sayısı nadiren 10^5 'in altında olup genellikle 10^6 - 10^7 /g düzeyindedir (Gül ve Önal, 2008).

2.3. Etin pH'sı

Kesim sonrası kan kaybı sonucu oksijensizlik ile kas dokusu glikojen depolarında enerji, adenosin trifosfat (ATP) üretmeye devam etmekte, glikojenin parçalanması sonucu laktik asit birikimi pH düşüncüye kadar ya da glikojen depoları tükeninceye kadar sürmektedir. Kas pH'sı 5.4 olduğunda glikolizis durmaktadır. ATP miktarı yetersiz olamaya başladığında ise aktin ve myosin filamentlerinin birbiriyle birleşmesiyle kas katılaşmaya başlamaktadır. Bu olaya rigor mortis (ölüm sertliği) denilmektedir (Newbold vd., 1967). Rigor' un ilerlemesi ile sarkomerler kısalmakta ve etin elastikiyeti kaybolmaktadır. Duclos vd. (2011) etlik

piliçlerde göğüs kası pH_{24} değerinin 5.7'den daha düşük kalması durumunda asidik yapıda et oluştuğunu, 5.7-6.2 arasında kalan pH 'nın normal ve pH_{24} ' ün 6.2'den büyük olması durumunda ise koyu, kuru ve sert et oluştuğunu bildirmektedir.

Kanatlı karkaslarında ulaşılan son pH , kırmızı kaslarda 2-3 saat içinde, beyaz göğüs kasında, 24 saat boyunca azalmaya devam etmektedir. Rey vd. (1976) kas pH 'sının mikrobiyal bozulmada önemli rol oynadığını ifade etmişlerdir.

Genel olarak etin pH ' sının değişim oranı ve rigor mortisin uzaması etin duyuusal ve fiziksel kalitesini etkilemektedir. Özellikle renk değişikliği piliç etinin işlenmesi sırasında belirgin bir şekilde görülmektedir (Sams, 1999). Fletcher (1995) et renginin ticari işletmelerdeki uygulama farklılıklarına göre değişiklik gösterebileceğini belirtmiş, et rengi ile pH arasında önemli bir korelasyon olduğu da vurgulamıştır. Kesim sonrası gelişen yüksek kas pH ' sı; koyu, sert ve kuru (DFD) kanatlı etlerinin üretilmesine ve bu etlerin raf ömrünün kısılmasına yol açmaktadır. Öte yandan 24 saat pH ' sının düşük olması ise su tutma kapasitesi ve renk yoğunluğu daha düşük, fakat raf ömrü uzun etlerin üretilmesine neden olmaktadır (Yang ve Chen, 1993; Fletcher, 1995; Allen vd., 1997).

Mikroorganizma sayısı ile et rengi arasında önemli bir ilişkinin bulunduğu, koyu renkli göğüs etinin pH 'sının yüksek, açık renkli göğüs etlerinin pH 'sının ise daha düşük olduğunu bildirilmiştir (Livingston ve Brown 1981; Yang ve Chen 1993; Allen vd.,1997)

Yang ve Chen (1993) ve Greer ve Murray (1988) koyu renkli etlerin pH ' sının yüksek olduğunu, pH ve bakteri sayısı arasında önemli korelasyon bulunduğunu belirtmişlerdir. Greer ve Murray (1988) koyu renkli etlerde, toplam psikrofil ve *Pseudomonas* spp. sayısının daha yüksek çıktığını dolayısıyla bozulan bakteri sayısının da koyu renkli etlerde daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar bize et rengi ile raf ömrü arasındaki ilişkiye ışık tutabilmektedir.

Huezo vd. (2007a) piliçlerin kesimden sonra 150 dakika süre içerisinde, su ile soğutulan karkasların pH 'sının (5.90), hava ile soğutulanlardan (5.81) daha yüksek çıktığını saptamışlardır. Bunun nedeninin ise; hava ile soğutulan karkasların rigor mortis olayının uzamasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Yang ve Chen (1993) etin pH' sı ile raf ömrü arasında pozitif bir ilişki olduğunu ve pH değeri yüksek olan göğüs etlerinde depolama süresinin (raf ömrü) uzadığını belirtmişlerdir.

Carol ve Alvarado (2008) hava ile soğutulan karkasların (5.64) pH_{24} ' sınını, su ile soğutulanlardan (5.56) daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır. Piliç etindeki düşük pH değerini denatüre olmuş sarkoplazmik proteinler ile ilişkilendirmişlerdir. Ayrıca etin pH' sınını düşük ve L değeri yüksek olan etlerin daha açık renkli olduğunu tespit etmişlerdir.

Janardhanan (2011) su ile soğutulan göğüs etlerinin pH_{24} ' sınını (5.6), hava ile soğutulan göğüs etlerinden (5.5) daha yüksek bulmuştur. Ayrıca, hava ve evaporatif yöntemle soğutulan karkasların pH_{24} değerleri arasındaki farkın önemli olmadığını ortaya koymuştur.

2.4. Soğutma Sonrası Ağırlık, Çözdürme-Pişirme ve Su Kaybı

Ette su, proteinler tarafından tutulmaktadır. Çünkü polipeptid halkaları boyunca çok sayıda polar yan bağlar mevcuttur ve bunlar proteinleri kuvvetli derecede hidrofilik yapar ve bu şekilde proteinler su moleküllerini çekerek onları hidrojen bağları aracılığı ile bağlar. Ayrıca protein polaritesini etkileyen çevresel faktörler de protein-su etkileşim mekanizmasını etkiler (Sarma vd., 2000). Kesim sonrası post-mortem değişiklikler sonucu (ATP kaybı, pH'nın düşmesi vb.) daha önce proteinler tarafından tutulan bir miktar su, fibril içi boşluklardan salınır ve sarkoplazmik ve hücre dışı boşluklara yeniden dağıtılır. Sonuç olarak rigor öncesi et,-rigor sonrası ete oranla daha fazla miktarda su salar (drip loss). Rigor öncesi etin su tutma kapasitesi, rigordaki etin su tutma kapasitesinden daha yüksektir (Smolinska ve Abdul-Halim, 1992). Donma ve çözme işlemleri sırasında belli miktarlarda su kaybı meydana gelir, ancak en fazla su kaybı ısıl işlem sırasında gerçekleşir. Depolama sırasında süblimasyonla olan su kaybı üzerine depolama sıcaklığı, depo ortamındaki havanın bağıl nemi ve dolaşım hızı etkilidir. Depo ortamındaki havanın dolaşım hızının yükselmesi de yine su kaybını artıran etkenlerdendir (Cemeroğlu ve Soyer, 2005).

Dondurulan ette suyun büyük bir kısmının buz haline dönüşmesinden dolayı dokularda su miktarı azalır ve buna bağlı olarak katı madde konsantrasyonu artar. Katı madde konsantrasyonunun artması ile proteinlerin yapısı bozulmakta ve su

tutma kapasiteleri azalmaktadır. Bu nedenle çözülme sırasında su kaybı meydana gelmektedir. Donma ve çözme işlemleri sırasında belli miktarlarda su kaybı meydana gelir, ancak en fazla su kaybı ısıtma işlemi sırasında gerçekleşmektedir (Bilgin, 2005).

Düşük pH' lı kanatlı etlerindeki çözdürme ve pişirme kayıplarında ortaya çıkan artış etin düşük su tutma kapasitesiyle ilgilidir (Froning vd.,1978). Kastaki izoelektrik noktada $pH < 5.4$ de etin su bağlama özelliği bulunmamaktadır. Etin pH değeri, kas proteinlerinin izoelektrik noktasının üzerinde bir değere sahip olduğunda su moleküllerini daha sıkı bağlamaktadır. Bu yüzden kaslar ışığı daha fazla soğurmakta dolayısıyla etin rengi daha koyu görülmektedir (Kauffman ve Marsh, 1987; Cornforth, 1994). Bu sonuçla benzer olarak Yang ve Chen, (1993) yüksek pH' lı etlerin daha yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Huezo vd. (2007b) hava ile soğutulan karkasların ağırlık kaybının su ile soğutulanlardan daha düşük olduğunu ancak, bu iki yöntemin etin yumuşaklığına ve rengine etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmalarda, su ile soğutulan karkasların ağırlıklarında % 4.6 ile 9.3 arasında ağırlık kazancı olduğunu ortaya koymuştur (Huezo vd., 2007b; Zhuang vd., 2008). Hava ile soğutulan karkaslarda ise % 0.8 ile 2.5 arasında ağırlık kaybı olduğu belirtilmiştir (Veerkamp, 1989; Huezo vd., 2007b).

Mielnik vd. (1999) hava ve evaporatif yöntemle soğutulan karkaslar arasında nem içeriği bakımından farklılık bulunmadığını, karkasların 24 saat depolanması sonucunda % 1.8 oranında ağırlık kaybettiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, hava ve evaporatif yöntemle soğutulan karkaslar arasında deri ve göğüs eti nemini, pişirme kaybını ve pH değerlerini benzer bulmuşlardır.

Hale ve Stadelman (1973) su ile soğutulan karkasların soğutma sırasında kazandıkları ağırlıkları depolama boyunca kaybettiğini kaydetmişlerdir. Benzer olarak Janardhann (2011) su, hava ve evaporatif soğutma yöntemleri ile soğutulan karkasların 24 saat bekletildikten sonra, su kaybı ve pişirme kaybı değerleri arasında nem içeriği bakımından önemli bir farklılık bulunmadığını kaydetmişlerdir.

Su tutma kapasitesi sadece soğutma yöntemlerinden değil, başka faktörlerinden de etkilenmektedir. Güler (2011) stresin piliç etlerinin su tutma kapasitesini düşürdüğünü ileri sürmüştür.

2.5. Soğutma Sonrası Etteki Renk Değerleri

Deri ve et rengindeki değişimler ilk 4 saatte çok hızlı iken 12 - 24saat arasında yavaşlamaktadır. Etlik piliçlerde deri ve et rengi değişimleri depolama koşullarına ve işleme yöntemine (haşlama sıcaklığına, soğutma yöntemine) bağlı olarak değişmektedir. Buna örnek olarak, soğutma aşamasının bir ön basamağı olan haşlama işlemi, deri rengini önemli derecede etkilemektedir. Haşlama sıcaklığı 54°C' de deri epiderm tabakası bozulmamış ve uniform sarı renkte olurken; sıcaklık 60°C' ye çıkarıldığında deri kütikül tabakasını kaybeder ve rengi beyaz bir görünüme ulaşır (Petracci ve Fletcher, 2002). Et rengini etkileyen en önemli işleme aşamalarından bir diğeri de soğutmadır Soğutma yöntemleri, etin rengini farklı boyutlarda etkilemektedir. Petracci vd. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada, tavuk göğüs etleri görsel olarak sınıflandırılmış ve daha sonra renk ölçümü yapılarak gruplar normalden koyu ($L^* \leq 50$), normal ($50 < L^* \leq 56$) veya normalden açık ($L^* > 56$) olarak ayrılmıştır. L^* değeri sınırları ise, pH ve su tutma kapasitesi ölçümlerine paralel olarak belirlenmiştir. Koyu renkli etler ($L^* \leq 50$), daha yüksek pH ve pişirme verimine sahip iken, solgun renkli etler ($L^* > 56$) düşük kas pH'sına ve düşük su tutma kapasitesine sahip olmuştur.

Laack vd. (2000) solgun kanatlı eti özelliklerini inceledikleri çalışmada, solgun renkli göğüs etinde düşük pH (5.7), yüksek L^* değeri (60.0) ve yüksek sukaybı (%1.34) tespit etmiştir. Parlak renkli etler ile ilgili yapılan çalışmada $L^* > 53$ ise parlak, L^* değeri 46-53 arasında ise normal ve $L^* < 46$ ise koyu renkli olarak sınıflandırılmıştır (Bianchi vd. 2005). Zhuang ve Savage (2009b) ise piliç etlerinde parlaklık değerlerini $L^* > 60$ ise parlak, L^* değeri 55-59 ise orta ve $L^* < 55$ ise koyu olarak tanımlamışlardır.

Mielnik vd. (1999), hava ile soğutulan karkasların rengini, su ile soğutulanlardan daha koyu bulmuştur. Ayrıca hava ile soğutulan göğüs etlerinin L^* (parlaklık) değerini, su ve evaporative soğutma ile soğutulan göğüs etlerinden daha düşük olduğunu saptanmıştır. Bunun yanı sıra, L^* değerinin stres ve yem içeriği gibi etkenlerden de etkilendiğini söylemiştir.

Janardhanan (2011) hava ile soğutulan göğüs etlerinde L^* değerini, su ve evaporatif ile soğutulanlardan daha düşük, su ile soğutulanlarda ise en yüksek L^* değeri tespit etmiştir. Aynı çalışmada hava ile soğutulan göğüs etlerinde a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) değerini en yüksek bulmuştur. Evaporatif yöntemle soğutulan göğüs etlerinde ise a^* ve b^* değerini, su ve hava ile soğutulan karkasların değerlerinin ortasında bir değer tespit etmiştir. Bu sonuca ters olarak Fleming vd. (1991), Huezo vd. (2007a) ve Zhuang vd. (2009a) su ve hava ile soğutulan göğüs etleri arasında L^* , a^* ve b^* değerlerinde önemli bir farklılık olmadığını belirtmiştir.

Huezo vd. (2007b) hava ile soğutulan karkasların ağırlık kayıpları ve renk değerleri arasındaki korelasyona bakıldığında önemli bir farklılık olduğunu belirtmiştir ($P < 0.05$). Gruplar arasında en fazla ağırlık kaybı hava ile soğutulan karkaslarda bulunmuşlardır. Aynı çalışmada hava ile soğutulan karkaslarda en yüksek a^* ve en düşük L^* değeri tespit etmişlerdir. Su ile soğutulan karkaslardaki L^* değerinin yüksek olmasını, suda çözünen proteinden (myoglobin, hemoglobin cytochrome C) kaynaklandığını tahmin etmişlerdir. Benzer sonuç olarak, Carol ve Alvadora (2008) hava ile soğutulan karkaslarda L^* değerini, su ile soğutulanlara göre daha düşük saptamışlardır. Et renginin değişimi, ürünün üniformitesi ve tüketici açısından önem taşımaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Hayvan Materyali

Kesim yaşına ve ağırlığına ulaşmış ve kesim amacıyla ticari bir kesimhaneye getirilmiş etlik piliçlerden, her bir grupta 15 dişi ve 15 erkek olmak üzere 30 pilicin bulunduğu 3 farklı deneme grubu oluşturulmuştur. Denemede toplam 90 adet etlik piliç kullanılmıştır. Gruplara ayrılan piliçlerin sağlıklı ve karkas kusuru bulunmayan piliçler olmasına dikkat edilmiştir. Deneme gruplarına uygulanan karkas soğutma yöntemleri Çizelge 1 de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme Grupları (adet piliç)

Eşey	GRUPLAR		
	I Su Soğutma	II Hava Soğutma	III Su+Hava Soğutma
♂	15	15	15
♀	15	15	15
Σ	30	30	30

Σ: ♂+♀

Çalışmada, I. Gruptaki etlik piliçlere su soğutma, II. Gruptaki piliçlere hava soğutma, III. Gruptaki piliçlere kombine (su+hava) soğutma yöntemleri uygulanmıştır Hava soğutma için, kesim öncesi gruplara ayrılarak kanat numarası takılan piliçler, sıcaklığı 0 °C ile - 4 °C aralığında ve hava akımı hızı 1.2 m/s olan soğuk hava deposundaki raylara asılarak 80 ile 100 dk kadar bekletilmiştir. Su soğutma grubundaki karkaslar, ön soğutma için 0 ile +4 °C sıcaklıktaki su tankına alınmıştır. Bir defasında 250-300 adet karkas alabilen ve 3.5-4 karkas / lt su kapasitesine sahip soğuk su tankları kullanılmıştır. Karkaslar ön soğutma tankında 20-25 dk bekletildikten sonra, son soğutma (postchilling) tankına alınmıştır. Son soğutma tankında 10-15 dk bekletilen karkasların sıcaklıkları +4 °C sıcaklığa düştüğünde et örnekleri alınmıştır. Su+hava soğutma yöntemi ile soğutulacak olan karkaslar ise, ilk soğutma için +4 °C su ile dolu tanklarda 20 dk bekletilmiştir. Soğuk su ile ön soğutma yapılan karkaslar, soğuk hava deposunda raylara asılarak 45 dk. bekletilmiştir. Her bir gruptaki yer alan karkaslardan, pH ve renk analizleri

için 50-100 g, mikroorganizma sayımı için ise ayrıca 100 gr göğüs eti ve çözdürme-piştirme ve su kayıpları için toplamda 200 gr göğüs eti numaralı steril kaplara alınmıştır. Alınan bu örnekler buzluklara konularak analiz için laboratuara getirilmiştir.

3.2.Toplam Mikroorganizma Sayımı

Toplam canlı mikroorganizma sayısı, ürünün raf ömrü ve ortam koşullarının patojen bakteri gelişmesi için uygun olup olmadığına bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bu amaçla aerobik mezofilik bakteri sayımı yapılmaktadır. Toplam mikroorganizma sayımı için her üç gruptan 10 adet (5 ♀ + 5 ♂) olmak üzere 30 adet etlik piliç kullanılmıştır.

Soğutma gruplarına ait göğüs etlerinden steril bisturi ile 10 g örnek alınmış ve hassas terazide tartılmıştır. Geriye kalan göğüs etleri tekrar aynı steril kaplara konularak diğer günlerde sayım yapılmak üzere buzdolabı koşullarında saklanmıştır. Aldığımız 10 g lık örnek steril beherlere konulmuş ve üzerine 90 ml %0.1 'lik peptonlu su (LAB Meat Peptone MC18) koyduktan sonra 2 dk süreyle homojenize edilmiştir. Daha sonra bu homojen karışımdan otomatik pipet yardımıyla alınan 1 ml örnek, önceden hazırlanıp otoklavda (HG-50 Autoclave Hirayama Manufacturing Corporation Japan ve HMC-HICLAVE) sterilize edilen vidalı cam tüplerdeki 9 ml' lik peptonlu suya eklenmiştir. Elde ettiğimiz 10 ml lik karışımdan tekrar 1 ml alınarak bir diğer 9 ml peptonlu su içeren cam tüpe konulmuştur. Bu işlemin amacı mikroorganizma yükünü seyreltip sayımın yapılmasını kolaylaştırmaktır. Kesim günü alınan örneklerden yapılan ilk sayımda 10^{-2} ve 10^{-3} lük seyreltme (iki defa seyrelterek) yapılarak mikroorganizma sayımı gerçekleştirilmiştir. Denemenin diğer günlerinde buzdolabında sakladığımız örneklerde mikroorganizma sayısı hızla arttığı için, aynı yöntemle yaptığımız diğer iki sayımda seyreltme oranını 10^{-6} ya kadar çıkarmamız gerekmiştir. Deney tüplerinde bulunan karışımdan otomatik pipet yardımıyla steril petri kutularına 1' er ml konulmuştur. Üzerine 45 °C 'ye kadar soğutulmuş yaklaşık 15 ml kadar PCA (Plate Count Agar) (Oxoid CM 325) besiyeri ilave edilmiştir. Mikroorganizma ekimi dökme plak yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan petri kapları, toplam aerob mezofilik canlı sayısı için 30 °C' de inkübatörde 2 gün, toplam psikrofil canlı sayısı için petri 5 °C' de 7 gün süre ile inkübe edilmiştir. Daha sonra inkübatörden çıkartılarak 30-300 kuralına göre sayımları yapılmıştır (Swanson vd., 1992; FAO, 1992). Bu işlem 0, 3, 5, 7 ve 9. Günlerde olmak üzere

beş kez tekrarlanmıştır. Seyreltilmiş tüplerden yapılan ekim sonuçlarına göre materyaldeki canlı hücre sayısı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Sayı/ml = (Koloni Sayısı X Seyreltme Faktörü) /Dilüsyon tüpünden Petri kutusuna aktarılan hacim(ml). Seyreltme Faktörü = 1 / Seyreltme oranı

3.3. Etlik piliçlerde pH ölçümü

Farklı soğutma yöntemleri uygulanan karkaslardan, her bir deneme grubuna ait 30 karkasın sağ ve sol göğüs etlerinden, 100-150 g örnekler bir bistüri ile alınmıştır. Sol göğüs etinden alınan örnekler ikiye bölünerek bu parçalarda çözdürme-pişirme ve su kayıpları saptanmıştır.

Piliç etindeki pH ölçümü kesimden ilk 15 dk içerisinde ve kesimden 24 sa (saat) sonra olmak üzere iki defa yapılmıştır. Kesimden hemen sonra ilk 15 dk içerisinde yapılan ölçümde alınan örnekler üç ayrı noktadan bir bistüri ile delinmiş, bu delinen noktalardan Hanna 211 marka yarı katı et proflu pH metre ile üç ayrı pH değeri ölçülmüştür. Daha sonra bu üç değerın ortalamaları alınmıştır. pH ölçümü yapılan etler ertesi gün 24 saat pH' sı ölçülmek üzere kapaklı buzdolabı poşetlerine koyulmuştur. Bir gün boyunca buzdolabı koşullarında muhafaza edilen göğüs eti örneklerinde ertesi gün aynı yöntemle 24 sa (son pH) pH'sı ölçümü gerçekleştirilmiştir.

3.4. Renk Analizi

Sol göğüs etlerinin diğer yarısı kesimden hemen sonra stomecher poşetlerine konularak buzdolabı koşullarında 24 sa bekletildikten sonra kolorometre (Minolta Chroma Meter CR-300) ile etin 3 farklı bölgesinde ölçülen renk değerlerinin (L* parlaklık, a* kırmızılık ve b* sarılık) ortalamaları alınmıştır (Hunt vd. 1991).

3.5 Ağırlık kaybı, Çözdürme –Pişirme ve Su Kayıpları

Kesilen piliçlere kanat numarası takıldıktan sonra tartılarak ağırlıkları kaydedilmiştir. Daha sonra farklı soğutma yöntemlerine tabi tutmak üzere, 30 ar (15 dişi+ 15 erkek) karkastan oluşan üç farklı grup oluşturulmuştur. Farklı soğutma yöntemi uygulanan karkasların, soğutma işlemi sonunda tekrar ağırlıkları ölçülmüştür.

Alınan bu iki değer aşağıdaki formüle göre değerlendirilmiştir.

$$\text{Ağırlık Kaybı \%} = \frac{\text{İlk ağırlık} - \text{Son Ağırlık}}{\text{ilk ağırlık}} * 100$$

Denemedeki her bir gruptan dişi ve erkek ayrımı yapılarak eşit sayıda olmak üzere 30 adet göğüs etinin bir parçasını çözdürme-pişirme kayıplarını ölçmek için kesim yerinde ağırlıkları alınmıştır. Daha sonra ağırlıkları alınan parçalar streç filme sarılarak derin dondurucuda 2 ay süreyle dondurularak muhafaza edilmiştir. İki ay sonrasında dondurucudan çıkarılan örnekler oda koşullarında 12 saat süreyle çözdürmeye bırakılmıştır. Etler çözüldükten sonra kâğıt havluyla kurularak kesim sonrası ağırlık ölçümlerini yaptığımız tartı aletiyle ağırlıkları ölçülerek kaydedilmiştir. Çözdürme sonrası ağırlıklarını aldığımız et örnekleri 75 °C deki su banyosunda 30-45 dk pişirilmiştir. Pişirme işleminden sonra oda sıcaklığında 4 saat bekletilen örnekler yine kağıt havluyla kurularak aynı tartı aletiyle pişirme sonrası ağırlıkları ölçülmüş ve kaydedilmiştir.

Alınan bu üç değer:

DGA: Dondurucuya giriş ağırlığı, (g)

ÇSA: Çözdürme sonrası ağırlığı, (g)

PSA: Pişirme sonrası ağırlığı, (g)

$$\text{Çözdürme Kaybı \%} : \frac{(DGA - \text{ÇSA})}{DGA} * 100$$

$$\text{Pişirme Kaybı \%} : \frac{(\text{ÇSA} - \text{PSA})}{\text{ÇSA}} * 100$$

Yukarıdaki formüllere göre piliç etlerindeki su kaybı hesaplanmıştır.

Göğüs eti örneklerinin bir parçasını su kayıplarını ölçmek için kesim yerinde ağırlıkları kaydedilmiştir. Daha sonra ağırlıkları alınan et örnekleri streç filme sarılarak 2 gün süre ile +4 °C' de muhafaza edilmiştir. Depolama sonunda tekrar aynı terazi ile ağırlıkları kaydedilmiştir. Alınan bu iki değer;

$$\text{Su kaybı, \%} : \frac{\text{Soğutma sonrası ağırlık} - 2 \text{ gün sonraki ağırlık}}{2 \text{ gün sonraki ağırlık}} * 100$$

3.6 İstatiksel Analizler

Çalışmada elde edilen toplam mikroorganizma sayılarına ait veriler logaritmik olarak transforme edilerek, et kalitesine ait veriler (pH 15, pH 24, L, a ve b) ise doğrudan SPSS istatistik paket programının Genel Doğrusal Modelde yer alan Multivariate yöntemine göre analiz edilmiştir. Ortalamalar arasındaki farkların önemi Duncan testine göre değerlendirilmiştir. (SPSS 19, 2011).

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + (ab)_{ij} + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = Gözlem değeri

μ = ortalama

a_i = yöntem etkisi

b_j = cinsiyet etkisi

$(ab)_{ij}$ = yöntem-cinsiyet interaksiyon etkisi

e_{ijk} = hata terimi

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmadaki veriler doğrultusunda soğutma yöntemleri ile et kalite kriterleri ilişkilendirilmiştir. Piliç etlerinde raf ömrünün kısa olma nedenlerinden en önemlisi olan mikroorganizma yükü ile et kalite özelliklerinden pH_{15} , pH_{24} , L , a^* ve b^* hesaplanarak soğutma yöntemlerinin etkisi araştırılmıştır. Soğutma yöntemlerinin etkileri karşılaştırılarak bu yöntemlerden hangisinin daha iyi sonuç verdiği saptanmıştır.

Çalışma, erkek ve dişi ayrımı yapılarak kesilen etlik piliçlere üç farklı karkas soğutma yöntemi uygulandıktan sonra alınan et örneklerini $+4^{\circ}C$ ' de 9 gün süresince bekletilerek gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte 0, 3, 5, 7 ve 9. günlerde etlerden alınan örneklerde toplam bakteri (mezofilik ve psikrofil) sayılarına bakılmıştır. Etin diğer kalite özelliklerini oluşturan pH_{15} ve pH_{24} , renk değerleri L^* , a^* ve b^* , su kaybı ve çözdürme pişirme kayıpları da analiz edilmiştir.

4.1. Toplam Mikroorganizma Sayısı

4.1.1 Toplam Psikrofil Mikroorganizma Sayısı

Bu çalışmada $+4^{\circ}C$ 'de muhafaza edilen su, hava ve su+hava ile soğutulmuş ve erkek- dişi olarak ayrılmış olan karkaslarda saptanan toplam psikrofil genel canlı sayısı Çizelge 2. ve Şekil 1.'de verilmiştir. Kesim işleminden sonra depolama öncesi başlangıç gününde (0.gün) soğutma gruplarına ait piliç etlerinde psikrofil canlı sayısına rastlanmamıştır. Buzdolabı koşullarında bekletilen piliç etlerinde 3.günde su ve hava soğutma gruplarında gelişen herhangi bir psikrofil bakteriye rastlanmazken, su+hava yöntemiyle soğutulan grupta $0.97 \pm 0.25 \log \text{cfu g}^{-1}$ sayıda psikrofil bakteri gelişmiştir. Çalışmanın 5. gününde piliç etlerinde psikrofil bakteri sayısı su ile soğutulan karkaslarda $3.58 \pm 0.26 \log \text{cfu g}^{-1}$, hava ile soğutulanlarda $3.26 \pm 0.26 \log \text{cfu g}^{-1}$ ve su+hava yöntemiyle soğutulanlarda ise $3.56 \pm 0.26 \log \text{cfu/g}^{-1}$ olmuştur. Piliç etlerinin soğuk ortamda depolanmaları sırasında psikrofil mikroorganizmalar soğuk koşullara adapte olabildiklerinden yaygın olarak görülmektedir. Çalışmanın devamında piliç etlerinde 7. ve 9. günlerde gelişen psikrofil canlı sayıları su, hava ve su+hava soğutma gruplarında sırasıyla 5.41, 4.49 ve 5.38 ve 7.34, 6.47 ve 6.79 $\log \text{cfu g}^{-1}$ olarak saptanmıştır (Çizelge 2.).

Çizelge 2. de verilen sonuçlara göre; hava ile soğutmanın, piliç etlerinde toplam psikrofil mikroorganizma gelişimini geciktirici önemli bir etkiye sebep olduğu görülmektedir ($p < 0.05$). Tüm gruplarda canlı sayısının pik yaptığı 9. günde su soğutma grubundaki piliç etlerinde diğer gruplara göre daha fazla sayıda psikrofil bakteri gelişir. Bu dönemde en düşük psikrofil bakteri sayısının hava soğutma grubunda olduğu anlaşılmaktadır. Hava ile soğutulan etlerde daha az mikroorganizma geliştiğini bildiren Tuncer ve Sireli (2008), hava ile soğutulan karkaslarda 9. günde, psikrofil mikroorganizma grubundan *Pseudomonas* spp. sayısını $5.37 \log \text{ cfu /cm}^2$ ve su ile soğutulan grupta ise $7.37 \log /\text{cm}^2$ olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar araştırma bulgularımızla benzerlik göstermektedir. Araştırma bulgularımızı incelediğimizde soğutma gruplarında 3. günden sonra psikrofil mikroorganizma sayısında artış görülmektedir (Çizelge 2). Bu artışın muhtemel nedeni önceki çalışmalarda da belirtilmiş olduğu gibi psikrofil bakterileri sayısının genellikle depolamanın 6. gününden sonra pik yapmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Gallo vd., 1988; Regez vd., 1988; Hinton vd., 2004).

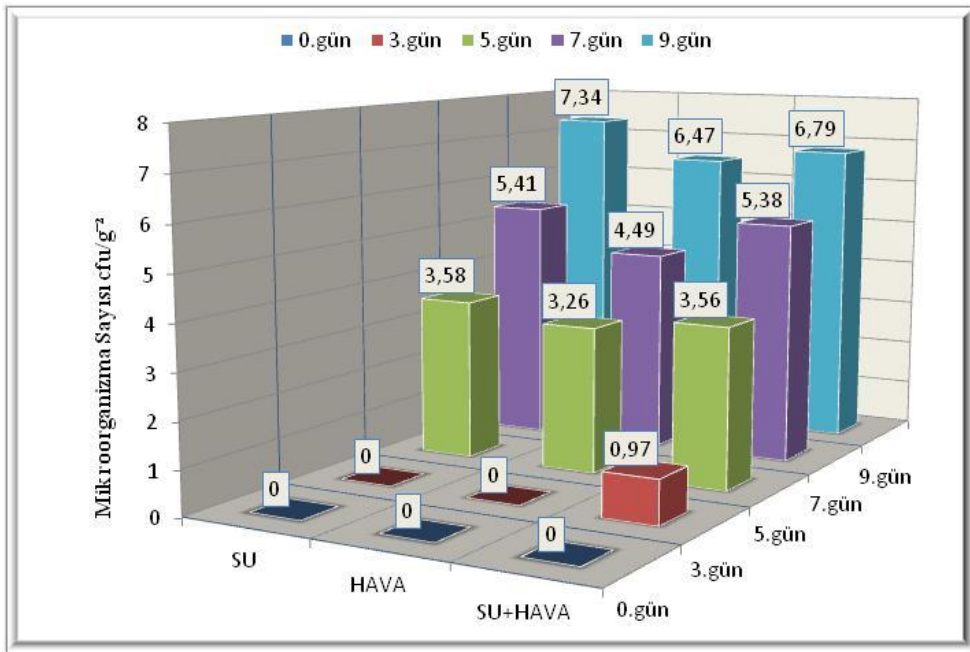
Çizelge 2. Farklı yöntemlerle soğutulan piliç etlerinde gelişen toplam psikrofil mikroorganizma sayısı (log cfu g⁻¹)

GÜN	SU			HAVA			SU+HAVA		
	♀	♂	Σ	♀	♂	Σ	♀	♂	Σ
0	0.0±0.0	0.0±0.0	00.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
3	0.0±0.34 ^a	0±0.37 ^a	0.00±0.25 ^a	0.0±0.34 ^a	0±0.37 ^a	0.00±0.25 ^a	0.91±0.34 ^a	1.03±0.37 ^a	0.97±0.25 ^b
5	3.93±0.35	3.24±0.38	3.58±0.26	3.25±0.35	3.27±0.38	3.26±0.26	3.51±0.35	3.62±0.38	3.56±0.26
7	5.34±0.44	5.47±0.46	5.41±0.32	4.52±0.44	4.47±0.46	4.49±0.32	5.10±0.44	5.65±0.46	5.38±0.32
9	7.13±0.30 ^a	7.56±0.37 ^a	7.34±0.24 ^b	6.55±0.30 ^a	6.40±0.37 ^a	6.47±0.24 ^a	7.06±0.30 ^a	6.52±0.37 ^a	6.79±0.24 ^{ab}

Varyasyon Kaynakları	Önemlilik Düzeyi (P)				
	Gün				
	0	3	5	7	9
Yöntem	-	0.02	0.63	0.13	0.05
Cinsiyet	-	0.89	0.53	0.56	0.76
Yöntem x Cinsiyet	-	0.98	0.50	0.80	0.37

a-c: Aynı satırda, aynı sembolde farklı harf taşıyan soğutma yöntemleri arasındaki fark önemlidir (p≤0.05).

Carol ve Alvaroda (2008), hava ve su soğutma uygulanan karkaslarda gelişen mikroorganizma sayısını inceledikleri çalışmada, su ile soğutulan karkaslarda çapraz kontaminasyon sonucu daha fazla mikroorganizma geliştiğini ileri sürmüşlerdir. Bu çalışmada, hava ile soğutulan karkaslarda, su ile soğutulanlara göre daha az sayıda mikroorganizma geliştiği gibi, su+hava ile soğutulan karkaslardan da daha az sayıda tespit edilmiştir. Hava ile soğutulan karkaslardaki mikroorganizma sayısının su+hava yönteminden daha az sayıda bulunmasındaki etkenin ise, su+hava yönteminde, su soğutmada olduğu gibi, karkaslar ilk önce soğuk su tankında bekletilmesinden kaynaklı kontaminasyonların olduğu düşünülmektedir. Berrang vd. (2008) ise, antimikrobiyel madde kullanılmadığında karkaslarda mikroorganizma gelişimini geciktiren en iyi soğutma yönteminin hava soğutma olduğu belirtmiştir. Hava ve evaporatif soğutma yöntemleriyle soğutulan karkaslar arasında toplam mikroorganizma ve *Pseudomonas* spp. sayılarında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir Mielnik vd, (1999) etmemişlerdir.



Şekil 1. Farklı yöntemlerle soğutulan piliç etlerinde gelişen toplam psikrofil mikroorganizma sayısı (log cfu g⁻¹)

Denemede üç farklı yöntemle (su, hava ve su+hava) soğutulan karkaslarda gelişen psikrofil genel canlı sayısı bakımından soğutma yöntemi uygulanan gruplar arasında önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Deneme başlangıcında ve 3.gününde gruplar arasında psikrofil canlı sayısı önemli bulunmazken, su+hava ile soğutulan grup için 5.günde diğer gruplarla arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Muhafazanın 7. Gününde en düşük mikroorganizma gelişimi hava ile soğutulan karkaslarda gözlemlenmiştir (Çizelge 2). Soğukta depolamanın 9. gününde ise gruplar arasındaki fark önemliyen, su ile soğutulan karkaslarda gelişen mikroorganizma sayısı en yüksek, hava ile soğutulan karkas grubunda ise en düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Denemede erkek ve dişi olarak incelenen karkaslarda cinsiyet farklılığının piliç etlerinde gelişen mikroorganizma sayısına önemli bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir ($P> 0.05$).

4.1.2. Toplam Mezofilik Mikroorganizma Sayısı

Mezofilik mikroorganizmalar sıcak ortamlarda gelişebilen ve et ve et ürünlerinde çok yaygın bulunan bakterilerdir. Çalışmamızda su, hava ve su+hava ile soğutulan karkaslarda mezofilik mikroorganizma sayısı Çizelge 3 de ve Şekil 2 verilmiştir. Piliç eti örneklerinin 0, 3, 5, 7 ve 9. günlerde + 4 °C de depolanması sırasında gelişen mezofil genel canlı sayısı başlangıçta (0.gün) su ile soğutulan karkaslarda $1.71 \log \text{ cfu g}^{-1}$, hava ile soğutulan karkaslarda $1.94 \log \text{ cfu g}^{-1}$ ve su+hava ile soğutulan karkaslarda $2.25 \log \text{ cfu g}^{-1}$ olarak saptanmıştır. Çalışmanın 3. gününde su, hava ve su+hava ile soğutulan karkaslarda belirlenen mikroorganizma sayısı ise sırasıyla 2.30, 2.45 ve 2.46 $\log \text{ cfu g}^{-1}$ bulunmuştur. Denemenin 5. gününde ise gruplarda tespit edilen mikroorganizma sayısı sırasıyla 3.68, 3.09 ve 4.21 $\log \text{ cfu g}^{-1}$ iken, 7. günde bu değerler 5.30, 4.48 ve 5.52 $\log \text{ cfu g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Çalışmanın son günü, 9. günde, su ile soğutulan karkaslarda gelişen mikroorganizma sayısı $7.12 \log \text{ cfu g}^{-1}$, hava ile soğutulan karkaslarda $6.27 \log_{10} \text{ cfu g}^{-1}$ ve su+hava ile soğutulan karkaslarda $6.71 \log \text{ cfu g}^{-1}$ bulunmuştur. Denemenin 9. gününde piliç etlerinde gelişen en düşük sayıda mikroorganizma hava ile soğutulan grupta kaydedilmiştir. Hava ile soğutulan karkaslarda daha az sayıda aerobik bakteri ve koliform bulunmasından dolayı piliç etlerinin daha uzun raf ömrüne sahip olduğunu bildiren Carol ve Alvaroda (2008), araştırma bulgularımızı desteklemektedir. Benzer olarak Barbut (2002), Sanchez vd. (2002), hava ile soğutulan karkaslarda mikrobiyal yoğunluğun su soğutmaya göre daha az olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Diğer taraftan, Berrang vd. (2008), su ile soğutulan karkaslarda ($3.40 \log \text{cfu g}^{-1}$) hava ile soğutulanlara ($3.83 \log \text{cfu g}^{-1}$) göre daha düşük sayıda toplam mikroorganizma tespit etmişlerdir. Araştırma bulgularımızla çelişki yaratan bu durumun soğutma suyunda klor bazlı dezenfektan kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Zhang vd. (2011), su ile soğutmada 0.4 ile 0.8 ppm arasında serbest klor kullandıkları çalışmalarında, klor kullanılması nedeniyle, su ile soğutulan karkaslarda mezofilik aerobik bakteri sayısını 1.79 cfu/karkas, hava ile soğutulan karkaslarda 2.16 cfu /karkas olarak gerçekleştirdiğini bildirmişlerdir. Mielnik vd. (1999) ise soğutma yöntemlerinin piliç karkaslarının raf ömrü üzerine etkili olmadığını tespit etmişlerdir.

Çizelge 3. Farklı yöntemlerle soğutulan piliç etlerinde gelişen toplam mezofilik mikroorganizma sayısı (log cfu g⁻¹)

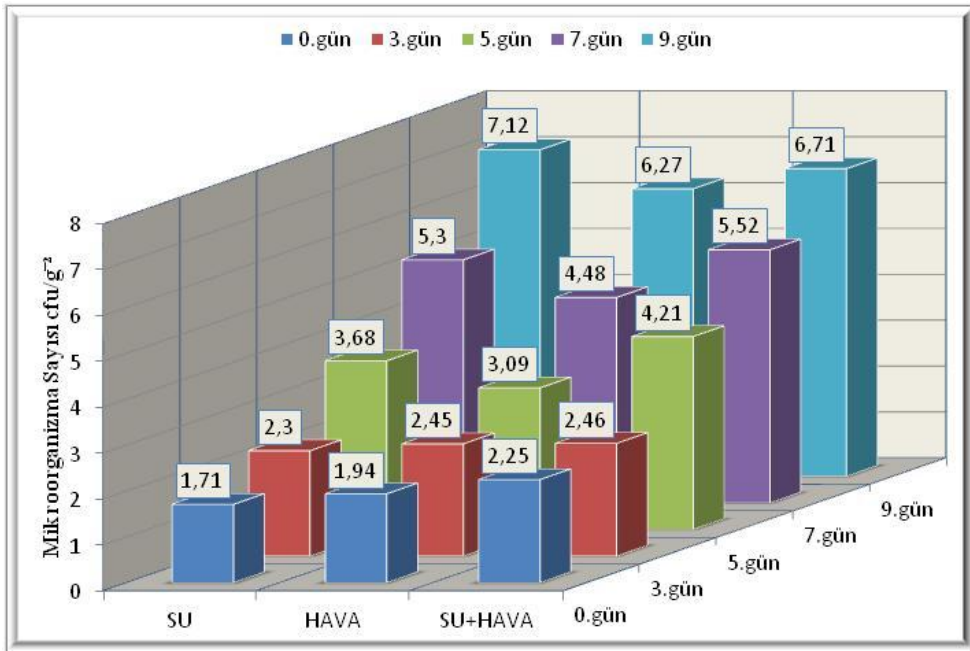
GÜN	SU			HAVA			SU+HAVA		
	♀	♂	Σ	♀	♂	Σ	♀	♂	Σ
0	1.56±0.28	1.86±0.31	1.71±0.20	1.93±0.28	1.96±0.31	1.94±0.20	2.40±0.28	2.10±0.31	2.25±0.20
3	2.18±3.34	2.41±0.20	2.30±0.19	2.61±0.34	2.29±0.20	2.45±0.19	2.51±0.34	2.40±0.20	2.46±0.19
5	3.84±0.39 ^a	3.52±0.34 ^{ab}	3.68±0.25 ^{ab}	2.88±0.39 ^a	3.30±0.34 ^a	3.09±0.25 ^a	3.94±0.39 ^a	4.48±0.34 ^b	4.21±0.25 ^b
7	5.37±0.43 ^a	5.24±0.35 ^{ab}	5.30±0.28 ^b	4.40±0.43 ^a	4.57±0.35 ^a	4.48±0.28 ^a	5.11±0.43 ^a	5.94±0.35 ^b	5.52±0.28 ^b
9	6.74±0.44 ^a	7.49±0.32 ^b	7.12±0.26 ^b	6.34±0.44 ^a	6.20±0.32 ^a	6.27±0.26 ^a	6.65±0.44 ^a	6.76±0.32 ^{ab}	6.71±0.26 ^{ab}

Önemlilik Düzeyi (P)

Varyasyon Kaynakları	GÜN				
	0	3	5	7	9
Yöntem	0.21	0.80	0.02	0.04	0.09
Cinsiyet	0.97	0.77	0.48	0.37	0.43
Yöntem x Cinsiyet	0.60	0.62	0.44	0.48	0.46

a-c: Aynı satırda, aynı sembolde farklı harf taşıyan soğutma yöntemleri arasındaki fark önemlidir (p≤0.05)

Mevcut çalışmada kesim sonrası karkasların soğutulması amacıyla uygulanan bu üç soğutma yöntemi piliç etlerinde gelişen mezofilik canlı sayısı artışı üzerinde önemli etkiler ortaya koymuştur (Çizelge 3) ($p>0.05$). Su+hava soğutma grubunda, depolamanın 5. gününde en yüksek mezofilik canlı sayısı tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolamanın 7. gününde hava ile soğutulan piliç etlerinde diğer gruplara göre daha az sayıda mezofilik mikroorganizma gelişmiştir. Buzdolabı koşullarında bekletilen piliç etlerinde denemenin 9. gününde, su ile soğutulan grupta en yüksek, hava ile soğutulan grupta ise en düşük mikroorganizma sayılarına ulaşılmıştır ($p<0.05$).



Şekil 2. Farklı yöntemlerle soğutulan piliç etlerinde gelişen toplam mezofilik mikroorganizma Sayısı (\log_{10} cfu g^{-1})

4.1.3 Farklı Yöntemlerle Soğutulan Piliç Etlerinde Bazı Kalite Özellikleri

Kesim sonrasında farklı yöntemlerle soğutulan piliç karkaslarına ait et örneklerinde saptanan pH_{15} , pH_{24} , L , a^* ve b^* gibi bazı et kalite özelliklerine ait değerler Çizelge 3 de verilmiştir. Soğutma yöntemleri piliç etlerinde pH_{15} değerine önemli etki yaratmamıştır. Çizelge 3 de gösterildiği gibi piliç etlerinde gerçekleşen ilk 15 dakika (pH) değerleri sırasıyla karkaslarda 6.39, 6.48 ve 6.46 olarak bulunmuştur ($P>0.05$). Çalışmada soğutma sonrası piliç etlerinde belirlenen pH_{24} değerleri su, hava ve su+hava gruplarında sırasıyla 5.98, 5.99 ve 5.95 olarak tespit edilmiştir. Çalışmadaki soğutma yöntemleri arasında pH_{24} değerleri önemli farklılık göstermemekle birlikte hava ile soğutmada etin pH_{24} değeri daha yüksek bulunmuştur.

Carol ve Alvarado (2008) hava ile soğutulan karkasların pH_{15} değerini (5.64), su ile soğutulanlardan (5.56) daha yüksek tespit etmişler ve piliç etindeki ortaya çıkan düşük pH değerini denatüre olmuş sarkoplazmik proteinler ile ilişkilendirmişlerdir. Cornforth (1994), yüksek pH ya sahip olan etlerin su tutma kapasitelerinin de yüksek olduğunu, pH ' sı düşük ve L^* değeri yüksek olan etlerin daha açık renkli olduğunu bildirmiştir. Bunun tersine, Jeong vd., (2011a), su ile soğutulan (5.6) göğüs etlerinin pH_{24} değerinin hava ile soğutulan göğüs etlerinden (5.5) daha yüksek olduğunu, hava ve evaporative yöntemlerle soğutulan karkasların pH_{24} değerleri arasında ise önemli farklılığın bulunmadığını ifade etmişlerdir.

Bu çalışmada, piliç etlerinde saptanan renk (L^* , a^* ve b^*) değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4 de verilmiştir. Karkas soğutma yöntemlerinin piliç etlerinin renk değerleri üzerine önemli etkide bulunmadığı ortaya çıkmıştır ($p>0.05$). L^* değeri bakımından soğutma grupları arasında önemli farklılık bulunmamakla birlikte, su ile soğutulan piliç etlerinde daha yüksek değer almıştır (Çizelge 4). L^* değeri su ile soğutulan grupta 55.84, hava ile soğutulan grupta 54.44 ve su+hava ile soğutulan grupta ise 54.59 olarak belirlenmiştir ($p>0.05$). Bu sonuçlar, su ile soğutulan piliç etlerinde L^* değerini, hava ile soğutulanlardan daha yüksek olduğunu bildiren Carol ve Alvarado (2008), Jeong vd. (2011b) ve Huezo vd. (2007a)' un sonuçlarıyla uyumludur. Su ile soğutulan grupta L^* değerinin daha yüksek bulunması, soğutma sırasında piliç etlerinin fazla miktarda su absorbe etmesi ve soğutma sırasında uygulanan çalkalama, yıkama ve karkasların birbirlerine sürtünmesine bağlı epidermis bozulmasına dayandırılmaktadır. Buna

ek olarak L* değerinin su ile soğutulan grupta yüksek çıkmasını, suda çözünen proteinlerden (myoglobin, hemoglobin cytochrome C) kaynaklandığı düşünülmektedir (Huezo vd. 2007b). Su+hava ile soğutulan grupta L* değerinin hava ile soğutulan gruptan yüksek olmasını su ile soğutmanın ilk aşamasında su ile temasından kaynaklanmaktadır. Hava ile soğutulan karkaslarda soğuk hava akımından dolayı karkas yüzeyinde meydana gelen dehidrasyona ve derideki kurumaya bağlı düşük L* değerinin ortaya çıktığı düşünülmektedir. Hava ile soğutulan grupta L* değerini iyileştirmek amacıyla evaporative soğutma sistemi geliştirilmiştir. Bunun yanı sıra, L* değerinin stres ve yem içeriği gibi etkenlerden de etkilendiği belirtilmiştir (Huezo vd. 2007b; Mielnik vd. 1999). Yapılan çalışmalarda, evaporative soğutmanın spraylemeden kaynaklanan etkisi ile karkas derisindeki renk bozulmasını önlediğini ortaya koymuştur (Veerkamp, 1989; Barbut, 2002; International Commission on Microbiological Specifications of Foods, 2005).

Çizelge 4. Farklı yöntemlerle soğutulan piliç etlerinde bazı kalite özellikleri

ÖZELLİK	SU			HAVA			SU+HAVA		
	♀	♂	Σ	♀	♂	Σ	♀	♂	Σ
pH ₁₅	6.38±0.57	6.39 ±0.49	6.39 ± 0.04	6.51±0.54	6.44 ± 0.50	6.48± 0.04	6.45±0.57	6.48±0.57	6.46 ± 0.04
pH ₂₄	5.92±0.43	6.03±0.37	5.98±0.03	5.95±0.41	6.02±0.38	5.99±0.03	6.00±0.43	5.90 ±0.43	5.95±0.03
L*	55.78±1.38	55.91±1.17	55.84±0.91	53.89±1.31	54.98 ±1.22	54.44±0.90	53.74±1.37	55.43 ± 1.38	54.59±0.97
a*	2.02±0.20	1.68 ± 0.17	1.85 ± 0.13	1.93±0.19	1.78± 0.18	1.85 ± 0.13	1.78±0.20	1.62 ± 0.20	1.69 ± 0.14
b*	-8.24±0.51	-7.30± 0.44	-7.77±0.34	-7.16±0.49	-6.90 ±0.45	-7.03 ±0.33	-7.17±0.51	-6.32 ±0.51	-6.74 ±0.36

Önemlilik Düzeyi (P)

Varyasyon Kaynakları	pH ₁₅	pH ₂₄	L*	a*	b*
Yöntem	0.18	0.62	0.49	0.66	0.10
Cinsiyet	0.89	0.47	0.37	0.18	0.09
Yöntem x Cinsiyet	0.66	0.40	0.84	0.87	0.74

a: Aynı satırda, aynı sembolde farklı harf taşıyan soğutma yöntemleri arasındaki fark önemlidir (p≤0.05)

Çalışmada, üç farklı soğutma yöntemi ile soğutulan karkaslardaki, koyuluk (kırmızılık) oranını belirleyen a^* değerleri, su ve hava ile soğutulan piliç etlerinde 1.85 ve su+hava ile soğutulan grupta ise 1.69 olarak belirlenmiştir ($p>0.05$). Etteki sarılık oranını belirleyen b^* değerlerine bakıldığında ise su ile soğutulan karkaslarda -7.77, hava ile soğutulan karkaslarda -7.03 ve su+hava ile soğutulan karkaslarda -6.74 bulunmuştur. Piliç etlerinin a^* ve b^* renk değerleri üzerine soğutma yöntemlerinin etkisi önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Fleming vd. (1991), Huez vd. (2007a) ve Zhuang vd. (2009a), araştırma bulgularımızla uyumlu olarak, su ve hava ile soğutulan göğüs etlerine ait L^* , a^* ve b^* değerleri bakımından gruplar arasında önemli bir farklılığın bulunmadığını belirtmişlerdir.

Bulgularımızla farklılık gösteren Janardhanan (2011)'in araştırma sonuçlarında, hava ile soğutulan göğüs etlerinde a^* ve b^* değerleri daha yüksek bulunmuştur. Evaporatif yöntemle soğutulan göğüs etlerinde ise a^* ve b^* değerlerini, hava ile soğutulan göğüs etlerinden daha düşük iken su ile soğutulan göğüs etlerinden daha yüksek değerde tespit etmiştir. Bu farklı sonucun elde edilmesinde, soğutma öncesi uygulanan haşlama suyu sıcaklıklarının farklı olması veya besleme farklılığından kaynaklandığı tahmin edilmektedir (Jeong vd., 2011b).

Çalışmada, pH_{15} , pH_{24} , L^* , a^* ve b^* gibi et kalite özellikleri üzerine cinsiyetin etkisi önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

4.1.4. Soğutma sonrası etin ağırlık kaybı, çözdürme, pişirme ve su kaybı

Kanatlı etlerinde lezzeti, tekstürü ve kaliteyi etkileyen önemli kriterlerden birisi de su tutma kapasitesi olarak bilinmektedir. Etteki su tutma kapasitesini saptamak için etin çözdürme –pişirme ve su kaybı oranlarına bakılmaktadır. Bu analizler etin mukavemeti ve gevrekliği hakkında bilgi vermektedir. Kesimhanelerde uygulanan karkas soğutma yöntemleri, etteki su oranını önemli derecede etkilemektedir. Bu çalışmada soğutma yöntemlerinin etin su tutma kapasitesi üzerine etkisini ortaya koyabilmek amacıyla, karkaslarda soğutma öncesi ve soğutma sonrası ağırlık kayıplarına (%) bakılmıştır (Çizelge 5). Çalışmada, bu özellik üzerine cinsiyetten kaynaklanan önemli bir etki saptanmamıştır ($p>0.05$). Soğutma sonrasında karkaslarda saptanan ağırlık farklarına bakıldığında en yüksek ağırlık kazancının % 3.51 ile su soğutma grubunda, en fazla ağırlık kaybının ise -2.34 ile hava soğutma grubunda ortaya çıktığı görülmüştür. Su+hava soğutma grubunda gerçekleşen ağırlık kazancının ise % 1.91 olduğu belirlenmiştir. En yüksek ağırlık kazancının su ile soğutulan karkaslarda tespit edilmiş olması, bunların soğutma sırasında su ile dolu tanklara daldırılması sırasında deri yüzeyinden suyun piliç etine absorbe olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Diğer deneme grubu su+hava ile soğutmada ise daha düşük bir ağırlık kazancının meydana gelmesi karkasların ilk soğutma aşamasında su tankına daldırıldıktan sonra hava deposunda bekletilmesinden kaynaklandığı ileri sürülebilir. Hava ile soğutma yönteminde piliç karkaslarının, soğuk hava deposunda soğutulmaları sırasında su ile temas etmeden hava akımına maruz kalmaları nedeniyle, hatta kurumaya bağlı ağırlık kaybına uğradıkları gözlenmiştir. Bu sonucu destekleyen birçok araştırma bulunmaktadır (Mielnik vd. 1999; James vd. 2006; Huezo vd. 2007b; Zhuang vd. 2008). Ayrıca, Huezo vd. (2007b), hava ile soğutma yönteminden sonra karkasın ortalama % 2.5 (2.2–3.5) oranında ağırlık kaybettiğini aynı zamanda su soğutma yönteminde karkasın ortalama % 9.3 (3.4–14.7) oranında ağırlık kazandığını ortaya koymuşlardır. Jeong vd. (2011a) ve Janardhann (2011), soğutma su, hava ve evaporative yöntemlerle olan ile soğutulan karkasların 24 saat bekletildikten sonra, su kaybı ve pişirme kaybı değerleri arasında önemli bir farkın bulunmadığını bildirmişlerdir. Çalışmalarda soğutma sonrası karkasta görülen ağırlık kaybının ya da kazancının farklı değerler arasında olmasının sadece soğutma yönteminin farklı olmasından değil, soğutma süresinin, sıcaklığın, buharlaşmanın, hava akımının, derinin su tutma kapasitesinin

ve soğutma öncesi karkaslardaki ağırlık farklarından da kaynaklandığı belirtilmektedir (Veerkamp, 1990).

Bu çalışmada, piliç etlerinde meydana gelen ağırlık kayıpları literatürde belirttiği gibi, hava ile soğutulan karkaslarda genellikle %1.5-3 oranında ağırlık kaybı ve su ile soğutulan karkaslarda %4-8 ağırlık kazancı arasında gerçekleşmiştir. Evaporative soğutmada ise yüzeyde kurumayı engellemek için karkaslara 5 ile 15 dk boyunca 4-5 kez sprayle nemlendirme yapıldığından daha az su kaybı (% 0.8) görülmüştür (Veerkamp, 1986).

Başka bir çalışmada ise evaporative ile soğutma yapılan karkaslarda % 0.7-1.7 arasında, su ile soğutma yapılan karkaslarda ise % 3.3 ağırlık kazancı saptanmıştır (Simeonovov vd. 1999). Bu sonuçlara benzer olarak, Mielnik vd. (1999), hava ile soğutulan karkasların evaporatif soğutma uygulanan karkaslardan daha fazla ağırlık kaybettiklerini ve hava ile soğutmada % 1.4 - 2.8, evaporative soğutma ile karkaslarda % 0.2 den daha düşük oranda ağırlık kaybettiğini, evaporatif yöntemle soğutulan bazı karkaslarda ise spraylemeden dolayı % 0.9 ağırlık kazancı olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 5. Farklı yöntemlerle soğutulan piliç etlerinde ortaya çıkan bazı kayıplar

ÖZELLİK	SU			HAVA			SU+HAVA		
	♀	♂	Σ	♀	♂	Σ	♀	♂	Σ
Ağırlık farkı %	3.98 ± 0.42 ^c	3.04 ± 0.36 ^c	3.51 ± 0.28 ^c	-2.94 ± 0.40 ^a	-1.74 ± 0.37 ^a	-2.34 ± 0.28 ^a	1.72 ± 0.42 ^b	2.10 ± 0.42 ^b	1.91 ± 0.30 ^b
Çözdürme kaybı %	19.01 ± 0.75 ^b	19.04 ± 0.64 ^b	19.03 ± 0.47 ^b	15.27 ± 0.71 ^a	16.39 ± 0.66 ^a	15.26 ± 0.48 ^a	16.35 ± 0.75 ^a	15.92 ± 0.75 ^a	16.14 ± 0.51 ^a
Piştirme kaybı %	22.02 ± 1.05 ^b	23.18 ± 0.90 ^b	22.60 ± 0.69 ^b	20.43 ± 1.01 ^a	18.72 ± 0.93 ^a	19.58 ± 0.69 ^a	21.88 ± 1.05 ^b	21.13 ± 1.05 ^b	21.51 ± 0.75 ^b
Su kaybı %	13.25 ± 1.30 ^b	15.04 ± 1.11 ^b	14.15 ± 0.86 ^b	9.90 ± 1.25 ^a	11.71 ± 1.53 ^a	10.81 ± 0.85 ^a	12.51 ± 1.30 ^{ab}	11.96 ± 1.30 ^{ab}	12.23 ± 0.92 ^{ab}

Önemlilik Düzeyi (P)

Varyasyon Kaynakları	Ağırlık farkı (%)	Çözdürme kaybı (%)	Piştirme kaybı (%)	Su kaybı (%)
Yöntem	0.00	0.00	0.01	0.03
Cinsiyet	0.52	0.66	0.60	0.32
Yöntem x Cinsiyet	0.03	0.50	0.34	0.57

a-c: Aynı satırda, aynı sembolde farklı harf taşıyan soğutma yöntemleri arasındaki fark önemlidir ($p \leq 0.05$).

Soğutma sonrasındaki çözdürme kayıplarına bakıldığında ise; su, hava ve su+hava grupları arasında bu kayıpların sırasıyla % 19.03, 15.26 ve 16.14 olduğu görülmektedir ($p<0.05$). Bu değerlere göre, en yüksek çözdürme kaybı su ile soğutulan karkaslarda tespit edilmiştir. Çalışmada tespit edilen çözdürme kayıpları, ağırlık kazançları ile ilişkilendirilmektedir. Karkasların soğutulması sonrasında yöntemler arasında en yüksek ağırlık kazancı, çözdürme ve pişirme kayıpları su soğutma grubunda ortaya çıkmıştır. Bunun nedeni, karkasların soğuk su tankında kazandıkları suyu çözdürme ve pişirme sırasında kaybetmesinden kaynaklandığı düşünülebilir.

Soğutulan karkasların pişirme kayıplarına ait veriler Çizelge 5' de verildiği gibi su ile soğutulan grupta % 22.6, hava ile soğutulan grupta 19.58 ve su+hava ile soğutulan grupta ise 21.51 tespit edilmiştir. Gruplar arasında en düşük pişirme kaybı hava ile soğutulan karkaslarda, en yüksek pişirme kaybı ise su ile soğutulanlarda saptanmıştır ($P<0.05$). Carol ve Alvarado (2008) su ve hava ile soğutulan karkasların pişirme kayıpları arasındaki farkın önemli olmadığını vurgulamışlardır.

Piliç etlerinde ortaya çıkan su kayıpları, su ile soğutulan grupta % 14.15, hava ile soğutulan grupta 10.81 ve su+hava ile soğutulan grupta ise 12.23 olarak bulunmuştur ($P<0.05$). Su kaybı; buzdolabında ($+4^{\circ}\text{C}$) 2 gün bekletilen piliç etinin saldığı su, kaybettiğı ağırlık miktarını oluşturmaktadır. Soğutma sonrasında en yüksek su kazancı su soğutma grubunda görüldüğünden, su kaybı da en yüksek bu grupta gerçekleşmiştir ($p<0.05$).

6. SONUÇ

Et ve et ürünleri mikroorganizmaların gelişip çoğalabilmeleri için uygun ortamlardır. Bu tür gıdalar, yüksek nem içerikleri, azotlu besin öğeleri mineral ve diğer gelişme faktörlerince zengin olmalarının yanında belli oranda fermente olabilen karbonhidrat (glikojen) içermeleri ve pH değerlerinin birçok mikroorganizmanın gelişmesine elverişli olması nedeniyle mikrobiyal gelişme sonucu kolayca bozulma niteliği taşımaktadırlar. Normal koşullarda, sağlıklı bir etin iç dokusunda pek az sayıda mikroorganizma bulunabilir veya hiç mikroorganizma bulunmaz. Ancak, etler kesim, yüzme, parçalama, taşıma, depolama ve işleme sırasında önemli ölçüde dış kaynaklı mikrobiyal kontaminasyona maruz kalırlar (Alperden ve Özay, 1993). Özellikle mikroorganizma bulaşmaları, kesim sonrası uygulanan işlemlerin temiz ve doğru olmamasından kaynaklanmaktadır.

Kesimhanelerde uygulanan soğutma yöntemleri karkasın dış (karkasın yüzeyinde kuruluk veya nemlilik, karkas renginde görülebilir değişiklik) ve iç yüzeyine (etin mukavemeti, pişirme kaybı ve kalitesi) çeşitli etkiler meydana getirebilir (Mielnik vd. 1999; Alvarado 2008, Zhuang vd. 2008). Bu etkenlerden dolayı soğutma yönteminin etin kalitesi ve raf ömrü için önemli olduğu görülmektedir

Yapılan bu çalışmada, kesimhanede uygulanan karkas soğutma yöntemlerinin (su, hava ve su+hava soğutma yöntemi) piliç eti kalitesine ve raf ömrüne etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonuçları, hava soğutma yönteminin diğer karkas soğutma yöntemlerine göre mikrobiyolojik açıdan ve diğer et kalite özellikleri yönünden daha iyi bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur. Kesimhanelerde de sıklıkla uygulanan hava soğutma yöntemiyle soğutulan karkaslarda, diğer soğutma yöntemlerine kıyasla daha uzun süre etin bozulmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca hava ile soğutulan karkaslar daha az miktarda su absorbe ettiklerinden etin kalitesini de olumlu yönde etkilemiştir.

Su ile soğutulan karkaslarda, soğutma işlemi süresince çapraz kontaminasyon düzeyinin su ile temasın karkas yüzeylerinde nemi artırmaya bağlı olarak raf ömrünün daha kısa olmasına yol açmıştır. Ayrıca su ile soğutulan karkaslarda fazla miktarda su absorbe edildiğinden etin kalitesini olumsuz yönde etkilenmiştir.

Su ile soğutulan karkaslarda buzdolabı koşullarında bekletme sırasında daha fazla sayıda mikroorganizma gelişmiştir. Gelişen bu mikroorganizmaların raf ömrünü olumsuz etkilemesi nedeniyle, piliç karkaslarının soğutulmasında hava soğutma yönteminin kullanılmasının gıda güvenliği açısından daha uygun olduğu ortaya çıkmaktadır. Bunun yanında hava ile soğutulan etlerin su tutma oranlarının da düşük olmasından dolayı et kalitesini de olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Sonuç olarak, hava soğutma yöntemi, soğutma sırasında karkaslar arasında temasın olmaması nedeniyle, su ve su+hava soğutmaya oranla soğutma çıkışında piliç etlerindeki bakteriyel yükün daha düşük olmasına yol açarak raf ömrünün daha uzun olmasını sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- Allen, C.,D., Russell, S.,M., Fletcher, D., L., 1997. The relationship of broiler breast meat color and pH to shelf-life and odor development. **Poultry Science**, 76:1042–1046
- Alperden, Ü., Özay, G. 1993. Fermentation technologies in food production. Nato - Tu - fermentech. Final Project Report. Marmara Research Center, Food and Refrigeration Technology Department. TÜBİTAK
- Ayhan, K., 2000. Gıdalarda Mikroorganizma Gelişmesini Etkileyen faktörler. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Genişletilmiş 2. Baskı; Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü yayını. Sim Matbaası, pp.522. Ankara
- Barbut, S. 2002. Primary processing of poultry. **Poultry Products Processing: An Industry Guide**, pp.81–107
- Berrang, M. E., Meinersmann, R. J., Smith, D. P., Zhuang, H. 2008. The effect of chilling in cold air or ice water on the microbiological quality of broiler carcasses and the population of *Campylobacter* 1. **Poultry Science**, 87:992–998
- Bolder, N. M. 1997. Decontamination of meat and poultry carcasses. **Trends Food Sci. Tech**, 8: 221-227.
- Bremner, A., Johnston, M., 1996. Poultry meat hygiene and inspection . W. B.Saunders Company Ltd. London.
- Bianchi, M., Fletcher, D.L., Smith, D.P., 2005, Physical and functional properties of whole and ground pale broiler breast meat. **Poult. Sci**, 84:803–808.
- Bilgin,V., 2005. Farklı donma sıcaklıklarının depolama sırasında tavuk etinin bazı kalite özelliklerine etkisi. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek lisans tezi. Ankara.
- Carol, C.D., Alvarado C. Z., 2008 . Comparison of air and immersion chilling on meat quality and shelf life of marinated broiler breast fillets . **Poultry Science**, 87:368–372 .

- Cornforth, D. P., 1994. Color and its importance. Quality attributes and their measurement in meat, poultry, and fish products. pp. 34–78 .
- Cemeroğlu, B., Soyer, A., 2005. Gıdaların soğutulması ve dondurulması. In: Gıda mühendisliğinde temel işlemler. (Cemeroğlu, B. Ed.), Baskent Klise Matbaacılık, pp:1-358 Ankara.
- Davies , A., Board , R., 1998. The microbiology of meat ve poultry ..Andrew ED Dawis ,Ron Board .1st edition . London ,UK.
- Duclos, M.J., 2011. Factors affecting poultry meat quality. 1. Uluslararası Beyaz Et Kongresi, 11-15 Mayıs, Antalya
- FAO. Manual of Food Quality Control. 4. Rev. 1. 1992. “Microbiological Analysis”. **Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome**, sayfa 43-56.
- Fleming, B. K., Froning G. W., Yang T. S.. 1991. Heme pigment levels in chicken broilers chilled in ice slush and air. **Poult. Sci**, 70:2197–2200
- Fletcher, D.L., 2002. Poultry meat quality. **World Poultry Science**, 58:131-145
- Fletcher, D. L., 1995. Relationship of breast meat color variation to muscle pH and texture. **Poultry Sci**, 74 (Suppl. 1):120. (Abstr.)
- Fluckey, W. M., Sanchez M. X., McKee S. R., Smith D., Pendleton E., Brashears M. M. 2003. Establishment of a microbiological profile for an air-chilling poultry operation in the United States. **J Food . Prot**, 66: 272-279.
- Froning, G. W., Babji A. S., Mather F. B., 1978. The effect of preslaughter temperature, stress, struggle and anesthetization on color and textural characteristic of turkey muscle. **Poultry Sci**, 57: 630–633.
- Gallo, I., Schmitt R., E., Schmitt-lorenz W., 1988. Microbial spoilage of refrigerated fresh broilers. I. Bacterial flora and growth during storage. **Lebensm.-Wiss. u.-Technol**, 21: 216-223.

- Greer, G. G., Murray A. C., 1988. Effects of pork muscle quality on bacterial growth and retail case life. **Meat Sci**, 24: 61–71
- Gül.F., Önal A.E., 2008. Halk Sağlığı açısından Gıda Analizlerinin Önemi. **Nobel Med**, 4(3)
- Güler, C.H., 2011. Etlik piliçlerde fizyolojik stresin kan parametreleri ile et kalitesi üzerine etkileri ve ilgili özelliklerin kalıtımı. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir
- Hale, K.K., Stadelman W.J., Bramblett V.D., 1973. Effect of dry chilling on the flavour of fried chicken **Poult Sci**, 52 253-262
- Hargis, B. M., Caldwell, D. J., Byrd, J. A., 2001, Microbiological pathogens : live poultry considerations. Poultry Meat Processing. (Sams, A. R. (Ed.), CRC Press, pp. 121-137. USA
- Heuer, O. E., Pedersen K., Andersen J. S.. 2008. Prevalence and antimicrobial susceptibility of thermophilic *Campylobacter* in organic and conventional broiler flocks. **Lett. Appl. Microbiol**, 33: 269–274.
- Hinton, A., Cason, j.A., Ingram, K. D., 2004. Tracking spoilage bacteria in commercial poultry processing and refrigerated storage of poultry carcasses. **Int.J.Food Microbiol**, 91: 155-165.
- Huezo, R., Smith D. P., Northcutt J. K., Fletcher D. L. 2007b. Effect of Immersion or dry air chilling on broiler carcass moisture retention and breast fillet functionality. **Poult. Res**, 16: 438–447
- Huezo, R. Smith D. P, Northcutt J. K., Fletcher D. L., 2007a. Effect of chilling method and deboning time on broiler breast file quality. **J. Appl. Poult. Res**, 16: 537–545.
- Hunt, M.C., Acton J.C., Benedict R.C ., Calkins C.R., Cornforth , D.P., Jeremiah L.E., Olson D.P., Salm C.P., Savell J.W., Shiwas S.D.,1991. Guidelines for meat color evaluation. Chicago: American Meat Sci. Assoc.and National Live Stock and Meat Board .

- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods), 1998. Poultry and Poultry Products. In: *Microorganisms in Foods. 6. Microbiol Ecology of Food Commodities*. Blackie Academic & Professionals, London.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications of Foods), 2005. Poultry products. in *Microorganisms in Foods. 6. Microbial Ecology of Food Commodities*. 2nd ed. pp. 108–173. New York
- James, C., Vincent C., Andrade Lima T.I., James S.C., 2006. The primary chilling of poultry carcasses: a review. **International Journal of Refrigeration**, 29: 847-862
- Janardhanan, K. K., 2011. Evaluation of chilling methods on broiler carcass appearance, texture, sensory and microbial quality. Michigan State University. Master Thesis. U.S.A
- Jeong, J. Y., Janardhanan K. K., Booren A. M., Harte J. B., Kang I. 2011a. Breast meat quality and consumer sensory properties of broiler carcasses chilled by water, air, or evaporative air. **Poultry Science**, 90: 694–700
- Jeong, J. Y., Janardhanan K. K., Booren A. M., Karcher D. M., Kang I., 2011b. Moisture content, processing yield, and surface color of broiler carcasses chilled by water, air, or evaporative air. **Poultry Science**, 90 :687–693
- Kauffman, R. G., Marsh, B. B., 1987. Quality characteristics of muscle as food. *The Science of Meat and Meat Products*. 3rd ed. J. F. Price and B. S. Schweigert, ed. Food and Nutrition Press, Inc., pp.356–357 Westport, CT.
- Laack, Van., R.L.J.M., Liu, C.H., Smith, M.O., Loveday, H.D. 2000. Characteristics of pale, soft and exudative broiler breast meat. **Poultry Science**, 79(7):1057-1061.
- Lillard, H. S., 1979. Levels of chlorine and chlorinedioxide of equivalent bactericidal effect in poultry processing water. **J. Food Sci**, 44:1595-1597
- Lillard, H.S. 1982. Improving chilling systems for poultry. **Food Technol**, 36 (2) 58-67.

- Livingston, D. J., Brown, W. D., 1981. The chemistry of myoglobin and its reactions. **Food Technol**, 35:244–252
- McKee, S., 2001. Chilling of broiler immersion and air. **Watt Poultry Science**, 12:18-24 USA
- Mead, G.C., 2004. Microbiological quality of poultry meat: a review. **Brazilian Journal of Poultry Science**, 6(3):135-142
- Mielnik, M. B., Dainty R.H., Lundby F., Mielnik J., 1999. The Effect of evaporative air chilling and storage temperature on quality and shelf life of fresh chicken carcasses. **Poultry Science**, 78:1065–1073
- Newbold, R. P., Scopes R. K., 1967. Post-mortem glycolysis in ox skeletal muscle effect of temperature on the concentrations of glycolytic intermediates and cofactors. **Biochemical**, 105-127
- Northcutt, J. K., Cason J. A., Smith D. P., Buhr R. J., Fletcher D. L., 2006. Broiler carcass bacterial counts after immersion chilling using either a low or high volume of water. **Poultry Science**, 85:1802–1806 .
- Northcutt, J. K., Cason J.A., Ingram, K.D., Smith D.P., Buhr, R. J., Fletcher D.L., 2008. Recovery of bacteria from broiler carcasses after immersion chilling in different volumes of water, Part 2. **Poultry Science**, 87:573–576
- Petracci, M., Fletcher D.L., 2002. Broiler skin and meat color changes during storage. **Poultry Science**, 81:1589–1597.
- Petracci, M., Bianchi, M., Betti, M., Cavani, C. 2004. Color variation and characterization of broiler breast meat during processing in Italy. **Poultry Science**, 83: 2086-2092.
- Petrak, T., Kalodera .Z., Novakovic, P., Gumhalter Karolyi, L., 1999. Bacteriological comparison of parallel and counter flow water chilling of poultry meat. **Meat Science**, 53:269-271

- Regez, P., Gallo, L., Schmitt, R.E., Schmitt-Lorenz, W., 1988. Microbial spoilage of refrigerated fresh broilers. III. Effect of storage temperature on the microbial association of poultry carcasses. **Lebensm.-Wiss. u.-Technol**, 21: 229-233.
- Rey, C. R., Kraft A. A., Topel D. G., Parrish F. C., Jr., Hotchkiss D.K, 1976. Microbiology of pale, dark, and normal pork. **J. Food Sci**, 41:111-116.
- Ristic, M., 1997. Application of chilling methods on slaughtered poultry. **Fleischwirtsch**, 77: 810-811.
- Sams, A, R., 1999 Meat quality during processing. **Poultry Sci**, 78: 798-803
- Sams, A.R.,2001. First processing: Slaughter through chilling. Processing. In: Poultry Meat (Sams, A.R. Ed.) CRC Press LLC, pp.19–34. Boca Raton FL.,
- Sanchez, M. X., Fluckey, W. M., Brashears, M. M., McKee S. R. 2002. Microbial profile and antibiotic susceptibility of *Campylobacter* spp. and *Salmonella* spp. in broilers processed in air-chilled and immersion-chilled environments. **J. Food Prot**, 65:948–956.
- Sarma, J., Vidya Sagar Reddy, G., Srikar, L. N. 2000. Effect of frozen storage on lipids and functional properties of proteins of dressed Indian oil sardine (*Sardinella longiceps*). **Food Res. Int**, 33:815-820.
- Schreurs, F. J.G., 2000. Post mortem changes in chicken muscle. **World Poultry Science J**, 65:948-956
- Sezen, A.G., 2007. Piyasada satışa sunulan taze kanatlı eti preparatlarının son kullanma tarihlerinde duyuşal ve genel mikrobiyolojik kaliteleri. İstanbul Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. İstanbul
- Simeonovova, Ingr J. I., Jelinkova D., Bozek R., Mika O., 1999. Water absorption at two processes of broiler chilling. **Czech J. Animal Sci**, 44:93-96.

- Smolinska, T., Abdul-Halim, F., 1992. The effects of freezing systems and frozen storage on the quality of broiler tissue muscle. **Arch. Geflügelk.**, 56(2) 80-85.
- SPSS, 2011: SPSS for Windows Release 19.0, SPSS Inc.
- Swanson, K., Busta, F.F., Peterson, E. H., Johnson., M. G., 1992. Colony counts method. **Public Health Association**, 16:239-249.
- Tsai, L.S., Schade J.E., Molyneux B.T.,1991. Chlorination of poultry chiller water. chlorine demand and disinfection efficacy. **Poultry Sci**, 71:188-196.
- Tuncer B., Sireli U.T., 2008. Microbial growth on broiler carcasses stored at different temperatures after air or water chilling. **Poultry Science**, 87:793-799.
- Ugur, M., Nazlı B.,1992. Besin Hijyeni Ders Notları. İstanbul Üniversitesi yayınları, İstanbul
- Ünlütürk, A., Turantaş, F., 1998. Et ve et ürünlerinde mikrobiyolojik bozulmalar, patojen mikroorganizmalar ve muhafaza yöntemleri. Gıda Mikrobiyolojisi Kitabı. Birinci baskı, Mengi Tan Basımevi, s. 272–276.
- Veerkamp, C.H., 1986. Control of weight loss by evaporative airchilling, recent advances and developments in the refrigerationof meat by chilling. Meeting of IIR Commission C2,International Institute of Refrigeration, Bristol, UK. pp.101-105.
- Veerkamp, C.H., 1989. Chilling, freezing, and thawing. In: Processing of Poultry. (Mead, G. C. Ed.) Elsevier Applied Science, pp. 103–125 New York, NY.
- Veerkamp, C.H., 1990. Chilling of poultry and poultry products. Chilled Foods: The State of Art. (Gormley, T. R Ed.) Elsevier Appl. Sci., pp. 147–158 New York, NY.
- Veerkamp, C.H., 1991. Can evaporative air-chilling control weight loss in cooling?. **World Poultry**, 7:37, 39.

- Wedderkopp, A., Gradel K.O., Jorgensen J.C., Madsen M., 2001. Pre-harvest surveillance of *Campylobacter* and *Salmonella* in Danish broiler flocks: a 2-year study. **Int. J. Food Microbiol**, 68:53–59.
- Yang, C. C., Chen T. C., 1993. Effects of refrigerated storage, pH adjustment, and marinade on color of raw and microwave cooked chicken meat. **Poultry Sci**, 72:355–362.
- Zhang Lei, Jeong J. Y., Janardhanan K.K., Elliot T. R., Kang I., 2011. Microbiological quality of water immersion-chilled and air-chilled broilers. **Journal of Food Protection**, 74(9) 1531–1535
- Zhuang, H., Savage E.M., Smith D.P., Berrang M.E., 2008. Effect of dry-air chilling on warner-bratzler shear force and water-holding capacity of broiler breast meat deboned four hours postmortem1. **International Journal of Poultry Science**, 7 (8): 743-748
- Zhuang, H., Savage, E.M., Smith, D.P., Berrang, M.E. 2009a. Effect of dry-air chilling on sensory descriptive profiles of cooked broiler breast meat deboned four hours after the initiation of chilling. **Poultry Science**, 88 :1282.
- Zhuang, H., Savage, E.M., 2009b, Variation and pearson correlation coefficients of Warner-Bratzler shear force measurements within broiler breast filets. **Poult. Sci**, 88:214–220.

ÖZGEÇMİŞ**KİŞİSEL BİLGİLER**

Adı Soyadı : Zeynep KAÇAMAKLI

Doğum Yeri ve Tarihi : Eskişehir 19.02.1986

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Atatürk Üniversitesi- ERZURUM

Yüksek Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi- AYDIN

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Makaleler

-SCI

-Diğer

b) Bildiriler

-Uluslararası

-Ulusal

c) Katıldığı Projeler

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : Adnan Menderes Üniversitesi - 2010-

İLETİŞİM

E-posta Adresi : zkacamakli@adu.edu.tr

Tarih