



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARBONDİOKSİT TÜNELİNDE SOĞUTULMUŞ DANA ETİNİN DEPOLAMA SÜRESİNCE BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL DEĞİŞİMLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Fatih CAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Ağustos-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KARBONDİOKSİT TÜNELİNDE SOĞUTULMUŞ DANA ETİNİN DEPOLAMA SÜRESİNCE BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL DEĞİŞİMLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Fatih CAN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

2019, ix + 59 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN
Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Dr. Öğr. Üyesi Durmuş SERT

Bu tez çalışmasında karbondioksit tünelinde soğutulan etler ile klasik soğutma ile soğutulan etler meydana gelebilecek değişimlerin saptanması amacıyla depolama süresince 1. 4. 7. ve 11. günlerde tiyobarbütürik asit (TBA), pH, renk (*L**, *a**, *b**) ve su aktivitesi (a_w) analizleri yapılmıştır. Ayrıca depolamanın 1. ve 11. günlerinde nem analizi yapılmıştır. Bunun yanında protein ve yağ analizleri de yapılmıştır. Ek olarak taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri ve tekstür profil analizi sonuçları elde edilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre TBA değeri üzerine depolama etkisi ve Muamele x Depolama interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) çıkmış olup, karbondioksit muamelesi ile klasik soğutma istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamıştır. a_w değeri üzerine depolama etkisi istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) çıkmıştır. pH değeri üzerine depolama etkisi istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) çıkmıştır. *L** değeri üzerine depolama etkisi ve Muamele x Depolama interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) çıkmıştır. *a** ve *b** değerleri üzerinde istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamıştır.

Karbondioksit ile soğutma ve klasik soğutma uygulanmış et örneklerinin TPA analizinde değerleri üzerine karbondioksit muamelesi ile klasik soğutma istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Et, karbondioksit, kuru buz, SEM, soğutma, renk özellikleri, TPA

ABSTRACT

MS THESIS

INVESTIGATION OF SOME PHYSICAL AND CHEMICAL CHANGES DURING STORAGE OF COOLED CALF MEAT IN CARBONDIOXIDE TUNNEL

Fatih CAN

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

Advisor: Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
2019, ix + 59 Pages

Jury
Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN
Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN
Assist. Prof. Dr. Üyesi Durmuş SERT

In this thesis, thiobarbituric acid (TBA), pH, color (*L**, *a**, *b**), water activity (a_w) analysis on days 1. 4. 7. and 11. during storage period, in order to determine the changes that may occur in meat cooled by carbon dioxide tunnel and meat cooled by conventional cooling. In addition, moisture analysis was performed on the 1st and 11th days of storage. In addition, protein and fat analyzes were performed. In addition, scanning electron microscopy (SEM) images and texture profile analysis results were obtained.

According to the results, the storage effect on the TBA value and the Treatment x Storage interaction were statistically significant ($p < 0.01$). The storage effect on a_w value was statistically significant ($p < 0.01$). The storage effect on pH value was statistically significant ($p < 0.05$). Storage effect on *L** value and Treatment x Storage interaction were statistically significant ($p < 0.01$). There was no statistically significant effect on *a** and *b** values.

Carbon dioxide treatment and conventional cooling did not have a significant effect on the values of TPA analysis of meat samples with carbon dioxide cooling and conventional cooling.

Keywords: Carbon dioxide, color properties, cooling, dry ice, meat, SEM, TPA

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın planlanması ve yürütülmesinde bana yol gösteren ve destek olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN‘a;

Laboratuvar analizlerinde yardımlarını esirgemeyen, Prof. Dr. Mustafa KARAKAYA’ya, Arş. Gör. Ali Samet BABAOĞLU’na, Doktora öğrencisi Alime CABİ, Yüksek Lisans öğrencileri Eda ALAGÖZ ve Sena OLCAY’a,

Et örneklerinin temini ve ön işlemlerin yapılması için işletmelerinin kapılarını açan Aytaç Gıda Yatırım Sanayi ve Ticaret AŞ’ye ve ön işlemlerde yardımlarını ve ilgilerini esirgemeyen Aytaç Gıda Yatırım Sanayi ve Ticaret AŞ Ar-Ge ve Kalite Müdürü Gülhan GÜLTOP Bey’e

Tüm yaşamım boyunca bana destek olan ve bilgi birikimini bana aktaran Hisar Doğalgaz ve Madencilik A.Ş. Genel Müdürü ve Yönetim Kurulu Üyesi, babam İrfan CAN‘a;

Çalışmamın her aşamasında gösterdikleri sabır, anlayış ve desteklerinden dolayı değerli aileme teşekkür ederim.

Fatih CAN
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

1.1. Et ve Beslenmedeki Yeri 1
1.2. Karbondioksit ve Soğutma 1

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **3**

2.1. Karbondioksit ile Soğutma ve Dondurma Uygulamaları 3
2.1.1. Gıdaların karbondioksit ve kuru buz ile dondurulması ve soğutulması 3
2.1.1.1. Dondurma hızı 5
2.1.1.2. Karbondioksit (CO_2) ve kuru buzun soğutma ve dondurma özelliği 6
2.1.2. Karkasların ön soğutulması ve dondurulması 7
2.1.3. Salam sosis imalatında CO_2 kullanımı 7
2.1.4. İleri işlemede CO_2 kullanımı 8
2.1.5. Et ürünlerinin nakliyesinde CO_2 kullanımı 9
2.2. Karbondioksit (CO_2) ile Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP) Uygulamaları 9
2.2.1. Modifiye atmosfer paketleme (MAP) 9
2.2.1.1. Modifiye atmosfer paketleme (MAP)'nin avantaj ve dezavantajları 10
2.2.2. Modifiye atmosfer paketleme (MAP)'de karbondioksit (CO_2) kullanımı 10
2.3. Gıda Endüstrisinde Kuru Buz Tekniği Uygulamaları 11
2.3.1. Kuru buz tekniği 11
2.3.2. Kuru buz 12
2.3.2.1 Kuru buz üretimi 13
2.3.3. Kuru buz ile temizlik işlemi 14
2.3.3.1. Kuru buz ile temizlik işleminin avantajları ve dezavantajları 14
2.3.4. Kuru buz tekniğinin kanatlı endüstrisinde uygulamaları 15

3. MATERYAL VE YÖNTEM **17**

3.1. Materyal 17
3.2. Metot 17
3.2.1. Deneme planı 18
3.2.2. Analiz Metotları 18
3.2.2.1. Tiyobarbitürik asit (TBA) değerlerinin tespiti 18
3.2.2.2. Su aktivitesi (a_w) tespiti 18
3.2.2.3. pH tayini 19
3.2.2.4. Renk analizleri 19
3.2.2.5. Nem miktarı tayini 19
3.2.2.6. Protein miktarı tayini 19

3.2.2.7. Yağ miktarı tayini 20
3.2.2.8. Tekstür profil analizi (TPA) 20
3.2.2.9. SEM analizi 21
3.2.2.10. İstatistiki analizler 21

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 22

4.1. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Sonuçları 22
4.2. Su Aktivitesi (a_w) Sonuçları 24
4.3. pH Sonuçları 25
4.4. Renk Tayini Sonuçları 26
4.4.1. L^* değeri sonuçları 27
4.4.2. a^* değeri sonuçları 28
4.4.3. b^* değeri sonuçları 29
4.5. Nem Miktarı Tayini Sonuçları 30
4.6 Protein Miktarı Tayini Sonuçları 31
4.7. Yağ Miktarı Tayini Sonuçları 32
4.8. Tekstür Profil Analizi (TPA) Sonuçları 33
4.8.1. Sertlik (Hardness) 33
4.8.2. Elastikiyet (Springiness) 35
4.8.3. Dış yapışkanlık (Cohesiveness) 36
4.8.4. Sakızımsılık (Gumminess) 37
4.8.5. Çiğnenebilirlik (Chewiness) 38
4.8.6. Esneklik (Resilience) 39
4.9. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Sonuçları 40

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 53

5.1 Sonuçlar 53
5.2 Öneriler 54

KAYNAKLAR 55

ÖZGEÇMİŞ 59

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

a_w	:	Su aktivitesi
°C	:	Santigrat Derece
cm	:	Santimetre
dk	:	Dakika
g	:	Gram
h	:	Saat
kg	:	Kilogram
mm	:	Milimetre
s	:	Saniye

Kısaltmalar

CO_2	:	Karbondioksit
EPA	:	Environmental Protection Agency
FDA	:	Food and Drug Administration
HCl	:	Hidroklorik Asit
H_2O	:	Su
H_2O_2	:	Hidrojen Peroksit
MAP	:	Modifiye Atmosfer Paketleme
N_2	:	Nitrojen
O_2	:	Oksijen
SEM	:	Scanning Electron Microscope
TAMB	:	Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri
TBA	:	Tiyobarbitürik Asit
TBARS	:	Thiobarbituric Acid Reactive Substances
TPA	:	Tekstür Profil Analizi
USDA	:	United States Department of Agriculture

1. GİRİŞ

1.1. Et ve Beslenmedeki Yeri

Et; kasaplık hayvanların kesimi sonucu elde edilen karkastaki çizgili kaslardan elde edilen bir gıda maddesidir. Et tüketimi, insanlık tarihi ile ortaya çıkmış ve et, ilk insanlardan beri tüketilen en önemli gıda maddelerinden olmuştur (Aktaş ve ark., 2010). MÖ. 1000'li yıllarda ve Homer zamanında, ete kurutma, tütsüleme, tuzlama gibi muhafaza ve işleme metotları uygulanmaya başlanmıştır ve çeşitli Avrupa ve Akdeniz ülkelerinde değişik tiplerde sosislerin üretiminin Sezar döneminden önce başladığı bildirilmiştir (Price ve Schweigert, 1987).

Bir insanın sağlıklı, dengeli ve yeterli beslenebilmesi için tüketeceği gıdalarda (diyette) mutlaka bulunması arzulanan özellikler şunlardır (Aktaş ve ark., 2010):

- Diyet lezzetli olmalı (tat, aroma, tekstür, görünüş ve gevreklik gibi özellikler),
- Duyguları tatmin edici olmalı,
- Diyetin hazmolabilirliği yüksek olmalı,
- Diyetin besin bileşenleri yönünden yeterli, dengeli olması istenir.

Et, bu özellikleri bünyesinde barındıran çok iyi bir gıdadır. Etin insan bünyesinde sindirilmesi için uzun bir süreye ihtiyaç vardır. Bu nedenle et çoğu gıdadan daha uzun süre insanı tok tutar. Bu durum insanın uzun süre fiziksel açlığını yok eder. Et, bileşimindeki yağ, mineral maddeler, vitaminler ve proteinler vasıtasıyla aynı zamanda insanın fizyolojik ihtiyaçlarını da karşılar.

Et proteinlerinin sindirilebilirliği %97-98 olup, et yağlarının %95-96'sı ise insan bünyesine alınabilmektedir. Buna karşın, tahıl proteinlerinin sindirilebilirliği %85-90, kabuklu meyve proteinlerinin sindirilebilirliği ise %70'lere kadar iner (Göğüş, 1986).

1.2. Karbondioksit ve Soğutma

Karbondioksit ülkemizde genellikle doğal olarak yer altından üretilen zararsız bir gazdır. Karbondioksit havadan yaklaşık olarak 1.5 kat ağır olup inert bir gazdır. Atmosferde %0.03-0.04 oranında bulunur.

Karbondioksit son yıllarda birçok alanda kullanılan ve birçok avantajı olan bir gazdır. Karbondioksit en çok gazlı içecek sektöründe kullanılmaktadır. Karbondioksit gıda

sektöründe kırmızı ve beyaz et, balık, unlu mamuller, sütlü gıdalar, sebze ve meyvelerin dondurulması ve soğutulmasında kullanılmaktadırlar.

Et ve et ürünlerinde karbondioksit kullanımı çok yeni bir kavramdır. Karbondioksit ile et ve et ürünlerinin dondurulması, soğutulması tünel, kabin veya soğuk odaya sıvı karbondioksit püskürtülerek yapılır. -78.5 °C'ye kadar soğuyan karbondioksit ürünlerin yüzeyinde ince bir zırh meydana getirir. Soğukluk merkeze doğru nüfuz ederek ürün sıcaklığını istenen seviyeye getirir. Soğutma işlemi sonunda ürünü soğutan kuru buz süblimleşerek uzaklaşmakta ve geriye hiçbir atık bırakmamaktadır. Bu uygulamanın faydaları şu şeklinde maddeler halinde özetlenmiştir (Karipçin, 1995);

- Gıda maddelerinde gövdeden buharlaşma yolu ile olan nem kaybını önler,
- Gıda ürünlerinde ani soğutma ile damarların ağzını büzüp sızıntıyı keser,
- Nakliye kolaylığı sağlar, uzak lokasyonlar sorun olmaktan çıkar,
- Uygulanması basittir,
- Büyük yatırımlar gerektirmez,
- Kuru buz süblimleşerek uçar ve artık bırakmaz,
- Oksijen ortamdan uzaklaşır ve aerob bakterilerin yaşaması önlenir,
- İşlem yapılan ürünlerin normal şartlardaki raf ömürleri 3 ile 5 gün daha uzar,

Karbondioksit karma gaz paketli gıdalarda en önemli antimikrobiyal madde olmaktadır. Mikrobiyal çoğalma yüksek karbondioksit konsantrasyonu ile azalmaktadır. Endüstride kuru buz tekniği, genellikle gıda ile temas eden ekipmanın yüzey temizliğinde kullanılmaktadır. Kuru buz püskürtme ile kirlilikler, koruyucu ve oksit tabakalar çıkartılabilir böylece etkin bir temizlik ve hijyen sağlanır.

Ülkemizde karbondioksit ve karbondioksitin gıda ürünlerine farklı şekildeki uygulamaları üzerine yapılan çalışmalar şu an itibariyle iptidai düzeydedir ve yetersizdir. Karbondioksit termodinamik özellikleri ve inert olması sayesinde gıdaların soğutulmasında özelliklede et ve et ürünlerinin soğutulması ve nakliyesinde büyük avantajlar sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışma ile endüstriyel soğutmada yeni bir sistem olan karbondioksit ile et soğutmanın klasik yöntemle soğutmaya karşı farklılıklarını ortaya koymak amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Karbondioksit ile Soğutma ve Dondurma Uygulamaları

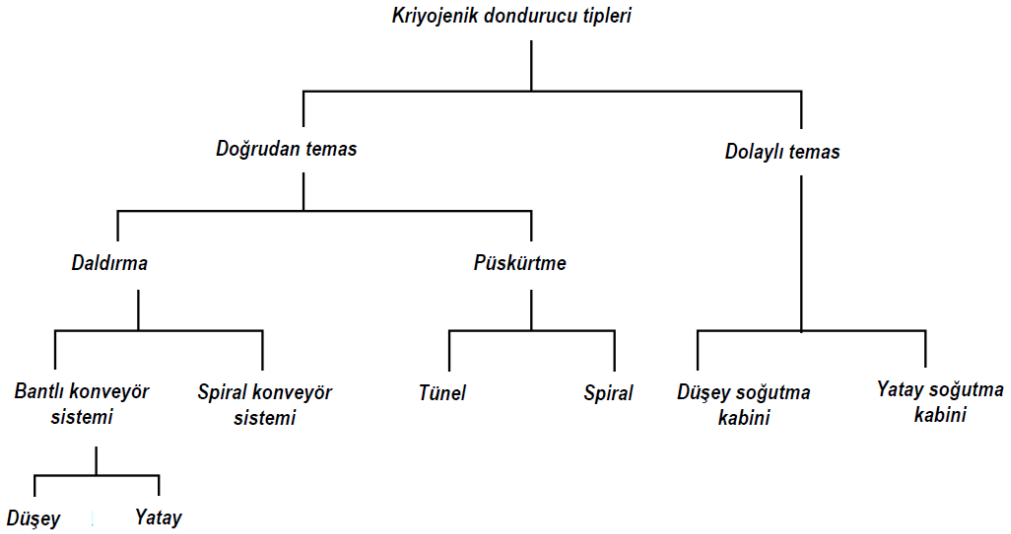
2.1.1. Gıdaların karbondioksit ve kuru buz ile dondurulması ve soğutulması

Sıcaklık mikroorganizmaların gelişimini etkileyen en önemli parametrelerden biridir (Kaale ve ark., 2011). Gıdalarda bozulmaya neden olan mikroorganizmalar -5 ˚C ile -8 ˚C'ye kadar, mayalar -10 ˚C ile -12 ˚C'ye kadar ve küfler -12 ˚C ile -18 ˚C'ye kadar biyolojik aktivitelerini sürdürebilirler. Bu sıcaklıklardan daha düşük sıcaklıklarda tüm kimyasal-biyokimyasal ve enzimatik reaksiyonlar ya tamamen durur ya da etkinlikleri yok denecek kadar azalır. Düşük sıcaklıklarda ve hızlı şekilde yapılan bir dondurma işlemi ile gıdalardaki su aktivitesi azaltılarak hem zararlı oluşumların üremesi önlenebilir hem de ürünün su kaybetmesinin önüne geçilebilir (Yalçın ve ark., 2015).

Ürünler -5 ˚C ile +15 ˚C aralığında soğuk muhafaza yapılırken, ürünün özelliğine göre donmuş muhafaza -12 ˚C ile -25 ˚C aralığında yapılır. Gıdaların -10 ˚C ve -12 ˚C sıcaklıklarda bulunması dondurulmuş ürün tanımına girerken, -18 ˚C sıcaklık ve altındaki sıcaklık derecelerinde bulundurulması derin dondurulmuş ürün tanımına girer (Yalçın ve ark., 2015).

Dondurma işlemi prosesin özelliğine göre soğuk hava ile dondurma, hava akımında dondurma, dolaylı temas yöntemiyle dondurma, direkt daldırma yöntemiyle dondurma ve kriyojenik dondurma gibi çeşitli yöntemlerle yapılabilir. Dondurma yöntemleri arasında kriyojenik dondurma, özellikle kriyojenik gazların toksik özellikte olmaması, dondurulmak istenen madde ile kriyojenik gazın bir reaksiyona girmemesi (inert olması) ve süreçte havanın yerini alarak oluşabilecek çok sayıda oksidatif reaksiyonları önlemesi yönüyle önemlidir. Kriyojenik dondurma yöntemiyle kaynama noktaları çok düşük olan sıvılaştırılmış gazlarla gıdaların çok hızlı bir şekilde dondurulması mümkündür. Nitekim yapılan araştırmalarda bu tip sistemler ile sağlanan soğutma hızları, mekanik soğutma sistemlerine göre yaklaşık %60 arttırılmıştır (Yalçın ve ark., 2015).

Karbondioksit ile dondurma uygulamalarında gıda tünel içerisinde öncelikle bir ön soğutmaya maruz bırakılır, ardından fanlar vasıtasıyla yoğun soğutma yapılır, süblimleşen karbondioksit doğrudan tünel içine püskürtülür. Gıda ürünleri ısılarını birkaç dakika içerisinde karbondioksite aktararak dondurulur. Sıcaklık donma noktasının altına düşürüldüğünde, mikroorganizmaların büyümesi hızla azalır.



Şekil 2.1. Kriyojenik dondurucuların sınıflandırılması (Khadatkar ve ark., 2004).

Üstün ısı transferi özellikleri sebebiyle kriyojenik dondurmada genellikle sıvı karbondioksit kullanılır. Karbondioksit gıda sektöründe kırmızı ve beyaz et, balık, unlu mamuller, sütlü gıdalar, sebze ve meyvelerin dondurulması ve soğutulmasında tüm proses aşamalarında kullanılmaktadırlar.



Şekil 2.2 CO_2 tüneli (Anonim, 2017)

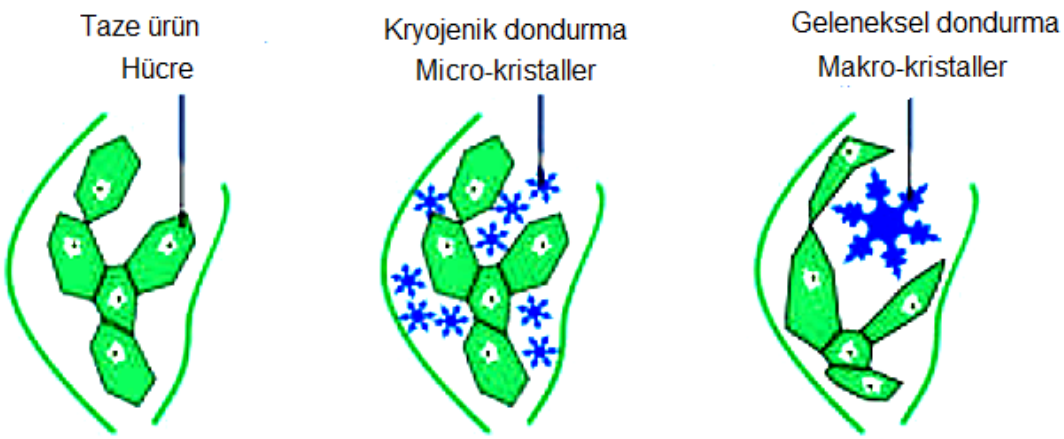
Bir gıda ürününü soğutmak bakteriyel gelişim riskini azaltırken ürünü çok çabuk soğutmak (flaş dondurma veya kriyojenik dondurma) bu riski en aza indirir. Kriyojenik

dondurma aynı zamanda gıdanın doğal kalitesini de korur. Bir ürün dondurulduğunda buz kristalleri oluşur. Kristaller ne kadar küçük ve eşit biçimde dağılmış olursa ürünün kalite ve tadı da o kadar iyi olacaktır. Gıda ürününde küçük kristallerin hem hücre içinde hem de dışında düzgün bir biçimde oluşmasını sağlamanın tek yolu gıdayı kriyojenik yöntemlerle çok çabuk dondurmaktır.

2.1.1.1. Dondurma hızı

Gıdalardaki mikroorganizmaların ölüm oranını, gıdanın fiziksel kalitesini ve sistem kapasitesini etkileyen en önemli faktörlerden birisi dondurma hızıdır. Donma hızının çeşitli tanımları yapılmakla birlikte genellikle kabul gören tanım gıdanın merkezinden (sıcak nokta veya arzu edilen donma sıcaklığına en geç ulaşan nokta) yüzeyine olan mesafenin, merkez sıcaklığının 0 ˚C'den -15 ˚C'ye düşmesi için gerekli olan süreye oranıdır. Bu tanıma göre gerekli donma hızı 5 cm/h'ten yüksekse çok hızlı dondurma, 1-5 cm/h arasında ise hızlı dondurma, 0.2-1 cm/h ise yavaş dondurma ve 0.2 cm/h'in altında ise çok yavaş dondurma olarak kabul edilir.

Buz kristallerinin boyutu ve sayısı, dondurulmuş gıda maddesinin kalitesi üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (Goswami, 2010). Dondurma işleminde oluşan buz kristallerinin büyüklüğü dondurma hızına bağlıdır. Dondurma hızı yavaşladıkça hücrede su kaybı ve dehidratasyon artar. Bu olay hücre sitoplazmasında konsantrasyon artmasına sonuçta sitoplazmada geriye dönüşü mümkün olmayan değişikliklere neden olur. Bu olay mikroorganizmalar üzerinde letal etkinin artmasına neden olur. Yavaş dondurmada daha iri buz kristalleri oluşurken hızlı dondurmada küçük buz kristalleri oluşur. İri buz kristallerinin gerek mikrobiyal hücreler ve gerekse doku hücreleri üzerinde yaptığı fiziksel zarar daha fazladır ve gıdanın tekstürel yapısının bozulmasına neden olur. Bu nedenle de yavaş dondurmada daha fazla mikroorganizma ölür. Buna karşın yavaş dondurulmuş bir gıdada doku hücrelerinin daha fazla fiziksel zarar görmüş olmaları nedeniyle gıdanın çözünmesi sırasında hücre öz suyu kaybı daha yüksek olur. Ancak dondurma işleminde asıl amaç mikroorganizmaları öldürmek olmadığı için gıdanın kalitesi açısından hızlı dondurma tercih edilmelidir. Hızlı dondurmanın diğer bir avantajı ise mikrobiyal aktivitenin durduğu sıcaklıklara daha kısa sürede ulaşıldığı için dondurma işlemi sırasında mikrobiyal aktivite sonucu gıdanın kalitesinde meydana gelebilecek olumsuzlukların önlenmesidir (Yalçın ve ark., 2015).



Şekil 2.3. Hızlı ve yavaş dondurma sürecinde buz kristali oluşumu ve hücre üzerindeki etkisi

Kristalleştirme, çekirdek oluşumu ve kristal büyümesi olarak ifade edilen iki aşamalı bir süreçtir. Çekirdek oluşumu, buz kristallerinin oluşturulması için ilk adımdır ve çekirdek büyümesi için kritik bir boyuttan daha büyük olmalıdır. Çekirdek oluştuktan sonra sıcaklık azaldıkça kristal büyüme hızı artar. Çekirdeklenme sürecinin buz kristallerinin boyutu üzerinde doğrudan bir etkisi vardır. Ürün sıcaklığı 0 $^{\circ}$C'ye yakın ve ısı transfer hızı yavaş ise, çok az sayıda ve büyük boyutlarda çekirdek oluşacaktır. Isı transfer hızı yüksek ve soğutma sıcaklığı oldukça düşük ise çok sayıda ve küçük boyutta çekirdek oluşacaktır (Khadatkar ve ark., 2004).

2.1.1.2. Karbondioksit (CO_2) ve kuru buzun soğutma ve dondurma özelliği

Saflaştırıldıktan sonra 20 bar basınç altında, yaklaşık -20 $^{\circ}$C soğutularak sıvılaştırılan CO_2 belirli normlara uygun olarak dizayn ve imal edilmiş, poliüretan veya vakum izolasyonlu tanklarda depolanarak kullanılır.

Soğutma ve dondurma amacı ile kullanılacak CO_2 bulunduğu tankın sıvı hattından atmosfer basıncına genleştirilirse hızla sıvı halden gaz haline geçmek ister. Gazlaşmak için gerekli enerjiyi kısa zamanda ortamdan alamadığı için kendi kendinden alarak belirli oranlarda katı ve gaz fazına dönüşür. Bu oran sıvı CO_2'nin bulunduğu basınca göre değişir. Bu faz değişimi esnasında katı/gaz sıcaklığı –78.5 $^{\circ}$C'dir. Bu faz değişiminden ortaya çıkan katı CO_2 (kuru buz) ortamdan ısı alarak gaz haline dönüşürken ortamda bulunan ürünleri soğutur veya dondurur (Anonim, 2017).

Uygun bir aparatın içinde bu faz değişikliği yapılıp katı CO_2 preslenip şekil verilirse ticari alanda kuru buz denilen ürün elde edilir. Kuru buzun özelliği bulunduğu ortamdan ısı

alarak katı halden doğrudan gaz haline geçer geride atık bırakmadan soğutma işlemini gerçekleştirir. Kuru buz entalpisi su buzunun 1.5 katıdır (Anonim, 2017).

2.1.2. Karkasların ön soğutulması ve dondurulması

Yeni kesilmiş parçalama hazır karkasların bulunduğu tünel, kabin veya soğuk odaya sıvı CO_2 püskürtülerek ön soğutma veya dondurma işlemi yapılır.

Tünel ve kabinlerde sıvı CO_2 dağıtımı, püskürtme ve sıcaklık sistemi vardır. Soğuk odalara sıvı CO_2 bir boru vasıtasıyla sevk edilir. Odanın içinde bir dağıtım ağı ve bu ağın belirli noktalarında nozullar bulunur. Oda sıcaklığını kontrol eden termostatı kumanda ettiği otomatik vana vasıtasıyla oda içine sıvı CO_2 enjekte edilip oda sıcaklığı set edilen değerde tutularak karkasın soğutulması veya dondurulması sağlanır (Anonim, 2017).

Isı dağılımının homojen olması için oda içine sirkülasyon fanlarından istifade edilir. Buharlaşma kaybı CO_2 ile soğutmada/dondurmada sıfırdır. Ayrıca Soğutma CO_2 ortamında olduğundan klasik soğutmaya göre karkasın raf ömrü daha uzun olacaktır.



Şekil 2.4. Kabinde dondurulmuş ürün (Anonim, 2017)

2.1.3. Salam sosis imalatında CO_2 kullanımı

Sosis, salam imalatında cutterde kıyma hazırlanırken ısınan kıymayı soğutmak için su buzu kullanılmakta ve oluşan suyu yok etmek kıymayı katılaştırmak için nişasta ilave

edilmektedir. Soğutma CO_2 ile yapıldığında su oluşmayacağından aşırı miktarda nişasta katıp ürün kalitesinin bozulması önlenmiş olacak ve eklenen nişastanın miktarı azaltılacaktır (Anonim, 2017).



Şekil 2.5. Cutterde kıyma hazırlama (Anonim, 2017)

2.1.4. İleri işlemede CO_2 kullanımı

Porsiyonluk ürünlerin (hamburger köftesi, inegöl köftesi vs.) porsiyon makinesinden düzgün çıkması için kıymanın –3 ˚C'ye kadar soğutulması gerekmektedir. Belirli bir hacimdeki kıymayı klasik soğutma ile kısa zamanda homojen ve sağlıklı soğutmak mümkün olamayacağından kıymaya baharat karıştıran mikser içine sıvı CO_2 enjekte edilerek baharat karıştırma sürecinde kıymanın soğutulması sağlanır. Kıymanın kısa sürede soğuması bakteri üremesini önleyeceğinden sağlıklı porsiyonluk ürünler üretilecektir (Anonim, 2017).



Şekil 2.6. Mikser içerisine sıvı CO_2 enjekte edilmesi (Anonim, 2017)

2.1.5. Et ürünlerinin nakliyesinde CO_2 kullanımı

Taze veya dondurulmuş ürünlerin nakliyesi sırasında kolilerde veya izolasyonlu araç kasalarının içerisinde uygun bir aparatla ilave bir soğutucuya gerek duymadan kuru buzla soğutma yapılarak ürünler sorunsuz nakledilir. Bu uygulama nedeniyle soğutucu gibi pahalı bir yatırıma gerek duyulmaz.

2.2. Karbondioksit (CO_2) ile Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP) Uygulamaları

2.2.1. Modifiye atmosfer paketleme (MAP)

MAP, gıda ambalaj atmosferindeki havanın uzaklaştırılması ve bu havanın yerine farklı gaz veya gazlar eklenmesi ile gıda ambalaj atmosferinin değiştirilmesi işlemidir. MAP için ticari olarak kullanılan başlıca gazlar karbondioksit (CO_2), oksijen (O_2) ve nitrojen (N_2) olmaktadır. CO_2 bakteriyostatik özelliğinden dolayı birçok bakterinin gelişimini engellemektedir. Paket atmosferindeki CO_2 konsantrasyonun yükseltilmesiyle etki artmaktadır. Nitrojen, vakum yapıldığı zaman basıncı gidermek için kullanılan bir doldurucu (filler) gaz olup, ürünün ezilmesini ve/veya yapışmasını engellemek için paket bütünlüğünü sağlamaktadır (Özoğul ve ark., 2006). Oksijen et rengini korumak için ve beyaz etli balıklarda

su kaybını azaltmak için kullanılmaktadır fakat yağlı balıklarda oksidadif bozulmayı arttırdığı için kullanılamayabilmektedir (Stammen ve ark., 1990).

2.2.1.1. Modifiye atmosfer paketleme (MAP)'nin avantaj ve dezavantajları

Günümüzde sıklıkla kullanılan modifiye atmosfer paketleme uygulamalarının avantajları ve dezavantajları aşağıda özetlenmiştir (Phillips, 1996; Bingöl, 2009).

MAP'ın avantajları

- %50-100 civarında raf ömründeki artış
- Daha uzun raf ömrü, dolayısı ile ekonomik kayıpların engellenmesi
- Ürünün daha uzun mesafelere dağıtılması
- Yüksek kaliteli ürün temini
- Dilimlenmiş ürünlerin daha kolay ayrılması
- Merkezi paketleme ve porsiyonlama kontrolü
- Geliştirilmiş bir sunum ve temiz bir görünüm ve albeni temini
- Kimyasal katkı ihtiyacını minimize etmek veya kaldırmaktadır.

MAP'ın dezavantajları

- Maliyete ek getirir.
- Isı kontrolü gerekmektedir.
- Her ürün için farklı gaz kombinasyonu gerekmektedir.
- Özel ekipman ve eğitim gerektirmektedir.
- Ürün güvenliği kurulmalıdır.
- Paket açılırsa veya sızıntı olursa fayda ortadan kalkmaktadır.
- Paketlerin bombaj yapması durumunda perakende satışlarda istenmeyen görünüm oluşmaktadır.

2.2.2. Modifiye atmosfer paketleme (MAP)'de karbondioksit (CO_2) kullanımı

Karbondioksit karma gaz paketli gıdalarda en önemli antimikrobiyal madde olmaktadır. Bu gaz tesirli bir gaz olup mikrobiyal hücrede ve onun çevresinde kimyasal değişimlere yol açabilmektedir (Özoğul ve ark., 2006). Gıdaları korumada CO_2'nin gıdaları korumadaki asıl faaliyeti, bakteriyel metabolizma için mevcut olan oksijenin bir kısmı veya hepsi ile yer değiştirmesi ve bu yüzden bakteri gelişimini yavaşlatmasıdır (Özoğul ve ark.,

2006). CO_2'nin antimikrobiyal aktivitesinin; karbonik asidi oluşturan gazın gıda yüzeyi üzerinde absorbe edilmesi, sonrasında karbonik asidin iyonlaşması ve pH'daki azalmanın bir sonucu olarak ortaya çıktığı belirtilmiştir (Genigeorgis, 1985). Fakat bu minimal pH azalışı hiçbir önemli biyostatik aktiviteye sahip olmamaktadır (Farber, 1991). CO_2 suda ve yağda yüksek derecede çözünür olmaktadır ve çözünürlük sıcaklığın azalmasıyla büyük ölçüde artmaktadır. Suda çözünürlük, 0 ºC ve 1 atmosferde 3.38 g CO_2/ kg H_2O, 20 ºC'de ise 1.73 g CO_2/ kg H_2O olmaktadır (Sivertsvik ve ark., 2002; Özoğul ve ark., 2006). Bir kültür ortamında veya gıda sisteminde karbondioksitin mikroorganizmalardaki engelleyici etkisi, karbondioksitin kısmi basıncına, karbondioksit konsantrasyonuna, başlangıçtaki gaz seviyesine, sıcaklığa, asitliğe, su aktivitesine, mikroorganizma türüne, mikrobiyal gelişme evresine ve kullanılan gelişme ortamına bağlıdır. Maksimum antimikrobiyal etki için, bir MAP ürünün depolama sıcaklığı mümkün olduğu kadar düşük tutulmalıdır. Çünkü, sıcaklığın artmasıyla karbondioksitin çözünürlüğü önemli ölçüde düşmektedir. Bu nedenle uygun olmayan depolama sıcaklığı genellikle karbondioksitin yararlı etkisini yok etmektedir (Farber, 1991; Özoğul ve ark., 2006).

MAP'ta mikroorganizma gelişiminin engellenmesi üründe çözülen CO_2 konsantrasyonuna bağlıdır. Modifiyeli atmosfer paket açıldıktan sonra CO_2 üründen yavaşça serbest kalmakta ve kalan bir miktar CO_2 belli bir zaman periyodu için yararlı bir koruyucu etki göstermeye devam etmektedir (Stammen ve ark., 1990). Mikrobiyal gelişme yüksek karbondioksit konsantrasyonu ile azalmaktadır (Reddy ve ark., 1992). Fakat taze balık ürünlerini paketlemede yüksek karbondioksit seviyeleri paketin deformasyonuna veya çöküşüne neden olan ve aynı zamanda et pigmentleri ile ilişkili ürün rengini etkileyen balıketi içerisinde karbondioksit çözünmesine neden olur. Doku pH'ındaki düşüş etin su tutma kapasitesinin düşüşüne neden olabilmekte ve su kaybı ortaya çıkmaktadır (Reddy ve ark., 1992; Özoğul ve ark., 2006).

2.3. Gıda Endüstrisinde Kuru Buz Tekniği Uygulamaları

2.3.1. Kuru buz tekniği

Gıda endüstrisinde kuru buz tekniği, genellikle gıda ile temas eden ekipmanın yüzey temizliğinde kullanılmaktadır. Çoğunlukla et, süt ve hububat işletmesinde uygulamasına rastlamak mümkündür. Ekmek fırınlarındaki kalıntıların, çikolata kalıplarının, konveyörlerin, elektrikli ekipman parçaları ve motorların, filtrelerin, karıştırma ekipmanının, parçalama ekipmanının, gıda üretim bantları ve depolarının, kesimhanelerin temizlik ve dezenfeksiyonu

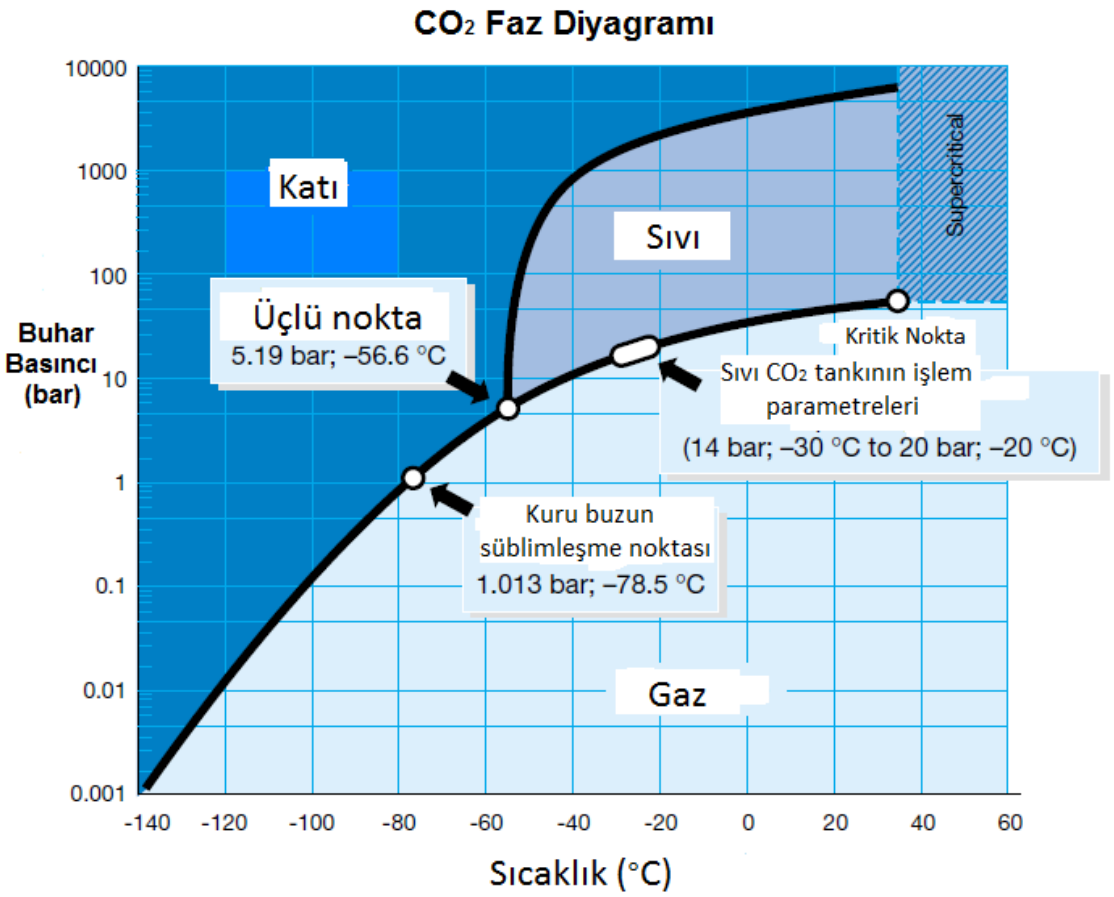
bu uygulamalara örnek verilebilir. Gıda endüstrisi dışında; otomotiv, teneke ambalaj, kimya, matbaa, elektrik, uçak, kauçuk, plastik, gıda, kâğıt, oto lastik ve ilaç sanayi ile dökümhanecilik ve sağlık sektöründe kullanımına rastlamak mümkündür (Akkara, 2012)

Çizelge 2.1. Kuru buz tekniğinin gıda endüstrisinde kullanım alanları (Akkara, 2012)

Kullanılan Alan/Makine	Kontaminasyon Kaynağı
Ekmek ve hamur işi ürünlerin üretiminde kullanılan makineler	Ürün kalıntıları, yağ, arap zamkı
Çikolata endüstrisi	Karamel, ürün kalıntıları, yağ, arap zamkı
Yağ endüstrisi	Ürün kalıntıları (yağ ve katkılar)
Et endüstrisi (doğrama tahtası, taşıyıcı bant, makineler, fayanslar)	Ürün kalıntıları
Fırınlar ve taşıyıcı bantlar	Pişmiş artıklar, makine yağı, arap zamkı
Endüstriyel mutfaklarda derinlemesine temizleme (aspiratör vb.)	Katı ve sıvı yağ kalıntıları vb.
Ambalajlama ve etiketleme makineleri	Tutkal, mürekkep ve yapıştırıcı kalıntıları
Makineler ve üretim alanı	Yağ kalıntıları, kakao, arap zamkı vb.
Balık ve peynir üretimi (makineler, duvarlar)	Ürün kalıntıları, protein kalıntıları

2.3.2. Kuru buz

Kuru buz, atmosferde doğal olarak gaz halde bulunan CO_2'in preslenmiş katı halidir. Sıvı CO_2 60 bar basınç altında oda koşullarında silindirlerde veya 20 bar basınç altında -20 $^{\circ}$C'de vakum izole edilmiş tanklarda depolanmaktadır. Faz diyagramında görüldüğü gibi sıvı karbondioksitin ani genleşmesi ile birlikte kuru buz oluşmaktadır. Kuru buzun yüzey sıcaklığı -78.5 $^{\circ}$C'dir. Normal su buzu gibi çözünerek geride bir su birikintisi veya ıslaklık bırakmamaktadır. Atmosferik basınçta katı halden doğrudan gaz hale süblimleşerek havaya karışmaktadır. Kuru buz toksik ve yanıcı etki göstermeyen, elektriksel iletkenliği bulunmayan tehlikesiz bir maddedir. İnert özelliği olduğundan dolayı çevre ile kimyasal etkileşime girmemektedir. Endüstride kullanılan kimyasalların çevreye ve küresel ısınmaya etkisi göz önünde bulundurulduğunda, son zamanlarda saf ve doğal maddelere yönelim artmıştır. Sıkıştırılmış karbondioksit gazı olarak ifade edilen kuru buz da bu özellikleri nedeniyle avantaj sağlamaktadır (Yamaguchi ve ark., 2008)



Şekil 2.7. Karbondioksit faz diyagramı (Akkara, 2012)

2.3.2.1 Kuru buz üretimi

Kuru buz üretimi için birkaç metot mevcuttur. Bunlardan biri, püskürtme makinesinde katı CO_2 bloğundan kuru buz granüllerinin kazınmasıdır. Bu metot, genel olarak kristal şeker boyutunda kuru buz granüllerinin üretiminde kullanılır. Hacimsel olarak büyük yüzey alanına sahip olduklarından dolayı hızlı bir şekilde süblimleşme gösterirler.

Diğer bir teknik ise peletleyicilerde kuru buz peletlerinin üretimidir. Bu peletler üretiminden hemen sonra püskürtülür veya kullanımına ihtiyaç duyulana kadar yalıtılmış bir konteynerde depolanır. Peletler genellikle 0.2-0.3 cm çapında ve 0.25-1 cm uzunluğundadır. Bu metotta kuru buz peletleri öncelikle basınç altında sıvı CO_2'in karbondioksit karı haline getirilmesi sonra da sıkıştırılıp katı hale geçmesi ile elde edilir. Kuru buz ilk olarak soğutma amaçlı kullanılmıştır ve günümüzde de çabuk bozulan gıdaların paketlenmesinde ve muhafazasında geniş ölçüde kullanılmaktadır (Seibel, 2007).



Şekil 2.8. Kuru buz üretimi (Lorenzo ve ark., 2008)

2.3.3. Kuru buz ile temizlik işlemi

Kuru buz püskürtme işlemi; pelet formunda kuru buz olarak adlandırılan katı karbondioksiti temizleme aracı olarak kullanan, sıkıştırılmış hava püskürtme işlemidir. Kuru buz püskürtme mekanizması termal, mekaniksel ve genleşme olmak üzere üç farklı etkinin kombinasyonuna dayanır. Bu etkilere göre kuru buz peletleri ani bir şekilde soğur ve kırılgan hale geçer (Akkara, 2012). Termal etki peletlerin çarpışması sırasında oluşur. Mekaniksel etki, süpersonik hızlara ulaşabilen aşındırıcı partiküllerin kinetik enerjisinin bir sonucudur. Genleşme etkisi ise karbondioksitin süblimleşmesine bağlıdır (Akkara, 2012).

Kuru buz püskürtme ile kirlilikler, koruyucu ve oksit tabakalar çıkartılabilir. Kuru buz püskürtme mekanizması kimyasal ve diğer temizleme yöntemlerine gerek duymadan ve atık bırakmadan yüzeylerden kaplamaların ve bulaşanların etkili bir şekilde uzaklaştırılmasını sağlar. Kuru buz tekniği ile paslı yüzeylerden pasın tamamıyla uzaklaştırılması mümkündür.

2.3.3.1. Kuru buz ile temizlik işleminin avantajları ve dezavantajları

Kuru buz tekniği diğer temizleme metotları ile karşılaştırıldığında birçok faydası bulunmaktadır. Kuru buz ile temizlik sürecinde kuru buz peletleri doğrudan kaybolmakta ve temizlenen yüzeyde herhangi bir değişikliğe neden olmamaktadır. Temizlik işlemi sonunda atıklar minimum düzeyde olduğundan ikinci bir temizleme işlemi gerektirmemektedir. Bu maliyetten kazanç sağlamaktadır. Parçalara ayırmadan yerinde bir temizliğe imkân sağlayan bu tekniğin diğer temizleme metotlarına göre daha hızlı bir yöntem olduğu ifade edilmektedir. Kuru buz ile temizlik, su gerektirmeyen tamamen kuru bir işlemdir. Korozif etki yapmamaktadır. İletkenlik özelliği yoktur. Pürüzlü yüzeylerde etkilidir ve güvenilir bir temizlik sağlamaktadır. Yüzeylerde kalıntı bırakmamaktadır. Uygulandığı ekipmanın

kullanım ömrünü arttırmaktadır. Kuru buz peletlerinin aşındırıcı bir etkisi yoktur dolayısıyla yüzeylere herhangi bir zarar verici etki göstermemektedir.

Endüstriyel karbondioksit, doğal kaynaklardan elde edilmektedir. Environmental Protection Agency (EPA), Food and Drug Administration (FDA) ve United States Department of Agriculture (USDA) tarafından CO_2'in toksik özellik göstermediği ifade edilmiştir. Kuru buz püskürtme sistemleri diğer toksik kimyasal işlemlerin yerine düşünüldüğünde, tehlikeli kimyasal temizleme bileşenleri ile çalışan personelin maruz kaldığı durumlar minimize edilmekte veya tamamen ortadan kaldırılmış olmaktadır (Akkara, 2012).

Kuru buz ile temizlik işleminin birçok avantajı bulunmakla beraber bazı dezavantajları da söz konusu olmaktadır. Yüksek basınçta yapılan kuru buz uygulamalarında fazla gürültü oluşmaktadır. Bu nedenle uygulama sırasında kulak koruyucu donanım kullanımı gerekmektedir. Önemli bir diğer nokta ise, kuru buzun soğuk yanığı etkisi göstermesidir. Bu yüzden uygulama esnasında el ile temas etmemesine özen gösterilmeli ve mutlaka koruyucu kıyafet eldiven ve ekipman kullanılmalıdır. Bunlar kuru buzun olumlu özelliklerinin yanında göz ardı edilebilir faktörlerdir.

2.3.4. Kuru buz tekniğinin kanatlı endüstrisinde uygulamaları

Karbondioksitin katı formu olan kuru buz su birikintisi veya ıslaklık bırakmaz. Kuru buz atmosferik basınçta katı halden doğrudan gaz hale geçerek havaya karışır. Kuru buz, temizlenen yüzeyde kalıntı ve atık bırakmamaktadır. Temizlik süresini önemli ölçüde azalttığı ve işletmelerde ikincil bir işleme gerek duyulmadan etkin bir temizlik sağladığı için, kuru buz tekniğinin geleneksel temizlik ve dezenfeksiyon teknikleri üzerinde ayırt edici bir üstünlüğü bulunmaktadır.

Kuru buz tekniği, et işletmelerinde gıdayla temas eden ekipmanın temizlik ve dezenfeksiyonu ile ürünlerin taşınması ve depolanması süresince soğuk muhafazasında ayrıca kesimhanelerde dondurarak muhafazada kullanılmaktadır (Akkara, 2012).

Yapılan bir çalışmada, gıda işletmelerinde bulunan çeşitli yüzeyler üzerine kuru buz tekniğinin etkinliği araştırılmıştır. Uygulanan kuru buz tekniğinin yüzeylerde *S. enteritidis*, *E. coli* ve *L. monocytogenes* sayılarını azalttığı görülmüştür. Aynı çalışmada, kırmızı et ve kanatlı eti porsiyonlarına kuru buz tekniği uygulamadan önce *S. enteritidis*, *E. coli* ve *L. monocytogenes* kültürleri püskürtülmüştür. 30 psi'lik bir çıkış temizleme basıncında, maksimum CO_2 pelet besleme hızında 3 mm çapındaki CO_2 peletler ile kuru buz tekniği uygulanmıştır. Yapılan uygulamanın sonuçlarına göre mikroorganizma sayısında %3'lük bir

azalma görülmüş fakat et yüzeyinde fiziksel olarak ciddi hasarlara yol açtığı belirlenmiştir (Akkara, 2012).

Kuru buz tekniğinin gıda işletmelerinde temizlik süresini önemli ölçüde azaltacağı ve ikinci bir işleme gerek duyulmadan etkin bir şekilde temizlik ve dezenfeksiyona imkân sağlayacağı düşünülmektedir. İşletmelerde kuru buz uygulamasının ekipman yüzeylerinin aşınmasını önlemesinden dolayı yüzeylere uzun ömürlü kullanım avantajı sağlayacağı düşünülmektedir. Kuru buz temizliğinde çıkan materyaller buharlaştığı için, temizlik sırasında çıkan atık materyallerin minimize edilmesine katkıda bulunması açısından öneminin giderek artacağı düşünülmektedir. Özellikle de kanatlı kesimhanelerinde geleceğin endüstriyel temizleme metodu olarak kuru buz tekniğinin etkin bir şekilde fiziksel temizliğe imkân sağlayacağı, mikrobiyal yükü önemli ölçüde azaltacağı ve patojenlerle karşılaşılan sıkıntıların önüne geçerek et ürünlerinin raf ömrünü arttıracağı öngörülmektedir. Türkiye'de çok yeni bir teknik olduğundan gıda sektöründe kullanımı sınırlı sayıdadır. Yapılan alternatif çalışmalarla desteklenirse ilerleyen süreçte bu sayının artması muhtemeldir (Akkara, 2012).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Analizlerde kullanılan etler Aytaç Gıda Yatırım Sanayi ve Ticaret A.Ş. Çankırı Çerkeş Aytaç Çiftliği ve Tesisleri'nden temin edilmiştir. Hereford cinsi 20 aylık bir dananın but 5'li set bölümünden 3 kg parça et alınıp ikiye bölünmüştür. Parça etler Holac marka Cubixx 150 model küp doğrama makinesinde 1cmx1cm boyutlarında doğranmış 100 gram x 15 paket et Multivac B7 vakum ambalaj makinasında poliamid içeren, tek yüzeyi ısıl yapışmalı, şeffaf bariyer filmi ile vakumlu ambalajlanarak -18 ºC'deki şok odasında 45 dakika bekletilmiştir ve sonuç sıcaklığı -0.5 ºC olarak ölçülmüştür.

Kuşbaşı doğranmış etlerin sıcaklıkları +12.8 ºC olarak ölçülmüştür. 1500 gram kuşbaşı et -73 ºC'ye kadar soğutulmuş, çıkış süresi 7 dakika, dondurucu fan sirkülasyonu %50 olan karbondioksit tünelinden geçirilmiştir. Tünelden çıkan etlerin sıcaklığı -0.7 ºC ölçülmüştür. Tünelden çıkan etler tekrar tünelden geçirilmiş ve tünelden çıkan etlerin sıcaklığı -13.2 ºC ölçülmüştür. 100 gram x 15 paket tünelden geçirmiş et örnekleri Multivac B7 vakum ambalaj makinasında poliamid içeren, tek yüzeyi ısıl yapışmalı, şeffaf bariyer filmi ile vakumlu ambalajlanmıştır.

Elde edilen vakumlu ambalajdaki örnekler, altına ve üstüne vakumlu paketlenmiş buz kütleleri konularak etrafı strafor köpük ile izole edilmiş koliye konulup Çankırı-Çerkeş'ten Konya'ya hızlıca sevk edilmiştir. Temin edilen örnekler laboratuvarda buzdolabı şartlarında muhafaza edilmiştir.

Elde edilen örnekler laboratuvarda TBA, a_w, pH, nem ve renk analizleri yapılmış olup ayrıca protein, yağ, TPA ve SEM özellikleri de ortaya konmuştur.

3.2. Metot

Temin edilen etler üzerinde karbondioksit ile soğutma uygulaması sonrası meydana gelmesi muhtemel değişimlerin saptanması amacıyla depolama süresince 1. 4. 7. ve 11. günlerde tiyobarbitürik asit (TBA), pH, renk (L^*, a^*, b^*) ve su aktivitesi (a_w) analizleri yapılmıştır. Ayrıca depolamanın 1. ve 11. günlerinde nem miktarı analizi yapılmıştır. Bunun yanında depolama süresi sonunda protein ve yağ miktarı analizleri yapılmıştır. Ek olarak taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri ve tekstür profil analizi (TPA) sonuçları elde edilmiştir.

3.2.1. Deneme planı

Çalışmada karkasın beşli set bölümünden alınan parça etin yarısı kuşbaşı halinde karbondioksit tünelinde karbondioksit ile ve diğer bir yarısı ise klasik soğutma ile şok odasında soğutulmuştur. Laboratuvara getirilen örnekler depolamanın 1. 4. 7. ve 11. günlerinde tiyobarbitürik asit (TBA), pH, renk (*L*, a*, b**) ve su aktivitesi (a_w) analizleri 2 tekerrür 3 paralelde olacak şekilde yapılmıştır. Ayrıca depolamanın 1. ve 11. günlerinde nem analizi 2 tekerrür 3 paralelde olacak şekilde yapılmıştır. Protein ve yağ analizleri 2 tekerrür 3 paralel şeklinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Analiz Metotları

3.2.2.1. Tiyobarbitürik asit (TBA) değerlerinin tespiti

10 g örnek 50 ºC'deki 50 ml saf su ile 2 dk homojenize edilmiştir. Homojenat destilasyon balonuna aktarılmış ve üzerine 47.5 ml saf su eklenmiştir. Ortam pH'sının 1.5 dolayında olması için 4N HCl'den 2.5 ml ilave edilmiş ve toplam hacim 100 ml'ye tamamlanmıştır. Köpük önleyici olarak parafin, kaynamayı kolaylaştırmak amacıyla da kaynama taşları ilave edilmiş ve sonra destilasyon düzeneğine bağlanmıştır. Yaklaşık 50 ml destilat toplanana kadar destilasyona devam edilmiştir. 5 ml destilat kapaklı tüplere alınıp üzerine 5 ml TBA reaktifi eklenmiştir. Şahit için de 5 ml TBA reaktifi kullanılan saf suya eklenmiştir. Tüpler iyice çalkalandıktan sonra 90 ºC'deki su banyosuna konulup 35 dk bekletilmiş, daha sonra 10 dk soğuk su içinde soğutulmuştur. Hafif pembe renge sahip solventler spektrofotometre küvetlerine aktarılıp, şahide karşı 530 nm'de absorbansları okunmuştur (AOAC, 2000). Okunan absorbans değerleri 7.03 katsayısı ile çarpılmış ve örneklerin oksidatif ransiditesi hesaplanmıştır (Tarladgis ve ark., 1960).

3.2.2.2. Su aktivitesi (a_w) tespiti

Su aktivitesi (a_w), 10 g örnek üzerinde bir Aqualab enstrüman CX / 2 (Seri 3, Decagon Devices, Inc., Pullman, WA) kullanılarak oda sıcaklığında ölçülmüştür (Troller ve Stinson, 1978).

3.2.2.3. pH tayini

Et örneklerinin pH değerleri saplamalı tip Testo 205 (Testo SE & Co KGaA) pH-metre yardımıyla ölçülerek tespit edilmiştir.

3.2.2.4. Renk analizleri

Renk ölçümleri; D_{65}, 2° gözlem aydınlatıcılı Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japan) Diffuse/O mode, aydınlatma ve ölçüm için 8 mm diyafram açıklığı kullanılarak 15 °C'de belirlenmiştir. Enstrüman, ölçümden önce beyaz referanslı fayans ile (L^*=97.20, a^*=-4.78, b^*=7.03) kalibre edilmiştir. L^* (parlaklık), a^* (± kırmızı-yeşil) ve b^* (± sarı-mavi) renk koordineleri CIELab renk skalasına göre belirlenmiştir (Hunt ve ark., 1991). Ölçümler et örneklerinin farklı noktalarından yapılmıştır.

3.2.2.5. Nem miktarı tayini

Et örneklerinin her birinden 2 saat 105±3 °C' lik etüvde kurutulup, 1 saat desikatörde bekletildikten sonra hassas terazide ayrı ayrı darası alınan kurutma kaplarına 3 g tartıldıktan sonra kurutma kapları 105±2 °C'deki etüvde sabit tartıma gelinceye kadar, yaklaşık 18 saat tutulmuştur. Etüvden çıkarılan desikatöre konulup oda sıcaklığına kadar soğutuluş kurutma kapları hassas terazide tartıldıktan sonra % nem miktarları aşağıda belirtilen formüle göre hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

% Nem = [(M1-M2) / m] x 100

M1= Alınan örnek ağırlığı + sabit tartıma getirilen kurutma kabının ağırlığı (g)

M2= Kurutulmuş örnek + sabit tartıma getirilen kurutma kabının ağırlığı (g)

m= Örnek ağırlığı (g)

3.2.2.6. Protein miktarı tayini

Elde edilen her bir gruptaki et örneklerinden ayrı ayrı tartılarak içinde kaynama taşı, susuz potasyum sülfat ve bakır-2-sülfat bulunan Kjeldahl balonu içine konup, Kjeldahl balonuna sülfürik asit ilave edilerek renk tamamen berraklaşıncaya kadar ısıtıcıda asitle parçalanması sağlanmıştır. Balon 40 °C'ye soğutulup borik asit + sodyum hidroksit çözeltisi ile otomatik distilasyon ünitesinde (UDK 142 Automatic Distillation Unit, VELP Scientifica

Italy) distile edildikten sonra hidroklorik asit çözeltisi ile titre edilmiştir. Sonuç 6.25 faktörü ile çarpılarak (%) protein miktarı olarak hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

3.2.2.7. Yağ miktarı tayini

Örneklerden 5'er g alınarak ekstraksiyon kartuşuna yerleştirilmiştir. 5-6 kez dietileter ile sirkülasyondan sonra darası alınan balona toplanan dietileter + yağ bir geri soğutucu altında birbirinden ayrılmıştır. Balon + yağ 125 °C'deki bir etüvde 30 dk bekletilerek balon içerisinde kalan dietileter uçurulmuştur. Balon + yağ bir desikatöre alınmıştır. Soğutulduktan sonra balon tartılıp, örnekteki yağ miktarı % olarak hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

3.2.2.8. Tekstür profil analizi (TPA)

Et örneklerinin Tekstür Profil Analizi Texture Analyser cihazı TA. HD plus Texture Analyser (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, UK) kullanılarak oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Depolama süresi sonunda 15 mm çap ve 20 mm uzunluktaki örnekler alınmıştır. TPA testlerinde silindirik 5 mm çapında paslanmaz piston (P/36R) kullanılmıştır. Tüm TPA testleri için aşağıdaki deney koşulları seçilmiştir: 50 kg load cell (yük hücresi); ön test hızı 2.0 mm / sn, test hızı 1.0 mm / sn ve son test hızı 1.0 mm/sn; penetrasyon mesafesi 10 mm ve iki döngü arasında 5 sn'lik bir dinlenme süresi; tetikleme kuvveti 5.0 g şeklindedir (Palka ve Daun, 1999; Palka, 2003).

TPA eğrisinden elde edilen veriler dokusal parametrelerin hesaplanmasında kullanılmıştır. TPA ile sertlik (hardness, N) ve yapışkanlık (cohesiveness), elastikiyet (springiness, mm), gamsılık (gumminess, N), çiğnenebilirlik (chewiness, N x mm) parametreleri değerlendirilmiştir. TPA parametreleri arasında sertlik, ilk sıkıştırma için penetrasyon altındaki örneklerin kuvvetiyle ilgili olarak maksimum kuvvet olarak ifade edilir. Yapışkanlık, örneklerin çiğnenmesi sırasında damak, dişler ve dilin yapışma kabiliyetini gösterir ve ilk ısırık için negatif kuvvet alanı olarak veya sıkıştırma pistonunu örneklerden çıkarmak için gereken iş olarak ifade edilir. Elastikiyet, örneklerin yapısının ilk penetrasyon ile ne kadar kırıldığının bir ölçüsüdür ve ikinci alanın başlangıcından ikinci sondanın birinci bölgenin başlangıcı arasındaki zaman içindeki tersine çevrilmesine kadar geçen sürenin oranı olarak hesaplanır. Yapışkanlık, örneklerin içyapısını parçalamadaki zorluk derecesinin bir ölçüsüdür. Gamsılık ve çiğnenebilirlik, sertlik ve yapışkanlık ürünleri olarak bildirilmiştir. Çiğnenebilirlik, sertlik × yapışkanlık × elastikiyet olarak hesaplanır. Esneklik, penetrasyondan

sonra örneklerin dokularının yeniden eski haline dönme kapasitesini yansıtır (Yang ve ark., 2007; Caner ve ark., 2008)

3.2.2.9. SEM analizi

SEM analizleri için karbondioksit ile soğutulan et örneği klasik soğutma ile soğutulan et örneğine karşı taramalı elektron mikroskobu (ZEISS EVO LS 10, EVO10.11.29, Carl Zeiss SMT Ltd. 511 Cokdhams Lane Cambridge U.K.) ile görüntülenmiştir. Örnekleri analiz için hazırlamak amacıyla dondurarak kurutma ve altın kaplama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Dondurarak kurutma nemli olan örneklerin kurutulması işlemidir ve liofrezator kurutma cihazı ile kurutma yapılmıştır. Ardından iletkenliği artırmak ve görüntü kalitesini yükseltmek için 1x1x1 cm boyutlarındaki örnekler altın kaplama cihazı ile (Cressigton Auto 108 Spuater Coater S.N. C4419, USA) argon atmosferinde yüksek vakumda altın ile nanometre kalınlıkta kaplanmıştır. Altın kaplanan örnekler SEM cihazına yerleştirilmiştir. SEM cihazında farklı yakınlıklarda mikro yapı analizleri yapılmıştır

3.2.2.10. İstatistiki analizler

Elde edilen veriler deneme desenine uygun olarak çizelgeler halinde Minitab® release 16.0 programı kullanılarak Varyans Analizine tabi tutulmuş, grup ortalamaları arasındaki farkların önemli olup olmadığını kontrol etmek için Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Sonuçları

Lipit oksidasyonunun derecesini belirlemede kullanılan analizlerden biri TBA sayısıdır. Bununla oksidasyonun üçüncü aşamasında oluşan keton ve aldehit gibi karbonil bileşiklerin konsantrasyonu ölçülmektedir. Bu bileşikler yağlı gıdalarda genel olarak ransid olarak adlandırılan, gıdaların kabul edilemez duruma gelmesine veya raf ömürlerini düşüren çeşitli kötü tat ve kokuların oluşmasına neden olmaktadır (Nawar, 1985; Sherwin, 1990; Üstün ve Turhan, 1999; Akarpat, 2006).

Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerin depolama süreci boyunca TBA (mg malondialdehit/kg et) miktarları üzerine etkilerine ilişkin yapılan Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerde TBA değerlerine ilişkin Varyans Analizi Sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri
Muamele (A)	1	0.003584	0.003584	2.43
Depolama (B)	3	0.064670	0.021557	14.63**
AxB	3	0.021172	0.007057	4.79**
Hata	40	0.058951	0.001474	
Toplam	47	0.148377		

***p<0.01* seviyesinde önemli

Yapılan Varyans Analiz sonuçlarına göre, TBA değeri üzerine depolama etkisi ve Muamele x Depolama interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) çıkmış olup, karbondioksit muamelesi ile klasik soğutma istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamıştır.

Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle Soğutulmuş etlerde TBA değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi analiz sonuçları.

Faktör	n	TBA (mg malondialdehit/kg örnek)
Muamele (A)		
1 (CO_2 ile soğutma)	24	0.092±0.031[a]
2 (Klasik soğutma)	24	0.109±0.073[a]
Depolama (Gün) (B)		
1.	12	0.070±0.014[b]
4.	12	0.091±0.012[b]
7.	12	0.079±0.016[b]
11.	12	0.163±0.084[a]
AxB		
1 x 1	6	0.071±0.017[b]
1 x 4	6	0.090±0.016[b]
1 x 7	6	0.088±0.010[b]
1 x 11	6	0.118±0.048[b]
2 x 1	6	0.068±0.011[b]
2 x 4	6	0.091±0.008[b]
2 x 7	6	0.070±0.016[b]
2 x 11	6	0.207±0.092[a]

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

Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, en düşük TBA sayısı 1. gün, en yüksek TBA sayısı ise 11. günde belirlenmiştir.

Akarpat (2006) yaptığı çalışmada sığır eti köftelerinin TBA sayısının dondurarak muhafaza süresince düzenli olarak arttığını 2. ve 3. aylardaki artışların ise istatistiksel olarak önemli olmadığını bulmuştur ($P>0.05$). Çalışmamızdaki sonuçlara benzer şekilde TBA sayısının et ve su ürünlerinde depolama süresince arttığı değişik araştırıcılar (Vareltzis ve ark., 1997; El-Alim ve ark., 1999; Cheah ve Abu Hasim, 2000; Formanek ve ark., 2001; Karpińska ve ark., 2001; Mc Carthy ve ark., 2001; McCarthy ve ark., 2001; Ahn ve ark., 2002; Sánchez-Escalante ve ark., 2003; Giménez ve ark., 2004; O'sullivan ve ark., 2004; Fernandez-Lopez ve ark., 2005; Hassan ve Fan, 2005; Lin ve Lin, 2005; Mitsumoto ve ark., 2005; Rey ve ark., 2005; Akarpat, 2006) tarafından da belirlenmiştir.

Yukarıda bahsedilen çalışmalara da bakıldığında TBA değerleri üzerine muhafaza süresinin etkisi önemli bulunmuştur ve TBA değerleri depolama süresi ilerledikçe artmıştır. Karbondioksit tünelinde soğutma ile klasik soğutma arasında TBA değerleri açısından istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Literatür taramasında ette karbondioksit ile soğutma veya dondurma ile ilgili önemli bir çalışma bulunamamıştır.

4.2. Su Aktivitesi (a_w) Sonuçları

Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerin depolama süreci boyunca a_w değerlerinin değişikliklerine ilişkin yapılan Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerde a_w değerlerine ilişkin Varyans Analizi Sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri
Muamele (A)	1	0.0000317	0.0000317	0.06
Depolama (B)	3	0.0154951	0.0051650	9.28**
AxB	3	0.0016521	0.0005507	0.99
Hata	40	0.0222532	0.0005563	
Toplam	47	0.0394320		

***p<0.01* seviyesinde önemli

Yapılan Varyans Analiz sonuçlarına göre, a_w değeri üzerine depolama etkisi istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) çıkmış olup, Muamele x Depolama interaksiyonu ve karbondioksit muamelesi ile klasik soğutma istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamıştır.

Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerde a_w değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi analiz sonuçları.

Faktör	n	a_w
Muamele (A)		
1 (CO_2 ile soğutma)	24	0.925±0.033 [a]
2 (Klasik soğutma)	24	0.926±0.026 [a]
Depolama (Gün) (B)		
1.	12	0.926±0.022 [b]
4.	12	0.952±0.021 [a]
7.	12	0.922±0.021 [b]
11.	12	0.902±0.028 [b]
AxB		
1 x 1	6	0.917±0.023[abc]
1 x 4	6	0.957±0.009[a]
1 x 7	6	0.926±0.028[abc]
1 x 11	6	0.899±0.036[c]
2 x 1	6	0.936±0.017[abc]
2 x 4	6	0.947±0.029[ab]
2 x 7	6	0.918±0.012[abc]
2 x 11	6	0.905±0.021[bc]

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

Yapılan Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, en düşük a_w değeri 11. günde, en yüksek a_w değeri ise 4. günde bulunmuştur. Karbondioksit tünelinde soğutma, a_w değerleri üzerine önemli bir etki göstermemiştir.

Gün (2014) köfte örneklerinde su aktivitesi değerlerini 0.975-0.990 arasında bulmuştur. Keçeci (2018) yapmış olduğu çalışmada, köfte örneklerinin su aktivitesi değerleri düzenli bir artış veya azalış göstermemiş olup, su aktivitesi değerleri diğer çalışmalara benzer aralıkta 0.95-0.97 bulmuştur. Yapmış olduğumuz çalışmada su aktivitesi değerleri 0.902-0.952 arasında bulunmuştur. Diğer çalışmalara benzer olarak su aktivitesi değerlerinde çok önemli bir değişim gözlenmemiştir.

4.3. pH Sonuçları

Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerin depolama süreci boyunca pH değerlerinin değişikliklerine ilişkin yapılan Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerde pH değerlerine ilişkin Varyans Analizi Sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri
Muamele (A)	1	0.00213	0.00213	0.19
Depolama (B)	3	0.11313	0.03771	3.27*
AxB	3	0.09503	0.03168	2.75
Hata	40	0.46087	0.01152	
Toplam	47	0.67117		

* $p<0.05$ seviyesinde önemli

Yapılan Varyans Analiz sonuçlarına göre, pH değeri üzerine depolama etkisi istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) çıkmış olup, Muamele x Depolama interaksiyonu ve karbondioksit muamelesi ile klasik soğutma istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamıştır.

Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerde pH değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi analiz sonuçları.

Faktör	n	pH
Muamele (A)		
1 (CO_2 ile soğutma)	24	5.52±0.11[a]
2 (Klasik soğutma)	24	5.50±0.13 [a]
Depolama (Gün) (B)		
1.	12	5.58±0.10 [a]
4.	12	5.53±0.12[ab]
7.	12	5.48±0.11[ab]
11.	12	5.45±0.13 [b]
AxB		
1 x 1	6	5.54±0.08[ab]
1 x 4	6	5.50±0.15 [ab]
1 x 7	6	5.51±0.11 [ab]
1 x 11	6	5.52±0.13 [ab]
2 x 1	6	5.61±0.11 [a]
2 x 4	6	5.57±0.06 [ab]
2 x 7	6	5.46±0.12 [ab]
2 x 11	6	5.38±0.08 [b]

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

Depolama süreci boyunca en yüksek pH, depolamanın ilk günü (pH:5.58) belirlenirken, en düşük pH değeri depolamanın 11. gününde (pH:5.45) belirlenmiştir. Periyodik olarak depolama süresince pH değeri azalmış ve bu azalış istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Karbondioksit tünelinde soğutmanın pH değeri üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Akarpat (2006) dondurularak muhafaza edilen sığır eti köftelerinin lipit oksidasyonu ve renk stabilitesi üzerine bazı bitkisel ekstraktların etkisini araştırdığı çalışmasında sığır eti köftelerinin pH değerleri muhafaza süresince az da olsa bir değişim gösterdiğini bildirmiştir ($p<0.01$).

Yapmış olduğumuz çalışmada yukarıda belirtilen çalışmaya benzer olarak pH değeri üzerine depolama sürecinin etkisi önemli ($p<0.05$) çıkmıştır. Bu etki beklenen bir sonuçtur.

4.4. Renk Tayini Sonuçları

Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerde periyodik olarak renk analizi yapılmış, bunun sonucunda L^*, a^* ve b^* değerleri 2 tekerrür ve 3 paralel olacak şekilde ölçülmüştür. Renk analizlerinin dış etmenlerden etkilenmemesi ve hassasiyetinin artırılması amacıyla örnekler sürekli karanlık buzdolabı ortamında depo edilmiş, ölçümler günün aynı zamanlarına gelecek şekilde yapılmıştır.

4.4.1. *L** değeri sonuçları

Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerin depolama süreci boyunca *L** değerlerinin değişikliklerine ilişkin yapılan Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerde *L** değerlerine ilişkin Varyans Analizi Sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri
Muamele (A)	1	1.989	1.989	0.89
Depolama (B)	3	52.138	17.379	7.76**
AxB	3	49.686	16.562	7.39**
Hata	40	89.588	2.240	
Toplam	47	193.401		

***p<0.01* seviyesinde önemli

Yapılan Varyans Analiz sonuçlarına göre, *L** değeri üzerine depolama etkisi ve Muamele x Depolama interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) çıkmış olup, karbondioksit muamelesi ile klasik soğutma istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamıştır.

Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerde *L** değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi analiz sonuçları.

Faktör	n	*L**
Muamele (A)		
1 (CO_2 ile soğutma)	24	26.56±2.49^{a}
2 (Klasik soğutma)	24	26.97±1.46 ^{a}
Depolama (Gün) (B)		
1.	12	28.44±1.98^{a}
4.	12	25.72±1.08^{b}
7.	12	26.10±1.61^{b}
11.	12	26.81±2.32^{ab}
AxB		
1 x 1	6	29.45±1.972 ^{a}
1 x 4	6	25.31±1.21 ^{c}
1 x 7	6	26.42±2.23 ^{bc}
1 x 11	6	25.07±1.90 ^{c}
2 x 1	6	27.43±1.32 ^{abc}
2 x 4	6	26.14±0.83 ^{bc}
2 x 7	6	25.78±0.72 ^{c}
2 x 11	6	28.54±1.01 ^{ab}

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

Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, en düşük *L** değeri 4. günde, en yüksek *L** değeri ise 1. günde bulunmuştur. Karbondioksit tünelinde soğutma ile klasik soğutma arasında l değerleri açısından önemli bir fark bulunmamıştır. Ancak depolama süreci boyunca farklı *L** değerleri elde edilmiştir.

Bulgularımıza benzer şekilde bazı araştırıcılar (Hettiarachchy ve ark., 1996; Bekhit ve ark., 2003; Aksu ve Kaya, 2005; Balev ve ark., 2005; Estévez ve ark., 2005; Fernandez-Lopez ve ark., 2005; Mitsumoto ve ark., 2005; Akarpat, 2006; Vasavada ve Cornforth, 2006) antioksidan ilaveli et ürünlerinin soğukta veya dondurularak muhafazası sırasında L değerlerinin değiştiğini bildirmişlerdir. Bu durum, muhafaza koşullarından kaynaklanabilir.

4.4.2. *a** değeri sonuçları

Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerin depolama süreci boyunca *a** değerlerinin değişikliklerine ilişkin yapılan Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerde *a** değerlerine ilişkin Varyans Analizi Sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri
Muamele (A)	1	2.1	2.1	0.5
Depolama (B)	3	14.103	4.701	1.12
AxB	3	3.261	1.087	0.26
Hata	40	167.572	4.189	
Toplam	47	187.036		

Yapılan Varyans Analiz sonuçlarına göre, *a** değeri üzerine depolama etkisi, Muamele x Depolama interaksiyonu ve karbondioksit muamelesi ile klasik soğutma istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamıştır.

Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.10.'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle Soğutulmuş etlerde *a** değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi analiz sonuçları.

Faktör	n	*a**
Muamele (A)		
1 (CO_2 ile soğutma)	24	20.46±2.49[a]
2 (Klasik soğutma)	24	20.04±1.36 [a]
Depolama (Gün) (B)		
1.	12	19.42±1.44 [a]
4.	12	20.22±1.76 [a]
7.	12	20.93±2.54 [a]
11.	12	20.42±2.03 [a]
AxB		
1 x 1	6	19.43±1.70 [a]
1 x 4	6	20.83±2.16 [a]
1 x 7	6	21.20±3.69 [a]
1 x 11	6	20.37±2.28 [a]
2 x 1	6	19.42±1.30 [a]
2 x 4	6	19.61±1.10 [a]
2 x 7	6	20.66±0.63 [a]
2 x 11	6	20.47±1.96 [a]

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

Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, en yüksek *a** değeri 7. gün ölçülmüş, en düşük *a** değeri ise 1. günde bulunmuştur. Faktörlere bağlı bütün değişimler istatistiki olarak önemli değildir.

Muhafaza süresince *a** değerinde önemli bir değişimin olmaması, muhtemelen vakum ambalajda paketleme sayesinde miyoglobinin okside olmamasından kaynaklanmış olabilir.

4.4.3. *b** değeri sonuçları

Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerin depolama süreci boyunca *b** değerlerinin değişikliklerine ilişkin yapılan Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.11.'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerde *b** değerlerine ilişkin Varyans Analizi Sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri
Muamele (A)	1	29.8	29.8	2.36
Depolama (B)	3	28.39	9.46	0.75
AxB	3	27.72	9.24	0.73
Hata	40	505.38	12.63	
Toplam	47	591.29		

Yapılan Varyans Analiz sonuçlarına göre, *b** değeri üzerine depolama etkisi, Muamele x Depolama interaksiyonu ve karbondioksit muamelesi ile klasik soğutma istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamıştır.

Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.12.'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle Soğutulmuş etlerde *b** değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi analiz sonuçları.

Faktör	**n**	***b****
Muamele (A)		
1 (CO_2 ile soğutma)	24	5.680±4.885[a]
2 (Klasik soğutma)	24	4.104±0.739[a]
Depolama (Gün) (B)		
1.	12	4.088±0.797[a]
4.	12	4.287±1.312[a]
7.	12	6.021±4.846[a]
11.	12	5.172±5.033[a]
AxB		
1 x 1	6	4.105±1.109 [a]
1 x 4	6	4.328±1.732 [a]
1 x 7	6	7.637±6.712 [a]
1 x 11	6	6.648±7.044 [a]
2 x 1	6	4.070±0.408 [a]
2 x 4	6	4.245±0.886 [a]
2 x 7	6	4.405±0.601 [a]
2 x 11	6	3.695±0.930 [a]

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

Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, en yüksek *b** değeri 7. gün oluşmuş, en düşük *b** değeri ise 1. gün ölçülmüştür. Faktörlere bağlı bütün değişimler istatistiki olarak önemli değildir.

Yapılan çalışmalarda görülmüştür ki etlerin *L**, *a** ve *b** değerleri üzerine karbondioksit tünelinde soğutma ve klasik soğutma uygulamasının etkisi önemli bulunmamıştır. Yine depolama süresince *L** değerlerinde önemli bir değişim olsa da *a** ve *b** değerlerinde önem arz eden bir değişim gözlenmemiştir.

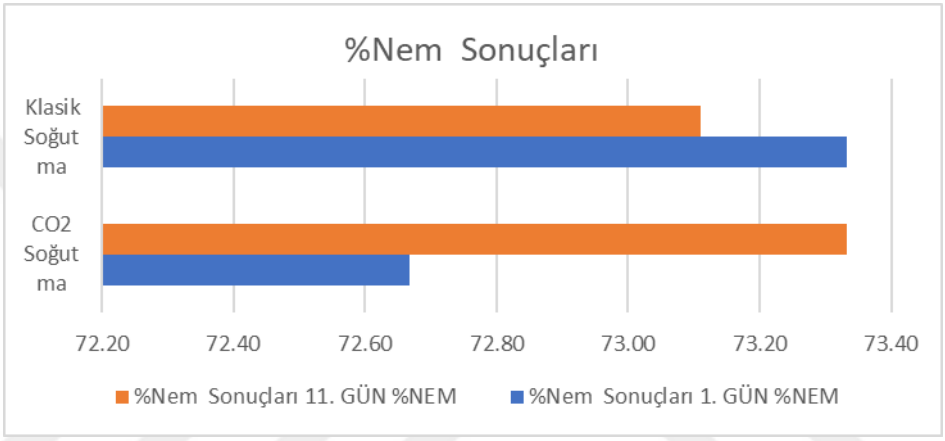
4.5. Nem Miktarı Tayini Sonuçları

Örnekler nem analizine tabi tutulmuş ve % nem sonuçları incelendiğinde 1. günden 11. güne önemli bir nem değişimi görülmemiştir. Örneklerin nem içerikleri Çizelge 4.13'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.13. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerde % nem değerlerine ilişkin Sonuçlar.

%Nem Sonuçları		
Muamele	**1. GÜN**	**11. GÜN**
CO_2 Soğutma	72.67	73.33
Klasik Soğutma	73.33	73.11

Depolama süreci boyunca karbondioksit tünelinde soğutulan ve klasik soğutma ile soğutulan etlerin süreç içerisindeki % nem değerleri değişimini gösteren grafik Şekil 4.1'de görülmektedir.



Şekil 4.1. Depolama süreci boyunca oluşan % nem değişimi grafiği.

Elde edilen % nem değeri sonuçlarına göre örneklerin muhafaza süresi boyunca nem değişimi önemsiz bulunmuştur. Bunun sebebi örneklerin vakum ambalaj ile paketlenmiş olması olabilir.

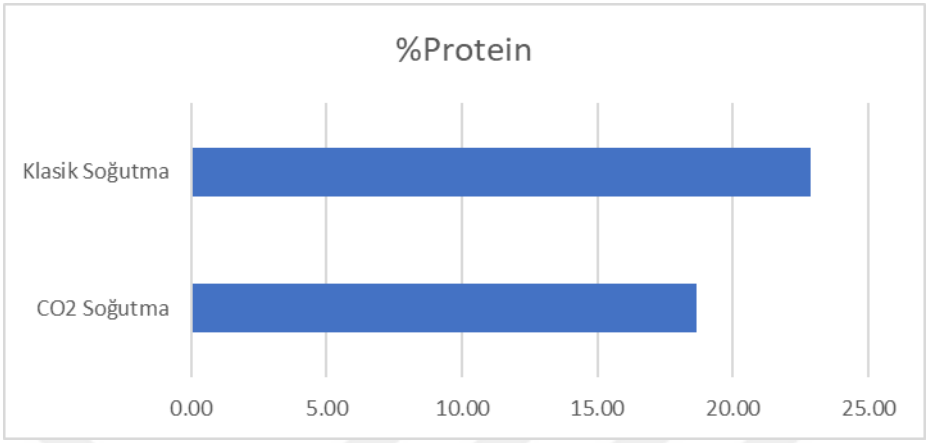
4.6 Protein Miktarı Tayini Sonuçları

Karbondioksit ile ve klasik soğutma ile soğutulan et örneklerinin protein tayinleri yapılmış ve çizelge 4.14'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 4.14. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerde % protein değerlerine ilişkin sonuçlar.

% Protein Sonuçları	
Muamele	**% Protein**
CO2 Soğutma	18.66
Klasik Soğutma	22.87

Depolama süreci boyunca Karbondioksit tünelinde soğutulan etlerin süreç içerisindeki % protein değerleri değişimini gösteren grafik Şekil 4.2'de görülmektedir.



Şekil 4.2. Depolama süreci sonundaki % protein değerleri grafiği.

Elde edilen % protein sonuçlarına göre karbondioksit tünelinde soğutulan etlerde % protein değeri 18.66 iken, klasik soğutma uygulanmış etlerde % protein değeri 22.87 bulunmuştur. Bunun nedeni örneklerin aynı parçadan alınmış olmasına rağmen kübik doğrama makinasında doğrandıktan sonra kuşbaşı etlerin paketlenmesi sırasında klasik soğutmaya tabi tutulan örneklerin ilk olarak paketlenmesi ve paketlemede daha yağsız ve proteini yüksek etlerin seçilmiş olması ihtimali olabilir.

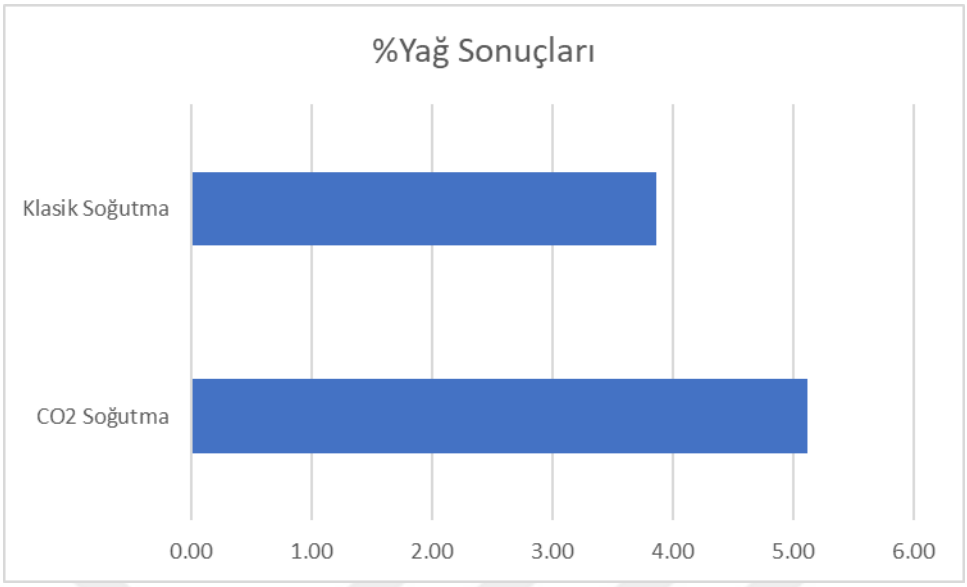
4.7. Yağ Miktarı Tayini Sonuçları

Karbondioksit ile ve klasik soğutma ile soğutulan et örneklerinin yağ tayinleri yapılmış ve çizelge 4.15'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 4.15. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerde % yağ değerlerine ilişkin sonuçlar.

%Yağ Sonuçları	
Muamele	**%Yağ**
CO2 Soğutma	5.12
Klasik Soğutma	3.86

Depolama süreci boyunca karbondioksit tünelinde soğutulan etlerin süreç içerisindeki % protein değerleri değişimini gösteren grafik Şekil 4.3'de görülmektedir.



Şekil 4.3. Depolama süreci sonundaki % yağ değerleri grafiği.

Elde edilen % yağ sonuçlarına göre karbondioksit tünelinde soğutulan etlerde % protein değeri 5.12 iken, klasik soğutma uygulanmış etlerde % protein değeri 3.86 bulunmuştur. Bunun nedeni yine yukarıda belirtildiği gibi örneklerin aynı parçadan alınmış olmasına rağmen kübik doğrama makinasında doğrandıktan sonra kuşbaşı etlerin paketlenmesi sırasında klasik soğutmaya tabi tutulan örneklerin ilk olarak paketlenmesi ve paketlemede daha yağsız ve proteini yüksek etlerin seçilmiş olması ihtimali olabilir.

4.8. Tekstür Profil Analizi (TPA) Sonuçları

Karbondioksit ile soğutma ve klasik soğutma uygulanmış et örneklerinin TPA analizinde Sertlik (Hardness), Elastikiyet (Springiness), Dış Yapışkanlık (Cohesiveness), Sakızımsılık (Gumminess), Çiğnenebilirlik (Chewiness) ve Esneklik (Resilience) değerleri ölçülmüş ve bu değerlere ait sonuçlar analiz edilmiştir.

4.8.1. Sertlik (Hardness)

TPA parametreleri arasında sertlik, ilk sıkıştırma için penetrasyon altındaki örneklerin kuvvetiyle ilgili olarak maksimum kuvvet olarak ifade edilir.

Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerin sertlik (hardness) değerlerinin değişikliklerine ilişkin yapılan Varyans Analizi Sonuçları Çizelge 4.16.'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerde sertlik (hardness) değerlerine ilişkin Varyans Analizi Sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri
Muamele (A)	1	47335	47335	0.17
Hata	6	1663420	277237	
Toplam	7	1710755		

Yapılan Varyans Analiz sonuçlarına göre, sertlik (hardness) değeri karbondioksit muamelesi ile klasik soğutma istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamıştır.

Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.17.'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerde sertlik (hardness) değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi analiz sonuçları.

Faktör	n	*Sertlik (Hardness)*
Muamele (A)		
1 (CO_2 ile Soğutma)	4	1282.8±666.7[a]
2 (Klasik soğutma)	4	1436.7±331.6 [a]

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

Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, karbondioksit tünelinde soğutulan etler ile klasik soğutma uygulanmış etlerin sertlik (hardness) değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Çalışmalar incelendiğinde genellikle et ve et ürünlerine ilave katkı maddeleri ile yapılan çalışmalar göze çarpmakta ve bu ilavelerin sertlik değerleri üzerine etkili olduğu bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda herhangi bir ilave olmadığından dolayı sertlik (hardness) değerlerinde önemli bir değişim bulunmamıştır.

4.8.2. Elastikiyet (Springiness)

Elastikiyet, örneklerin yapısının ilk penetrasyon ile ne kadar kırıldığının bir ölçüsüdür ve ikinci alanın başlangıcından ikinci sondanın birinci bölgenin başlangıcı arasındaki zaman içindeki tersine çevrilmesine kadar geçen sürenin oranı olarak hesaplanır.

Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerin elastikiyet (springiness) değerlerinin değişikliklerine ilişkin yapılan Varyans Analizi Sonuçları Çizelge 4.18.'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerde elastikiyet (springiness) değerlerine ilişkin Varyans Analizi Sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri
Muamele (A)	1	0.00025	0.00025	0.05
Hata	6	0.03177	0.00529	
Toplam	7	0.03202		

Yapılan Varyans Analiz sonuçlarına göre, elastikiyet (springiness) değeri üzerine karbondioksit muamelesi ile klasik soğutma istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamıştır.

Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.19.'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle Soğutulmuş etlerde elastikiyet (springiness) değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi analiz sonuçları.

Faktör	n	*Elastikiyet (Springiness)*
Muamele (A)		
1 (CO_2 ile Soğutma)	4	0.446±0.060[a]
2 (Klasik soğutma)	4	0.457±0.084 [a]

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

Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, karbondioksit tünelinde soğutulan etler ile klasik soğutma uygulanmış etlerin elastikiyet (springiness) değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Ulu (2004), yaptığı çalışmada depolama koşullarının ve %0.2 oranda peyniraltı suyu protein konsantresi tozu ilavesinin köfte örneklerinde esneklik üzerine istatistiki açıdan önemli bir etkisinin olmadığını ($p>0.05$) bildirmiştir. Andıç ve ark. (2010), yaptıkları çalışmalarında %1-2 düzeyinde peyniraltı suyu tozu ilavesinin köfte örneklerinde esneklik değeri üzerine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. El-Magoli ve ark. (1996)'da esneklik değeri açısından benzer sonuçlar elde etmişlerdir (Keçeci, 2018).

Yaptığımız çalışmada da yukarıda bahsedilen çalışmalara benzer olarak elastikiyet (springiness) değerlerinde önemli bir değişim bulunmamıştır.

4.8.3. Dış yapışkanlık (Cohesiveness)

Yapışkanlık, örneklerin iç yapısını parçalamadaki zorluk derecesinin bir ölçüsüdür. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerin depolama süreci boyunca dış yapışkanlık (cohesiveness) değerlerinin değişikliklerine ilişkin yapılan Varyans Analizi Sonuçları Çizelge 4.20.'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerde dış yapışkanlık (cohesiveness) değerlerine ilişkin Varyans Analizi Sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri
Muamele (A)	1	0.00038	0.00038	0.1
Hata	6	0.02169	0.00361	
Toplam	7	0.02207		

Yapılan Varyans Analiz sonuçlarına göre, dış yapışkanlık (cohesiveness) değeri üzerine karbondioksit muamelesi ile klasik soğutma istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamıştır.

Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.21.'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle Soğutulmuş etlerde dış yapışkanlık (cohesiveness) değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi analiz sonuçları.

Faktör	n	*Dış yapışkanlık (Cohesiveness)*
Muamele (A)		
1 (CO_2 ile Soğutma)	4	0.401±0.040[a]
2 (Klasik soğutma)	4	0.415±0.075 [a]

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

Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, karbondioksit tünelinde soğutulan etler ile klasik soğutma uygulanmış etlerin dış yapışkanlık (cohesiveness) değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Ulu (2004), depolama koşullarının ve %0.2 seviyesinde peyniraltı suyu protein konsantresi tozu ilavesinin köfte örneklerinde dış yapışkanlık değerleri üzerine istatistiki açıdan önemli bir etkisinin olmadığını ($p>0.05$) bildirmiştir(Keçeci, 2018).

Yapmış olduğumuz çalışmada da yukarıda bahsedilen çalışmaya benzer olarak dış yapışkanlık (cohesiveness) değerlerinde önemli bir değişim bulunmamıştır.

4.8.4. Sakızımsılık (Gumminess)

Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerin depolama süreci boyunca sakızımsılık (gumminess) değerlerinin değişikliklerine ilişkin yapılan Varyans Analizi Sonuçları Çizelge 4.22.'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerde sakızımsılık (gumminess) değerlerine ilişkin Varyans Analizi Sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri
Muamele (A)	1	12795	12795	0.36
Hata	6	214805	35801	
Toplam	7	227601		

Yapılan Varyans Analiz sonuçlarına göre, sakızımsılık (gumminess) değeri üzerine karbondioksit muamelesi ile klasik soğutma istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamıştır.

Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları da Çizelge 4.23.'de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle Soğutulmuş etlerde sakızımsılık (gumminess) değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi analiz sonuçları.

Faktör	n	*Sakızımsılık (Gumminess)*
Muamele (A)		
1 (CO_2 ile Soğutma)	4	506.1±240.7[a]
2 (Klasik soğutma)	4	586.1±117.0 [a]

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

Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, karbondioksit tünelinde soğutulan etler ile klasik soğutma uygulanmış etlerin sakızımsılık (gumminess) değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Youssef ve Barbut (2010), süt bazlı ilavesinin sakızımsılık değerini düşürdüğünü bildirmiş, Keçeci (2018), yapmış olduğu çalışmasında depolama süreci boyunca sakızımsılık değerinin arttığını belirtmiştir. Çalışmamızda kuşbaşı etlere herhangi bir eklenti veya ek bir ileri işlem uygulanmamış olup etlerin sakızımsılık (gumminess) değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

4.8.5. Çiğnenebilirlik (Chewiness)

Çiğnenebilirlik, sertlik × yapışkanlık × elastikiyet olarak hesaplanır. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerin depolama süreci boyunca çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerinin değişikliklerine ilişkin yapılan Varyans Analizi Sonuçları Çizelge 4.24.'de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerde çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerine ilişkin Varyans Analizi Sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri
Muamele (A)	1	2304	2304	0.18
Hata	6	74867	12478	
Toplam	7	77171		

Yapılan Varyans Analiz sonuçlarına göre, çiğnenebilirlik (chewiness) değeri üzerine karbondioksit muamelesi ile klasik soğutma istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamıştır.

Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.25.'de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle Soğutulmuş etlerde çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi analiz sonuçları.

Faktör	n	*Çiğnenebilirlik (Chewiness)*
Muamele (A)		
1 (CO_2 ile Soğutma)	4	236.0±139.8[a]
2 (Klasik soğutma)	4	269.9± 73.6 [a]

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

Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, karbondioksit tünelinde soğutulan etler ile klasik soğutma uygulanmış etlerin çiğnenebilirlik (chewiness) değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

4.8.6. Esneklik (Resilience)

Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerin depolama süreci boyunca esneklik (resilience) değerlerinin değişikliklerine ilişkin yapılan Varyans Analizi Sonuçları Çizelge 4.26.'de verilmiştir.

Çizelge 4.26. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle soğutulmuş etlerde esneklik (resilience) değerlerine ilişkin Varyans Analizi Sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F-Değeri
Muamele (A)	1	0.000017	0.000017	0.03
Hata	6	0.003016	0.000503	
Toplam	7	0.003033		

Yapılan Varyans Analiz sonuçlarına göre, esneklik (resilience) değeri üzerine karbondioksit muamelesi ile klasik soğutma istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamıştır.

Ortalamalar üzerinde yapılan Tukey Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları da Çizelge 4.27.'de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Karbondioksit tünelinde soğutulmuş etler ile klasik soğutma yöntemiyle Soğutulmuş etlerde esneklik (resilience) değerlerine ait Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi analiz sonuçları.

Faktör	n	*Esneklik (Resilience)*
Muamele (A)		
1 (CO_2 ile Soğutma)	4	0.151±0.019[a]
2 (Klasik soğutma)	4	0.148±0.026 [a]

Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre, karbondioksit tünelinde soğutulan etler ile klasik soğutma uygulanmış etlerin esneklik (resilience) değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

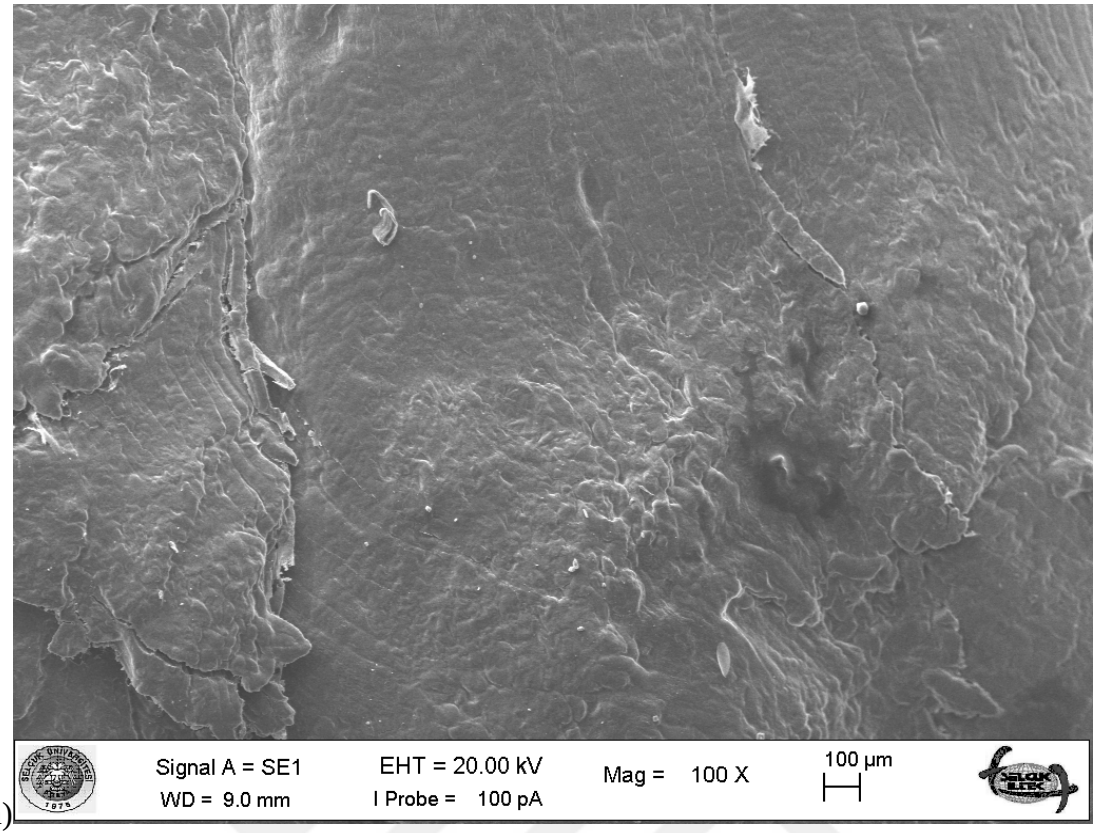
TPA analizleri incelendiğinde karbondioksit tünelinde soğutulan etler ile klasik soğutma uygulanmış etlerin tekstürel yapılarında önemli bir değişiklik meydana gelmemiştir.

4.9. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Sonuçları

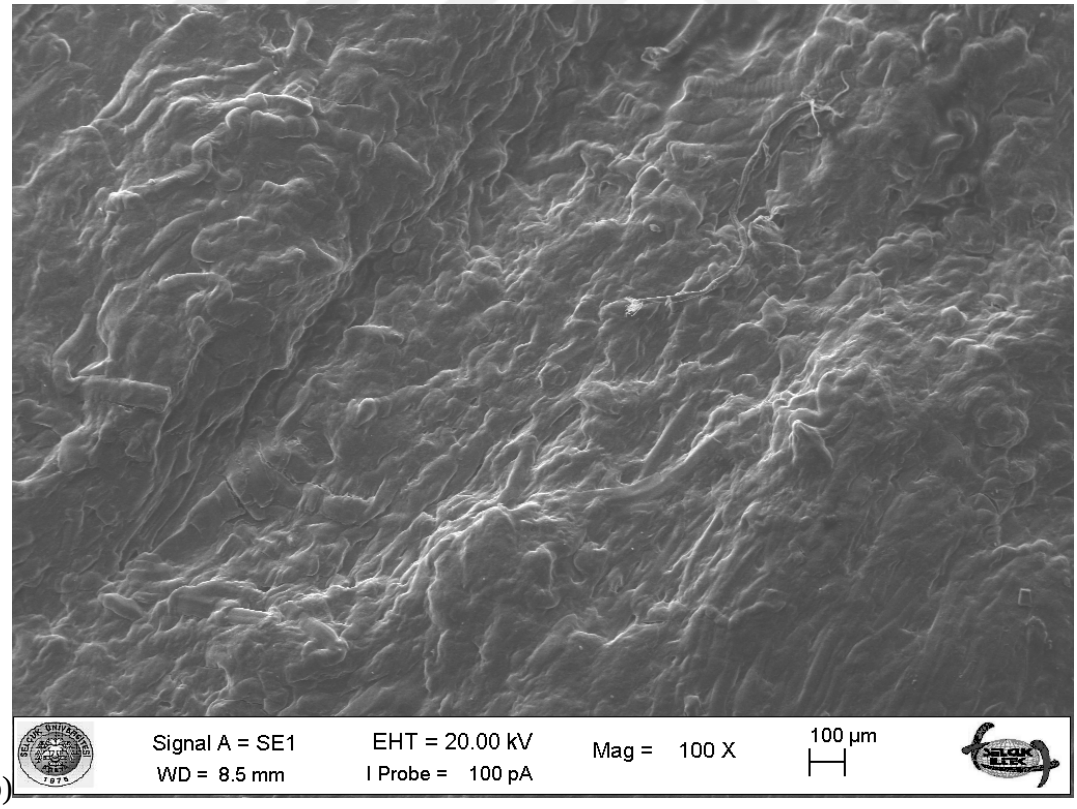
SEM analizleri için karbondioksit ile soğutulan et örneği klasik soğutma ile soğutulan et örneğine karşı taramalı elektron mikroskobu ile görüntülenmiş ve aşağıdaki şekillerde verilen görüntüler elde edilmiştir.

Karbondioksit ile soğutulmuş et örnekleri ile klasik soğutma uygulanmış et örneklerinin farklı büyüklüklerdeki (x100, x500, x1000, x5000, x10000, x30000) SEM görüntüleri incelendiğinde Şekil 4.4., Şekil 4.5. ve Şekil 4.6.'da karbondioksit tünelinde soğutulan etlerin yüzeyleri daha düzken, klasik soğutma uygulanan etlerin yüzeyleri girintili çıkıntılı gözükmektedir. Şekil 4.7., Şekil 4.8. ve Şekil 4.9.'da ise karbondioksit tünelinde soğutulan etlerin yüzeylerinde boşluklar daha fazlayken, klasik soğutma uygulanan etlerin yüzeylerindeki boşluklar biraz daha azdır.

a)

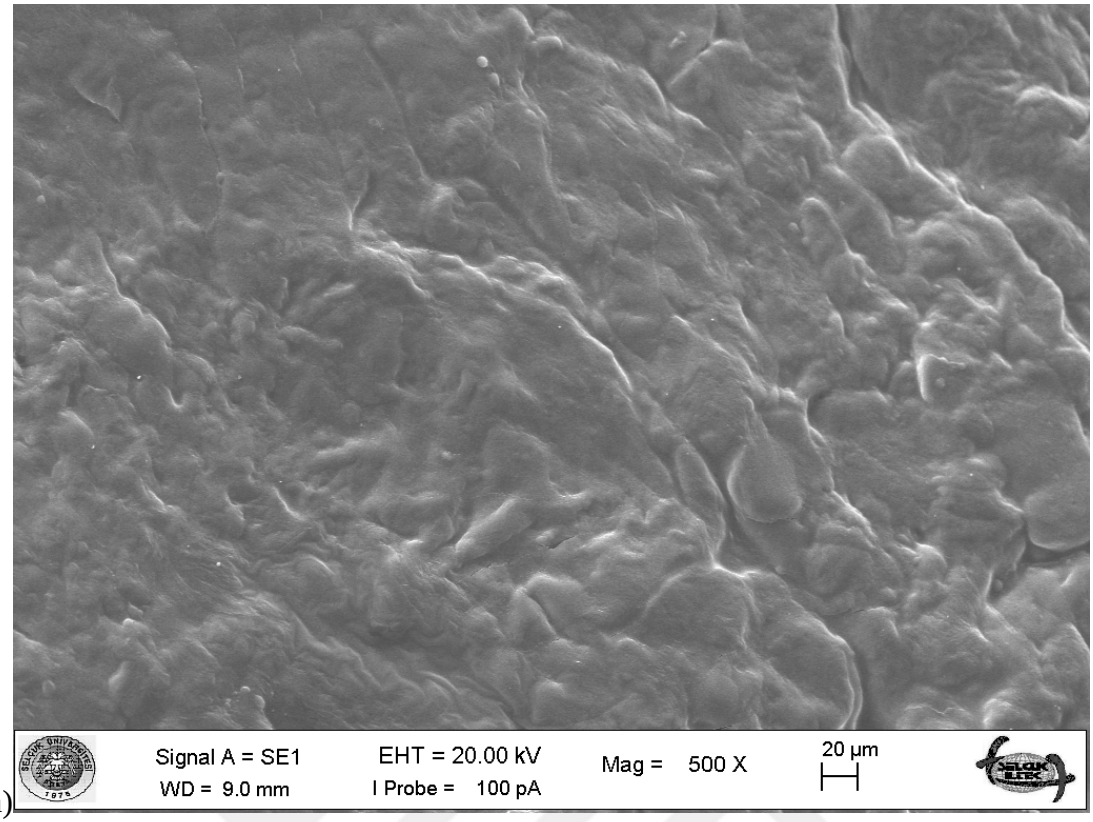


b)

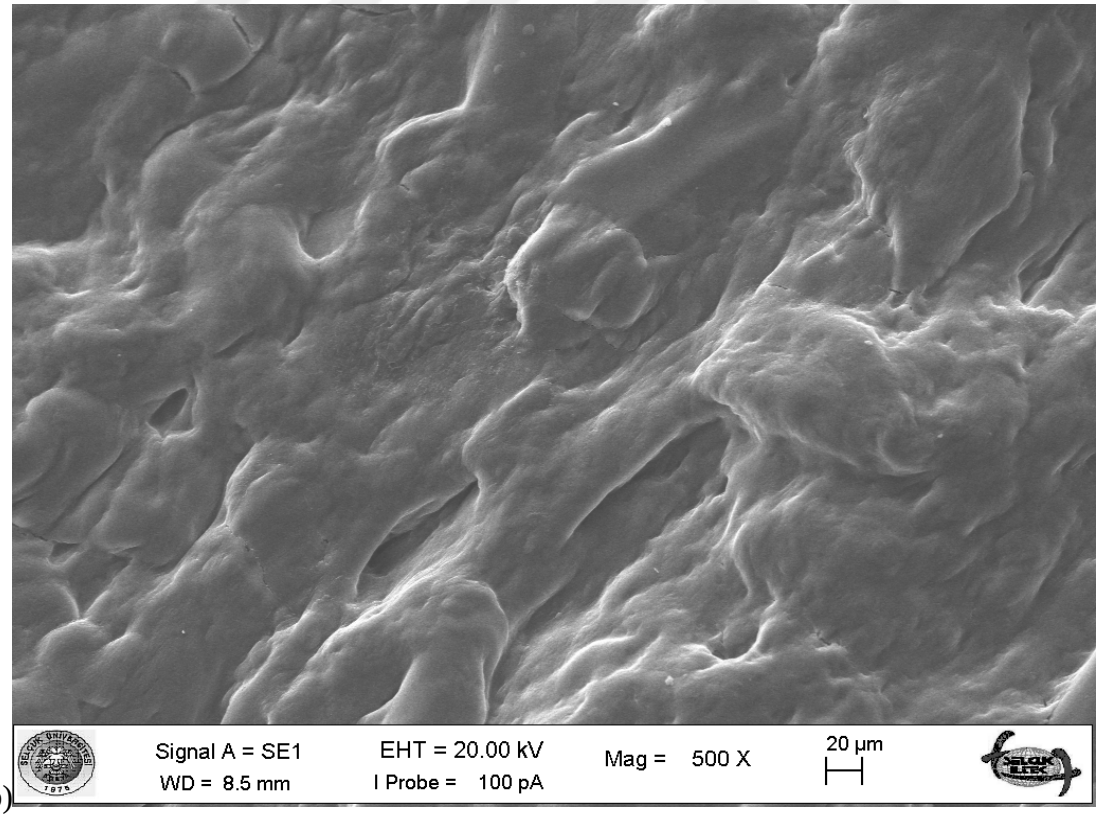


Şekil 4.4. a) Karbondioksit ile soğutulmuş et örnekleri, b)klasik soğutma uygulanmış et örnekleri SEM görüntüleri (x100).

a)

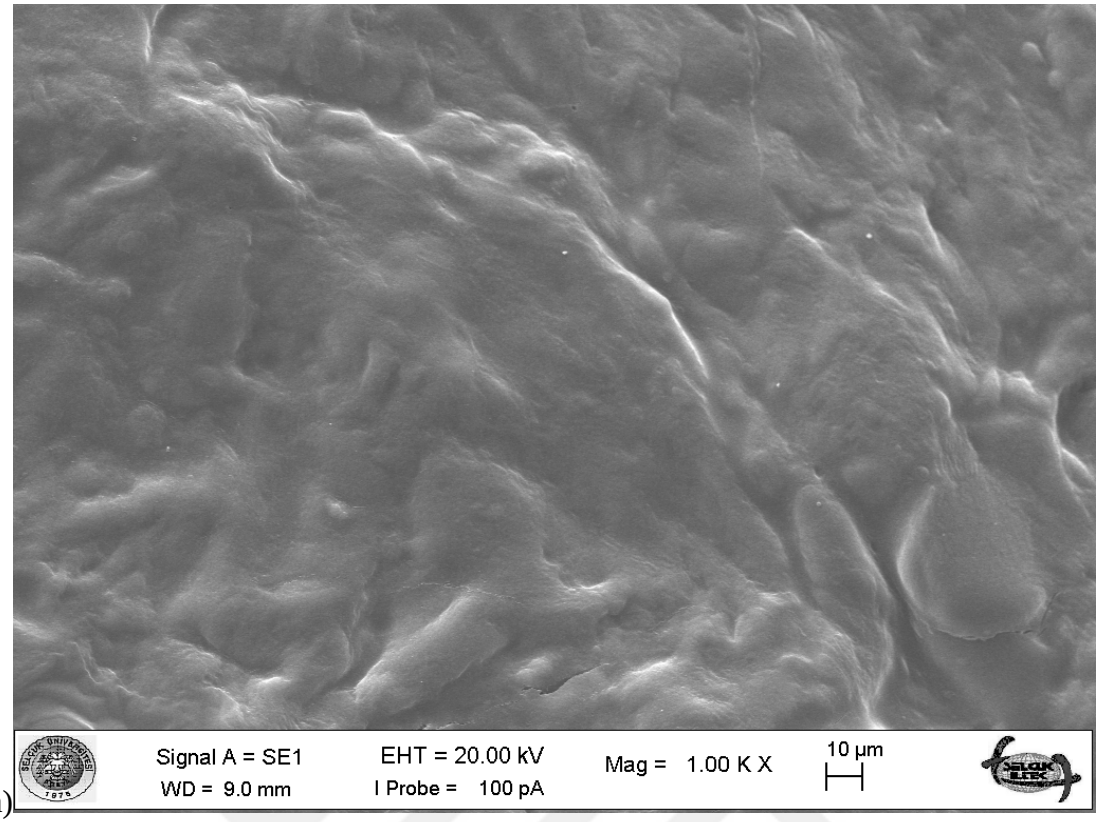


b)

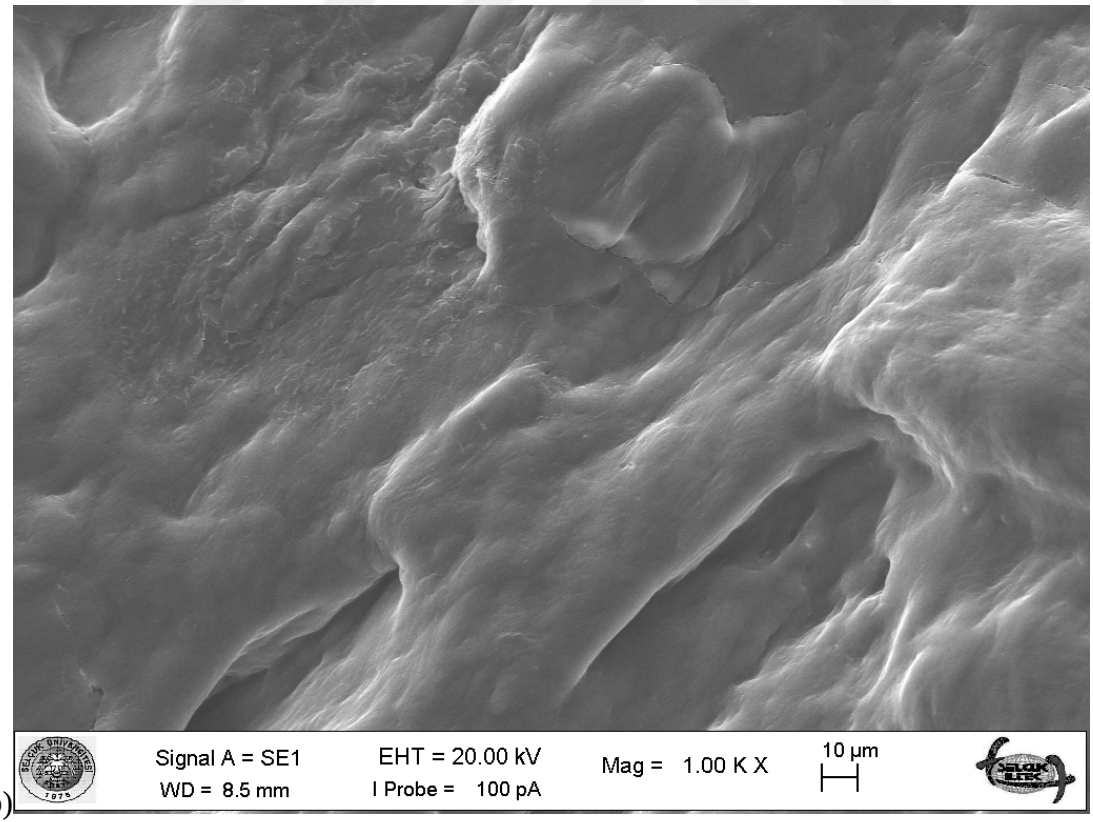


Şekil 4.5. a) Karbondioksit ile soğutulmuş et örnekleri, b)klasik soğutma uygulanmış et örnekleri SEM görüntüleri (x500).

a)

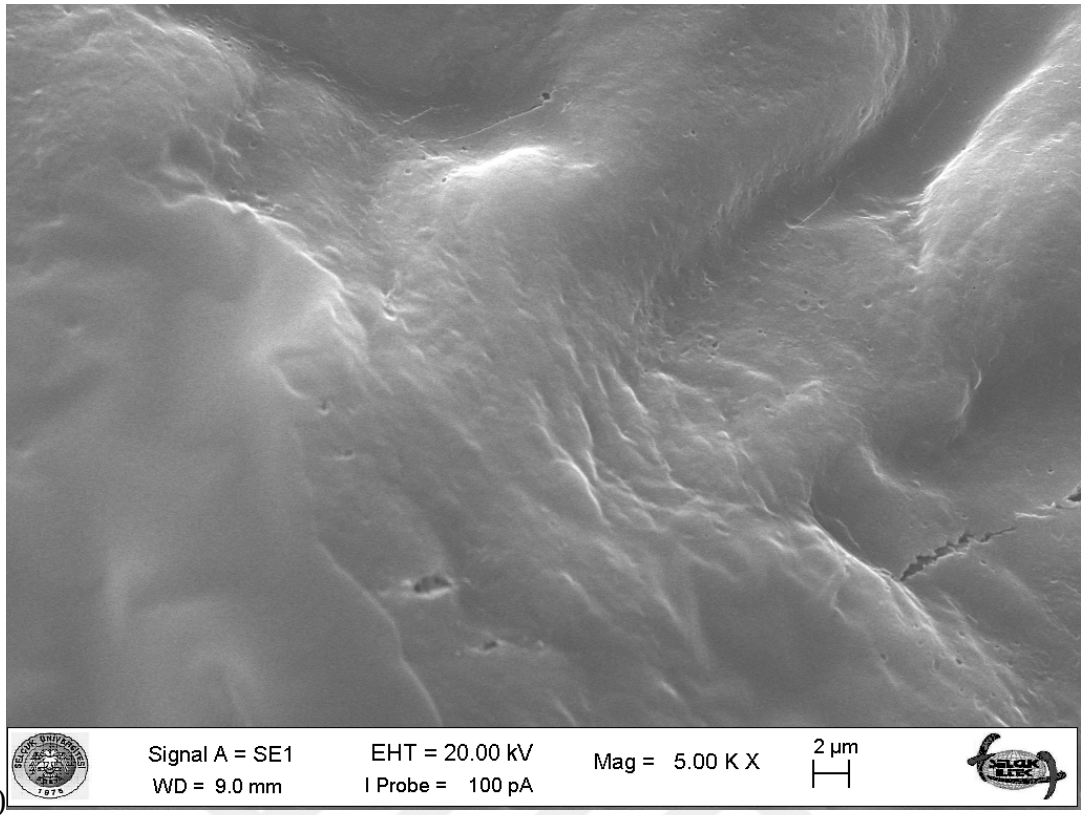


b)

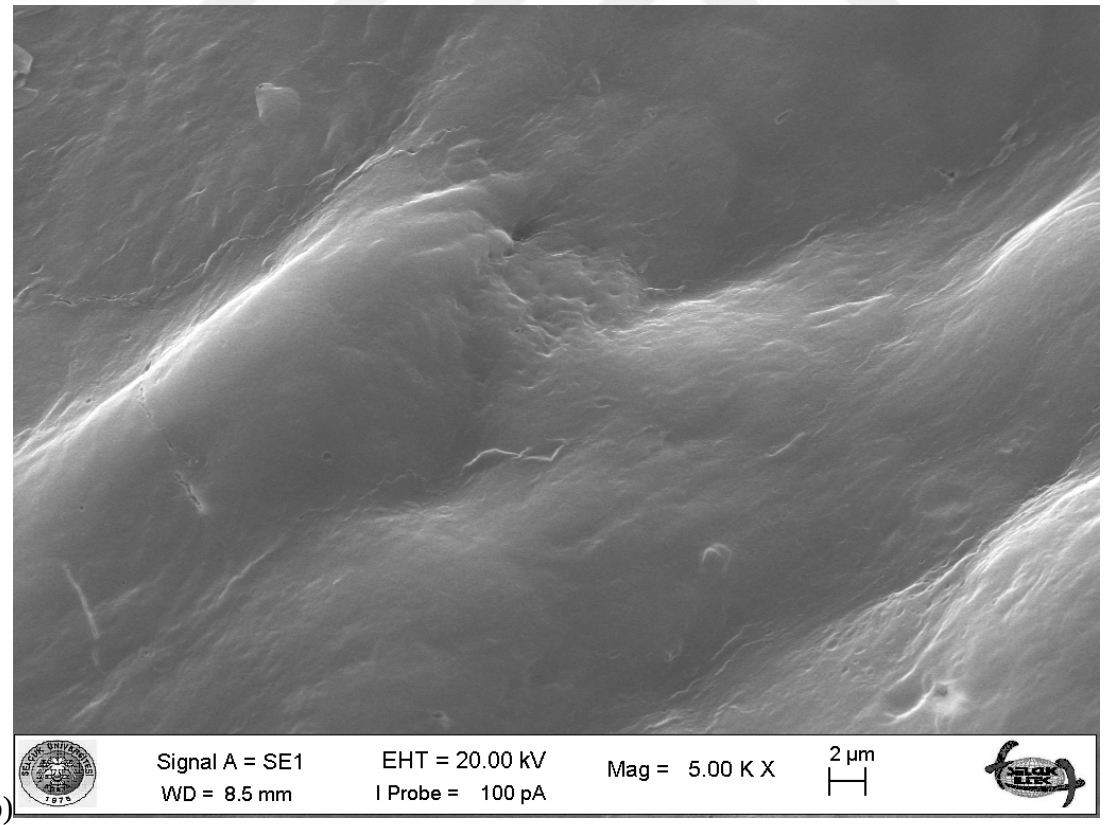


Şekil 4.6. a) Karbondioksit ile soğutulmuş et örnekleri, b)klasik soğutma uygulanmış et örnekleri SEM görüntüleri (x1000).

a)

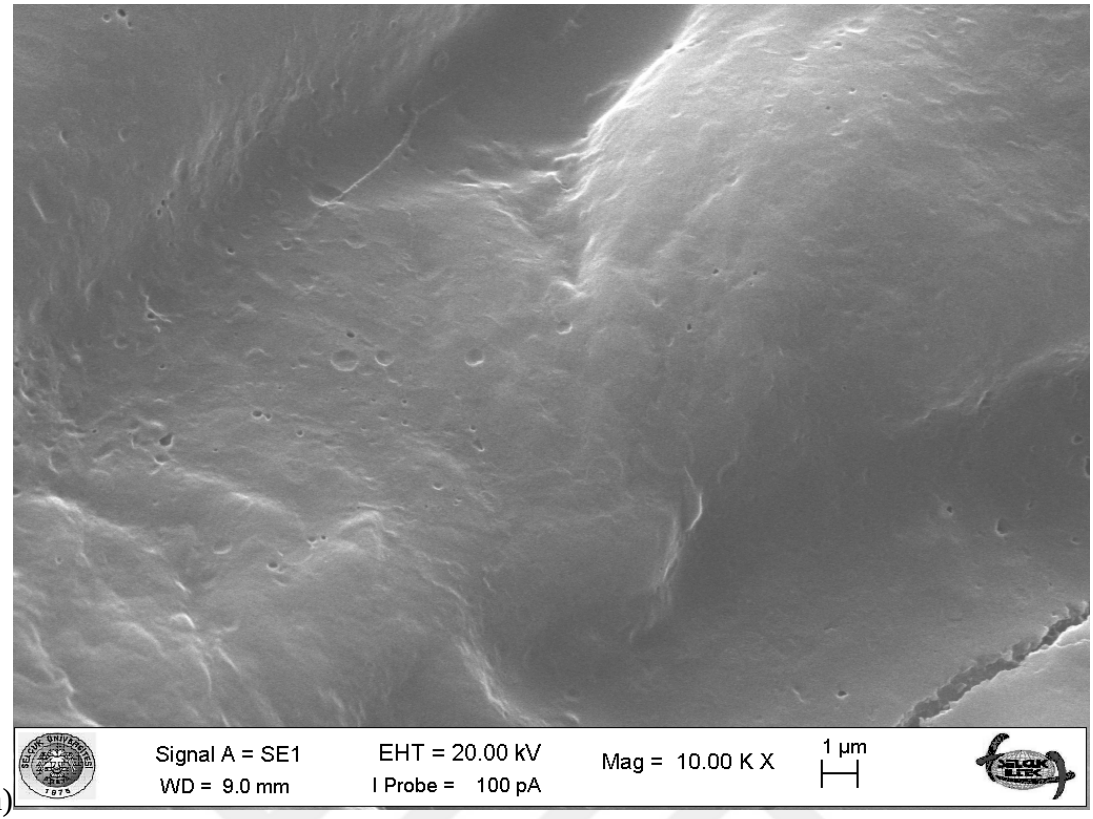


b)

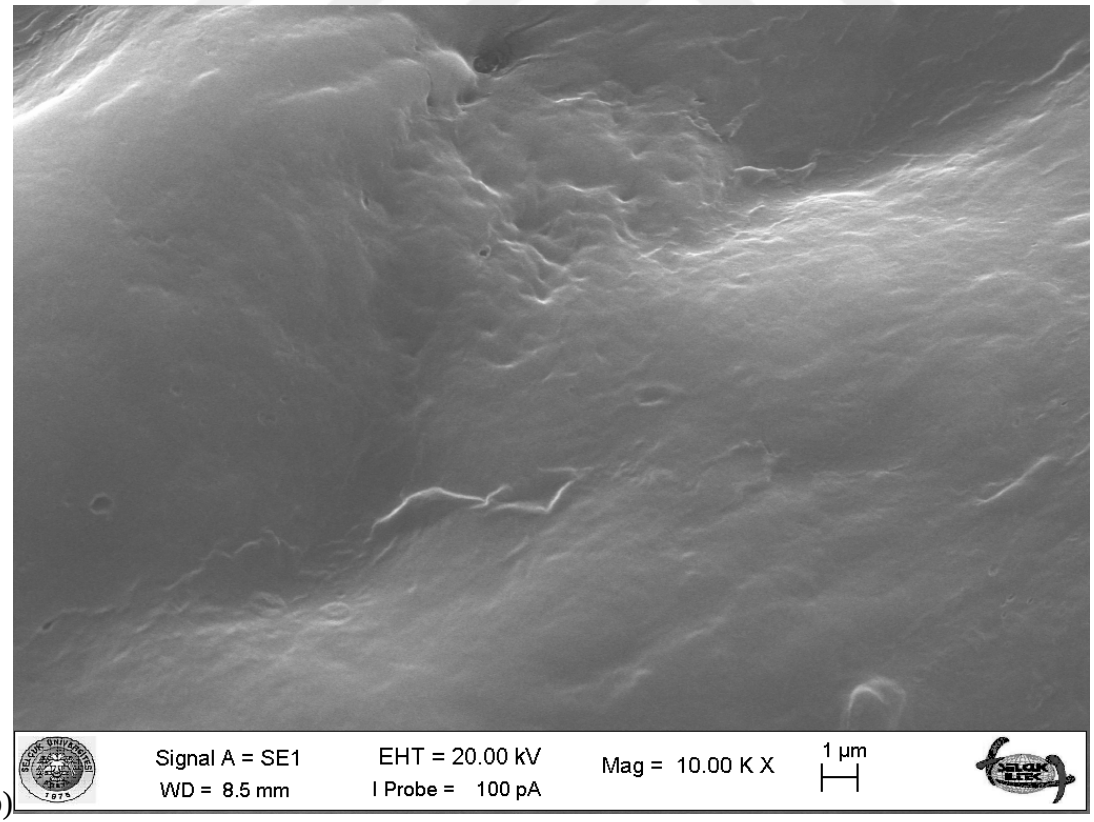


Şekil 4.7. a) Karbondioksit ile soğutulmuş et örnekleri, b)klasik soğutma uygulanmış et örnekleri SEM görüntüleri (x5000).

a)

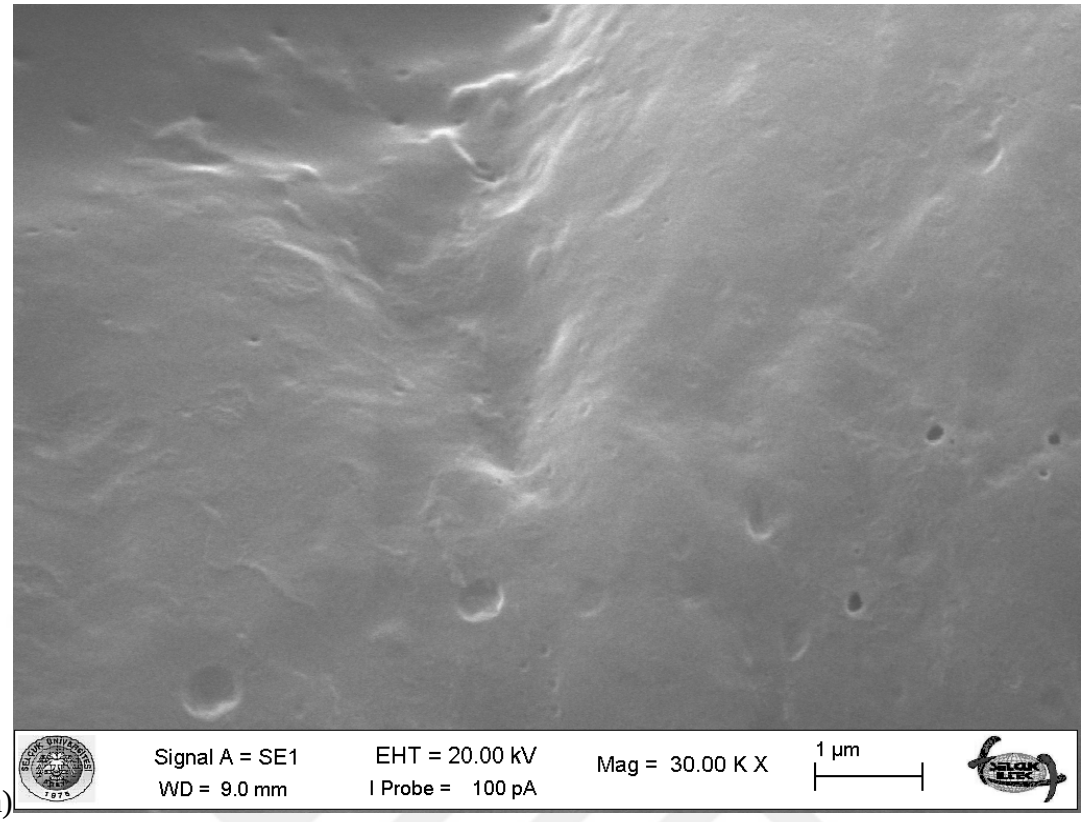


b)

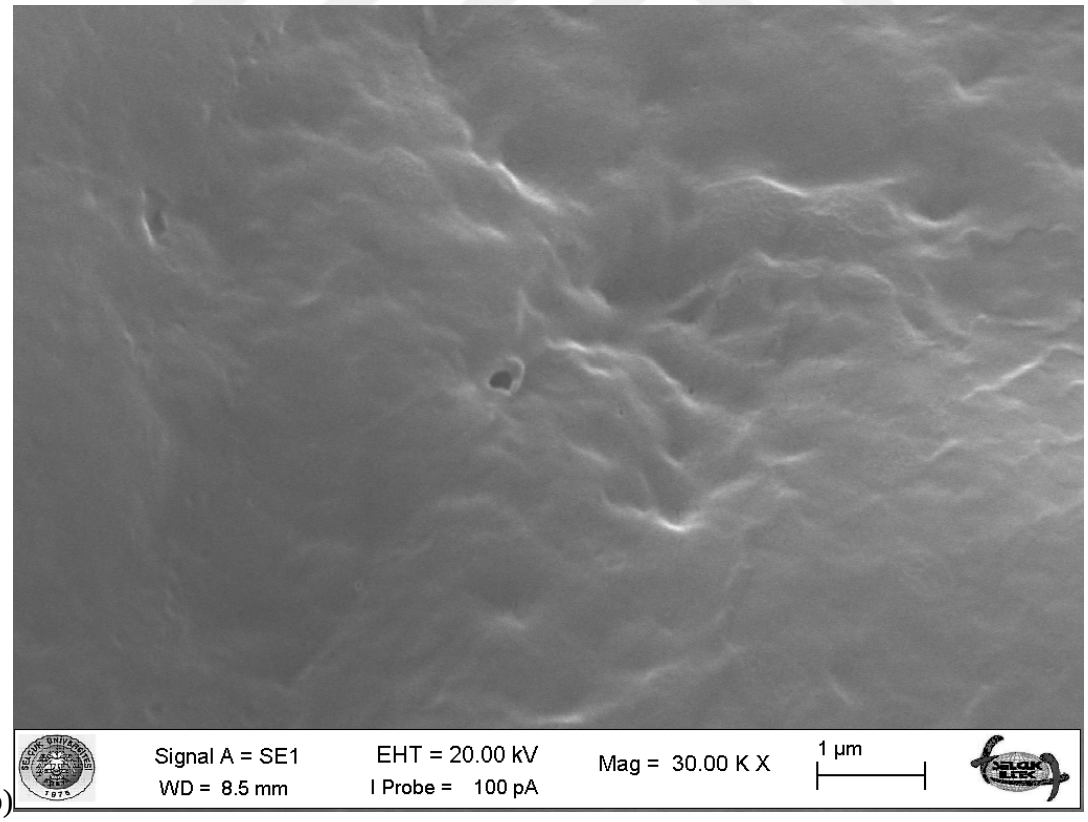


Şekil 4.8. a) Karbondioksit ile soğutulmuş et örnekleri, b)klasik soğutma uygulanmış et örnekleri SEM görüntüleri (x10.000).

a)

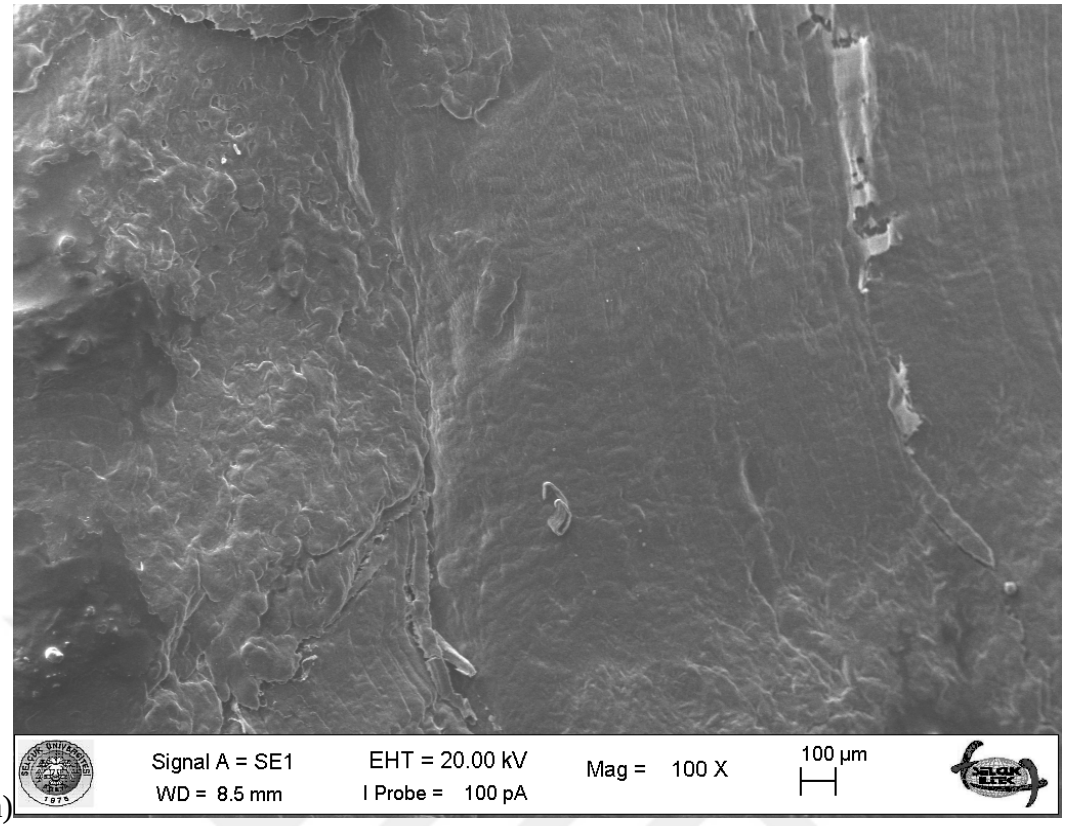


b)

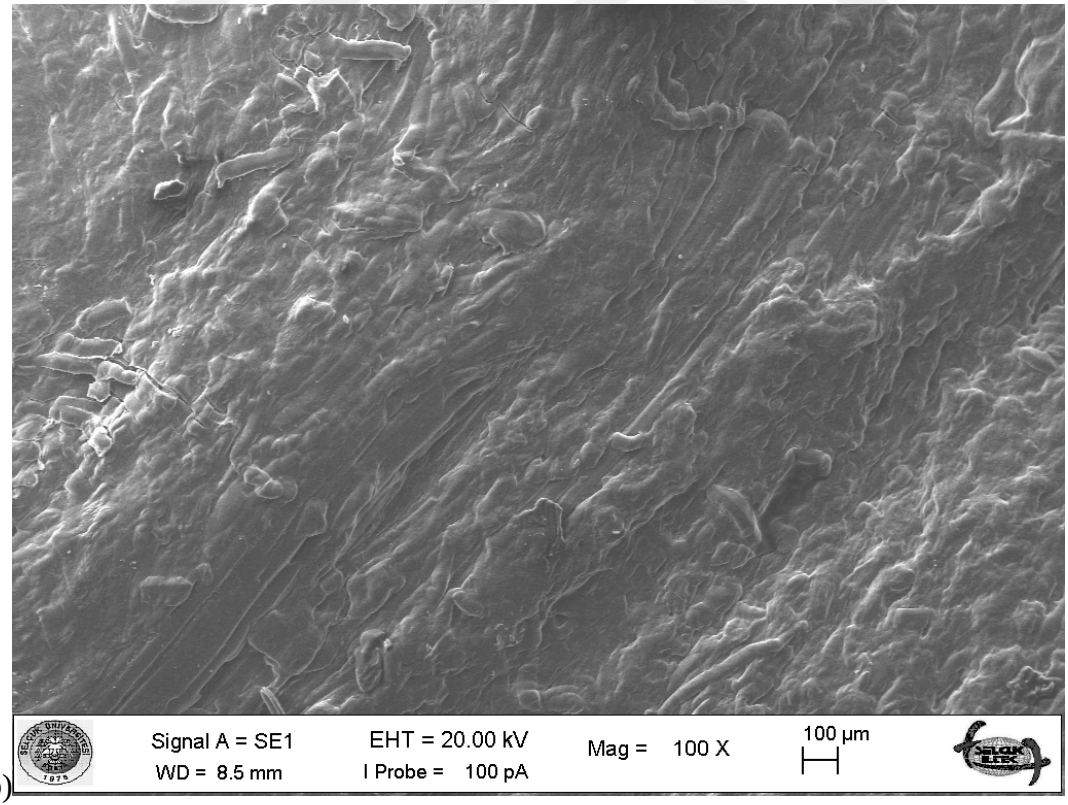


Şekil 4.9. a) Karbondioksit ile soğutulmuş et örnekleri, b)klasik soğutma uygulanmış et örnekleri SEM görüntüleri (x30.000).

a)

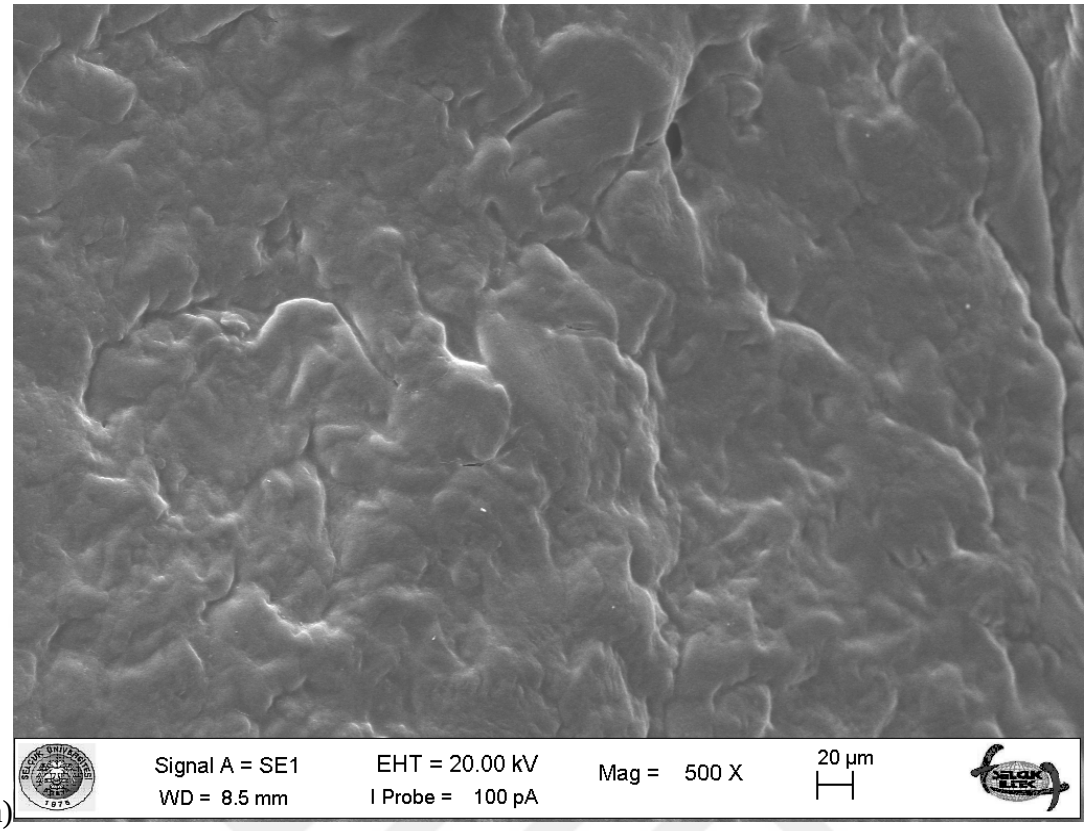


b)

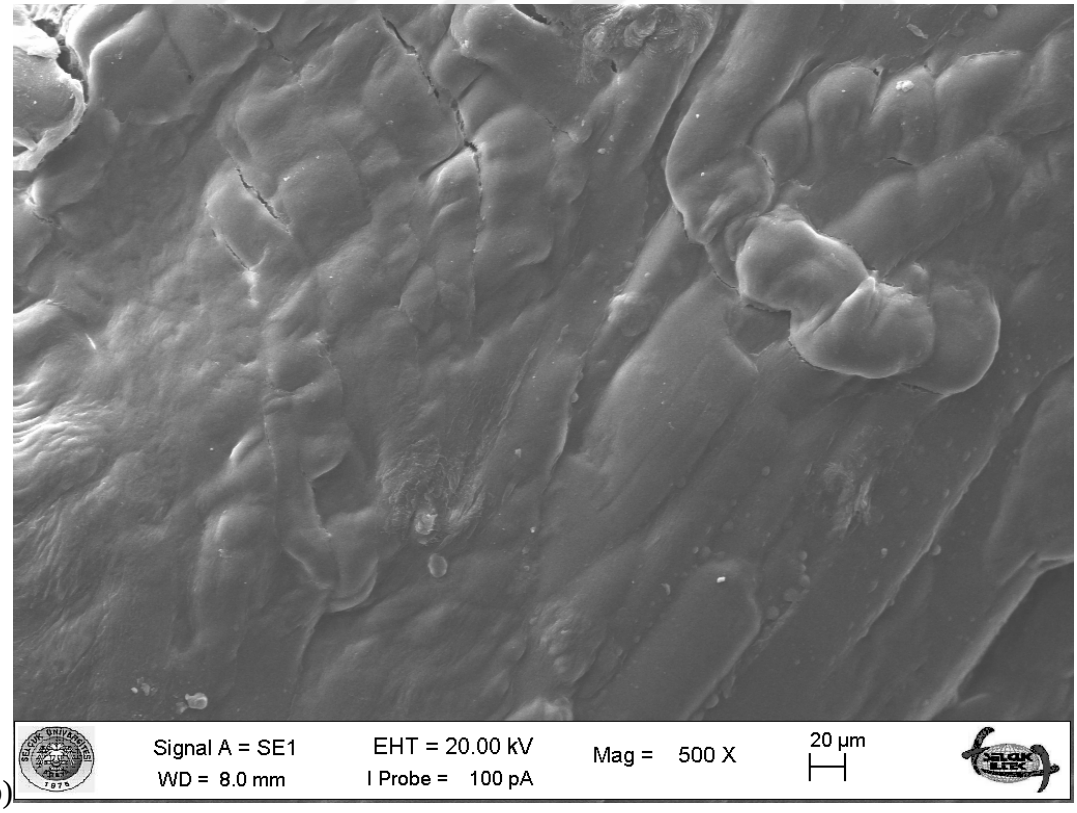


Şekil 4.10. a) Karbondioksit ile soğutulmuş et örnekleri, b)klasik soğutma uygulanmış et örnekleri SEM görüntüleri (x100).

a)

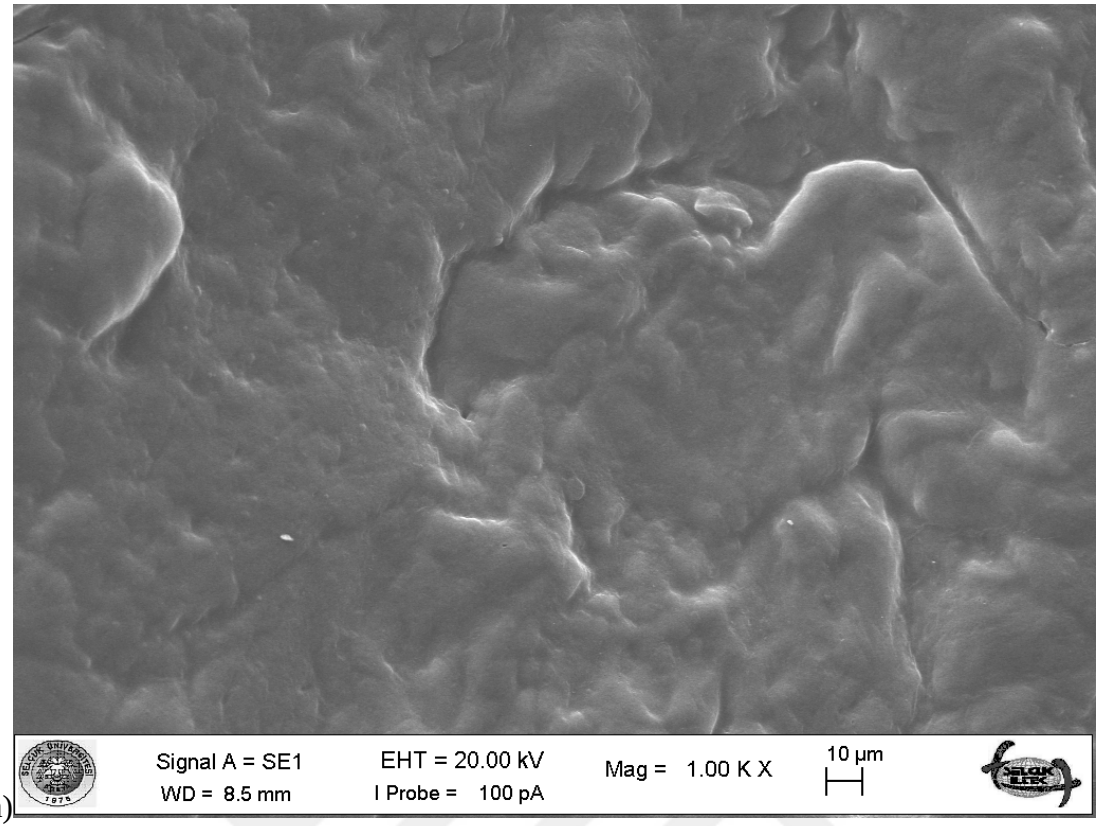


b)

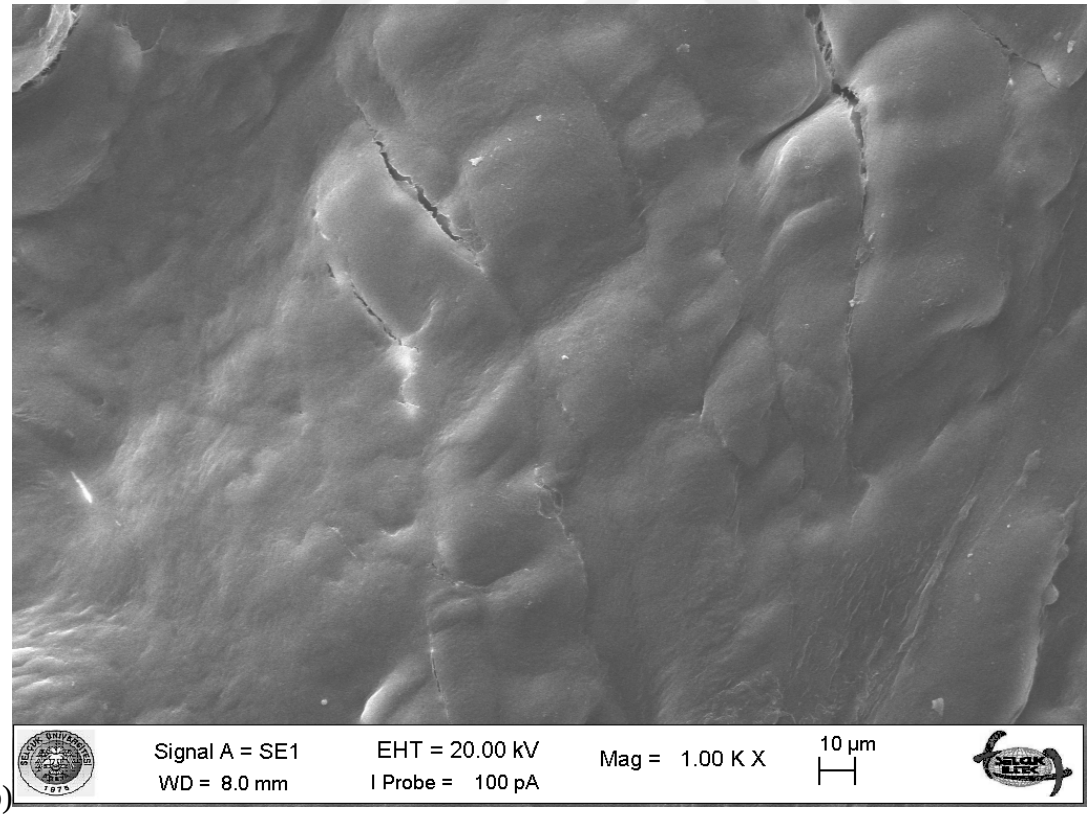


Şekil 4.11. a) Karbondioksit ile soğutulmuş et örnekleri, b)klasik soğutma uygulanmış et örnekleri SEM görüntüleri (x500).

a)

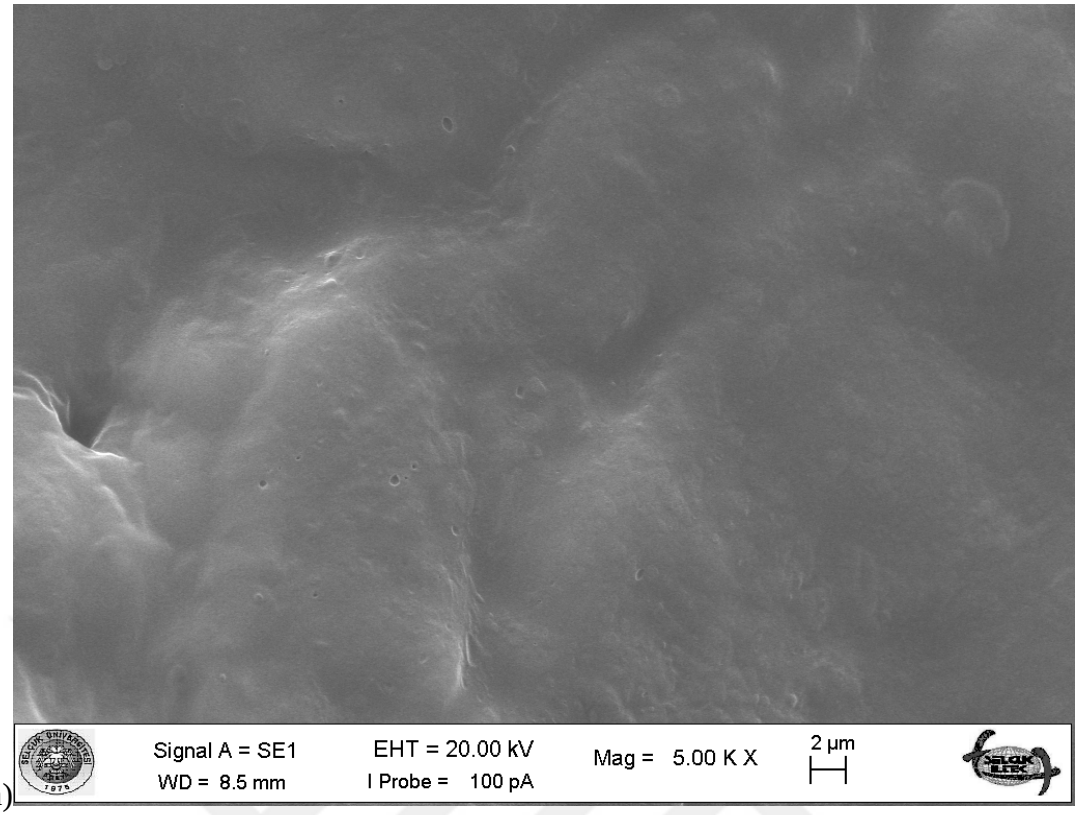


b)

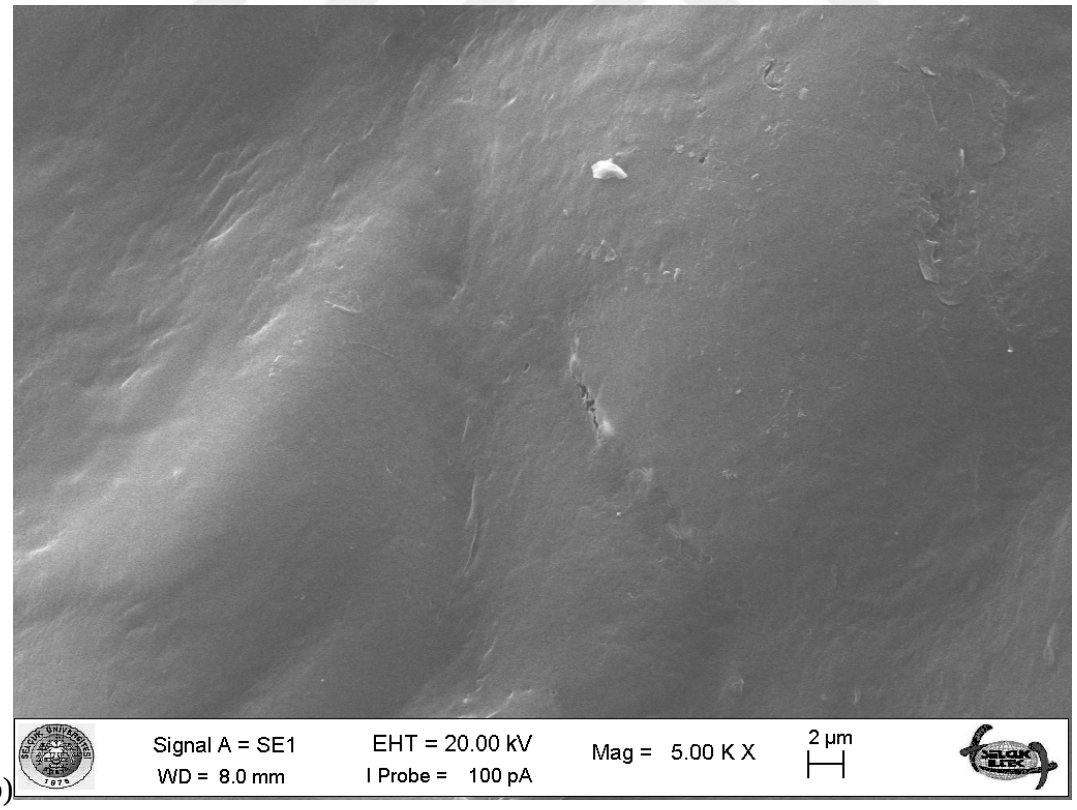


Şekil 4.12. a) Karbondioksit ile soğutulmuş et örnekleri, b)klasik soğutma uygulanmış et örnekleri SEM görüntüleri (x1.000).

a)

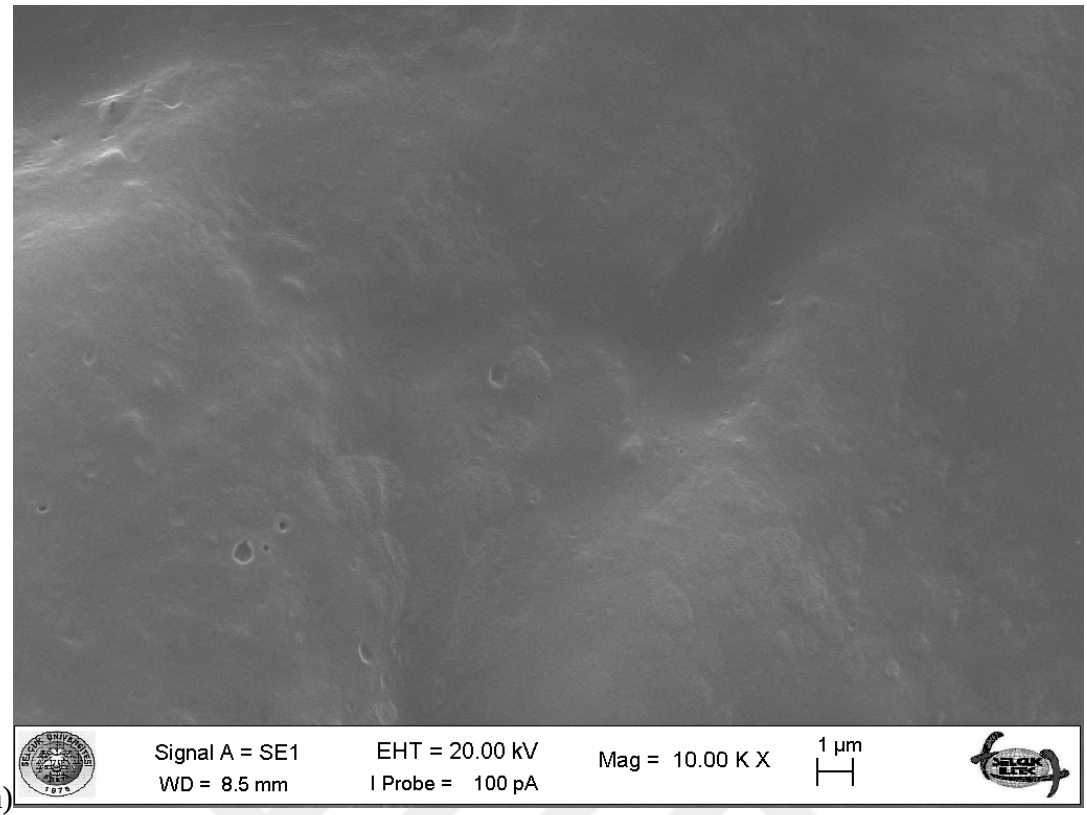


b)

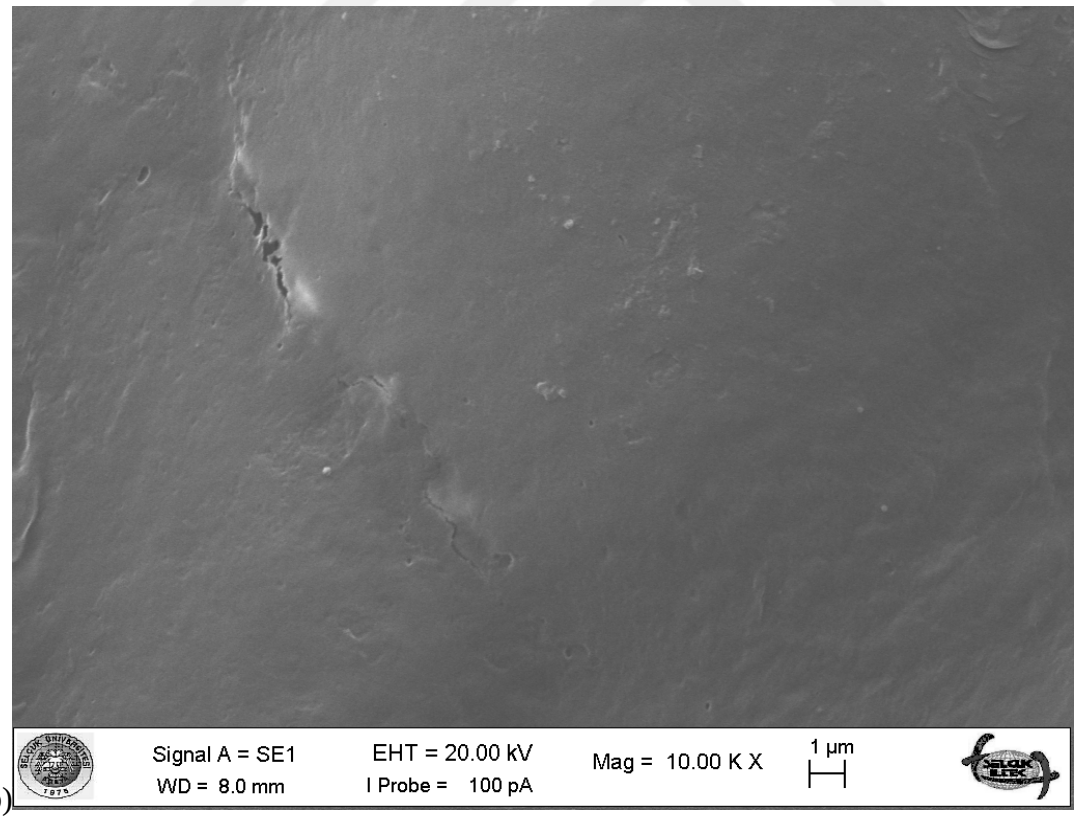


Şekil 4.13. a) Karbondioksit ile soğutulmuş et örnekleri, b)klasik soğutma uygulanmış et örnekleri SEM görüntüleri (x5.000).

a)

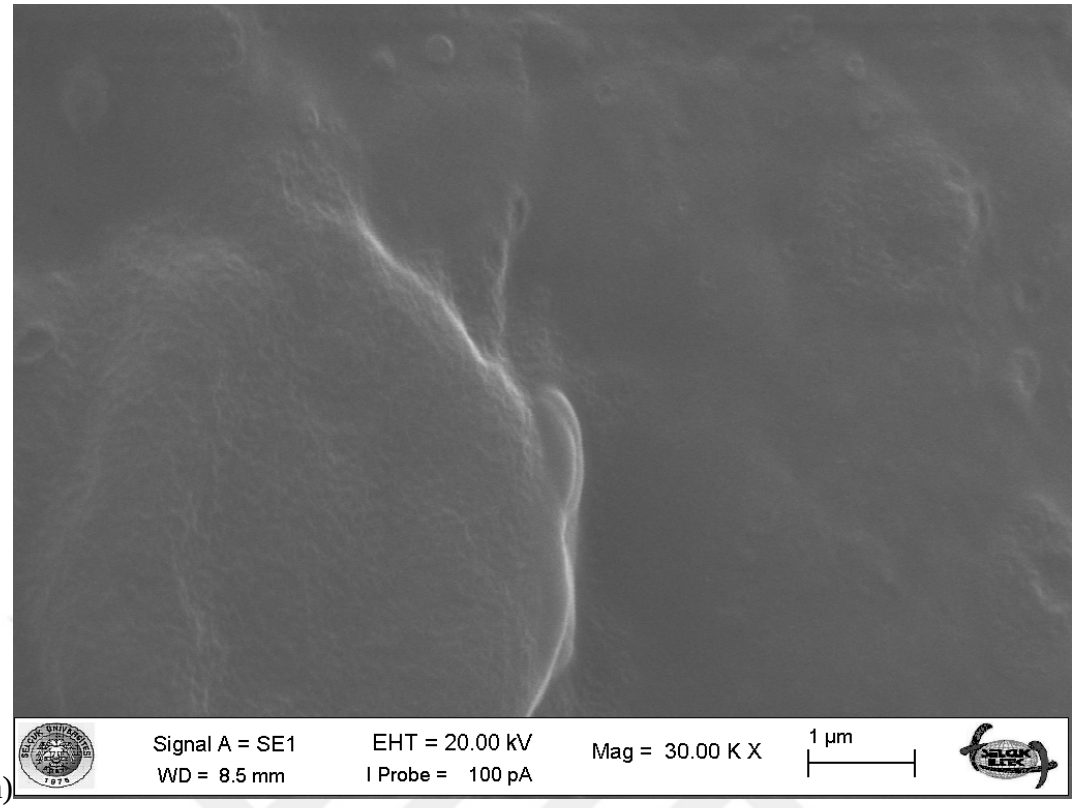


b)

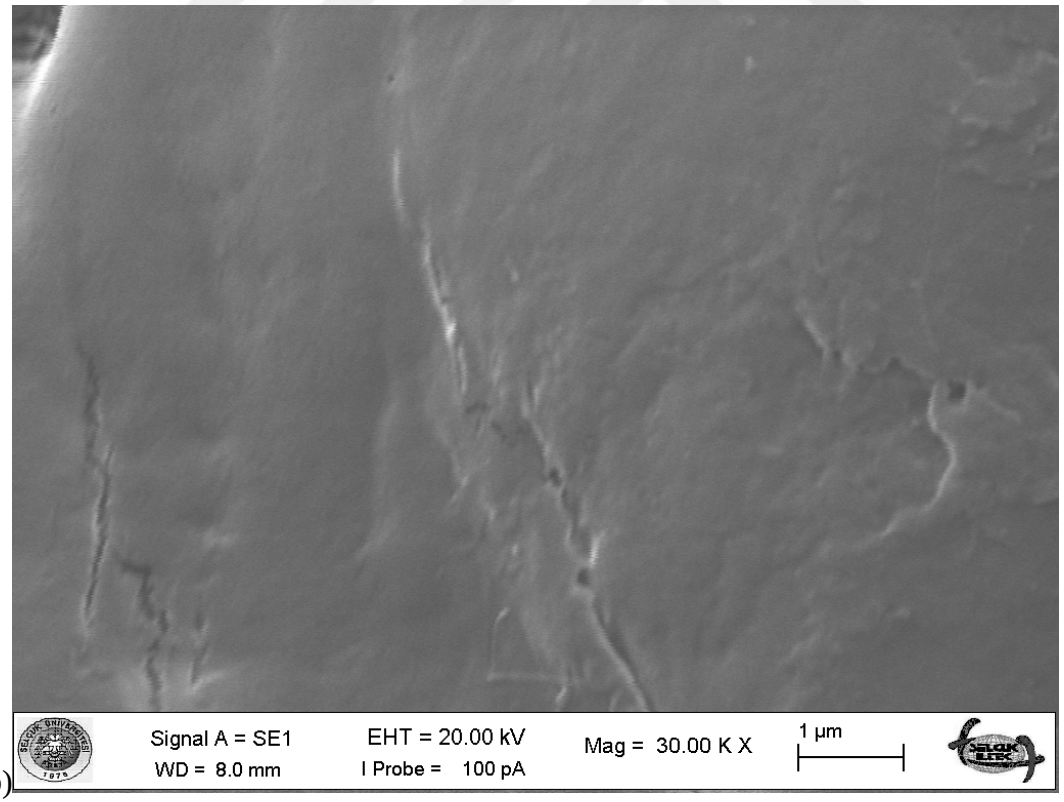


Şekil 4.14. a) Karbondioksit ile soğutulmuş et örnekleri, b)klasik soğutma uygulanmış et örnekleri SEM görüntüleri (x10.000).

a)



b)



Şekil 4.15. a) Karbondioksit ile soğutulmuş et örnekleri, b)klasik soğutma uygulanmış et örnekleri SEM görüntüleri (x30.000).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Temin edilen etler üzerinde karbondioksit ile soğutma uygulaması sonrası meydana gelmesi muhtemel değişimlerin saptanması amacıyla depolama süresince 1. 4. 7. ve 11. günlerde tiyobarbitürik asit (TBA), pH, renk (*L**, *a**, *b**) ve su aktivitesi (a_w) analizleri yapılmıştır. Ayrıca depolamanın 1. ve 11. günlerinde nem analizi yapılmıştır. Bunun yanında protein ve yağ analizleri de yapılmıştır. Ek olarak taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri ve tekstür profil analizi sonuçları elde edilmiştir

Yapılan Varyans Analiz sonuçlarına göre, TBA değeri üzerine depolama etkisi ve Muamele x Depolama interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) çıkmış olup, karbondioksit muamelesi ile klasik soğutma istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamıştır. a_w değeri üzerine depolama etkisi istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) çıkmış olup, Muamele x Depolama interaksiyonu ve karbondioksit muamelesi ile klasik soğutma istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamıştır. pH değeri üzerine depolama etkisi istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) çıkmış olup, Muamele x Depolama interaksiyonu ve karbondioksit muamelesi ile klasik soğutma istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamıştır.

*L** değeri üzerine depolama etkisi ve Muamele x Depolama interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) çıkmış olup, karbondioksit muamelesi ile klasik soğutma istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamıştır. Yapılan Varyans Analiz sonuçlarına göre, *a** değeri üzerine depolama etkisi, Muamele x Depolama interaksiyonu ve karbondioksit muamelesi ile klasik soğutma istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamıştır.

Yapılan Varyans Analiz sonuçlarına göre, *b** değeri üzerine depolama etkisi, Muamele x Depolama interaksiyonu ve karbondioksit muamelesi ile klasik soğutma istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamıştır.

Örneklerin % nem sonuçları incelendiğinde 1. günden 11. güne önemli bir nem değişimi görülmemiştir. Karbondioksit ile soğutma ve klasik soğutma uygulanmış et örneklerinin TPA analizinde sertlik (hardness), elastikiyet (springiness), dış yapışkanlık (cohesiveness), sakızımsılık (gumminess), çiğnenebilirlik (chewiness) ve esneklik (resilience) değerleri ölçülmüş ve bu değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

5.2 Öneriler

Yapılan çalışma ile karbondioksit tünelinde karbondioksit ile soğutulan kuşbaşı etler ile klasik soğutma uygulanan etler arasında istatistiki olarak çok fazla fark görülmemiştir. Endüstride, özellikle de gıda sanayiinde son yıllarda geniş bir kullanım alanı bulan karbondioksit sayesinde gıda soğutma veya dondurma işlemleri çok kısa sürede bitecek ve ürün akış hızları ve kapasiteler artırılabilecektir.

Karbondioksit ile soğutulan ya da dondurulan ürünlerde karbondioksitin olumsuz bir etkisinin olmaması karbondioksitin güvenle ve rahatça kullanılabileceğini göstermektedir.

Karbondioksit bugünlerde dünyada endüstriyel alanda kullanılan popüler bir ürün haline gelmeye başlamıştır. Ülkemizde akademik alanda ve endüstriyel alanda karbondioksit üzerine yapılan araştırmalar çok düşük düzeydedir. Ülkemizde de ucuz ve doğal kaynaklarla üretilen karbondioksit üzerine çalışmalar yoğunlaşmalı ve karbondioksitin avantajlarından yüksek oranda faydalanılmalıdır.

KAYNAKLAR

Ahn, J., Grün, I. ve Fernando, L., 2002, Antioxidant properties of natural plant extracts containing polyphenolic compounds in cooked ground beef, *Journal of Food Science*, 67 (4), 1364-1369.

Akarpat, A., 2006, Dondurularak Muhafaza Edilen Sığır Eti Köftelerinin Lipit Oksidasyonu ve Renk Stabilitesi Üzerine Bazı Bitkisel Ekstraktların Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniv. Fen. Bil. Enst. Samsun*.

Akkara, M., 2012, Kanatlı Endüstrisinde Kuru Buz Tekniğinin Kullanım Olanaklarının Araştırılması, 13-143.

Aksu, M. İ. ve Kaya, M., 2005, The effect of α-tocopherol and butylated hydroxyanisole on the colour properties and lipid oxidation of kavurma, a cooked meat product, *Meat Science*, 71 (2), 277-283.

Aktaş, N., Kaya, M. ve Kıvanç, M., 2010, Et ve et Ürünlerinin Kalite Kontrolü, *Anadolu Üniversitesi Yayınları*.

Andic, S., Zorba, O. ve Tunçtürk, Y., 2010, Effect of whey powder, skim milk powder and their combination on yield and textural properties of meat patties, *Int. J. Agric. Biol*, 12 (6), 871-876.

Anonim, 2017, Et İşlemede Karbondioksit Kullanımı, 1-4.

AOAC, 2000, Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th edn., ed. P. Cunniff. AOAC Int.

Balev, D., Vulkova, T., Dragoev, S., Zlatanov, M. ve Bahtchevanska, S., 2005, A comparative study on the effect of some antioxidants on the lipid and pigment oxidation in dry-fermented sausages, *International journal of food science & technology*, 40 (9), 977-983.

Bekhit, A., Geesink, G., Ilian, M., Morton, J. ve Bickerstaffe, R., 2003, The effects of natural antioxidants on oxidative processes and metmyoglobin reducing activity in beef patties, *Food Chemistry*, 81 (2), 175-187.

Bingöl, E. B., 2009, Farklı Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP) Uygulamalarının Devekuşu Etinin Mikrobiyolojik Kalitesi ve Raf Ömrü Üzerine Etkileri, İstanbul Üniversitesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 28-137.

Caner, C., Aday, M. S. ve Demir, M., 2008, Extending the quality of fresh strawberries by equilibrium modified atmosphere packaging, *European Food Research and Technology*, 227 (6), 1575-1583.

Cheah, P. B. ve Abu Hasim, N. H., 2000, Natural antioxidant extract from galangal (Alpinia galanga) for minced beef, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80 (10), 1565-1571.

El-Magoli, S. B., Laroia, S. ve Hansen, P., 1996, Flavor and texture characteristics of low fat ground beef patties formulated with whey protein concentrate, *Meat Science*, 42 (2), 179-193.

El-Alim, S. S. L. A., Lugasi, A., Hóvári, J. ve Dworschák, E., 1999, Culinary herbs inhibit lipid oxidation in raw and cooked minced meat patties during storage, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79 (2), 277-285.

Estévez, M., Ventanas, S. ve Cava, R., 2005, Protein oxidation in frankfurters with increasing levels of added rosemary essential oil: effect on color and texture deterioration, *Journal of Food Science*, 70 (7), c427-c432.

Farber, J. M., 1991, Microbiological Aspects of Modified-Atmosphere Packaging Technology - a Review, *Journal of Food Protection*, 54 (1), 58-70.

Fernandez-Lopez, J., Zhi, N., Aleson-Carbonell, L., Pérez-Alvarez, J. a. ve Kuri, V., 2005, Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs, *Meat Science*, 69 (3), 371-380.

Formanek, Z., Kerry, J., Higgins, F., Buckley, D., Morrissey, P. ve Farkas, J., 2001, Addition of synthetic and natural antioxidants to α-tocopheryl acetate supplemented beef patties: effects of antioxidants and packaging on lipid oxidation, *Meat Science*, 58 (4), 337-341.

Genigeorgis, C. A., 1985, Microbial and Safety Implications of the Use of Modified Atmospheres to Extend the Storage Life of Fresh Meat and Fish, *International Journal of Food Microbiology*, 1 (5), 237-251.

Giménez, B., Roncalés, P. ve Beltrán, J. A., 2004, The effects of natural antioxidants and lighting conditions on the quality characteristics of gilt-head sea bream fillets (Sparus aurata) packaged in a modified atmosphere, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84 (9), 1053-1060.

Goswami, T. K., 2010, Role of Cryogenics in Food Processing and Preservation, *International Journal of Food Engineering*, 6 (1), 1065-1069.

Göğüş, A. K., 1986, Et Teknolojisi, *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 991.*

Gün, M., 2014, Sığır eti köftelerinin bazı fiziksel kimyasal tekstürel ve duyusal özellikleri üzerine çeşitli sütçülük yan ürünlerinin etkisi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Hassan, O. ve Fan, L. S., 2005, The anti-oxidation potential of polyphenol extract from cocoa leaves on mechanically deboned chicken meat (MDCM), *Lwt-Food Science and Technology*, 38 (4), 315-321.

Hettiarachchy, N., Glenn, K., Gnanasambandam, R. ve Johnson, M., 1996, Natural antioxidant extract from fenugreek (Trigonella foenumgraecum) for ground beef patties, *Journal of Food Science*, 61 (3), 516-519.

Hunt, M., Acton, J., Benedict, R., Calkins, C., Cornforth, D., Jeremiah, L., Olson, D., Salm, C., Savell, J. ve Shivas, S., 1991, Guidelines for meat color evaluation, *American Meat Science Association, Kansas State University: Manhattan, KS*, 1-17.

Juntachote, T., Berghofer, E., Siebenhandl, S. ve Bauer, F., 2006, The antioxidative properties of Holy basil and Galangal in cooked ground pork, *Meat Science*, 72 (3), 446-456.

Kaale, L. D., Eikevik, T. M., Rustad, T. ve Kolsaker, K., 2011, Superchilling of food: A review, *Journal of Food Engineering*, 107 (2), 141-146.

Karipçin, C., 1995, Kuru Buz ve Kuru Buz Üretimi, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bitirme Projesi*, 29.

Karpińska, M., Borowski, J. ve Danowska-Oziewicz, M., 2001, The use of natural antioxidants in ready-to-serve food, *Food Chemistry*, 72 (1), 5-9.

Keçeci, S., 2018, Sığır eti köftelerinin bazı fizikokimyasal, tekstürel ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine farklı düzeylerde dondurarak kurutulmuş çeşitli sebze turşusu tozlarının etkilerinin belirlenmesi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Khadatkar, R. M., Kumar, S. ve Pattanayak, S. C., 2004, Cryofreezing and cryofreezer, *Cryogenics*, 44 (9), 661-678.

Lin, C.-C. ve Lin, C.-S., 2005, Enhancement of the storage quality of frozen bonito fillets by glazing with tea extracts, *Food Control*, 16 (2), 169-175.

Lorenzo, D. L., Rudy, G., Jens, J., Sönke, P., Herman, P., Stefan, S. ve Colin, T., 2008, Code Of Practıce

Dry Ice, *European Industrıal Gases Assocıatıon Aısbl IGC Document*, 150 (08), 7.

Mc Carthy, T., Kerry, J., Kerry, J., Lynch, P. ve Buckley, D., 2001, Assessment of the antioxidant potential of natural food and plant extracts in fresh and previously frozen pork patties, *Meat Science*, 57 (2), 177-184.

McCarthy, T., Kerry, J., Kerry, J., Lynch, P. ve Buckley, D., 2001, Evaluation of the antioxidant potential of natural food/plant extracts as compared with synthetic antioxidants and vitamin E in raw and cooked pork patties, *Meat Science*, 58 (1), 45-52.

Mitsumoto, M., O'Grady, M. N., Kerry, J. P. ve Buckley, D. J., 2005, Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties, *Meat Science*, 69 (4), 773-779.

Nawar, W., 1985, inFood Chemistry, edited by OR Fennema, Marcel Dekker, Inc., New York.

O'sullivan, C. M., Lynch, A.-M., Lynch, P. B., Buckley, D. J. ve Kerry, J. P., 2004, Assessment of the antioxidant potential of food ingredients in fresh, previously frozen and cooked chicken patties, *International Journal of Poultry Science*, 3 (5), 337-344.

Özoğul, Y., Özoğul, F. ve Küley, E., 2006, Modifiye Edilmiş Atmosfer Paketlemenin Balık ve Balık Ürünlerine Etkisi, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1-2), 193-200.

Palka, K. ve Daun, H., 1999, Changes in texture, cooking losses, and myofibrillar structure of bovine M. semitendinosus during heating, *Meat Science*, 51 (3), 237-243.

Palka, K., 2003, The influence of post-mortem ageing and roasting on the microstructure, texture and collagen solubility of bovine semitendinosus muscle, *Meat Science*, 64 (2), 191-198.

Phillips, C. A., 1996, Review: Modified Atmosphere Packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce, *International Journal of Food Science and Technology*, 31 (6), 463-479.

Price, J. F. ve Schweigert, B. S., 1987, The science of meat and meat products, Food and Nutrition Press, p.

Reddy, N. R., Armstrong, D. J., Rhodehamel, E. J. ve Kautter, D. A., 1992, Shelf-Life Extension and Safety Concerns About Fresh Fishery Products Packaged under Modified Atmospheres - a Review, *Journal of Food Safety*, 12 (2), 87-118.

Rey, A., Hopia, A., Kivikari, R. ve Kahkonen, M., 2005, Use of natural food/plant extracts: cloudberry (Rubus Chamaemorus), beetroot (Beta Vulgaris "Vulgaris") or willow herb (Epilobium angustifolium) to reduce lipid oxidation of cooked pork patties, *Lwt-Food Science and Technology*, 38 (4), 363-370.

Sánchez-Escalante, A., Torrescano, G., Djenane, D., Beltran, J. A. ve Roncales, P., 2003, Stabilisation of colour and odour of beef patties by using lycopene-rich tomato and peppers as a source of antioxidants, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83 (3), 187-194.

Sherwin, E., 1990, Antioxidants, *Food additives*, 139-193.

Sivertsvik, M., Jeksrud, W. K. ve Rosnes, J. T., 2002, A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products - significance of microbial growth, activities and safety, *International Journal of Food Science and Technology*, 37 (2), 107-127.

Stammen, K., Gerdes, D. ve Caporaso, F., 1990, Modified Atmosphere Packaging of Seafood, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 29 (5), 301-331.

Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T. ve Dugan Jr, L., 1960, A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37 (1), 44-48.

Troller, J. ve Stinson, J., 1978, Influence of water activity on the production of extracellular enzymes by *Staphylococcus aureus*, *Appl. Environ. Microbiol.*, 35 (3), 521-526.

Ulu, H., 2004, Effect of wheat flour, whey protein concentrate and soya protein isolate on oxidative processes and textural properties of cooked meatballs, *Food Chemistry*, 87 (4), 523-529.

Üstün, N. ve Turhan, S., 1999, Yağ oksidasyonu ve antioksidanlar, *OM Ü. ZF Yardımcı Ders Notu* (11).

Vareltzis, K., Koufidis, D., Gavriilidou, E., Papavergou, E. ve Vasiliadou, S., 1997, Effectiveness of a natural Rosemary (Rosmarinus officinalis) extract on the stability of filleted and minced fish during frozen storage, *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 205 (2), 93-96.

Vasavada, M. N. ve Cornforth, D. P., 2006, Evaluation of antioxidant effects of raisin paste in cooked ground beef, pork, and chicken, *Journal of Food Science*, 71 (4), C242-C246.

Yalçın, E., Yılmaz, N. ve Söğüt, M. Z., 2015, Kriyojenik ve Mekanik Dondurma Sistemlerinde Donma Sürelerinin Gıda Türüne Bağlı Karşılaştırmalı İncelenmesi, *Teskon 2015 Soğutma Teknolojileri Bildirisi*, 817-829.

Yamaguchi, H., Zhang, X. R. ve Fujima, K., 2008, Basic study on new cryogenic refrigeration using CO2 solid-gas two phase flow, *International Journal of Refrigeration-Revue Internationale Du Froid*, 31 (3), 404-410.

Yang, Z., Zheng, Y., Cao, S., Tang, S., Ma, S. ve Li, N., 2007, Effects of storage temperature on textural properties of Chinese bayberry fruit, *Journal of Texture Studies*, 38 (1), 166-177.

Youssef, M. K. ve Barbut, S., 2010, Effects of caseinate, whey and milk proteins on emulsified beef meat batters prepared with different protein levels, *Journal of Muscle Foods*, 21 (4), 785-800.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Fatih CAN
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : Bor-Niğde / 19.03.1994
Telefon : 0546 775 8854
e-mail : fatihcan.hisar@gmail.com

EĞİTİM

Derece		Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	**:**	Cumhuriyet Anadolu Lisesi, Merkez, Niğde	2012
Üniversite	**:**	Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya	2016
Yüksek Lisans:		Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya	2019

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2018-…	Hisar Doğalgaz ve Madencilik A.Ş.	Sorumlu Yönetici, Kalite Sorumlusu

UZMANLIK ALANI: Karbondioksit -Et Bilimi ve Teknolojisi

YABANCI DİLLER: İngilizce

YAYINLAR

1. **Fatih Can**, Cemalettin Sarıçoban, 2019. Carbon dioxide (CO_2) Applications in Meat and Meat Products. *"4th International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress"*, 20- 22 April 2019, Afyonkarahisar, Turkey.

2. Eda Alagöz, **Fatih Can**, Cemalettin Sarıçoban, 2019. The Factors Affecting Emulsion Stability in Meat Emulsions. *"4th International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress"*, 20- 22 April 2019, Afyonkarahisar, Turkey.