

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SOĞUKTA SAKLAMA SIRASINDA OZON GAZI UYGULAMASININ
ÇEŞİTLİ GIDALARDA ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hülya YARAR

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

Mayıs 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SOĞUKTA SAKLAMA SIRASINDA OZON GAZI UYGULAMASININ
ÇEŞİTLİ GIDALARDA ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hülya YARAR
(506111515)**

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Neşe Şahin YEŞİLÇUBUK

Mayıs 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 506111515 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Hülya YARAR**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**SOĞUKTA SAKLAMA SIRASINDA OZON GAZI UYGULAMASININ ÇEŞİTLİ GIDALARDA ETKİSİNİN İNCELENMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Neşe Şahin YEŞİLÇUBUK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Yrd. Doç. Dr. Ebru FIRATLIGİL DURMUŞ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Derya KAHVECİ
Yeditepe Üniversitesi

Teslim Tarihi : **4 Mayıs 2015**
Savunma Tarihi : **25 Mayıs 2015**

ÖNSÖZ

“Soğukta Saklama Sırasında Ozon Gazı Uygulamasının Çeşitli Gıdalarda Etkisinin İncelenmesi” konulu yüksek lisans tez çalışmam süresince değerli görüş ve önerileri ile çalışmamı şekillendiren danışmanım Sn. Doç. Dr. Neşe Şahin YEŞİLÇUBUK’a teşekkürü borç bilirim.

Tez çalışması, “Yeni Teknoloji Uygulamaları (Ozon Gazı, UV-C Işık, ve Manyetik Alan) ile Soğukta Saklanan Gıdaların Kalitelerinin Korunmasına Yönelik Sistem Tasarımı” adlı SAN-TEZ projesi kapsamında hazırlanmıştır. Bu aşamada her türlü desteğini esirgemeyen ARÇELİK A.Ş. ve TAT Gıda San. A.Ş.’ye teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuarlarda gerçekleştirilen çalışmalar için tüm teknik olanakların sunulmasını sağlayan ve tecrübeleri ile desteklerini esirgemeyen Sn. Ayşe Saygün’e, Sn. Esra Doğu BAYKUT’a ve Sn. Celale KIRKIN’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Karşılaştığım tüm zorluklarda yanımda olan, her koşulda bana inanan ailem ve özellikle babam Sadettin YARAR’a ve tezimin her aşamasında manevi desteklerini esirgemeyen müstakbel eşim Nadir CANBAZ’a sevgilerimi sunarım.

Mayıs 2015

Hülya YARAR
(Gıda Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1 Gıdaların Soğukta Muhafazası	3
2.2 Gıdalarda Bozulma Etkenleri	3
2.2.1 Mikrobiyolojik tehlikeler	4
2.3 Et	4
2.3.1 Etin mikrobiyal florası	5
2.3.2 Etin birleşimi ve etin birleşiminde meydana gelen değişimler	6
2.3.3 Ette lipid oksidasyonu	7
2.3.4 Ette koku bileşenlerinin oluşumu.....	7
2.3.5 Ette renk değişimi.....	9
2.4 Salça	10
2.4.1 Salçanın mikrobiyal florası	10
2.4.1.1 Domates ürünlerinde rastlanan küf mantarları	11
2.4.2 Salçada renk değişimi.....	13
2.4.3 Salçada titrasyon asitliği ve pH değişimi	14
2.5 Engel Teknolojisi.....	14
2.5.1 Ozon hakkında genel bilgi.....	15
2.5.2 Ozonun stabilitesi	15
2.5.3 Kimyasal özellikleri	16
2.5.4 Ozon gazının üretimi.....	16
2.5.4.1 Korona akım metodu.....	16
2.5.4.2 UV (Fotokimyasal) metodu.....	16
2.5.5 Ozon gazının etki mekanizması	17
2.5.6 Ozonun güvenlik limitleri	19
2.6 Gıdalarda Ozonlama İşlemi Uygulamaları	20
2.6.1 Meyve ve sebzelerde ozon uygulaması	20
2.6.2 Hububatlarda ozon uygulaması	21
2.6.3 Kırmızı ve beyaz etlerde ozon uygulaması	22
3. MATERYAL-METOT	25
3.1 Materyal	25
3.1.1 Bonfile ve salça numuneleri.....	25
3.1.2 Kimyasallar	25
3.2 Metot.....	25
3.2.1 Ozon gazı uygulama bölme tasarımı	25

3.2.2 Bonfile ve salça örneklerine ozon gazı uygulaması	26
3.2.3 Bonfile ve salça örneklerinin depolanması	26
3.2.4 Analizler	26
3.2.4.1 pH ve titre edilebilir asitlik.....	26
3.2.4.2 Renk.....	27
3.2.4.3 TBA sayısı (Tiyobarbitürik asit)	27
3.2.4.4 Toplam çözünür katı madde	28
3.2.4.5 Mikrobiyolojik analizler	28
3.2.4.6 Duyusal analizler	28
3.2.4.7 İstatistiksel analiz	28
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	31
4.1 Bonfilede Başlangıç Ozon Gazı Uygulaması (t_0) Değerinin Belirlenmesi.....	31
4.1.1 Mikrobiyolojik analiz sonuçları	31
4.1.2 pH analizi sonuçları.....	35
4.1.3 Renk analizi sonuçları	37
4.1.4 TBA (Tiyobarbitürik asit) analizi sonuçları	39
4.1.5 Kötü koku oluşumunun değerlendirilmesi	41
4.2 Bonfilede Periyodik Ozon Gazı Uygulaması	43
4.2.1 Mikrobiyolojik analiz sonuçları	43
4.2.2 pH analizi sonuçları.....	46
4.2.3 Renk analizi sonuçları	47
4.2.4 TBA (Tiyobarbitürik asit) analizi sonuçları	49
4.2.5 Kötü koku oluşumunun değerlendirilmesi	51
4.3 Salçada Başlangıç Ozon Gazı Konsantrasyonunun(c_0) Belirlenmesi.....	52
4.3.1 Mikrobiyolojik analiz sonuçları	52
4.3.2 pH analizi sonuçları.....	54
4.3.3 Renk analizi sonuçları	56
4.3.4 Toplam kuru madde analizi sonuçları	58
4.3.5 Toplam asitlik analizi sonuçları	59
4.3.6 Duyusal analiz sonuçlarının değerlendirilmesi	61
SONUÇ	65
KAYNAKLAR.....	69
EKLER.....	75
ÖZGEÇMİŞ	77

KISALTMALAR

ANOVA	: Analysis of Variance
FDA	: Food and Drug Administration
GRAS	: Generally Recognized as Safe
kob	: Koloni oluşturan birim
log	: Logaritma
MDA	: Malondialdehit
NIOSH	: The National Institute for Occupational Safety and Health
OSHA	: Occupational Safety and Health Administration
TBA	: Tiyobarbütirik Asit
TCA	: Trikloro Asetik Asit

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Taze etlerde sıklıkla bulunan mikroorganizmalar	6
Çizelge 2.2 : Etin bileşimi	6
Çizelge 2.3 : Taze biftekte tespit edilen bazı aroma bileşikleri	8
Çizelge 2.4 : Kırmızı ette mikrobiyolojik bozulma sonucu oluşan koku bileşenleri...	9
Çizelge 2.5 : Ozonun fiziksel özellikleri.	15
Çizelge 2.6 : Gıda kaynaklı bakterilerin yıllık hastane ve ölüm sayıları.....	18
Çizelge 2.7 : Ozon gazının mikroorganizmalara etkisi*	19
Çizelge 2.8 : Meyvelerde ozon uygulaması çalışmaları.	21
Çizelge 2.9 : Et ve et ürünlerinde ozon uygulaması çalışmaları.....	23
Çizelge 4.1 : Farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine ait toplam canlı sayısı ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.	33
Çizelge 4.2 : Farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine ait laktik asit bakterisi sayısı ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.	34
Çizelge 4.4 : Farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine ait renk ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.	39
Çizelge 4.5 : Farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine ait TBA ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.	41
Çizelge 4.6 : Farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine ait duyuusal kötü koku puan ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.	43
Çizelge 4.7: Farklı sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine ait toplam canlı sayısı ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.	45
Çizelge 4.8 : Farklı sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerinin laktik asit bakteri sayısı Tukey testi karşılaştırma sonuçları.	46
Çizelge 4.9 : Farklı sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerinin pH değeri Tukey testi karşılaştırma sonuçları.	47
Çizelge 4.10 : Farklı sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine ait Renk (a*) değeri Tukey testi karşılaştırma sonuçları.	49
Çizelge 4.11 : Farklı sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine ait TBA sayısı Tukey testi karşılaştırma sonuçları.	50
Çizelge 4.12 : Farklı sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine ait kötü koku sonuçlarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.	52
Çizelge 4.13 : Farklı konsantrasyonlarda ozon gazı uygulanan salça örneklerine ait Howard küflü alan ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.	54
Çizelge 4.14 : Farklı konsantrasyonlarda ozon gazı uygulanan salça örneklerine ait pH ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.....	56

Çizelge 4.15 :	Farklı konsantrasyonlarda ozon gazı uygulanan salça örneklerine ait renk değeri ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.	58
Çizelge 4.16 :	Farklı konsantrasyonlarda ozon gazı uygulanan salça örneklerine ait toplam kuru madde değerinin Tukey testi karşılaştırma sonuçları.	59
Çizelge 4.17 :	Farklı konsantrasyonlarda ozon gazı uygulanan salça örneklerine ait toplam asitlik değerinin Tukey testi karşılaştırma sonuçları.	61
Çizelge 4.18 :	Farklı konsantrasyonlarda ozon gazı uygulanan salça örneklerine ait kendine has koku değerlendirmesi ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.	63

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: <i>Alternaria</i> sporları ve miselleri	11
Şekil 2.2: <i>Coletotrichum</i> 'un domates üzerindeki misel ve sporları	11
Şekil 2.3: <i>Fusarium</i> misel ve sporları	12
Şekil 2.4: <i>Mucor sporangia</i> ve sporları, <i>Rhizopus sporangia</i> başları ve miselleri....	12
Şekil 2.5: <i>Oospora</i> misel ve sporları	13
Şekil 4.1: Bonfilede toplam canlı sayısı değişiminde depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun etkisi	32
Şekil 4.2: Bonfilede laktik asit bakteri sayısı değişiminde depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun etkisi.....	34
Şekil 4.3: Bonfilede pH değişiminde depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun etkisi	36
Şekil 4.4: Bonfilede depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonu değişiminin renk üzerine etkisi.....	38
Şekil 4.5: Bonfilede depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun TBA sayısına etkisi	40
Şekil 4.6: Bonfilede depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun kötü koku oluşumu üzerine etkisi	42
Şekil 4.7: Bonfilede toplam canlı sayısı değişiminde depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun etkisi	44
Şekil 4.8: Bonfilede laktik asit bakteri sayısı değişiminde depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun etkisi.....	45
Şekil 4.9: Bonfilede pH değişiminde depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun etkisi	47
Şekil 4.10: Bonfilede depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonu değişiminin renk üzerine etkisi	48
Şekil 4.11: Bonfilede depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun TBA sayısına etkisi	50
Şekil 4.12: Bonfilede depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun kötü koku oluşumu üzerine etkisi.....	51
Şekil 4.13: Salçada depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonu değişiminin Howard küflü alan sayısı üzerine etkisi	53
Şekil 4.14: Salçada depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonu değişiminin pH üzerine etkisi	55
Şekil 4.15: Salçada depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonu değişiminin renk üzerine etkisi	57
Şekil 4.16: Salça numunelerinde toplam kuru madde değişimi	59
Şekil 4.17: Salça numunelerinde toplam asitlik miktarı değişimi	60
Şekil 4.18: Salça numunelerinde kendine has koku değişimi.....	62

SOĞUKTA SAKLAMA SIRASINDA OZON GAZI UYGULAMASININ ÇEŞİTLİ GIDALARDA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Günümüzde gelişen yeni teknolojiler ile birlikte soğukta saklamaya ek olarak alternatif koruma yöntemleri ön plana çıkmaya başlamıştır. Bu teknolojilerin amacı, gıdaların soğukta saklanması sırasında gıda kalitesinin daha uzun süre korunması ve gıda güvenliğinin sağlanmasıdır.

Son yıllarda oldukça önem kazanmış alternatif koruma yöntemlerinden biri de ozon teknolojisidir. Karakteristik ve taze bir kokuya sahip olan ve atmosferde doğal olarak üretilen ozon gazı ile ilgili gerçekleştirilen yeni düzenlemeler ile birlikte, özellikle gıda endüstrisi için bu molekül, geleneksel yöntemlere karşı önemli bir alternatif durumuna gelmiştir.

Sahip olduğu özellikleri sayesinde, bu yöntemin ev tipi buzdolaplarında saklanan gıdalarda kalite korunumu ve depolama süresinin artırılması için kullanımının yararlı olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada ozon gazı uygulamasının soğukta saklanan iki tür gıda grubu olan taze et ve salça örnekleri üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ozon gazı için belirtilen güvenlik değerleri ve literatürdeki çalışmalar dikkate alınarak, bonfile ve salça örneklerine farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon gazı uygulaması yapılmıştır. Bunun için soğukta saklama bölmesi içine yerleştirilen özel bölmede bonfile örneklerine başlangıç uygulama zamanı ve konsantrasyonunu belirlemek amacıyla 1 ppm 10 dakika; 1 ppm 30 dakika; 1 ppm 60 dakika; 1,8 ppm 10 dakika ve 1,8 ppm 30 dakika şeklinde ozon gazı uygulaması yapılmıştır. Ozon gazı uygulamaları sonunda bonfile etler streç film ile sarılarak 4°C’de 7 gün süre ile depolanmıştır. Ürünlerin bu süre boyunca fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu kalite değişimleri incelenmiş ve kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Örneklerde tiyobarbitürik asit (TBA), pH, duyu değişim, renk, toplam canlı gelişimi ve laktik asit bakterisi gelişimi değerlendirmeye alınmıştır.

İkinci kısımda ise depolama süresi boyunca hangi aralıklarda ozon gazının uygulanmasının gerekliliğinin ‘periyodik uygulama süresi’ belirlenmesi hedeflenmiştir. Başlangıç ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine 12 saat, 24 saat ve 3-24 saat aralıklarla periyodik olarak ozon gazı uygulanmıştır. Başlangıç uygulamasının (t_0 değeri: 1 ppm 10 dakika) ardından örneklerle yine periyodik olarak 1 ppm 10 dakika olacak şekilde ozon gazı uygulanmıştır. Periyodik uygulama sonucunda ürünlerin mikrobiyolojik olarak istenmeyen seviyeye gelmesi kısa sürede olmuştur.

Aynı şekilde soğukta saklama bölmesi içine yerleştirilen salça örneklerine de 0,5; 2,5; 5 ppm 10 dakika olacak şekilde ozon gazı uygulaması yapılmış, ardından salça örnekleri 4°C’de 21 gün süre ile depolanmıştır. Örneklerde pH, duyu değişim, toplam asitlik miktarı, toplam kuru madde miktarı ve küflü alan sayısı değerlendirmeye alınmıştır.

Çalışmalar sonucunda, 1 ppm 10 dakika ozon gazı uygulaması ile et örneklerinde renk, TBA, pH, mikrobiyolojik ve duyuşal değerdendirmelerde kontrol grubu ve diğerd uygulamalara göre daha iyi sonuç elde edilmiştir. Ozon gazı konsantrasyonu ve süresinin artması et örneklerinde TBA sayısının artmasına neden olmuştur. Duyusal analizler sonucunda da benzer şekilde uzun süre yüksek konsantrasyonda ozon gazı uygulanması bonfile örneklerinde kötü koku gibi istenmeyen özelliklerin oluşmasında etkili olmuştur. Periyodik uygulama ise mikrobiyolojik gelişimi hızlandırarak ürünün raf ömrünün daha az olmasına neden olmuştur.

Salça örneklerinde yapılan analizler sonucunda ise ozon gazı uygulaması salçanın kalite parametreleri arasında yer alan küflü alan sayısında değışime neden olmuştur. Diğerd parametrelerde herhangi bir değışim gözlemlenmemiştir. Yüksek konsantrasyonda (5 ppm, 10 dk.) ozon gazı uygulanmış ve depolanmış salça numunelerindeki küflü alan sayısı diğerd örneklere göre daha az olmuştur. Ozon gazı uygulanan ve 21 gün depolanan salça örneklerinde duyuşal olarak da herhangi bir değışim gözlemlenmemiştir.

EFFECTS OF GASEOUS OZONE TREATMENT ON QUALITY ATTRIBUTES OF SOME FOODS DURING COLD STORAGE

SUMMARY

Today, novel technologies in addition to cold storage come to the fore as an alternative method of protection. The purposes of these technologies are to preserve food quality for longer time and to increase the shelf life of foods.

Today, the rapid pace of work and intensity have limited the time for shopping. On the other hand, eating habits at home have changed, and there is a tendency towards eating out. In addition, an increase has been observed in the number of people living far away from shopping areas in town. Another issue is that the number of individuals living alone has increased today. In such cases, quality losses arise as the purchased products are stored in the cold storage equipments for prolonged periods, product safety may be affected, and economic losses occur as a result of disposal of unconsumable food products. Therefore, extensive studies are carried out today to design the household-type cold storage equipment in the best way to preserve the original features of the food products and the importance of the subject is increasing day by day.

Meat and meat products, if manufactured under non-hygienic conditions, can cause serious problems for human health. As a result of various chemical and enzymatic reactions and microbial growth, products may be non-consumable. Among these, microbial growth affects the product shelf-life and food safety the most whereas the most influential factor on the development of microorganisms is the storage temperature. For this reason, cold-storage is of great importance especially for the preservation of the so-called "fresh food" groups, sales and domestic consumption stages in terms of product safety and long shelf-life. Nowadays the challenge customers are considering about is chemical preservatives that are used for extending shelf life and obtaining food safety. With the increase in the demands of consumers in the same way as fresh foods, especially the widespread use of non-thermal inactivation technologies increased in the food industry. In recent years, non-thermal applications such as UV-C light, ozone and magnetic field has gained importance in the food industry.

Ozone technology is one of the alternative preserving methods of protection that gained considerable importance in recent years. With new regulations about ozone gas, which has characteristic and fresh smell and can be produced naturally in the atmosphere, this molecule has become significant alternative case against traditional methods, especially for the food industry.

Ozone is a broad spectrum antimicrobial agent, effective against bacteria, molds, yeasts, and protozoa. Today ozone applications are used in many different areas. Especially during cold storage of fruits and vegetables, ozone treatment gives very good results for the inhibition of microorganisms.

Ozone is one of the most powerful sanitisers. It was affirmed as Generally Recognised As Safe (GRAS) in the United States and approved by the Food and Drug Administration (FDA) as an antimicrobial agent that can be directly applied in the food industry.

Ozone use may have many advantages in the food industry. There are numerous application areas of ozone in food industry such as food surface hygiene, sanitation of food plant equipment and reuse of waste water. While the destruction of bacteria by ozone has been studied extensively, relatively little information is available on the effect of various food components on the bactericidal and or fungicidal activity of ozone.

Through the activity of ozone gas, it is believed to be applicable for the foods stored at household type cold storage equipment to preserve quality and increase storage time.

Ozone has very high oxidation reduction potential, it acts as an oxidant for the cell wall constituents of microorganisms and oxidizes certain essential components e.g., unsaturated lipids, enzymes, proteins, nucleic acids. Destruction of large part of the membrane barrier causes leakage of cell contents, and the bacterial or protozoan cells lyse (unbind) resulting in gradual or immediate destruction of the cell. Most pathogenic and foodborne microbes are susceptible to this oxidizing effect.

The aim of this study was to investigate the effects of ozone gas treatment on cold stored food groups which are beef and tomato paste. Taking into consideration of safety values and the literature data, ozone gas was applied with different concentrations at different time intervals to beef and tomato paste samples. Beef samples were treated with 1 and 1.8 ppm ozone concentrations in the specific compartments of cold storage equipment up to 60 minutes in order to determine the initial application period and concentration level. After the application of ozone gas, beef samples were stored at 4°C for 7 days by wrapping with stretch film. During this period, physical, chemical, microbiological and sensory quality changes of products were investigated and compared with the control group. Samples were evaluated according to the thiobarbituric acid (TBA), pH, sensory changes, color, total viable count and lactic acid bacteria levels.

In the second part of the study, it was aimed to determine the required time intervals of ozone gas treatment throughout the storage period as 'periodic application time'. Ozone gas was applied to beef samples which are exposed to initial ozone application with the following periods: 12 h, 24 hours and 3-24 hours. After the initial application (t_0 value: 1 ppm for 10 minutes), the same concentration and time procedure as 1 ppm ozone for 10 minutes was applied to the samples. Microbiological level of the products came with undesired results after the periodic application in a short time.

Furthermore, tomato paste samples were treated with 0.5; 2.5; 5 ppm ozone concentrations for 10 minutes. After the application of ozone gas, tomato paste samples were stored at 4°C for 21 days. Samples were evaluated according to pH levels, sensory changes, total amount of acids, total dry matter, and mold growth.

With 1 ppm ozone concentration for 10 minutes, better results were obtained in beef samples for color, TBA, pH, microbiologic and sensory evaluations than with control group and other applications. Increasing ozone concentration and exposure time in beef samples, increased TBA number as well. As a result of sensory analysis, long time and high concentration (1.8 ppm, 30 min and 1 ppm, 60 min) of ozone caused undesirable characteristics such as bad smell in beef samples. The periodic ozone application has decreased shelf life by accelerating microbiological growth.

As a result of the analysis conducted in tomato paste samples, ozone application led to changes in the number of percent of moldy area amongs quality parameters. No significant change was observed in other parameters. The number of percent of moldy areas with high concentrations (5 ppm for 10 min) of ozone gas applied in tomato paste was less than control group and other treatments. In conclusion, no change was observed in sensory properties of tomato paste samples subjected to ozone gas and stored for 21 days.

1. GİRİŞ

Günümüzde gıdaların raf ömrünü uzatmak ve ürün güvenliğini sağlamak amacıyla kimyasal koruyucu kullanımı tüketiciler açısından endişe ile karşılanmaktadır. Tüketicilerin taze ve katkısız gıdalara olan taleplerinin artması ile birlikte gıda sanayinde özellikle ısıl olmayan inaktivasyon teknolojilerin kullanımı da yaygınlaşmaktadır. Son yıllarda gıda sanayinde ısıl olmayan inaktivasyon uygulamaları arasında UV ışık, manyetik alan ve ozon kullanımı önem kazanmaktadır. Ozon (O₃) gazı; bakteri, küf, maya ve protozoa gibi mikroorganizmalara karşı geniş spektrumlu antimikrobiyal etkiye sahiptir. Günümüzde çok farklı alanlarda sıvı veya gaz halde ozon uygulamalarından yararlanılmaktadır.

Değişen tüketici tercihleri sonucunda gıda endüstrisinde kullanılan teknolojik yöntemler de değişmeye başlamıştır. Son yıllarda daha taze, daha güvenli ve en az seviyede işleme tabi tutulmuş proses yöntemlerinin ön plana çıktığı görülmektedir. Özellikle mikrobiyal ajan olarak genellikle kullanılan hipoklorit vb. bileşiklerin sağlık yönünden risk içermesi sebebi ile bu ajanlara alternatif potansiyel antimikrobiyal özelliğe sahip ozon gazı uygulamaları önem kazanmıştır (Kuşçu ve Pazır, 2004).

Aynı zamanda kendiliğinden oksijen gazına dönüşmesi, ve dekompozisyonu sayesinde gıda üzerinde kalıntı bırakmaması, ozon gazını diğer mikrobiyal bileşenlere karşı önemli bir alternatif konumuna getirmektedir. Yapılan çalışmalarda, ozon gazının mikrobiyal özelliği yanında, gıda kalitesi üzerinde olumlu etkilerinin bulunduğu ortaya konulmuştur. Bu özelliği, ozonun gıda prosesinde kullanım olanağını arttırmaktadır. Ozon; su uygulamalarında, ekipman dezenfeksiyonunda, kokuların giderilmesinde, meyve, sebze, et ve balık prosesinde tercih edilmektedir (O'Donnell ve ark., 2012).

Günümüzde yoğun çalışma temposu içinde olan kesimin alışverişe ayırdığı zamanın daha kısıtlı olması, şehir dışında alışveriş alanlarından uzakta yaşayan kitledeki artış, yalnız yaşayan bireylerin sayılarının artması gibi nedenlerle satın alınan ürünlerin

soğukta saklayarak daha uzun süreler bekletilmesi söz konusu olmaktadır. Bu durumda da ürünlerde kalite kayıpları ortaya çıkmakta, ürün güvenliği etkilenebilmekte, tüketilemez duruma gelen ürünler atılmakta ve buna bağlı olarak da ekonomik kayıplar ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla günümüzde ev tipi buzdolaplarının gıdaların özelliklerini en iyi şekilde koruma amacıyla tasarlanmaları üzerine yoğun çalışmalar yapılmakta ve konunun önemi her geçen gün artmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, depolama ömrü kısa olan bonfile etin ve depolama sırasında küf problemi gözlenen salçada ozon gazını soğuk muhafazaya ek olarak ürün kalitesi üzerindeki etkisinin ve depolama ömrüne etkisinin incelenmesidir. Bu amaçla, Arçelik A.Ş. tarafından hazırlanan ozon gazı verilen özel bir haznenin yer aldığı ev-tipi prototip buzdolaplarında çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Örneklere farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon gazı uygulanmış olup, bonfile örneklerinin depolama süresi boyunca kalite parametrelerinde meydana gelen değişimi tespit edebilmek amacıyla tiyobarbitürik asit (TBA), pH, duyuşal değişim, renk, toplam canlı gelişimi ve laktik asit bakterisi gelişimi değerlendirmeye alınmıştır. Salça örnekleri ise depolama süresi boyunca pH, duyuşal değişim, toplam asitlik miktarı, toplam kuru madde miktarı ve küflü alan sayısı ile görsel kalite parametreleri açısından değerlendirilmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Gıdaların Soğukta Muhafazası

Gıdalar soğukta saklanarak gıdalardaki bazı istenmeyen değişimler azaltılabilmekte ya da önlenebilmektedir. Bu istenmeyen değişimler mikrobiyolojik (mikroorganizma gelişimi), fizyolojik (olgunlaşma, solunum), biyokimyasal (esmerleşme reaksiyonları, lipid oksidasyonu), ve fiziksel (nem azalması) olarak sınıflandırılabilir. Verimli ve etkin bir şekilde tasarlanmış bir soğuk zincir istenmeyen bu değişimlerin oluşmasını engelleyebilmektedir. Etkin soğukta saklama ile daha güvenli gıda sağlanırken gıdanın kalitesinin de raf ömrü boyunca korunması sağlanabilir (James ve ark., 2010).

Mikrobiyolojik gelişmede en önemli faktör sıcaklık olarak tanımlanmaktadır. Mikrobiyolojik gelişme lag fazdan mikroorganizmaların gelişiminin tamamlandığı süreye kadar olan canlı sayısındaki artış olarak tanımlanmakta olup, mikroorganizmalardaki gelişmenin maksimum değerlere ulaştığı sıcaklık optimum sıcaklık olarak kabul edilmektedir. Bu sıcaklıkların altında kalınması hem mikrobiyolojik gelişmeyi yavaşlatmakta hem de enzimlerin inaktive olmasını sağlamaktadır (James ve ark., 2010).

2.2 Gıdalarda Bozulma Etkenleri

Gıdalarda bozulma etkeni olarak karşımıza çıkabilecek tehlikeleri mikrobiyolojik tehlikeler, kimyasal tehlikeler ve fiziksel tehlikeler olarak sınıflandırmak mümkündür. Bu etmenler gıdaların bozulmasına ya da kalitesinde azalmaya neden olmaktadır. Bu durumda irdelenmesi gerekenler gıda kalitesi ve gıda güvenliğidir. Gıda kalitesinde temel aldığımız bazı faktörler gıda güvenliğinin de parametresi olabilmektedir. Aynı zamanda bir gıdanın güvenlik açısından uygun olması aynı zamanda kalite açısından da her şeyi sağladığını göstermemektedir. Gıda kalite faktörlerini görünüş, koku, aroma, doku, viskozite, raf ömrü stabilitesi, ambalajlama, etiketleme şeklinde sıralayabiliriz. Bu faktörlerin bir kısmı yasal mevzuatlarla kontrol altına alınmıştır. Gıda güvenliği ise gıdaların kullanımı sonucu oluşacak her

türlü zararı önlemeye yönelik bir sistemdir. Bu çalışmalar yasal mevzuatlar doğrultusunda uygulanmaktadır (Alli, 2003).

2.2.1 Mikrobiyolojik tehlikeler

Bakteri kaynaklı gıda zehirlenmeleri enfeksiyon ve intoksikasyon olarak ikiye ayrılmaktadır. Enfeksiyon, patojen mikroorganizma hücrelerine maruz kalmamız sonucu oluşan durumu açıklarken, intoksikasyonda ise patojen mikroorganizmaların toksinlerine maruz kalma durumudur. Gıda endüstrisinde ürünlerin mikrobiyolojik güvenilirliği en önemli husustur. Gıda kaynaklı zehirlenmelerin artması gıda güvenliğinin önemini bir kez daha ortaya çıkarmıştır. Gıda kaynaklı zehirlenmeler hem maddi hem manevi hasarlara yol açmaktadır. Gıda kaynaklı başlıca patojen bakteriler; *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Shigella*, *Yersinia enterocolitica*, *Cronobacter sakazakii*, *Aeromonas hydrophila*, *Plesiomonas shigelloides*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium difficile*, *Bacillus cereus*, *Arcobacter butzleri*, *Brucella*, *Helicobacter pylori*'dir. Gıdalarda bulunabilecek virüsler ise Hepatitis A Virüs, Norovirüs, Rotavirüs, Avian Influenza virüs şeklinde belirtilebilir. Parazitleri ise *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica*, *Cryptosporidium parvum*, *Cyclospora cayetanensis*, *Toxoplasma gondii*, *Trichinella spiralis*, *Anisakis*, *Taenia Diphyllbothrium latum* şeklinde belirtebiliriz. (Venkitanarayanan ve ark., 2013).

2.3 Et

Çiğ et en çabuk bozulan gıdalar arasında yer almaktadır. Et ürünlerinin kimyasal bileşimi kolay bozulmasını sağlarken aynı zamanda mikrobiyal gelişme sonucu açığı çıkan istenmeyen kokular da bunun en önemli sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. Çiğ ette mikroorganizma sayısının çok fazla olması aynı zamanda tüketim için kabul edilmeyen renkte görüntüye neden olmaktadır. Çiğ etin başlangıç mikrobiyal yükü kesim sırasındaki, kesimden sonraki koşullara ve saklama koşullarına bağlıdır. Başlangıç mikroorganizma yükü ile de bozulma süresi arasında orantı vardır (Nychas ve ark., 2008). Çiğ ette bozulmaya neden olan farklı mikroorganizma grupları yer alabilir. Depolama koşulları ve diğer parametreler baskın olan mikroorganizmaya yönelik olmalıdır. Fakültatif anaerobların baskın olduğu et ürünlerini düşük oksijenli ortamda depolamak ya da aerob bakterilerin hakim olduğu bir etin yüksek oksijen

içeren ortamda saklanmaması mikrobiyolojik gelişmeyi hızlandırır. Bu anlamda genel olarak çiğ et ürünlerinde toplam bakteri sayısı baz alınarak depolama koşulları belirlenmeye çalışılmıştır (Nychas ve Skandamis, 2005).

2.3.1 Etin mikrobiyal florası

Sağlıklı hayvanlardan elde edilen etler ilk aşamada mikrobiyolojik olarak tehlike bulundurmazken, ilk kontaminasyon unsuru kesim sırasında sterilize edilmemiş bıçakların kullanılmasıdır. Bunun dışında temel mikroorganizma kaynağı olarak toprak, su, bitkiler, gıda kapları, insan ya da hayvan bağırsağı, hayvan yemleri ve havayı söylemek mümkündür. Fekal kontaminasyonda ise et ürünlerinde patojen mikroorganizmalara rastlanır (Clavero ve ark., 1998; Castillo ve ark., 1998).

Et ürünlerde kontaminasyona neden olan diğer bir alan ise kesim alanlarının yüzeyidir. Kesim yüzeylerinin dezenfeksiyonunda en az diğer parametreler kadar önemlidir. Kontaminasyonu önlemek için kesim alanının yüzeyi iyice temizlenmeli ve et ürünlerinin taşınacağı ekipmanlar temiz olmalıdır. Ayrıca son kullanıcının kullandığı kesim alanları da et ürünleri için kontaminasyon kaynağı olmaktadır (Ak ve ark., 1994)

Yapılan bir araştırmada 1988 yılından 2007 yılına kadar, gıda kaynaklı hastalıklar arasında bonfile kaynaklı patojenlerin neden olma yüzdesi *Escherichia coli* (%34,6), *Salmonella* (%27,5), *Clostridium perfringens* (19,5), *Staphylococcus aureus* (%5,1) olarak belirlenmiştir (Greig ve Ravel, 2009). Taze etlerde patojen mikroorganizmaların dışında birçok mikroorganizma bulanabilmektedir. Çizelge 2.1’de taze etlerde sıklıkla bulunan mikroorganizmalar görülmektedir.

Pseudomonas gram negatif, aerobik ve çubuk şekilli bir bakteri olup buzdolabı sıcaklığında diğer mikroorganizmalardan %30 daha hızlı gelişmektedir. Bu nedenle *Pseudomonas* bakterisi buzdolabında çabuk bozulan gıdalar tipine giren gıdalarda (süt, et, tavuk, balık) baskın tür olarak karşımıza çıkmaktadır (McMeekin ve Ross, 1996). Bu nedenle aerobik koşullarda *Pseudomonas spp.* ve laktik asit bakterileri çiğ ette bozulmadan sorumlu başlıca mikroorganizmalar olarak bilinmektedirler (Doulgeraki ve ark., 2012).

Çizelge 2.1 : Taze etlerde sıklıkla bulunan mikroorganizmalar*.

Bakteri	Küf	Maya
<i>Lactobacillus</i>	<i>Cryptococcus</i>	<i>Brettanomyces</i>
<i>Salmonella</i>	<i>Thamnidium</i>	<i>Hansenula</i>
<i>Lactococcus</i>	<i>Rhodotorula</i>	<i>Candida</i>
<i>Leuconostoc</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Cryptococcus</i>
<i>Listeria</i>	<i>Mucor</i>	<i>Rhodotorula</i>
<i>Microbacterium</i>	<i>Penicillium</i>	
<i>Micrococcus</i>	<i>Rhizopus</i>	
<i>Pseudomonas</i>	<i>Sporotrichum</i>	
<i>Acinetobacter</i>	<i>Alternaria</i>	
<i>Alteromonas</i>	<i>Byssoschlamys</i>	
<i>Bacillus</i>	<i>Aspergillus</i>	

Kaynak^(Jay, 1996): Jay, J. M. (1996). Modern Food Microbiology. 5th Edition. Van Nostrand Reinhold, New York (Uyarlanmıştır).

2.3.2 Etin birleşimi ve etin birleşiminde meydana gelen değişimler

Hayvan etlerinin karkasında bulunan kaslar iskelet hareketi, solunum, duruşun kontrolü gibi birçok fonksiyona sahiptir. Bu kaslar çizgili ve çizgisiz kaslar olmak üzere ikiye ayrılır. Postmortemden sonra ette değişik koyu pembeden açık griye kadar farklı renkler gözlenebilir. Bu değişimin sebebi miyogloblin seviyesi ve biyolojik bir faktör olan pH'a da bağlı olarak da değişmektedir. Myogloblin kasların normal aktivitesi sırasında oksijen ve karbondioksit taşınımının gerçekleştiği bir proteindir. (Kauffman, 2012).

Çizelge 2.2'de verilen etin bileşimi incelendiğinde, su, protein, yağ, kül ve karbonhidrat miktarı olarak değerlendirme yapılabilmektedir. Kül oranı etteki fosfor, sodyum, magnezyum, kalsiyum ve demir elementlerini temsil etmektedir. (Kauffman, 2012).

Çizelge 2.2 : Etin bileşimi*.

Bileşenler	Kas	Yağ	Kemik
Su (%)	72	9	25
Azotlu Bileşikler (%)	21	1	10
Yağ (%)	5	90	20
Karbonhidrat (%)	1	<0,05	<0,05
Toplam	100	100	100

Kaynak^(Kauffman, 2012): Kauffman, R. (2012). Meat Composition, Handbook of Meat and Meat Processing, Second Edition, pp 45–62. Edited by Y . H . Hui, CRC Press (Uyarlanmıştır).

2.3.3 Ette lipid oksidasyonu

Ette renk, aroma, doku değişimi, besleyici madde miktarında azalma ve lezzette azalmaya neden olan kalite değişimlerinden biriside lipid oksidasyonudur. Ette meydana gelen oksidasyon ortamda oksijen ve serbest metal iyonu varlığında ortaya çıkmakta olup serbest yağ asitlerinin oksitlenmesi sonucunda ise acı lezzet ve aromanın oluştuğu kimyasal bir reaksiyondur (Fernandez ve ark., 1997; Min ve Ahn, 2005).

Lipid oksidasyonun birincil ürünleri olarak oldukça kararsız ve kokusuz olan hidroperoksitler oluşurken, ikincil ürünler ise birincil ürünlerin parçalanmasıyla oluşan alkan, alken, aldehit, keton, ester ve asitlerdir. Kırmızı ette oksidasyon sonucunda acı lezzet ve aromanın oluşumuna neden olan temel bileşenler aldehitler olarak bilinmektedir (Fernandez ve ark., 1997; Min ve Ahn, 2005).

Lipid oksidasyonu sonucu oluşan bileşenlerin ürün üzerinde meydana getirdiği değişiklikler farklılık göstermektedir. Bazı durumlarda alifatik aldehitler koku oluşumunu etkilemezken, yağ asitlerinin otooksidasyonu ve mayaların metabolizmaları sırasında gerçekteşen enzimatik reaksiyonlar sonucu oluşan metil ketonlar ürünün kokusunda değişime neden olabilmektedirler (Hierro ve ark., 2004).

2.3.4 Ette koku bileşenlerinin oluşumu

Et ürünlerinde tüketici tercihi açısından en önemli kalite parametreler arasında koku gelmektedir. Koku aynı zamanda ette lezzetin belirtici olarak da kullanılmaktadır. Et ürünlerinde aroma ve koku oluşumunu sağlayan yüzlerce bileşen bulunmaktadır. Değişik bileşenler arasında oluşan kompleks yapılar ise değişik kokuların oluşumunu sağlamaktadır. Yine et ürünlerindeki farklı kokuya sebep olarak hayvanın farklı diyetlerle beslenmesi öne sürölmüştür. Örneğin sürekli yüksek doymamış yağ içeriği yüksek gıdalarla beslenen hayvanda farklı koku bileşenlerinin oluşumu tespit edilmiştir (Calkins ve Hodgen, 2007).

Ette oluşan lezzet bileşenleri analiz edildiğinde, temel bileşenlerin hidrokarbon, aldehit, keton, furan, terpen, pirol, pridin ve kükürtlü bileşenler olduğu ortaya çıkmaktadır. Ette koku oluşuma neden olan unsurlar ise pişirme, depolama, dondurma, lipid oksidasyonu, mikrobiyolojik gelişim olarak sıralanabilir. Bu işlemler esnasında et ürünlerinde gerek istenmeyen gerekse lezzet veren koku oluşumları da gözlemlenmektedir (Calkins ve Hodgen, 2007).

Etlerin soğukta depolanması sırasında meydana gelen değişimleri sonucu oluşan maddeler de yine istenmeyen koku oluşumuna neden olmaktadır. pH artışına bağlı olarak ette, pirazin benzeri azot içeren maddeler oluşurken lipidlerin parçalanması ile oluşan ürünlerin, ette temel lezzet ve aromayı oluşturduğu belirlenmiştir. Yağ asitlerinin özellikle linoleik asit ve araşidonik asidin otooksidasyonu ile oluşan ürünler ette lezzet ve aromayı olumsuz olarak etkilemektedir (Calkins ve Hodgen, 2007).

Linares ve diğ. (2007), taze biftekte tespit edilen temel koku bileşenleri ve bu bileşenlere ait lezzet ve aroma tanımlarına yer vermiş olup, Çizelge 2.3’de gösterilmektedir.

Çizelge 2.3 : Taze biftekte tespit edilen bazı aroma bileşikleri*.

Bileşen	Lezzet /Aroma
Benzaldehit	Acı badem, yanık aromatik lezzet
Oktadekanal	Yağ
2-Oktenal	Yağ, ceviz , fındık
Pentanal	Badem, malt, acı
Pentan	Okside, pişmiş et kokusu
Piperazin	Tuzlu
Stiren	Keskin tatlı
2- Tridekanal	Tatlı, baharat
3- Metilbütanal	Malt
Nonanal	Yağ, turunçgil
Heptanal	Yağ, okside

Kaynak^(Linares ve ark., 2007): Linares, M. B., Berruga, M. I., Bornez, R. ve Vergara, H. (2007). Lipid oxidation in lamp meat: Effect of the weight, handling, previous slaughter and modified atmosphere, Meat Science, 76, 715-720 (Uyarlanmıştır).

Et ürünlerinin soğukta depolanması süresince raf ömrünün son günlerine doğru istenmeyen koku bileşenleri oluşmaya başlar. Bazı araştırmalar bu koku bileşenlerinin mikrobiyolojik gelişme sonucunda oluştuğunu ortaya çıkarmıştır. Mikrobiyolojik gelişme kaynaklı koku bileşenleri bazı gıda gruplarında tespit edilmiştir (Ercolini ve ark., 2009).

Kırmızı ette mikrobiyolojik bozulma sonucunda oluşan koku bileşenleri ve bu kokuların tanımı ayrıntılı olarak yer verilmiş olup, Çizelge 2.4’de gösterilmektedir (Whitfield, 2003).

Çizelge 2.4 : Kırmızı ette mikrobiyolojik bozulma sonucu oluşan koku bileşenleri*.

Mikroorganizma	Koku Bileşeni	Koku Tanımı
<i>Lactobacillus spp.</i>	Diasetil, asetoin	Tereyağı /Peynir
<i>Pseudomonas spp.</i>	Etil asetat, etil bütanoat	Tatlı /Meyvemsi
<i>Brochotrix thermosphacta</i>	Etil 2-metilbütanoat, etil-3metilbütanoat	Meyvemsi
<i>Moraxella spp.</i>	Etil hegzanoat, etil oktanoat	Meyvemsi
<i>Enterobacteriaceae</i>	Metantiyol, dimetil sülfid, dimetil trisülfid	Sülfid, çürük
<i>Acinetobacter</i>	Alifatik alkoller, aldehitler ve ekşi aromatik hidrokarbonlar	Ekşi
<i>Serratia liquefaciens</i>	2-metilbütanol, hidrojen sülfid, metantiyol, dimetil trisülfid	Çürük

Kaynak^(Whitfield, 2003): Whitfield, F. B. (2003). Taints and off-flavours in Food, Woodhead Publishing, Series in Food Science, Technology and Nutrition, pp. 112-117 (Uyarlanmıştır).

2.3.5 Ette renk değişimi

Et ürünlerinde görsel özelliklerin tüketici tercihini etkilediği belirtilmektedir. Et rengi tüketicinin karar verme sürecinde etkili olduğu araştırmalar sonucunda ortaya çıkmıştır. Ette bulunan myoglobinin konsantrasyonu rengi etkileyen önemli bir faktördür. Tüketiciler açısından önemli bir etkiye sahip olan renk parametresi et ürünlerinde kalitenin de göstergesidir. Etteki renk kararması et yüzeyinde metmyoglobinin birikmesi sonucu oluşmaktadır. Et ürünlerinde renk fiziksel özellikten ziyade kimyasal bir durumdur. Lipid oksidasyonu ve mikrobiyolojik gelişim etin bozulmasına neden olan temel unsurlardır. Lipid oksidasyonu sonucunda hem sarı renk oluşumu hem de istenmeyen koku oluşumu gözlenmektedir (Morcuende ve ark., 2003).

2.4 Salça

Domates (*Lycopersicon esculentum*, Mill) Solanaceae familyasından, *Lycopersicon* cinsine ait tek yıllık bir bitkidir (Özdoğan, 2006). Domates birçok gıda sanayi dalına (domates suyu, salça, ketçap, sos, çorba, turşu, reçel, konserve v.s.) hammadde sağlamasının yanı sıra, zengin besin içeriği ve çok yüksek miktarlarda taze/işlenmiş şekilde tüketimi ile önem arz etmektedir (Jumah ve ark., 2007). Yapılan çalışmalar; günlük diyetle düzenli olarak domates ve domates ürünleri tüketiminin, kardiyovasküler hastalıklar ve başta prostat kanseri olmak üzere birçok kanser hastalığı riskini azaltıcı etkisi olduğunu ortaya koymuştur (Pravettoni ve ark., 2009).

Domates Salçası; TSE 1466'ya göre; domates bitkisinin (*Lycopersicum esculentum* P.Mill); olgun, sağlam, kırmızı renkli taze meyvelerinin iyice yıkanıp ezildikten sonra ısıtılarak veya ısıtılmaksızın tekniğine göre kabuk, çekirdek ve lif gibi parçalarından ayrılarak elde edilen domates pulpunun en az %28 düzeyinde çözünür kuru maddeye sahip oluncaya dek vakum altında koyulaştırılarak, hermetik kaplarda ısıtılma işlemi ile dayanıklı hale getirilip, gerektiğinde yemeklik tuz (TS 933) ilave edilerek hazırlanan ürün olarak tanımlanmaktadır.

Türk Gıda Kodeksi Salça ve Püre Tebliğinde; konsantre domates ürünleri, suda çözünen tuzsuz kuru madde miktarına göre: Domates püresi, Double (çift) konsantre domates salçası, Triple (üçlü) konsantre domates salçası olmak üzere üç tipe ayrılır. Çift konsantre salça; domates suyunun suda çözünebilir tuzsuz kuru madde miktarı en az %28 olana kadar konsantre edilmesi ile elde edilen bir mamul iken; üçlü konsantre salça, domates suyunun suda çözünebilir tuzsuz kuru madde miktarı en az %36 olana kadar konsantre edilmesi ile elde edilen bir mamul olarak belirtilmiştir.

Domates salçasının başlıca kalite kriterleri; titrasyon asitliği, pH, renk, toplam kurumadde ve viskozitedir (Gargin, 2006).

2.4.1 Salçanın mikrobiyal florası

Domates ürünlerinde rastlanan küflerin tanınması oldukça güçtür. Bu güçlük domates doku ve hücreleri ile küf misellerinin mikroskoptaki benzerliklerinden kaynaklanmaktadır. Küf miselleri genellikle silindiriktir. Mikroskopta düz görünürler. Ancak *Mucor* ve *Oospora* küf mantarının miselleri üniform yapı arz etmezler.

2.4.1.1 Domates ürünlerinde rastlanan küf mantarları

Alternaria

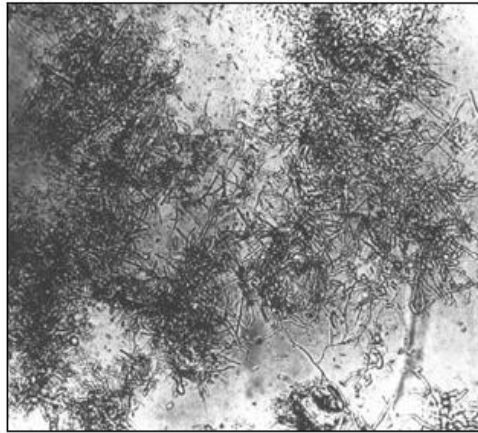
Küf mantarları içinde en kolay tanınanlardandır. Domatesin tarlada küflenmesine yol açar ve domates kabuğunda siyah lekeler oluşturur. Miselleri bölmeli ve orta kalınlıktadır (Şekil 2.1). *Alternaria brassica* ve diğer bazı türler domates gibi bazı sebzelerde önce kahverengi, daha sonra siyahlaşan ve siyah çürüklük adı verilen bozulma etmenidir (Kadalk ve ark., 2001).



Şekil 2.1 : *Alternaria* sporları ve miselleri (x200) (Kadalk ve ark., 2001).

Coletotrichum (Anthracnose)

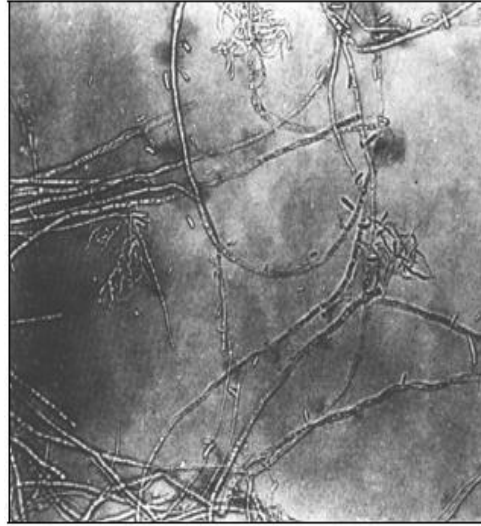
Miselleri bölmeli küçük çaplı, sporları küçük ve elips şeklindedir (Şekil 2.2) (Troy, 1952). *Anthrachnose*, meyve üzerinde 3 mm'den 10 mm'ye kadar değişen büyüklükte kırmızı veya açık kahverenkli lekeciklerle kendini gösterir. Yüzeyde sayısı artınca domatesin içine girmekte ve bozulma oluşturmaktadır (Acar ve Cemeroğlu, 1998).



Şekil 2.2 : *Coletotrichum* 'un domates üzerindeki misel ve sporları (x150) (Kadalk ve ark., 2001).

Fusarium

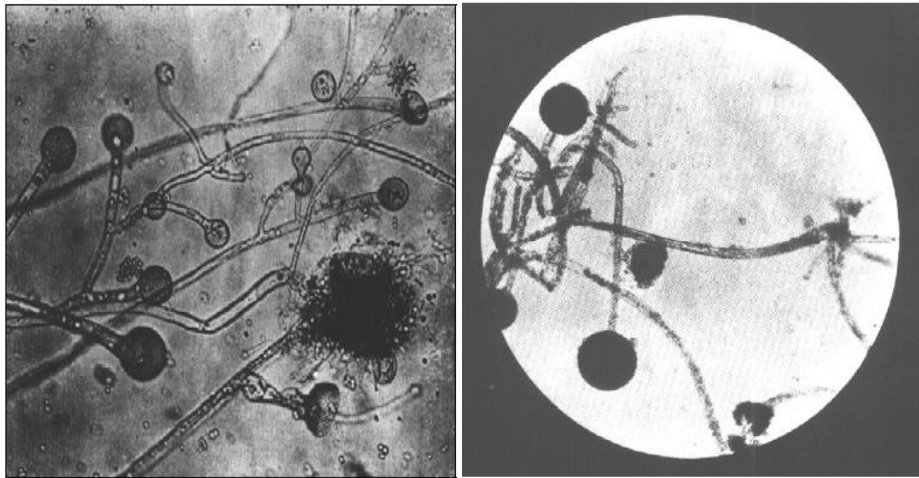
Genellikle domatesin zedelenmiş ve hastalıklı bölgelerinde çoğalıp bozulma oluşturmaktadır. Sporları orak şeklindedir. Miselleri iki veya üç bölmelidir (Şekil 2.3) (Kadakal ve ark., 2001).



Şekil 2.3 : *Fusarium* misel ve sporları (x200) (Kadakal ve ark., 2001).

Mucor ve Rhizopus

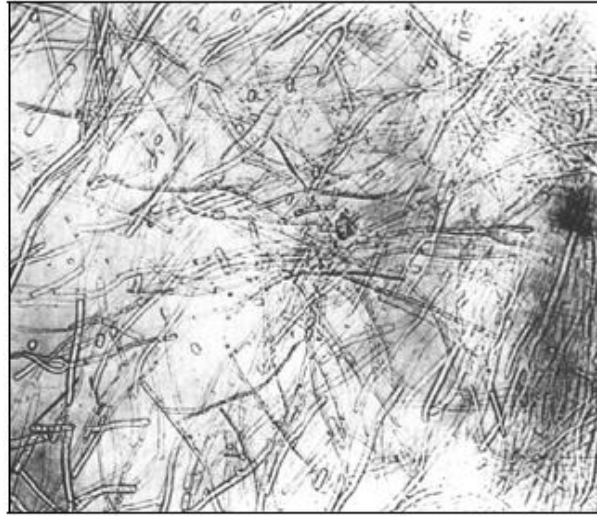
Bu iki grup küf mantarının domatesteki etkileri çok benzerdir. Yumuşak dokulu domatese daha çok etki ederler. Her iki küf mantarının miselleri kaba yapılı, bölmesiz ve taneli görünüştedirler. Sporları yuvarlak şekilli “sporongia” oluştururlar. Sporları genellikle siyah ve kahverengi, miselleri ise beyaz ve gridir (Şekil 2.4) (Kadakal ve ark., 2001).



Şekil 2.4 : *Mucor sporangia* ve sporları (x200), *Rhizopus sporangia* başları ve miselleri (x100) (Kadakal ve ark., 2001).

Oospora (Oidium)

Bu küf mantarı “*Oospora*” veya “*Oidium*” olarak anılmaktadır. Domates ürünlerinde en çok zarara neden olan küf olarak tanınır. Domatesin ezik kısımlarında beyaz tabakalar halinde görülmektedir. Misellerinin bitiş noktaları kesin belirgindir. Bitiş yerlerinde birçok spor taşırlar. Domates işleyen fabrikalarda, temizlik koşullarına dikkat edilmezse alet ve ekipman üzerinde *Oospora* küf mantarı çok çabuk gelişir. Sporları silindiriktir, bazılarının bitiş noktaları konvektir. Miselleri bölmelidir (Şekil 2.5) (Kadalk ve ark., 2001).



Şekil 2.5 : *Oospora* misel ve sporları (x150) (Kadalk ve ark., 2001).

Küf sayım yöntemi (Howard)

Bu yöntem; belli bir hacimdeki domates mamulünde bulunan küflerin mikroskop analizi ile sayımına yönelik olup, bu gibi ürünlerin elde edilmesi sırasında kullanılan hammadde hakkında bilgi vermektedir. Küf sayısı, kullanılan hammaddenin mikrobiyolojik niteliklerini, ayıklama işleminin etkinliğini ve fabrikanın sanitasyon koşullarını ortaya koyar (Kadalk ve ark., 2001). Yöntemin esası 25 görüş alanı içinde küflü sahaların (pozitif) belirlenmesi ve sonucun % olarak belirtilmesidir (Goose ve Binsted, 1969). Ancak buradaki yüzde küf ifadesi, salçadaki küf miktarı olmamakta, mikroskopta incelenen Howard lamı üzerindeki alanların yüzde kaçında küfe rastlandığını göstermektedir (Kadalk ve ark., 2001).

2.4.2 Salçada renk değişimi

Domatese rengini veren başlıca pigmentler yeşil olup, klorofil karışımları halinde iken olgunlaşmanın ilerlemesi ile klorofiller azalarak kaybolmakta, renklenmenin

başlaması ile önce sarı renk pigmentlerinden β -karoten ve ksantofiller oluşmaktadır. Sonra diğer karotenoidler sentezlenmektedir. Domatese tipik rengini veren karotenoid ise likopen olup domatesteki renk maddelerinin %90'ını oluşturmaktadır (Çapanoğlu ve Boyacıoğlu, 2010).

Domatesin salçaya işlenmesi sırasında uygulanan ısı işlem aşamasında ve salçanın depolanması süresince, ürünün rengini etkileyen birçok farklı reaksiyon gerçekleşmektedir. Bunların içinde en önemli olanları; karotenoid ve klorofil degradasyonu ile esmerleşme reaksiyonlarıdır (Apuhan, 2012).

2.4.3 Salçada titrasyon asitliği ve pH değişimi

Asit konsantrasyonu ve pH, salçada önemli kalite kriterlerindendir. Isıl işlem uygulaması sırasında, ürüne uygulanan sıcaklık ve sürenin belirlenmesinde önemlidir. Örneğin, yüksek pH'lı ürünler yüksek ısı işlem sıcaklığı veya süresi gerektirirken, düşük pH'lı ürünlerde daha düşük sıcaklıkta ve daha kısa süreli ısı işlem yeterli olmaktadır (Anthon ve ark., 2011).

Domates ürünlerinde termofilik mikroorganizmaların oluşturacağı problemleri aşmak için pH derecesinin 4,4'ün altında olması gerekmektedir. Termofilik mikroorganizmaların inaktivasyonu için ısı işlem koşullarının daha da ağırlaştırılması ürün kalitesinin kalitesinin düşmesine neden olmaktadır (Anthon ve ark., 2011; Wilkerson ve ark., 2013).

2.5 Engel Teknolojisi

Engel teknolojisi; güvenli bir ürün, optimum raf ömrü ve kabul edilebilir duyu özellikler elde etmek için bakterilerin inhibe edilmesi ve böylece olumsuz faktörlerin yok edilmesi anlamına gelmektedir. Engel teknolojisi keşfedilmeden önce ilkel muhafaza yöntemleri ile insanların bilgileri olmadan ampirik olarak tuzlama, asitlendirme, su uzaklaştırma, ısı işlem ve paketlenme kullanılmıştır. Engel teknolojisinde farklı engellerde etkili bir kombinasyonla sinerji içinde çalışmak, iyi bir antimikrobiyal etki sağlayabilir. Güvenli gıda üretmek için hangi etkilerin bakteri ve mikroorganizmalar üzerinde ne kadar önemli olduğunu bilinmesi gerekir. Engel teknolojisi gıda ürünlerinin mikrobiyolojik güvenliğini korumakta aynı zamanda besin değerini ve duyu özelliklerini iyileştirmektedir. Gıda sektöründe bu uygulama büyük ölçüde et sektörüyle sınırlı olmasına rağmen, gelecek vaat eden

alışmalar yapılmaktadır. Bu alışmalar fırıncılık, balık ve süt ürünleri, meyve ve sebze üzerinde yoğunlaşmaktadır. Engeller teknolojisi mikroorganizmalar üzerinde etkinliğini hem mikrobiyolojik gelişmeyi durdurarak hem de mikrobiyolojik canlıları inaktive ederek gerçekleştirmektedir (Gragg ve Brashears, 2014).

Yeni teknoloji uygulamaları da engeller teknolojisi kapsamında birkaç yöntemle entegre şekilde kullanılabilmektedir. Yeni teknoloji uygulamaları geleneksel koruma yöntemleriyle birlikte uygulanarak engeller teknolojisi ile ürünlerin kalite ve güvenliğini sağlamaya yönelik çalışmalar devam etmektedir.

2.5.1 Ozon hakkında genel bilgi

Ozon, atmosferimizde doğal halde bulunan oldukça önemli bir gazdır. Ozonu yapay olarak üretebilmek mümkündür. Ozon (O_3), standart iki atom içeren oksijenden (O_2) farklı olarak üç atoma sahip oksijenin bir formudur. Ozon, gaz haldeyken mavi, sıvı ve katı haldeyken opak mavi-siyah renktedir. Normal sıcaklık ve basınç altında oldukça kararsız bir gaz olan ozon, suda kısmen nrdr, keskin bir kokuya sahiptir ve gıdalara uygulanabilen en güçlü dezenfektanlardan biridir (Muthukumarappan ve ark., 2005). Ozon atmosfer basıncında $-112^{\circ}C$ ' de kaynayan, suda kısmi olarak nebiyen, karakteristik keskin bir kokusu olan bir gaz olup, diğer fiziksel özellikleri izelge 2.5'de verilmektedir (Suslow, 2001).

Çizelge 2.5 : Ozonun fiziksel zellikleri (Muthukumarappan ve ark., 2005).

Fiziksel zellikler	
Kaynama Noktası, $^{\circ}C$	-111,9
Erime Noktası, $^{\circ}C$	-192
Özgül Ağırlık	1,658
Oksidasyon Kuvveti, V	2,075
Molekül Ağırlığı, g/mol	47,9982
Yoğunluk, kg/m^3	2,14

2.5.2 Ozonun stabilitesi

Ozon gazının stabilitesi suda nmş ozona göre daha yüksektir. Ozon stabilitesinde sıcaklık önemli bir rol oynamaktadır. Stabiliteyi etkileyen faktörler metal iyonları, suda bulunan kontaminantlardır. Yüksek pH değerlerinde stabilitede azalma gözlenmektedir (Kim ve ark., 2003).

2.5.3 Kimyasal özellikleri

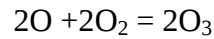
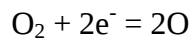
Düşük sıcaklıklarda ve pH 6.5'in altında ozonun bozulma oranı daha düşüktür. Sıcaklığın ve pH değerinin artması bozunma hızını da artırır. Ozonun bozunma hızını ortamdaki hidrojen peroksit miktarından veya UV radyasyon miktarından anlaşılabilmektedir. Ozon oksitleme özelliği yüksek olan bir gazdır. Oksitleme potansiyeli 2,83V olarak belirlenmiştir. Ozon moleküllerinin bozulması sonucu hidroksil serbest radikaller oluşur. Fakat ortamda anyonların olması oksidasyon prosesini azaltır (Kim ve ark., 2003).

2.5.4 Ozon gazının üretimi

Ozon gazının üretimi için uygulanan birçok yöntem vardır. Ozon gazının gıda endüstri de günlük ortalama kullanımı 454g -2,27kg arasında değişmektedir. Ticari ozon üretiminde sıklıkla kullanılan iki yöntem vardır. Bunlar UV metodu ve Korona akım metodudur. Bunların dışında farklı elektroliz metodu, radyokimyasal yöntem gini farklı yöntemlerde kullanılmaktadır. Ancak ekonomik olarak ticari kullanımı en uygun metotlar UV metodu ve Korona akım metotlarıdır (Tapp ve Rice, 2012).

2.5.4.1 Korona akım metodu

Bu metotta oksijen içeren hava yüksek enerjili elektrik alandan geçirilir. Sistemde iki adet özel elektrot mevcuttur. Bunlardan birincisi toprak elektrodu görevi yaparken diğer elektrot dielektrik ortamı sağlamakla görevlidir. Oksijen molekülleri elektrik alandan geçerken aktif atomik oksijen radikalleri meydana gelir ve bunlar oksijen molekülleriyle etkileşerek ozon oluşumunu sağlarlar (Tapp ve Rice, 2012). Aşağıdaki denklemde de oluşum aşaması basit olarak anlatılmıştır.



2.5.4.2 UV (Fotokimyasal) metodu

Bu metotta ozon üretimi için düşük basınçlı UV lambalar kullanılır ve 185 nm dalga boyunda ki fotonlar ozon üretimini sağlarlar. Bu yöntemde oksijen içeren hava yüksek enerjili UV lambasının olduğu ortamdan geçirilerek oksijen moleküllerinin atomlarına ayrışması sağlanır. Oluşan aktif atomlar moleküllerle etkileşime girerek ozon oluşumu sağlanır (Tapp ve Rice, 2012).

2.5.5 Ozon gazının etki mekanizması

Mikroorganizma bulaşmasını ve çoğalmasını kontrol etmek için gıda sanayinde genel olarak hipoklorit, amonyum bileşikleri gibi birçok kimyasal madde dezenfektan olarak kullanılmaktadır. Bunların birçoğunun kalıntısının kanserojen olması nedeniyle kullanımı kısıtlanmıştır (Erkmen, 2010). Son yıllarda virüs ve patojen kaynaklı hatalıklarda artış olması ozon kullanımına olan ilgiyi artırmıştır.

Ozon gazının mikroorganizmalara etki edebilmesi için belirli bir konsantrasyonun üzerinde olması gerekir. Ozon gazı kısa sürede O_2 'ye dönüştüğü için gıdalarda ve çevrede birikimi gibi bir durumdan bahsedilemez. Oda sıcaklığında suda tamamen parçalanma süresi 20 dakikadır.

Ozon gazı suyun dezenfeksiyonunda kullanıldığı takdirde organik maddeleri oksitlediği için suyun daha kolay filtre edilmesini sağlamaktadır. Mikroorganizmalara olan etki mekanizması ise hücre zarını oksitlemesidir (Erkmen, 2010).

Yüksek oksidasyon redüksüyon potansiyeli sebebiyle, mikroorganizma içine penetre olmadan ve doymamış lipid, enzim, protein ve nükleik asit gibi temel bileşenleri okside etmeden önce ozon, hücre duvarı elementlerine oksidant gibi davranmaktadır. Membran bariyerleri büyük ölçüde yıkıma uğradığında hücre içi bileşenlerin sızıntısı başlamakta ve hücrenin parçalanması gerçekleşmektedir (Muthukumarappan ve ark., 2010).

Ozon gıda sanayinde dezenfektan ve sanitizer olarak kullanılmaktadır. Amerikan Gıda ve İlaç Dairesinin (FDA) O_3 'ü güvenli madde belirlemesinden sonra gıda üretiminde kullanımı yaygınlaşmıştır. Gıda endüstrisinde ozon gazı kullanmanın avantajlarını;

- Kuvvetli oksitleme özelliğine sahip antimikrobiyal gaz olması,
- Mikroorganizma sayısının ve toksik organik maddelerin azaltılmasında kullanılabileceği şeklinde sıralayabiliriz (Erkmen, 2010).

Ozon gazı içme sularının temizlenmesi, dezenfektasyonu, suyun bulanıklığının ve kokusunun giderilmesi, klorlu bileşikleri ve pestisitlerin parçalanması, petrol ve petrol atıkları, yer altı sularının temizlenmesi gibi durumlarda sıklıkla kullanılır (Erkmen, 2010).

Meyve sebze dezenfeksiyonunda klor yaygın olarak kullanılmasına rağmen bakteriler üzerinde sınırlı etkisi vardır. Pestisitlerde yine meyve sebzelerde sıklıkla

kullanılan kimyasallardır. Ozon gazı pestisit ve klor kalıntıları gibi toksik maddelerin parçalanmasını sağlayabilir. Ozon gazının bazı gıdalarda patojenleri yok etmek için kullanıldığı çalışmalarda mevcuttur (Erkmen, 2010).

Ozon gazının yine et ürünlerine uygulandığı takdirde mikrobiyal yükü azaltırken tadı iyileştirip, toplam uçucu azot bileşiklerinin oluşumu engellenebilir (Erkmen, 2010).

Ozonun mikroorganizmalar üzerindeki etkinliği birçok çevresel faktöre de bağlıdır. Çevresel faktörler arasında ozonun uygulanış şekli, ortamda bulunan diğer maddeler, sıcaklık, pH ve nem miktarını sıralayabiliriz. Yüksek pH değerleri ozonun mikroorganizmalar üzerinde etkili olmasını zorlaştırmaktadır. Aynı şekilde mikroorganizmalar üzerinde aktif olabilmesi için nem miktarının da yüksek olması gerekmektedir (Kuşçu ve Pazır, 2004).

Çizelge 2.6 : Gıda kaynaklı bakterilerin yıllık hastane ve ölüm sayıları*.

Bakteri	Hastalık	Yatarak Muayene	Ölüm
<i>Campylobacter spp.</i>	1,963,141	10,539	99
<i>Clostridium perfringens</i>	248,520	41	7
<i>Escherichiacoli</i> O157:H7	62,458	1843	52
<i>Listeria monocytogenes</i>	2493	2298	499
<i>Salmonella</i>	1,341,873	15,608	553
<i>Staphylococcus</i>	185,060	1753	2

Kaynak^(Mead ve ark., 2005): Mead, P.S., Slutsker, L., Dietz, V., McCaig, L.F., Bresee, J.S., Shapiro, C., Griffin, P.M., ve Tauxe, R.V. (2005). Emerging Infectious Diseases, 11, 607 (Uyarlanmıştır).

Çizelge 2.7 : Ozon gazının mikroorganizmalara etkisi*

Gıda Matriksi	Dozu	Mikroorganizma Aktivitesi
Hayvanlar	>100 ppm	Hepatit Virüs
Böğürtlen	0.3 ppm	<i>Botrytis cinerea</i>
Lahana	0,007-0.013 ppm	Raf ömrü artışı
Havuç	0.06 ppm	<i>Botrytis cinerea</i> <i>Scerotinia sclerotiorum</i>
Süt	5 ppm	<i>Alcaligenes faecalis</i> <i>P. fluorescens</i>
Balık	0.27 ppm 0,111 ppm 0,064 ppm	<i>P. putida/B. thermospacta/L. plantarum/Shewanella putrefaciens</i> <i>Enterococcus seriolicida</i> <i>Pasteurella piscicida/Vibrio anguillarum</i>
Tavuk	0,2-0,4 ppm	<i>Salmonella sp./Enterobacteriaceae</i>

Kaynak^(Muthukumarappan ve ark., 2000): Muthukumarappan, K. Halaweish, F. ve Naidu, A. S. (2000). Natural Food Anti-microbial Systems, CRC Press, Boca Raton, FL, 783 (Uyarlanmıştır).

2.5.6 Ozonun güvenlik limitleri

Ozon bazı gıdalarda istenmeyen renk ve aroma kayıplarına neden olabilen, yine oksidasyon sonucu ürünün vitamin, aminoasit, enzim ve yağ asidi içeriğinde de değişimlere neden olabilen bir maddedir. Uygulama konsantrasyonu ve maruziyet süresine bağlı olarak, insan sağlığına zararlı ve toksik bir gaz olabilmektedir. Yüksek konsantrasyon değerlerinde baş ağrısı ve solunum rahatsızlıklarına sebebiyet olurken, daha yüksek konsantrasyon seviyesi ve maruziyet süresinde ölümcül olabilmektedir. Güçlü oksidasyon özelliği sebebiyle, etkili bir sanitizer olan ozonun kullanımı için sınırlamalar bulunmaktadır (Vurma, 2009).

National Institute for Occupational Safety and Hazard (NIOSH) ve Occupational Safety and Health Administration (OSHA) tarafından, ozon gazının çalışma alanlarında zaman ağırlıklı ortalama maruziyet konsantrasyon seviyesi 0,1 ppm (0,2 mg/m³) olarak belirtilmiştir. Bunun yanında OSHA değerlerine göre, ozon gazına kısa süreli maruziyette konsantrasyon limiti 0,3 ppm (0,6 mg/m³)'dir. Bu değer günde dört kez 15 dakikalık maruziyet zamanlarından daha kısa süreler için geçerlidir. Sağlık açısından ani tehlikelere sebebiyet verebilecek havadaki ozon gazı limit değeri ise NIOSH tarafından 5 ppm olarak belirlenmiştir.

Özellikle uygulama alanlarında, ozonun parçalanana kadar uygulama alanı ya da sisteminin kapalı kalması önem taşımaktadır. Oldukça kısa bir yarılanma ömrüne sahip olan ozon gazı, kısa sürede bileşenlerine parçalanarak zararsız oksijen gazına dönüşmektedir (Vurma, 2009).

Ozonun; oksidasyon potansiyelinin yüksek olması ile düşük konsantrasyonlarda etkili olması, kendiliğinden oksijene dönüşebilmesi ve oluşan ürünün çevreye zararsız olması, yarılanma süresinin kısa olması, keskin bir kokuya sahip olduğundan düşük konsantrasyonlarda dahi hissedilmesi ve zararlı bir durum oluşmadan fark edilebilmesi, kanserojen ve mutajen etkisinin olmaması gibi özellikleri sayesinde CO₂, N₂ ve O₂ gibi gazların kullanımından daha güvenli olduğu bildirilmektedir (Ekici ve ark., 2006).

2.6 Gıdalarda Ozonlama İşlemi Uygulamaları

2.6.1 Meyve ve sebzelerde ozon uygulaması

Ozonun meyve ve sebzelerin muhafazası esnasında küf, bakteri ve virüs gibi patojenlerin gelişmesini önlemesinin ve etileni okside ederek ürünlerin depolama ömrünü arttırmasının yanında bir diğer önemli kullanım amacının ürünlerin depolama öncesinde ön soğutma uygulamasında kullanılan suyun dezenfeksiyonunu sağlaması şeklinde belirtilmiştir (Langlais ve ark., 1991).

Meyve ve sebzelerde oluşan patojen mikroorganizmaların gelişmelerini önlemek amacıyla ozonlama işlemi uygulanmaktadır. Meyve sebze kaliteyi artırmak için yeni teknolojiler uygulanmakta ve tüketici tercihleri ise kimyasal koruyucu içermeyen yöntemlerden yana olmaktadır. Bu nedenle son zamanlarda gıda işleme ve koruma teknolojileri önem kazanmıştır. Meyve ve sebze ozon uygulamasına önem verilmesinin bir diğer önemli nedeni uygulamanın aynı zamanda pestisit ve toksin kalıntıları üzerindeki olumlu etkisidir. Yapılan çalışmalarda ozon uygulamasının pestisit bileşiklerini de parçaladığı görülmüştür (Muthukumarappan ve ark., 2012).

Ozon uygulamasının domates üzerinde kullanımı ile ilgili çalışmalar ve elde edilen sonuçlar Çizelge 2.8’de verilmiştir.

Çizelge 2.8 : Meyvelerde ozon uygulaması çalışmaları.

KAYNAK	ÜRÜN	SICAKLIK	OZON UYGULAMA ŞARTLARI	UYGULAMA SONUCU
Aguaya, 2006	Domates	5 °C 15 gün süre ile	4 ppm O ₃ gazı 30 dakika boyunca her bir 3 saatte	Ozon gazı uygulanmış domateslerde askorbik ve fumarik asit miktarı daha fazla Mezofilik ve psikrotrofik bakterilerde 1,1-1,2 log azalma
Tuffi, 2012	Domates	2 °C ve 12°C	Ozon gazı 0,5 ppm 15 gün boyunca	Toplam bakteri ve maya miktarında 2,5 log azalma.
Zambre, 2010	Domates	15°C, 25°C , 35°C	20, 35, 50 ppm ozon gazı	Kırmızılık indeksi irdelenmiş olup ozon uygulamasının olumlu etkilediği belirtilmiştir. Aynı zamanda raf ömrünün 12 güne uzatılmasını sağlamıştır.
Trinetta, 2011	Domates Tohumu	20 °C, Ozon Uygulaması 24 saat bekletme	Ozon gazı 4,3 ppm; (5 dakika)	5 dakika ve 4,3 ppm ozon gazı uygulaması sonucunda, <i>Salmonella infantis</i> 4 log azalma

2.6.2 Hububatlarda ozon uygulaması

Ozon kuru gıdalarda aflatoksin detoksifikasyonu açısından oldukça önemlidir. Gaz halindeki ozonun kuru gıdalar üzerindeki etkisi ortamın bağıl nemi, su aktivitesi, ortamdaki ozon konsantrasyonu ve sıcaklığa bağlıdır. Buğdayda bulunan fungal sporlar ozon uygulaması ile %97 oranda azalma göstermiştir (Vurma, 2009).

Arpa ve buğday kullanılarak yapılan bir çalışmada, kısa sürede ve düşük konsantrasyonda, ozonun fungileri ve fungal sporları inaktive etmede oldukça etkili olduğu görülmüştür. Benzer diğer bir çalışmada ise depolama silolarında ozon gazı kullanılarak fungilerin inaktivasyonunun devam ettirilebileceği ve ozonun etkisinin su aktivitesi ve sıcaklık yükseltilerek arttırılabileceği ifade edilmiştir (Çatal ve ark., 2010).

2.6.3 Kırmızı ve beyaz etlerde ozon uygulaması

Et ve et ürünlerinde bulunan patojen mikroorganizmalar tüketiciler açısından risk oluşturmaktadır. Et ürünlerinde mikrobiyolojik gelişme ya da bulaşma kesim sırasında, yıkama sırasında ya da prosesin herhangi bir kısmında bulaşma olmuş olabilir. Yapılan çalışmalar sonucunda et ürünlerinde düşük konsantrasyonda ozon gazı uygulanmasının yüzey dezenfeksiyonu açısından olumlu sonuçlara neden olduğu ortaya çıkmıştır. Yüksek konsantrasyonda ozon gazı uygulaması ise et ürünlerinde kalite kusurlarına neden olmaktadır (Muthukumarappan ve ark., 2010).

Ozon uygulaması et ve et ürünlerinde mikrobiyal yükün azaltılması için de kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda 0,3-2,3 mg/l seviyesinde ozon uygulamasının aerobik bakterilerde 1,3 log kob/cm²'lik azalma sağladığı görülmüştür. Aynı zamanda patojen bakteri sayısının azaltılması için ozonlu su uygulaması normal su ile yıkamaya oranla daha etkili olmaktadır. Diğer et türlerinin yanında ozon uygulamaları balık eti için de tercih edilmektedir. Ozon heme pigmentlerinin yapısındaki porfirini parçalayarak balık etinde daha beyaz ve parlak bir renk oluşmasını sağlamaktadır (Kuşçu ve Pazır, 2004). Et ürünleri mikrobiyolojik olarak riskli ürün grupları arasında yer almaktadır. Et ürünlerinde ozon gazı uygulaması sonucunda mikrobiyolojik olarak azalma sağlanmıştır. Yapılan çalışmalarda yüksek doz ozon uygulamasının et ürünlerinde pozitif sonuçları olduğu gözlemlenmiştir. Et ürünlerinde ozon gazı uygulaması çalışmaları ve sonuçları Çizelge 2.9'da verilmiştir.

Çizelge 2.9 : Et ve et ürünlerinde ozon uygulaması çalışmaları.

KAYNAK	ÜRÜN	SICAKLIK	OZON UYGULAMA ŞARTLARI	UYGULAMA SONUCU
Al-Haddad, 2005	Tavuk	20 ⁰ C, (İlk aşamada yaklaşık 3000 ppm ozon gazı) optimum 15 dakika 7 ⁰ C ,modifiye atmosfer paketlenme	İlk olarak > 2000 ppm (1, 3, 5, 10, 20, 30 dk.) 15 dakika ozon uygulanması Ardından modifiye atmosfer paketlenme ile	0, 1, 2, 3, 5 ,7, ve 9. günlerde mikroorganizmaların sayısına bakılmıştır. Ozon uygulanmasından sonra bakterilerin sayısında ciddi azalma gözlemlenmiştir.
Cardenas, 2011	Pirzola	0 ⁰ C ve 4 ⁰ C, Optimum 0 ⁰ C ve 24 saat uygulama (ozon gazı)	3 saat ve 24 saatlik iki periyotta denemeler yapılmış 100 ppm ozon gazı uygulanmış	<i>E.coli</i> 0,7 ve 2 log azalma
Dehkordi, 2010	Balık	5 ⁰ C (daldırma yöntemi ile)	0,1 ppm ve 20 dakika 1, 3, 5, 7 ve 9 günlük sürelerde analizlenmiş.	Mikroorganizma sayısı açısından ciddi oranda azalma olmuştur. Üründe biyokimyasal değişiklikler gözlenmemiştir. Raf ömrü 4 günden 6 güne çıkmıştır.
Muthukumar, 2013	Tavuk	-	33 mg/dakika konsantrasyonda 0-9 dakika arasında ozon gazı muamele edilmiş	Patojenlerin 9 dakikalık uygulama ardından ciddi oranda azaldığı gözlemlenmiştir.

3. MATERYAL-METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Bonfile ve salça numuneleri

Eşit kalınlıkta ve büyüklükte dilimlenmiş bonfile numuneleri TAT A.Ş. tarafından yerel bir marketten temin edilmiş olup, laboratuvarımıza soğuk zincir korunarak uygulamaların yapılacağı günler teslim edilmiştir. Yine cam ambalajlı ve duble konsantre edilmiş salça numuneleri TAT A.Ş. tarafından temin edilmiş olup, laboratuvarımıza teslim edilmiştir.

3.1.2 Kimyasallar

Analizlerde kullanılan triklorasetik asit, tiyobarbitürik asit, sodyum hidroksit, fizyolojik tuz çözeltisi, MRS agar, PCA agar Merck (Almanya) firmasından temin edilmiştir.

3.2 Metot

3.2.1 Ozon gazı uygulama bölme tasarımı

Öncelikle ozon gazı ve gıdalardaki uygulamaları ile ilgili ayrıntılı literatür taraması yapılmış olup, proje kapsamında incelenecek gıda gruplarına uygulanacak olan başlangıç ozon uygulama süresinin (t_0) belirlenmesine çalışılmıştır. Hedeflenen çalışmalar kapsamında öncelikle ozon gazı uygulamasının ön denemeleri yapılmıştır. Arçelik A.Ş. tarafından geliştirilen soğukta saklama bölmesi içinde mevcut olan ozon gazı uygulanan bölme için Onnic (İngiltere) firmasından temin edilen ozon jeneratörü ile ozon gazı üretimi gerçekleşmiştir. Ozon gazı değerinin hedef değerlerde sabit kalabilmesi için jeneratör, uygulama süresi boyunca zamanlayıcı yardımı ile belirli sürelerde ON ve OFF konumunda çalıştırılmıştır. Ozon analizöründen okunan değerler vasıtasıyla ON-OFF süreleri ayarlanmıştır. Ozon gazı konsantrasyonu bilgisayara bağlı ozon analizörü ile sürekli olarak takip edilmiştir.

3.2.2 Bonfile ve salça örneklerine ozon gazı uygulaması

Ozon gazı için belirtilen güvenlik değerleri ve literatürdeki çalışma sonuçları ile yukarıda belirtilen öncül çalışma sonuçları göz önünde bulundurularak, bonfile örneklerine başlangıç ozon uygulama süresinin (t_0) belirlenmesi kapsamında 1 ppm 10 dakika; 1 ppm 30 dakika; 1 ppm 60 dakika; 1,8 ppm 10 dakika ve 1,8 ppm 30 dakika şeklinde ozon gazı uygulaması yapılmıştır.

İkinci bölümde ise, bonfile örneklerine uygulanan başlangıç ozon gazı konsantrasyonu 1 ppm olarak belirlenmiştir. Başlangıçta ozon gazı uygulanan bonfile etler streç film ile sarılarak 4°C'de 7 gün süre ile depolanmıştır. Depolamanın başlangıcında ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine depolama süresi boyunca 12 saat aralıklarla, 24 saat aralıklarla ve 3 saat ve ardından 24 saat aralıklarla periyodik olarak ozon gazı uygulanmıştır.

Ozon gazı için belirtilen güvenlik değerleri, literatürdeki çalışma sonuçları ve öncül çalışma sonuçları göz önünde bulundurularak, salça örneklerine 0,5 ppm 10 dakika; 2,5 ppm 10 dakika ve 5 ppm 10 dakika şeklinde ozon gazı uygulaması yapılmıştır.

3.2.3 Bonfile ve salça örneklerinin depolanması

Ozon gazı uygulamaları sonunda bonfile etler streç film ile sarılarak 4°C' de 7 gün süre ile depolanmıştır. Ürünlerin bu süre boyunca fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu kalite değişimleri incelenmiş ve kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır.

Ozon gazı uygulamaları sonunda salça numuneleri 4°C' de 21 gün süre ile depolanmıştır. Ürünlerin bu süre boyunca fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu kalite değişimleri incelenmiş ve kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Örneklerde pH, duyu değişim, toplam asitlik miktarı, toplam kuru madde miktarı ve küflü alan sayısı değerlendirmeye alınmıştır.

3.2.4 Analizler

3.2.4.1 pH ve titre edilebilir asitlik

Et örneklerinde pH analizi için 10 g et örneği tartılıp üzerine 100 ml damıtık su ilave edilip manyetik karıştırıcıda yaklaşık 10 dakika karıştırılarak homojen bir karışım elde edilmiştir. Karışımın pH değeri pH metrede okunur (Serdaroğlu, 2010).

Salça örneklerinde ph ölçümü pH metre (HI 110 Series, HANNA Instruments, ABD) kullanılarak yapılmıştır. 0,1 N NaOH ile asitlik tayini yapılır. Asitlik, 100 g yaş örnekte g sitrik asit olarak ifade edilir (Sanchez-Moreno ve ark., 2006).

3.2.4.2 Renk

Et örneklerinde Kolorimetre (CR-300, Minolta, Japonya) ile ölçüm yapılmıştır. CIE 'nin L, a ve b renk birimleri kullanılarak renk değişimi ifade edilmiştir (Park ve ark., 2010). Salça örnekleri ise renk ölçme cihazı ile L, a ve b koordinatlarında tanımlanmıştır (Rajchl ve ark., 2010) .

3.2.4.3 TBA sayısı (Tiyobarbitürik asit)

Yağlı ürünlerde TBA sayısı oksidasyon belirteci olarak kullanılmaktadır. Oksidasyon sonucu oluşan ürünlerin tespit edilmesine dayanan bir analiz yöntemi ile TBA sayısı belirlenir. TBA sayısının belirlenmesi, yağların oksidasyon ürünlerinin 2-Tiyobarbitürik asit ile pembe renk oluşturması reaksiyonuna dayanmaktadır (Linares ve diğ., 2007; Rhee ve Myers, 2003). 15 g et örneği tartılmış ve bir beherde 30 ml %7,5 TCA (triklorasetik asit) eklenerek 1 dk. boyunca 5000 rpm'de homojenize edilmiştir. Karışım daha sonra Whatman No 1 filtre kağıdı yardımıyla süzölmüştür. Toplanan süpernatanttan vidalı kapaklı tüplere 5'er ml aktarılmış ve üzerine 5 ml 20 mM TBA (0,72g TBA+250 ml su) çözeltisinden eklenerek kuvvetlice çalkalanmıştır. Tanık için başka bir deney tüpüne 15 ml su+30 ml %7,5 TCA eklenerek diğer işlemler aynen uygulanmıştır. Tüpler, 45 dak. boyunca 85°C'lik su banyosunda bekletilmiştir. Oda sıcaklığına soğutulan tüpler, spektrofotometre kuvvetlerine aktararak 538 nm dalga boyunda absorbansları ölçölmüştür. TEP (tetraetoksipropan) çözeltisinin %7,5 TCA içerisinde hazırlanması ile standart eğri oluşturulmuştur. Okunan absorbans değerleri standart eğriden belirlenen katsayı (K) ile çarpılarak TBA sayısı kg örnekte mg malonaldehit olarak aşağıdaki formöle göre hesaplanmıştır (Pikul ve diğ., 1989).

$$K = S / A * 72,063 * 10^7 / C * 100 / P \quad (3.1)$$

A, absorbans değerini temsil ederken, S 5 mL çözeltideki TEP konsantrasyonunun molüdüdür. C değeri ise tartılan örneğin miktarını belirtmektedir. P ise TEP çözeltisinin analiz sonucunda geri kazanımını göstermektedir. Yukarıda ifade edilen denklem ile bulunan K katsayısı okunan absorbans değeri ile çarpılarak TBA sayısı hesaplanır.

3.2.4.4 Toplam çözünür katı madde

20 °C’de dijital refraktometre kullanılarak ölçüm yapılmıştır ve sonuç Brix derecesi olarak ifade edilmiştir (Sanchez-Moreno ve ark., 2006).

3.2.4.5 Mikrobiyolojik analizler

Et örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analizler sırasında şu adımlar izlenmiştir. 10 gram et stomacher torbasına konulmuştur. 90 ml %85 tripton tuz çözeltisi eklenerek stomacherde 2 dk. karıştırılmış, desimal seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Mezofilik aerobik bakteri sayısı için Plate Count Agar (PCA)’da 48 saat 30°C’de aerobik koşullarda inkübe edilip sayım yapılmıştır. Laktik asit bakterisi sayısı için Man, Rogosa, Sharpe Agar (MRS) agarda anerobik koşullarda, 30°C’de 48 saat inkübe edilip sayım yapılmıştır (Limbo ve ark., 2010).

Salça örneklerinde mikrobiyolojik analizler kapsamında Howard küf sayımı yapılmıştır. Howard küf sayımı domates suyu, salça, ketçap gibi domates ürünlerinin üretiminde kullanılan ham maddenin mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi için uygulanan mikroskopik bir sayım yöntemidir. Analiz 25 görüş sahası olan özel bir lamda yapılır. İncelenen görüş sahası küf miselleri açısından (+) veya (-) olarak değerlendirilir ve örnekte küflü saha oranı belirlenir. Sonuçlar ” % küflü saha ” olarak verilir. Howard küf sayımı, AOAC 965.41 metoduna göre yapılmıştır (Potts ve ark., 2002).

3.2.4.6 Duyusal analizler

Et örneklerinde kötü koku, renk, görünüş, ekşi koku gibi duysal özellikler uzman 4 adet panelist tarafından 1-5 skalasında değerlendirmeye alınmıştır. Salça numunelerinde kıvam, kötü koku, görünüş (yüzeyde küflenme) gibi duysal özellikler yukarıda belirtilen duysal test teknikleri ile belirlenmiştir.

3.2.4.7 İstatistiksel analiz

İstatistiksel değerlendirmeler Minitab (Minitab 16 Statistical Software for Windows®, Minitab Inc., Pennsylvania, USA) yazılım programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Farklı ozon konsantrasyonlarının farklı ürünlerin kalite parametreleri üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmalarda, ozon gazı uygulamasının önemli olup olmadığının tespit edilmesi amacıyla analiz sonuçları varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Varyans analizi sonucu ortaya çıkan farklılıkların hangi düzeyler arasında önemli olduğunu tespit etmek içinse Tukey testi ile %95, p (0,05),

güven düzeyinde çoklu karşılaştırma yapılmıştır. İşlemler arası farklar satır bazında yapılan istatistiksel analizlerle; günler arasındaki fark ise sütun bazında yapılan istatistiksel analizlerle belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Bonfilede Başlangıç Ozon Gazı Uygulaması (t_0) Değerinin Belirlenmesi

Ozon gazı için belirtilen güvenlik değerleri ve literatürdeki çalışma sonuçları ile öncül çalışma sonuçları göz önünde bulundurularak, bonfile örneklerine 1 ppm 10 dakika; 1 ppm 30 dakika; 1 ppm 60 dakika; 1,8 ppm 10 dakika ve 1,8 ppm 30 dakika şeklinde ozon gazı uygulaması yapılmış ve örnekler 4°C’de depolanmıştır. Örneklerde yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda dördüncü günden sonra toplam aerobik canlı sayısının Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği’nin limit değerinin (5×10^6 kob/g) üstünde olduğu görülmüştür. Bu nedenle 4 gün boyunca yapılan analiz sonuçları irdelenmiştir.

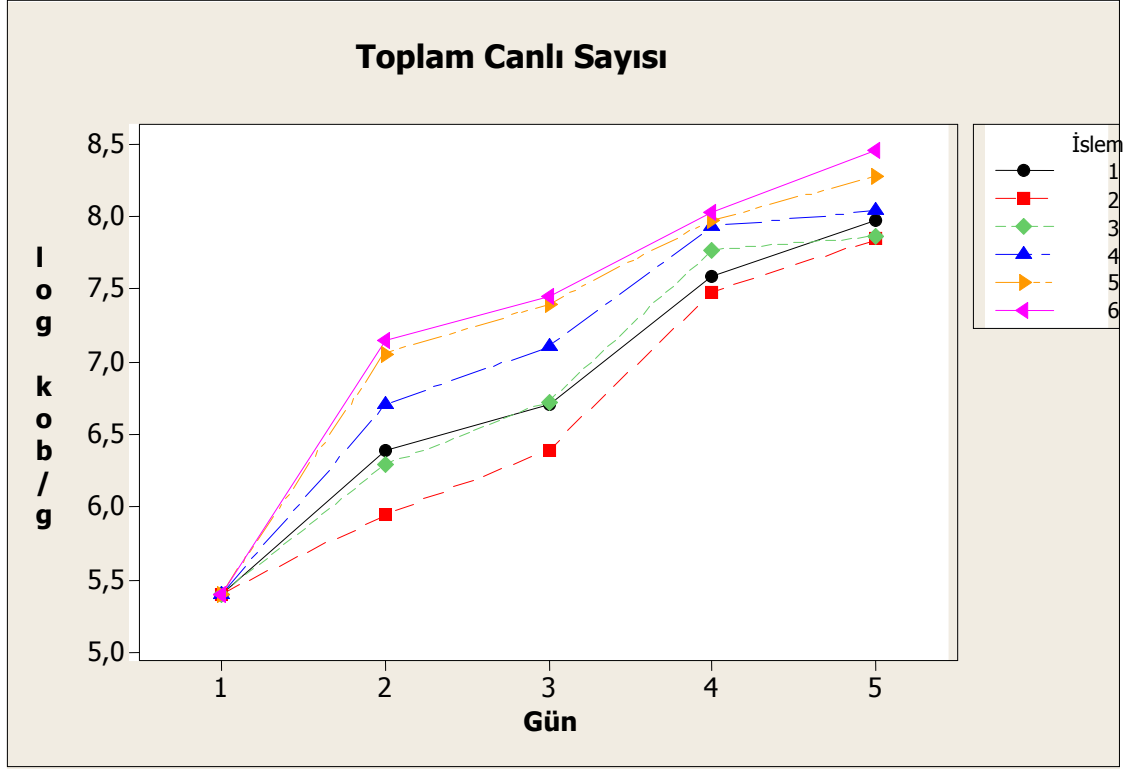
4.1.1 Mikrobiyolojik analiz sonuçları

Ozon gazı konsantrasyonu ve uygulama süresinin toplam canlı sayısı üzerindeki etkisi Şekil 4.1’de verilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği’ne göre, çiğ ette toplam canlı sayısı için limit değer 5×10^6 kob/g (6,7 log) olarak belirtilmektedir. Örneklerdeki mikrobiyolojik analizler 7 günlük depolama süreci boyunca sürdürülmüş ancak bazı örneklerde limit değer aşıldığı için 4 günlük sonuçlar dikkate alınmıştır.

Şekil 4.1’deki sonuçlar incelendiğinde, örneklerde konsantrasyon ve süre arttıkça daha yüksek canlı sayısına ulaşılmıştır. Tüm parametreler göz önünde bulundurulduğunda 1 ppm 10 dakika uygulamasında 0. güne göre toplam canlı sayısında birinci gün sonunda kontole göre 0,5 log azalma olduğu gözlenmiştir.

Depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonun mikroorganizma sayısına etkisini incelemek amacıyla elde edilen sonuçlara tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Bonfile örneklerine ait varyans analizi sonuçları incelendiğinde, 1 ppm 10 dakika; 1 ppm 30 dakika; 1 ppm 60 dakika; 1,8 ppm 10 dakika; 1,8 ppm 30 dakika uygulamaları ile kontrol grubuna ait bonfile örneklerinin sırası ile 5,9; 6,3; 6,7; 7,1; 7,1; 5,4 log kob/g olan başlangıç toplam canlı sayısı, saklama sonunda 7,8; 7,9; 8; 8,3; 8,4; 7,9 log kob/g olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.1). Buna göre toplam

canlı sayısında en az artış (2,4 log) 1 ppm 10 dakika şeklinde uygulanan işlemde gözlenirken, en fazla artış (3 log) 1,8 ppm 30 dakika şeklinde uygulanan işlemde gözlenmiştir. Ayrıca, depolama süresi boyunca günler arası farkın genel olarak istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.1 : Bonfilede toplam canlı sayısı değişiminde depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun etkisi.

*1.İşlem: Kontrol ; 2.İşlem: 1ppm, 10 dk.; 3.İşlem: 1ppm, 30 dk.; 4.İşlem: 1ppm 60 dk.; 5.İşlem: 1.8 ppm, 10 dk.; 6.İşlem: 1.8 ppm , 30 dk.

Değişime depolama günü ve ozon gazı konsantrasyonunun ve süresinin etkisi analizlendi (Çizelge 4.1). Bonfile örneklerinin başlangıç toplam canlı sayıları ilgili gıda gruplarıyla karşılaştırıldığında numunedeki başlangıç yükünün daha yüksek olduğu görülmektedir. Ozon gazı uygulamalarının ardından 2. günden sonra daha yüksek seviyelere (1 ppm 60 dakika 7,1 log kob/g; 1,8 ppm 30 dakika 7,5 log kob/g) ulaşmıştır.

Çizelge 4.1 incelendiğinde, farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon gazı uygulamasının toplam canlı sayısındaki etkisi 1 ppm 10 dakika olan uygulamada azaltma yönünde olmuştur. Diğer uygulamalar saklama süresi sonunda kontrol numunesi ile aynı ya da daha fazla toplam canlı sayısının gelişmesine neden olmuştur.

Çizelge 4.1: Farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine ait toplam canlı sayısı ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama Süresi (gün)	Toplam Canlı Sayısı (log kob/g)					
	Kontrol	1 ppm 10 dk.	1ppm 30 dk.	1ppm 60 dk.	1,8 ppm 10 dk.	1,8 ppm 30 dk.
0	5,4±0,43 ^e	5,4±0,43 ^e	5,4±0,43 ^d	5,4±0,43 ^d	5,4±0,43 ^e	5,4±0,43 ^e
1	6,4±0,05 ^c	5,9±0,08 ^d	6,3±0,09 ^c	6,7±0,76 ^c	7,1±0,46 ^d	7,1±0,46 ^d
2	6,7±0,01 ^c	6,4±0,13 ^c	6,7±0,06 ^b	7,1±0,01 ^b	7,4±0,08 ^c	7,5±0,00 ^c
3	7,6±0,02 ^b	7,5±0,02 ^b	7,8±0,02 ^a	7,9±0,08 ^a	8,0±0,03 ^b	8,0±0,03 ^b
4	7,9±0,03 ^a	7,8±0,09 ^a	7,9±0,06 ^a	8,0±0,01 ^{bc}	8,3±0,10 ^{ba}	8,4±0,01 ^a

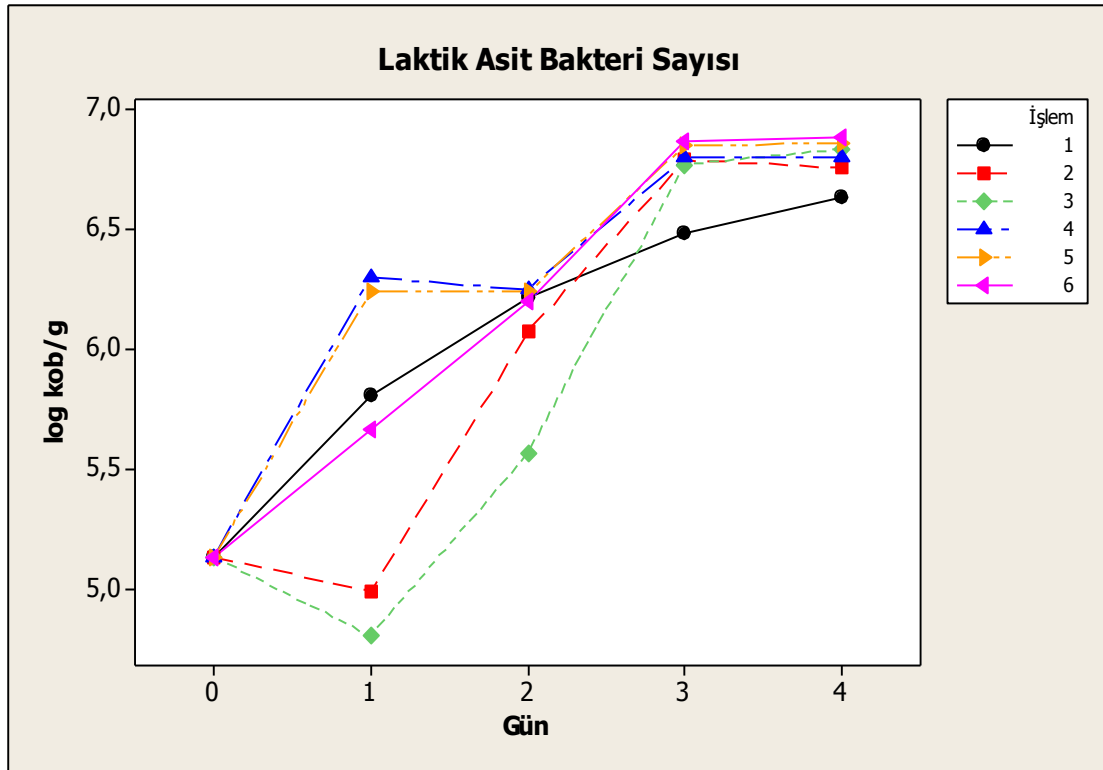
Aynı sütunda (a-e) küçük harflerle işaretlenen günler arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$).

Aynı satırda (A-D) büyük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki farklar önemlidir ($p < 0.05$).

Et ürünleri gıda güvenliği açısından risk oluşturan bir ürün grubudur. Bu nedenle mikrobiyolojik olarak kabul edilebilirliği önemlidir. Cardenas ve ark. (2011) yılında yapılan çalışmada bonfile örneklerine 0°C’ de ve 4°C’de 12 mg/saat kapasiteli bir jeneratör yardımıyla 3 saat ve 24 saat ozon gazı uygulanmış, ardından toplam canlı sayısı değişimi gözlemlenmiştir. Bonfile örneklerine 0°C’de 24 saat süre ile uygulanan ozon gazı ardından toplam canlı sayısında 2 log azalma görülmüştür.

Manousaridis ve ark. (2005) tarafından midyeler üzerinde yapılan bir başka çalışmada ozon uygulamasının toplam aerobik canlı sayısı üzerinde etkisi incelenmiştir. Midye örnekleri ozon konsantrasyonu 1 mg/l olan suya 60 dakika ve 90 dakika daldırılmış ve 4°C’de depolanmıştır. Midye örneklerindeki 90 dakikalık uygulama sonrası toplam canlı sayısında 0,7 log azalma görülmüştür.

Bonfile örneklerinde mikrobiyolojik analizler kapsamında toplam canlı sayısına ek olarak laktik asit bakteri sayısı da irdelenmiştir. Laktik asit bakteri sayısı et ürünlerinde ozon gazı konsantrasyonu ve uygulama süresinin laktik asit bakterisi üzerindeki etkisi Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2 : Bonfilede laktik asit bakteri sayısı değişiminde depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun etkisi.

*1.İşlem: Kontrol ; 2.İşlem: 1ppm, 10 dk.; 3.İşlem: 1ppm, 30 dk.; 4.İşlem: 1ppm 60 dk.; 5.İşlem: 1.8 ppm, 10 dk.; 6.İşlem: 1.8 ppm , 30 dk

Çizelge 4.2 : Farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine ait laktik asit bakterisi sayısı ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama Süresi (gün)	Laktik Asit Bakterisi Sayısı (log kob/g)					
	Kontrol	1 ppm 10 dk.	1 ppm 30 dk.	1 ppm 60 dk.	1,8 ppm 10 dk.	1,8 ppm 30 dk.
0	5,1±0,02 _A	5,1±0,02 _A	5,1±0,02 _A	5,1±0,02 _A	5,1±0,02 _A	5,1±0,02 _A
1	5,8±0,14 _{AB}	5,0±0,27 _C	4,8±0,14 _C	6,3±0,01 _A	6,2±0,02 _A	5,7±0,03 _B
2	6,2±0,01 _{AB}	6,1±0,01 _B	5,6±0,08 _C	6,2±0,01 _A	6,2±0,084 _A	6,2±0,00 _{AB}
3	6,5±0,01 _{C^b}	6,8±0,01 _{C^b}	6,8±0,00 _{B^a}	6,8±0,00 _{A^a}	6,8±0,01 _{A^b}	6,8±0,01 _{A^b}
4	6,7±0,00 _C	6,9±0,01 _B	7,0±0,05 _{AB}	6,9±0,01 _{AB}	6,9±0,00 _{AB}	7,0±0,01 _A

Aynı sütunda (a-e) küçük harflerle işaretlenen günler arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$).

Aynı satırda (A-D) büyük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki farklar önemlidir ($p < 0.05$).

Bonfile örneklerinde laktik asit bakteri sayısı sonuçlarında değişime depolama günü ve ozon gazı konsantrasyonunun ve süresinin etkisi analizlendi (Çizelge 4.2). Bonfile örneklerinin başlangıç laktik asit bakteri sayıları ilgili gıda gruplarıyla karşılaştırıldığında biraz daha yüksek olup, uygulamaların ardından 2 günden itibaren daha yüksek seviyelere (1 ppm 60 dakika; 6,2 log kob/g) ulaşmıştır.

Çizelge 4.2 incelendiğinde, farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon gazının laktik asit bakteri sayısındaki etkisi 1 ppm 30 dakika olan uygulamada 2. günde kontrole göre 0,6 log azalmıştır. Diğer uygulamalar saklama süresi sonunda kontrol numunesi ile aynı ya da daha fazla toplam canlı sayısına sahiptir.

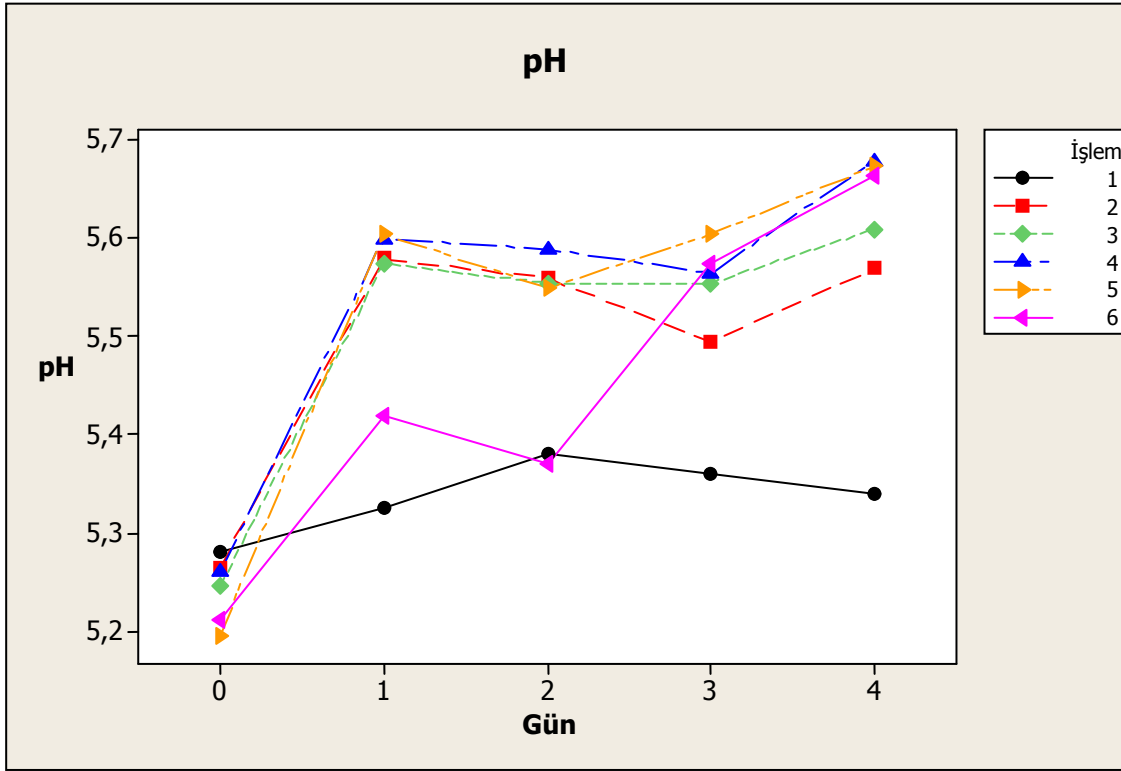
4.1.2 pH analizi sonuçları

Bonfile örneklerinde farklı konsantrasyon ve süredeki ozon gazının pH üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde, 4 gün süreyle depolanan örneklerde, ozon gazı konsantrasyonu ve uygulama süresi arttıkça daha yüksek pH değerine ulaşılmıştır. 1 ppm 10 dakika; 1ppm 30 dakika; 1 ppm 60 dakika; 1,8 ppm 10 dakika; 1,8 ppm 30 dakika uygulamaları ile kontrol grubuna ait bonfile örneklerinin sırası ile 5,3; 5,3; 5,3; 5,2; 5,2; 5,3 olan başlangıç pH değeri saklama sonunda 5,6; 5,6; 5,7; 5,7; 5,7; 5,3 olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.3). Buna göre pH değerindeki en az artış 1 ppm 10 dakika şeklinde uygulanan işlemde gözlenirken en fazla artış 1,8 ppm 30 dakika şeklinde uygulanan işlemde gözlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği'ne göre et ürünleri için pH limit değer 6,0 olarak belirtilmiştir.

İstatistiksel olarak ozon gazının pH değişimi üzerine etkisi önemli bulunmamıştır ($p<0,05$). Ayrıca, depolama süresi boyunca günler arası farkın genel olarak önemli olmadığı fakat kontrolle işlemler arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir. Tüm parametreler göz önünde bulundurulduğunda 1 ppm 10 dakika ve 1 ppm 30 dakika uygulamaları sonrasında görülen pH değişimi kontrol numunesine en yakın olup yine aynı şekilde uygulamalar sonucunda beklenen değere yakın değerler elde edilmiştir (Şekil 4.3).

Bonfile örneklerinde depolama süresince pH değişimi sonuçları değişime depolama günü ve ozon gazı konsantrasyonunun ve süresinin etkisi analizlendi (Çizelge 4.3). Tukey testine göre kontrol örneğinde günler arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Ancak kontrolle günler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Depolama süresi sonunda yine farklı konsantrasyon ve farklı süre uygulamaları sonucunda elde

edilen örneklerin arasındaki farkın önemli olmadığı fakat bu örneklerin kontrol numunesi ile arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.3 : Bonfilede pH değişiminde depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun etkisi.

*1.İşlem: Kontrol ; 2.İşlem: 1 ppm, 10 dk.; 3.İşlem: 1 ppm, 30 dk.; 4.İşlem: 1 ppm 60 dk.; 5.İşlem: 1.8 ppm, 10 dk.; 6.İşlem: 1.8 ppm , 30 dk.

Manousaridis ve ark. (2005) tarafından midyeler üzerinde yapılan bir başka çalışmada ozon uygulamasının pH değerlerine etkisi incelenmiştir. Midye örnekleri ozon konsantrasyonu 1 mg/l olan suya 60 dakika ve 90 dakika daldırılmış ve ardından 4°C’de depolanmıştır. Midye örneklerindeki 90 dakikalık uygulama sonrası elde edilen pH değerleri 6-6,3 arasında değişmektedir.

Etin normal de pH’ı 7 dir. Olgunlaşma sonrasında 5,8 değerine kadar düşer. Olgunlaşma sırasında kas glikojeni laktik aside kadar parçalanır. Bu durumda ette pH değerinde azalmaya neden olmaktadır. Rigor mortis ardından olgunlaşma süreci içerisinde ette pH değerinde değişim olmaktadır. Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde, pH değerlerindeki değişiminin tek kaynağının ozon gazı uygulaması olmayacağı, mikrobiyolojik faaliyetlerden dolayı da pH değerinin etkileneceği göz ardı edilmemelidir.

Et örneklerinde pH değerinde meydana gelen değişimle mikroorganizma sayısı arasındaki korelasyon katsayıları hesaplandığında kontrol için 0,32; 1 ppm 10 dk.

için 0,50; 1 ppm 30 dk. için 0,75; 1 ppm 60 dakika için 0,90; 1,8 ppm 10 dk. için 0,95 ve son olarak 1,8 ppm 30 dk. için 0,99 olarak elde edilmiştir. Sonuçlardan görüleceği üzere, pH değerinde artışın mikroorganizma sayısındaki artıştan etkilediği görülmektedir. Özellikle korelasyon katsayısı 0,90'ın üzerinde olan uygulamalarda pH artışı ve mikroorganizma sayısı artışı arasındaki ilişki daha açık görülmektedir.

Çizelge 4.3 : Farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine ait pH ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama Süresi (gün)	pH değeri					
	Kontrol	1 ppm 10 dk.	1 ppm 30 dk.	1 ppm 60 dk.	1,8 ppm 10 dk.	1,8 ppm 30dk.
0	5,3±0,01 _A ^b	5,3±0,02 _{AB} ^b	5,3±0,02 _{AB} ^c	5,3±0,01 _{AB} ^c	5,2±0,01 _B ^d	5,2±0,01 _{AB} ^d
1	5,3±0,04 _B ^{ab}	5,6±0,04 _A ^a	5,6±0,01 _A ^{ab}	5,6±0,01 _A ^b	5,6±0,03 _A ^b	5,4±0,03 _B ^c
2	5,4±0,01 _B ^a	5,6±0,01 _A ^a	5,6±0,01 _A ^b	5,6±0,01 _A ^b	5,6±0,03 _A ^c	5,4±0,03 _B ^c
3	5,4±0,01 _B ^{ab}	5,5±0,08 _A ^a	5,6±0,01 _A ^b	5,6±0,01 _A ^b	5,6±0,02 _A ^b	5,6±0,01 _A ^b
4	5,3±0,03 _C ^{ab}	5,6±0,04 _B ^a	5,6±0,01 _{AB} ^a	5,7±0,02 _A ^a	5,7±0,01 _A ^a	5,7±0,02 _{AB} ^a

Aynı sütunda (a-e) küçük harflerle işaretlenen günler arasındaki fark önemlidir (p< 0.05).

Aynı satırda (A-D) büyük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki farklar önemlidir (p< 0.05).

4.1.3 Renk analizi sonuçları

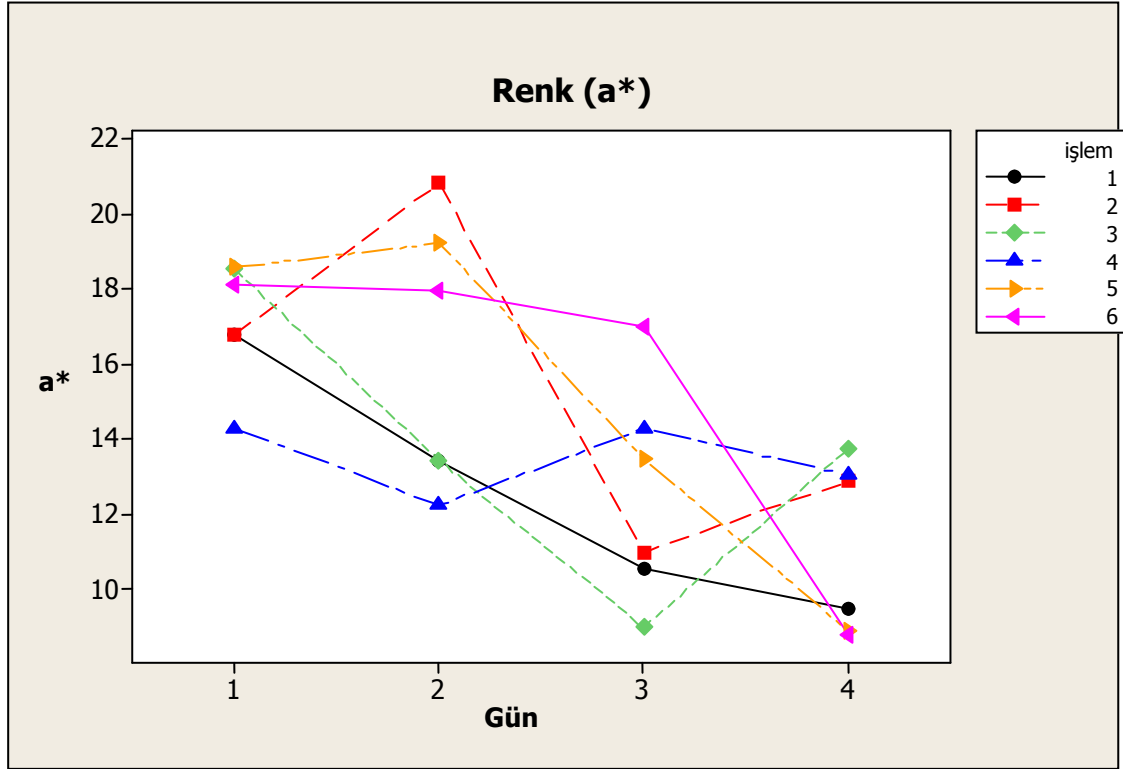
Ozon gazı uygulanmış ve herhangi bir işlem görmemiş kontrol grubu et örneklerinin kırmızılık belirteci olarak kabul edilen a*değerinin depolama süresi boyunca başlangıç gününe göre azaldığı görülmektedir (Şekil 4.4).

1 ppm 10 dakika; 1ppm 30 dakika; 1 ppm 60 dakika; 1,8 ppm 10 dakika; 1,8 ppm 30 dakika uygulamaları ile kontrol grubuna ait bonfile örneklerinin sırası ile 16,8; 18,5; 14,3; 18,6; 18,1; 16,8 olan başlangıç a* değerleri, saklama sonunda 11,8; 13,8; 11,1; 8,89; 8,8; 9,5 olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.4). Buna göre a* değerinde en az azalma (%26) 1 ppm 30 dakika şeklinde uygulanan işlemde gözlenirken en fazla azalma(%53) 1,8 ppm 30 dakika şeklinde uygulanan işlemde gözlenmiştir.

Tukey testine göre bütün işlemler arasında saklama süresi boyunca meydana gelen renk değişimi anlamlı bulunurken (p<0,05); aynı zamanda işlemler arasında da renk değeri açısından farklılık elde edilmiştir (p<0,05). Saklama sırasındaki renk değişimi 3. günden itibaren işlemler arası farklılaşmaya başlamış, kontrol numunesinin

başlangıç değerine en yakın değer 1 ppm 30 dakika uygulanan işlem olmuş, yine a^* değerinde en az azalma (%26) bu işlemde gözlenmiştir.

Et ürünlerinde renk tüketici tercihi açısından önemlidir (Stivarus ve diğ., 2001). Bonfile örneklerinde a^* değeri kırmızılığın bir belirtisi olduğu için önemlidir. Et örneklerinde depolama süresince a^* değerinin azalması myoglobin ve oksimiyoglobinin metmiyoglobine okside olduğunun göstergesidir (Cardenas, 2011).



Şekil 4.4: Bonfilede depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonu değişiminin renk üzerine etkisi.

*1.İşlem: Kontrol ; 2.İşlem: 1ppm, 10 dk.; 3.İşlem: 1ppm, 30 dk.; 4.İşlem: 1ppm 60 dk.; 5.İşlem: 1.8 ppm, 10 dk.; 6.İşlem: 1.8 ppm , 30 dk.

Değişik konsantrasyonlarda ozon gazı uygulanarak elde edilen a^* değerleri Stivarus ve diğ. (2001) ve Cardenas ve diğ. (2011) tarafından gerçekleştirilen deneysel sonuçlara benzerlik göstermektedir. Bu çalışmalarda da depolama süresince a^* değerlerinin azaldığı görülmektedir.

Etin kırmızılığındaki azalma kimyasal ve mikrobiyolojik kaynaklı olabilmektedir. Ozon gazı uygulamasının etin renginde değişikliğe neden olabilmesinin yanısıra üründeki mikrobiyal artışın da rengin değişmesine katkı sağlamamış olması da mümkündür.

Çizelge 4.4 : Farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine ait renk ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama Süresi (gün)	RENK (a*)					
	Kontrol	1 ppm 10 dk.	1ppm 30 dk.	1ppm 60 dk.	1,8 ppm 10 dk.	1,8 ppm 30 dk.
0	18,7±1,48 ^a	18,7±1,48 ^a	18,7±1,48 ^a	18,7±1,48 ^a	18,7±1,48 ^a	18,7±1,48 ^a
1	16,8±1,92 ^{AB} ^{ab}	16,8±1,35 ^{AB} ^a	18,5±0,05 ^{AB} ^a	14,3±0,81 ^B ^{ab}	18,6±0,12 ^A ^a	18,1±0,85 ^{AB} ^a
2	13,4±1,31 ^{BC} ^{bc}	20,8±1,71 ^A ^a	13,4±1,31 ^{BC} ^b	12,2±2,48 ^C ^b	19,2±0,52 ^{AB} ^a	18,0±0,01 ^{AB} ^a
3	10,5±0,23 ^{CD} ^c	11,0±0,63 ^{CD} ^b	9,0±0,66 ^D ^c	14,3±1,70 ^{AB} ^{ab}	13,5±0,55 ^{BC} ^b	17,0±0,01 ^A ^a
4	9,4±0,66 ^C ^c	11,7±0,45 ^A ^b	13,8±0,55 ^A ^b	11,1±0,02 ^A ^b	8,9±0,06 ^B ^c	8,8±0,31 ^B ^b

Aynı sütunda (a-e) küçük harflerle işaretlenen günler arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$).

Aynı satırda (A-D) büyük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki farklar önemlidir ($p < 0.05$).

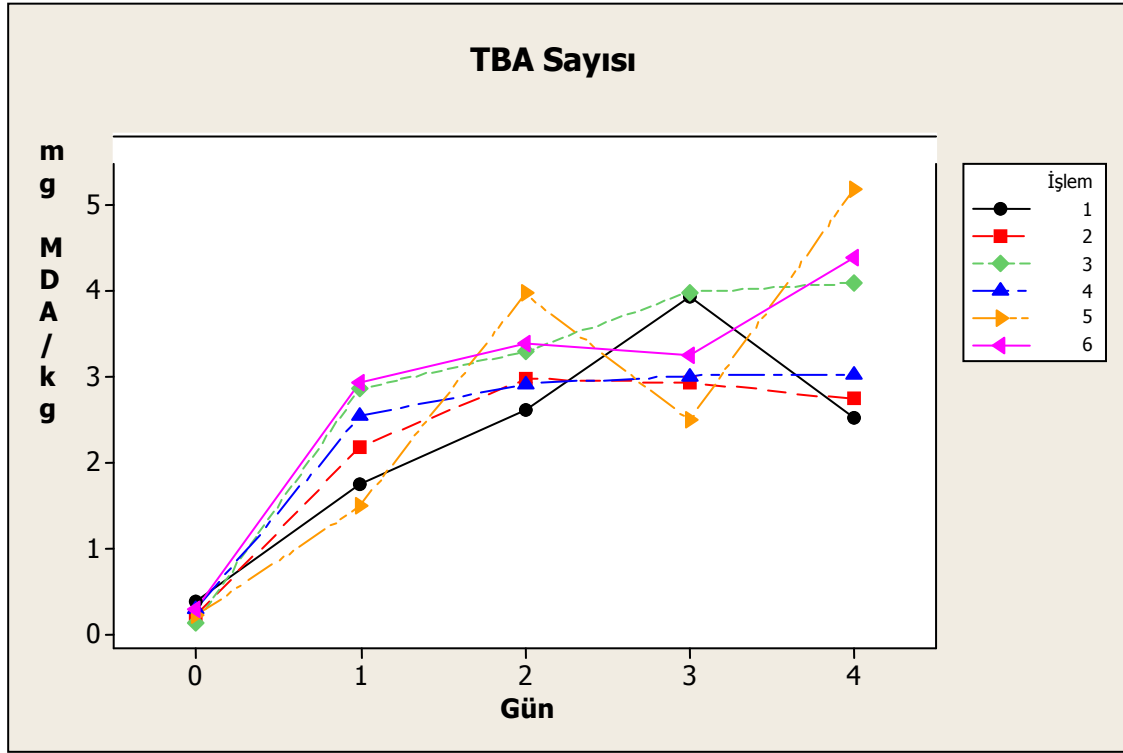
Etin kırmızılığındaki azalma kimyasal ve mikrobiyolojik kaynaklı olabilmektedir. Ozon gazı uygulamasının etin renginde değişikliğe neden olabilmesinin yanısıra üründeki mikrobiyal artışın da rengin değişmesine katkı sağlamamış olması da mümkündür.

4.1.4 TBA (Tiyobarbitürik asit) analizi sonuçları

TBA sayısı gıdalarda lipid oksidasyonunun derecesini belirlemede kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem ile oksidasyonun sonraki aşamalarında oluşan keton ve aldehit gibi karbonil bileşiklerin konsantrasyonları belirlenmektedir. Bu bileşikler ise yağlı gıdalarda oluşan kötü kokunun oluşmasına neden olur (Fernandez ve ark., 1997). Ozon gazı uygulanmış ve herhangi bir işlem uygulanmadan depolanan kontrol grubu et örneklerinin oksidasyon belirteci olarak kabul edilen TBA sayısının saklama süresi boyunca başlangıç gününe göre arttığı görülmektedir (Şekil 4.5).

1 ppm 10 dakika; 1 ppm 30 dakika; 1 ppm 60 dakika; 1,8 ppm 10 dakika; 1,8 ppm 30 dakika uygulamaları ile kontrol grubuna ait bonfile örneklerinin sırası ile 0,9; 0,5; 1,2; 0,9; 1,2; 1,5 olan başlangıç TBA değerleri, saklama sonunda 2,7; 4,1; 3,0; 5,2; 4,4; 2,5 olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.5). Buna göre TBA değerinde en az artış

(%39) kontrol numunesinde gözlenirken en fazla artış (%87) 1 ppm 30 dakika ozon gazı uygulanmış numunelerde gözlenmiştir.



Şekil 4.5 : Bonfilede depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun TBA sayısına etkisi.

*1.İşlem: Kontrol ; 2.İşlem: 1 ppm, 10 dk.; 3.İşlem: 1 ppm, 30 dk.; 4.İşlem: 1 ppm 60 dk.; 5.İşlem: 1.8 ppm, 10 dk.; 6.İşlem: 1.8 ppm , 30 dk.

TBA sayısının günlere göre istatistiksel analizi yapılmış olup, Tukey testi ile karşılaştırılması sonucunda TBA sayısında 0. gün ve 1. gün arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık vardır. Fakat 2, 3, 4. günlerde kendi aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur.

Tukey testine göre bütün işlemler arasında depolama süresi boyunca meydana gelen TBA sayısı değişimi anlamlı bulunurken ($p < 0,05$); aynı zamanda işlemler arasında da TBA sayısı açısından farklılık elde edilmiştir ($p < 0,05$). Depolama süresince TBA sayısı artışı uygulanan ozon konsantrasyonuyla orantılı olarak değişmiştir. TBA sayısı 2.günden itibaren işlemler arası farklılaşmaya başlamış ve en az olduğu değer 1 ppm 10 dakika uygulanan işlem olmuştur. Her bir işlem sonucunda depolama süresince TBA sayısının başlangıç durumuna göre arttığı; fakat bazı günler arasında TBA sayısında azalma olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedeni oksidasyon işlemi

sonucunda oluşan aldehit ve keton grubunun üçüncül bileşiklere dönüşüyor olması olabilir.

Çizelge 4.5 : Farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine ait TBA ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama Süresi (gün)	TBA Ortalamaları (mg MDA/kg)					
	Kontrol	1 ppm 10 dk.	1ppm 30 dk.	1 ppm 60 dk.	1,8 ppm 10 dk.	1,8 ppm 30 dk.
0	1,5±0,01 ^A ^e	0,9±0,02 ^C ^d	0,5±0,02 ^D ^d	1,2±0,01 ^B ^c	0,9±0,01 ^C ^e	1,2±0,03 ^B ^e
1	1,7±0,02 ^D ^d	2,2±0,02 ^C ^c	2,85±0,06 ^A ^c	2,5±0,01 ^B ^b	1,5±0,01 ^E ^d	2,9±0,02 ^A ^d
2	2,6±0,01 ^E ^b	3,0±0,01 ^{Da}	3,29±0,04 ^C ^b	2,9±0,02 ^{Da}	4,0±0,02 ^{Ab}	3,4±0,01 ^B ^c
3	3,9±0,02 ^F ^a	2,9±0,01 ^E ^a	3,98±0,01 ^D ^a	3,0±0,02 ^C ^a	2,5±0,01 ^B ^c	3,2±0,01 ^A ^b
4	2,5±0,01 ^F ^c	2,7±0,00 ^E ^b	4,1±0,02 ^D ^a	3,0±0,08 ^C ^a	5,2±0,01 ^B ^a	4,4±0,00 ^A ^a

Aynı sütunda (a-e) küçük harflerle işaretlenen günler arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$).

Aynı satırda (A-D) büyük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki farklar önemlidir ($p < 0.05$).

Cardenas ve ark. (2011) yılında yapılan çalışmada bonfile örneklerine 0°C’ de ve 4°C’de 12 mg/saat kapasiteli bir jeneratör yardımıyla 3 saat ve 24 saat ozon gazı uygulanmış, ardından TBA sayısındaki değişim incelenmiştir. Başlangıçta 0,16 mg MDA/kg olan TBA değeri 0°C’de 24 saatlik uygulamanın ardından 0,96 mg MDA/kg’a çıkmıştır.

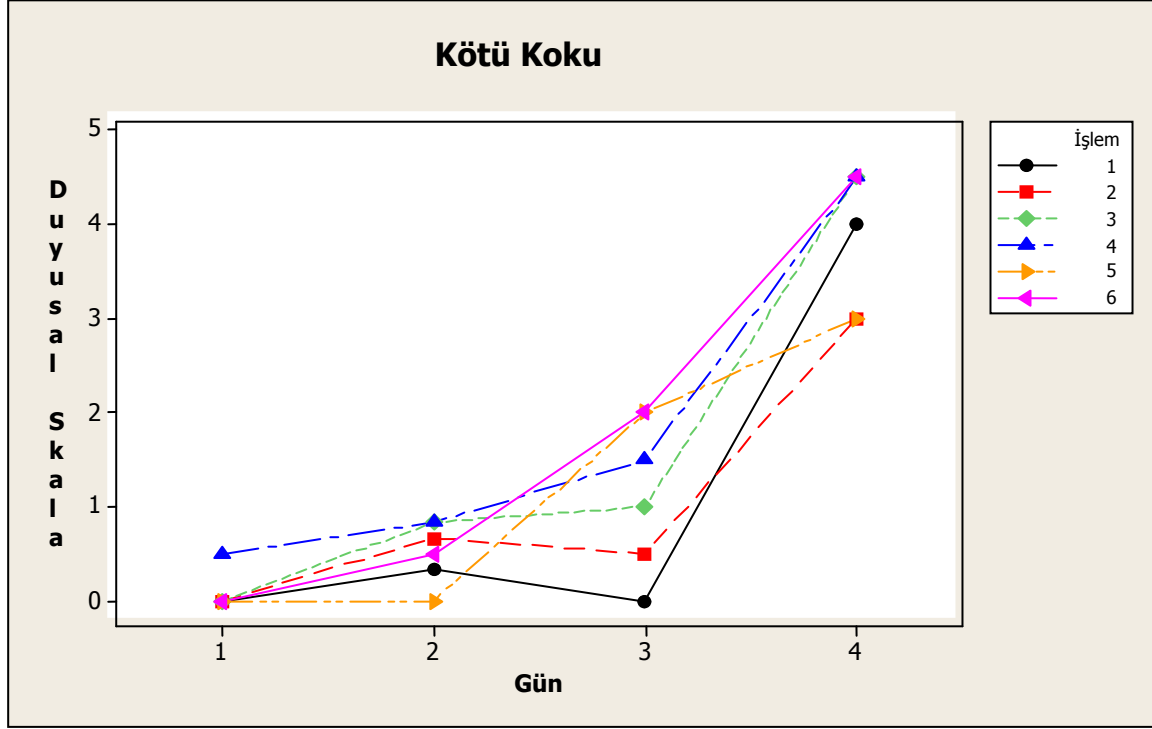
4.1.5 Kötü koku oluşumunun değerlendirilmesi

Duyusal analizlerde panelistlerine, farklı konsantrasyonlarda ozon gazı uygulandıktan sonra depolanmış bonfile örneklerinde koku karakterini olarak ‘taze et kokusu, okside koku, asidik koku, çürük koku algısı 0-5 (mevcut değil-çok kuvvetli) skalası ile değerlendirilmeleri istenmiştir. Panelistler taze et kokusu ve kötü kokuyu algılayabilmiş ancak spesifik olan kokuları ayırmada güçlük çekmişlerdir. Bu nedenle kötü koku sonuçları değerlendirmeye alınmıştır.

Şekil 4.6’de ve Çizelge 4.6’de depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun kötü koku oluşumu üzerine etkisi verilmiştir.

1 ppm 10 dakika; 1ppm 30 dakika; 1 ppm 60 dakika; 1,8 ppm 10 dakika; 1,8 ppm 30 dakika uygulamaları ile kontrol grubuna ait bonfile örneklerinin sırası duyusal

değerlendirmesi sonucunda konsantrasyon ve sürenin artmasının üründe istenilmeyen duyuşal özelliklerin gelişmesinde etkili olduğu görülmüştür. Yapılan duyuşal analizler sonucunda 3. günün sonunda 1,8 ppm 10-30 dakika uygulamaları panelistlerden skalada limit değeri olarak kabul edilen 2 değerini almış, duyuşal açıdan kabul edilmeyen özelliklere sahip olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.6 : Bonfilede depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun kötü koku oluşumu üzerine etkisi.

*1.İşlem: Kontrol ; 2.İşlem: 1ppm, 10 dk.; 3.İşlem: 1ppm, 30 dk.; 4.İşlem: 1ppm 60 dk.; 5.İşlem: 1.8 ppm, 10 dk.; 6.İşlem: 1.8 ppm , 30 dk.

Duyuşal analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, depolama süresi ve uygulanan konsantrasyonun duyuşal kötü koku oluşumunda etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Her bir işlem sonucunda edinilen gözlemlere göre örneklerin duyuşal kabul edilebilirliği hem gün bazında hem de konsantrasyonun miktarına bağlı olarak zamanla azalmaktadır.

Fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal analiz sonuçları irdelendiğinde, düşük süre düşük ozon konsantrasyon ile et örneklerinde daha iyi sonuçlara ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle et numuneleri için t_0 değerinin 1 ppm 10 dakika olarak belirlenmesi uygun görülmüştür.

Çizelge 4.6 : Farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine ait duyusal kötü koku puan ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama Süresi (gün)	Kötü Koku					
	Kontrol	1 ppm 10 dk.	1ppm 30 dk.	1 ppm 60 dk.	1,8 ppm 10 dk.	1,8 ppm 30 dk.
1	0,0±0,00 _B ^b	0,0±0,00 _B ^b	0,0±0,00 _B ^b	0,5±0,71 _A ^d	0,0±0,00 _B ^d	0,0±0,00 _B ^c
2	0,3±0,52 _A ^b	0,7±1,04 _A ^b	0,8±0,75 _A ^b	0,8±,75 _A ^c	0,0±0,00 _A ^c	0,5±0,55 _A ^c
3	0,00±0,00 _B ^b	0,5±0,71 _{AB} ^b	1,0±0,00 _{AB} ^b	1,5±0,00 _{AB} ^b	2,0±0,00 _A ^b	2,0±0,00 _A ^a
4	4,0±1,41 _A ^a	3,0±1,41 _A ^a	4,5±0,71 _A ^a	4,5±0,71 _A ^a	3,0±0,00 _A ^a	4,5±0,71 _A ^b

Aynı sütunda (a-e) küçük harflerle işaretlenen günler arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$).

Aynı satırda (A-D) büyük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki farklar önemlidir ($p < 0.05$).

Duyusal analiz sonuçları irdelendiğinde, et örneklerinin kabul edilebilirliğinin mikrobiyal artış ile ters orantılı olduğu görülmektedir. Toplam canlı sayısındaki artış kötü koku ve istenmeyen renk oluşumu üzerinde de etkili olmuştur.

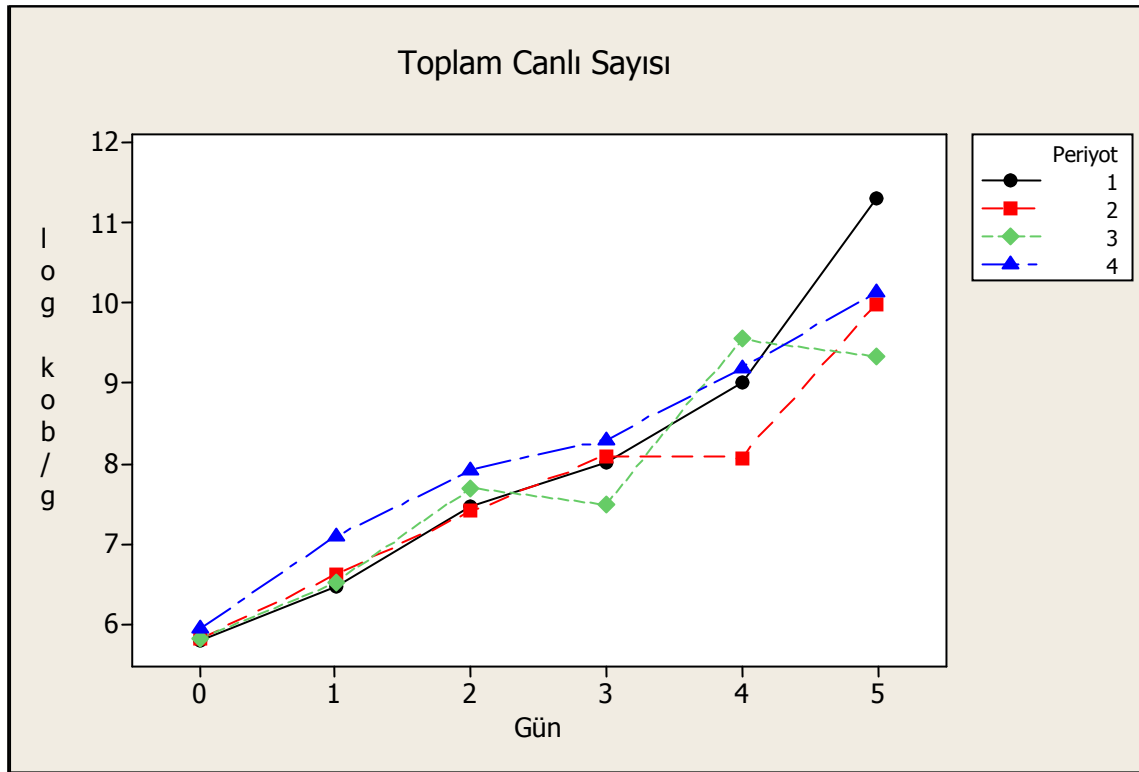
4.2 Bonfilede Periyodik Ozon Gazı Uygulaması

Ozon gazı için belirtilen güvenlik değerleri ve birinci bölümde verilen deney sonuçlarından yola çıkılarak, bonfile örneklerine uygulanan başlangıç ozon gazı konsantrasyonu 1 ppm olarak belirlenmiştir. Uygulamalar sonunda bonfile etler streç film ile sarılarak 4°C’de 7 gün süre ile depolanmıştır. Başlangıç olarak ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine 12 saat, 24 saat ve 3-24 saat aralıklarla periyodik olarak ozon gazı uygulanmıştır. Başlangıç uygulamasının (t_0 değeri 1 ppm 10 dakika) ardından örneklerle yine periyodik olarak 1 ppm 10 dakika olacak şekilde ozon gazı uygulanmıştır. Ürünlerin bu süre boyunca fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal kalite değişimleri 5 günlük depolama süresince incelenmiş ve sadece başlangıçta 1 ppm 10 dakika olarak ozon gazı uygulanan kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Örneklerde TBA, pH, duyusal değişim, renk, toplam canlı gelişimi değişimi değerlendirmeye alınmıştır.

4.2.1 Mikrobiyolojik analiz sonuçları

Başlangıç ve periyodik uygulamada 1 ppm 10 dakika olarak seçilen süre-konsantrasyona bağlı olarak toplam canlı sayısındaki değişim Şekil 4.7’ de

verilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'ne göre, çiğ ette toplam canlı sayısı için limit değer 5×10^6 kob/ g (6,7 log) olarak belirtilmektedir. Şekil 4.7'deki sonuçlar incelendiğinde, uygulama periyodunun kısa olduğu durumda (t=12 saat ve t=3-24 saat) kontrole göre et numunelerinde daha fazla canlı sayısına ulaşılmıştır. Bonfile örneklerinin başlangıç yükünün yüksek olması toplam canlı sayısının miktarının 1. gün sonunda izin verilen maksimum seviyeye gelmesine neden olmuştur. Değerlendirme yapılırken bu iki günlük süre ele alınmıştır. Tüm parametreler göz önünde bulundurulduğunda 24 saatlik periyot diğer uygulamalara göre daha iyi sonuçlar vermiştir. 1. günün sonunda toplam canlı sayısı kontrolde 6,46 log olurken, 12 saat periyot ile ozon gazı uygulamasında 6,61 log, 24 saat periyot ile ozon gazı uygulamasında 6,51 log ve 3-24 saat periyot ile ozon gazı uygulaması sonucu 7,09 log olmuştur. Buna göre toplam canlı sayısında en az artış kontrolde gözlenirken en fazla artış 3-24 saat şeklinde uygulanan işlemde gözlenmiştir.



Şekil 4.7 : Bonfilede toplam canlı sayısı değişiminde depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun etkisi.

*1.Periyot: Kontrol; 2.periyot: 12 saat; 3.Periyot: 24 saat; 4.Periyot: 3-24 saat

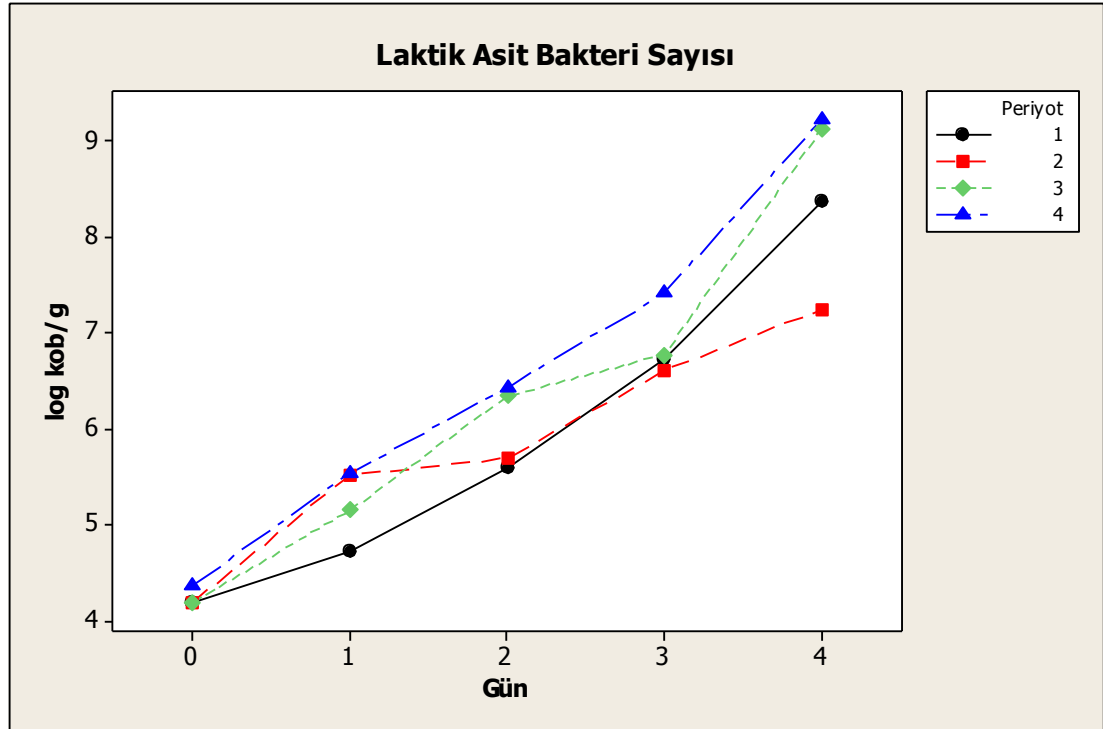
Diğer interval (periyot) denemeleri (t=12 saat ve t=3-24 saat) uygulanmış bonfile etler depolama süresi sonunda kontrol numunesi ile aynı veya daha fazla toplam canlı sayısına sahip olmuştur.

Çizelge 4.7: Farklı sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine ait toplam canlı sayısı ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama Süresi (gün)	Toplam Canlı Sayısı (log kob/g)			
	Kontrol	12 saat	24 saat	3-24 saat
0	5,8±0,02 _A ^e	5,8±0,04 _A ^d	5,8± 0,06 _A ^e	5,9±0,00 _A ^a
1	6,5±0,14 _B ^d	6,6±0,02 _B ^c	6,5±0,03 _B ^d	7,1±0,01 _A ^b
2	7,5±0,02 _C ^c	7,4±0,05 _C ^b	7,7±0,01 _B ^c	7,9±0,02 _A ^c
3	8,0±0,09 _{Ab}	8,1±0,07 _A ^a	7,5±0,03 _B ^b	8,3±0,08 _A ^d
4	9,0±0,06 _C ^a	8,1±0,06 _D ^a	9,6±0,00 _A ^a	9,2±0,01 _B ^e

Aynı sütunda (a-e) küçük harflerle işaretlenen günler arasındaki fark önemlidir (p< 0.05).

Aynı satırda (A-D) büyük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki farklar önemlidir (p< 0.05).



Şekil 4.8 : Bonfilede laktik asit bakteri sayısı değişiminde depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun etkisi.

*1.Periyot: Kontrol; 2.periyot: 12 saat; 3.Periyot: 24 saat; 4.Periyot: 3-24 saat

Bonfile örneklerinde mikrobiyolojik analizler kapsamında toplam canlı sayısına ek olarak laktik asit bakteri sayısı da irdelenmiştir. Laktik asit bakteri sayısı et ürünlerinde Ozon gazı konsantrasyonu ve uygulama süresinin laktik asit bakterisi üzerindeki etkisi Şekil 4.8’de verilmiştir.

Diğer interval (periyot) denemeleri (t=24 saat ve t=3-24 saat) uygulanmış bonfile etler depolama süresi sonunda daha fazla laktik asit bakteri sayısına sahip olmuştur. Bonfile örnekleri 4. günün sonunda laktik asit bakteri sayısı bakımından en uygun değer 12 saat periyodik olarak ozon gazı uygulaması sonucu elde edilmiştir. Depolama sonucunda kontrole göre 1,12 log daha az gelişme olmuştur.

Çizelge 4.8 : Farklı sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerinin laktik asit bakteri sayısı Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama Süresi (gün)	Laktik Asit Bakterisi Sayısı (log kob/g)			
	Kontrol	12 saat	24 saat	3-24 saat
0	4,2±0,02 _B ^e	4,2±0,02 _B ^d	4,2± 0,02 _B ^d	4,4±0,03 _A ^e
1	4,7±0,18 _{Bd}	5,5±0,13 _A ^c	5,2±0,21 _{AB} ^c	5,5±0,01 _A ^d
2	5,6±0,06 _B ^c	5,7±0,03 _B ^c	6,3±0,05 _A ^b	6,4±0,02 _A ^c
3	6,7±0,05 _B ^b	6,6±0,01 _B ^b	6,8±0,18 _B ^b	7,4±0,01 _A ^b
4	8,4±0,03 _B ^a	7,2±0,05 _C ^a	9,1±0,01 _A ^a	9,2±0,01 _A ^a

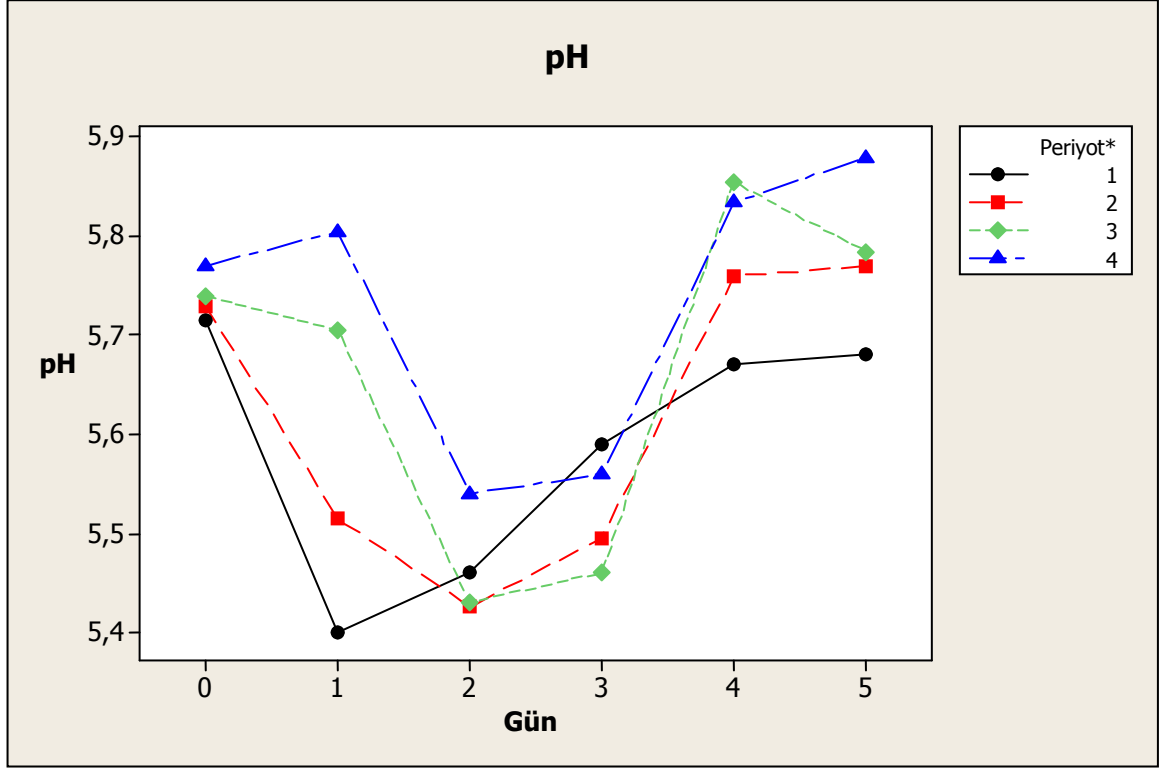
Aynı sütunda (a-e) küçük harflerle işaretlenen günler arasındaki fark önemlidir (p< 0.05).

Aynı satırda (A-D) büyük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki farklar önemlidir (p< 0.05).

4.2.2 pH analizi sonuçları

Bonfile örneklerinde farklı periyodik uygulamalarda ozon gazının pH üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde 5 gün süreyle depolanan örneklerde, uygulama sayısı arttıkça (t=3-24 saat) daha yüksek pH değerine ulaşılmıştır. Buna göre pH değerindeki en az artış 24 saatlik periyotlarla uygulanan işlemde gözlenirken en fazla artış 3-24 saatlik periyotlar şeklinde uygulanan işlemde gözlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği'ne göre et ürünleri için pH limit değer 6,0 olarak belirtilmiştir. İncelenen durumlarda etlerin pH'ı Tebliğ'de belirtilen limit değere uygundur.

Tüm parametreler göz önünde bulundurulduğunda 24 saatlik periyotlarla ozon gazı uygulanan örneklerin pH değişimi kontrol numunesine en yakın olup yine aynı şekilde uygulamalar sonucunda beklenen değere yakın değerler elde edilmiştir (Şekil 4.9). Periyodik uygulama sonucunda incelenen numunelerdeki pH değişimi mikrobiyolojik bozulmanın da bir göstergesidir.



Şekil 4.9: Bonfilede pH değişiminde depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun etkisi.

*1.Periyot: Kontrol; 2.Periyot: 12 saat; 3.Periyot: 24 saat; 4.Periyot: 3-24 saat

Çizelge 4.9 : Farklı sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerinin pH değeri Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama Süresi (gün)	pH değeri			
	Kontrol	12 saat	24 saat	3-24 saat
0	5,7±0,01 _A ^a	5,7±0,01 _A ^a	5,7± 0,03 _A ^b	5,8±0,01 _A ^b
1	5,4±0,03 _D ^c	5,5±0,02 _C ^b	5,7±0,01 _B ^b	5,8±0,01 _A ^{ab}
2	5,5±0,03 _{AB} ^c	5,4±0,04 _B ^b	5,4±0,01 _{AB} ^c	5,5±0,03 _A ^c
3	5,6±0,01 _A ^b	5,5±0,02 _{BC} ^b	5,5±0,01 _C ^c	5,6±0,01 _{AB} ^c
4	5,7±0,01 _C ^{ab}	5,8±0,01 _B ^a	5,9±0,01 _A ^a	5,8±0,01 _A ^a

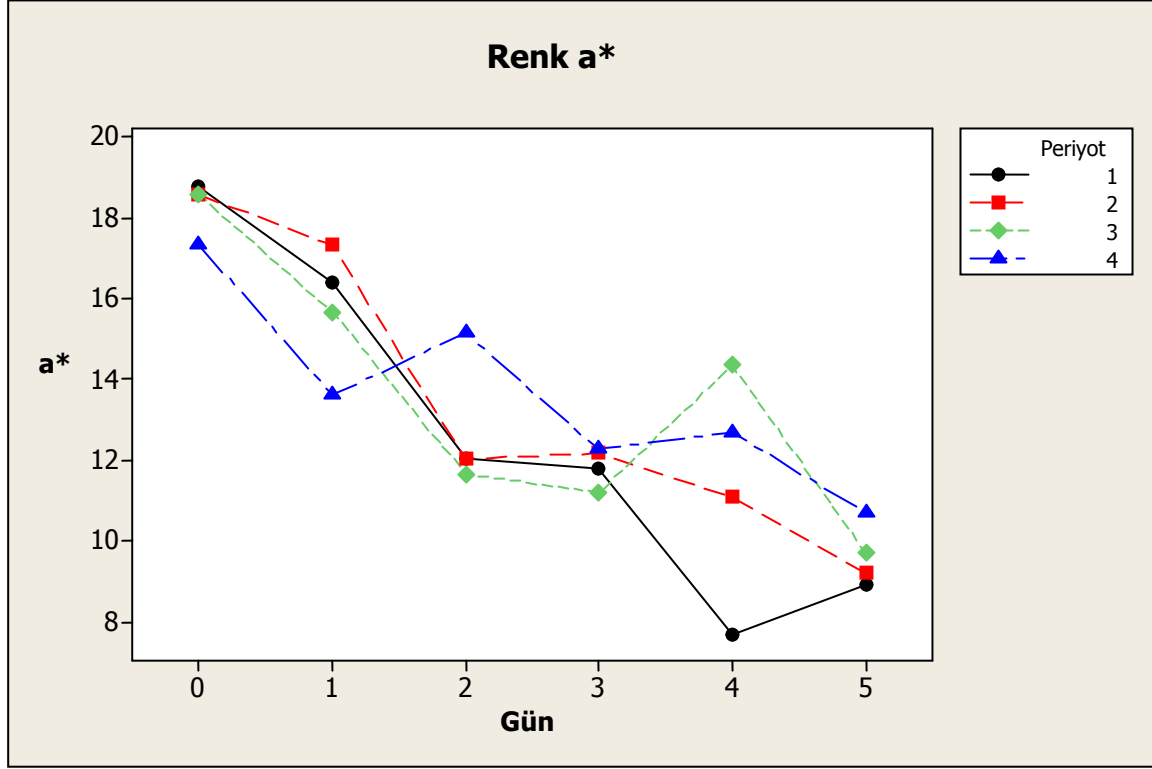
Aynı sütunda (a-e) küçük harflerle işaretlenen günler arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$).

Aynı satırda (A-D) büyük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki farklar önemlidir ($p < 0.05$).

4.2.3 Renk analizi sonuçları

Periyodik olarak ozon gazı uygulanmış ve kontrol gurubu et örneklerinin kırmızılık belirteci olarak kabul edilen a*değerinin depolama süresi boyunca boyunca başlangıç gününe göre azaldığı görülmektedir (Şekil 4.10).

Buna göre a^* değeri en az azalma 24 saatlik periyot şeklinde uygulanan işlemden gözlenirken en fazla azalma 12 saatlik periyodik uygulama şeklinde uygulanan işlemden gözlenmiştir.



Şekil 4.10 : Bonfilede depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonu değişiminin renk üzerine etkisi.

*1.Periyot: Kontrol; 2.Periyot: 12 saat; 3.Periyot: 24 saat; 4.Periyot: 3-24 saat

Et ürünlerinde renk tüketici tercihi açısından önemlidir (Stivarus ve diğ., 2001). Bonfile örneklerinde a^* değeri kırmızılığın bir belirtisi olduğu için önemli olup, et örneklerinde depolama süresince a^* değerinin azalması myoglobin ve oksimiyoglobinin metmiyoglobine okside olduğunun göstergesidir (Cardenas, 2011). Değişik konsantrasyonlarda ozon gazı uygulanarak elde edilen a^* değerleri Stivarus ve diğ. (2001) ve Cardenas ve diğ. (2011) tarafından gerçekleştirilen deneysel sonuçlara benzerlik göstermektedir. Bu çalışmalarda da depolama süresince a^* değerlerinin azaldığı görülmektedir.

Çizelge 4.10 : Farklı sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine ait Renk (a*) değeri Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama Süresi (gün)	Renk (a*)			
	Kontrol	12 saat	24 saat	3-24 saat
0	18,8±0,44 _A ^a	18,6±0,73 _A ^a	18,6± 0,73 _A ^a	17,3±0,24 _A ^a
1	17,3±0,42 _A ^a	16,4±0,72 _A ^a	15,7±0,28 _A ^b	13,6±0,09 _B ^{bc}
2	12,0±0,34 _B ^b	12,0±0,24 _B ^b	11,6±0,46 _B ^c	15,2±0,10 _A ^b
3	11,8±1,10 _A ^b	12,2±0,94 _A ^b	11,2±0,09 _A ^c	12,3±0,10 _A ^c
4	7,7±0,35 _C ^c	11,1±0,28 _B ^b	14,4±0,20 _A ^b	12,7±0,92 _{AB} ^c

Aynı sütunda (a-e) küçük harflerle işaretlenen günler arasındaki fark önemlidir (p< 0.05).

Aynı satırda (A-D) büyük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki farklar önemlidir (p< 0.05).

Sonuçlar değerlendirildiğinde et örneklerinde a* değerinde meydana gelen azalmada mikrobiyolojik bozulmanın da etkisi olabileceği düşünülmektedir.

4.2.4 TBA (Tiyobarbitürik asit) analizi sonuçları

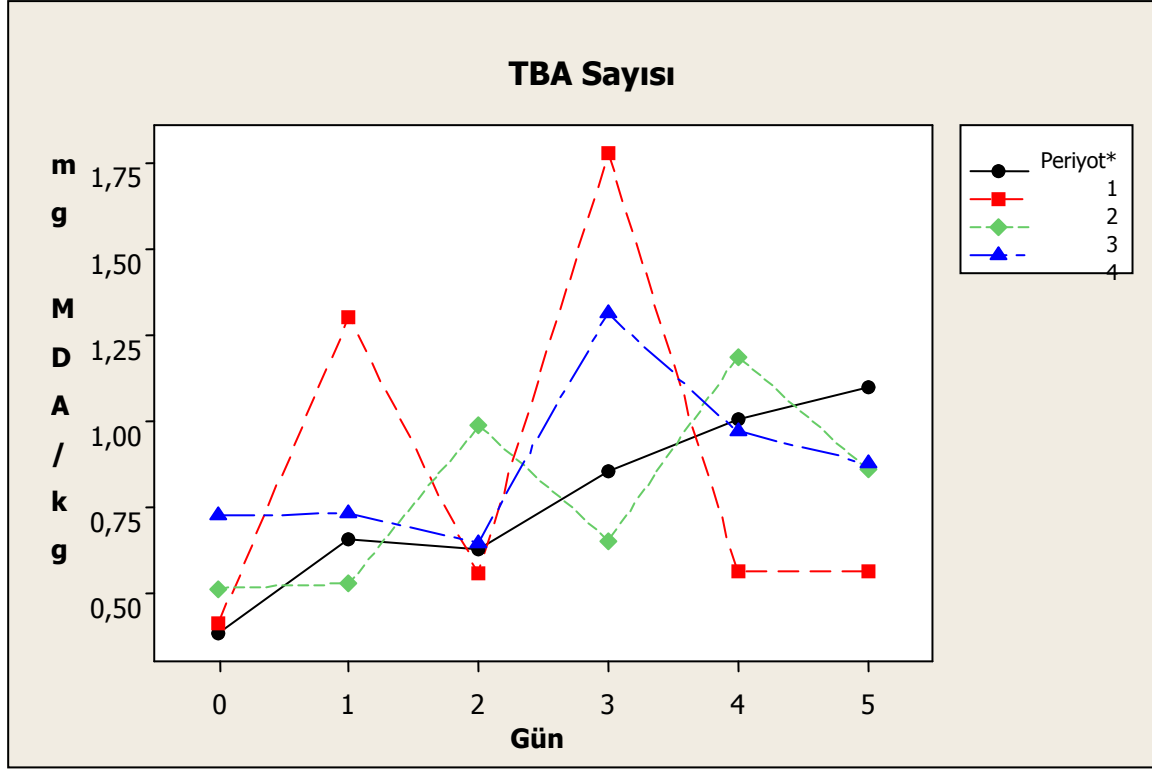
TBA sayısı gıdalarda lipid oksidasyonunun derecesini belirlemede kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem ile oksidasyonun sonraki aşamalarında oluşan keton ve aldehit gibi karbonil bileşiklerin konsantrasyonları belirlenmektedir. Bu bileşikler ise yağlı gıdalarda oluşan kötü kokunun oluşmasına neden olur.

Ozon gazı değişik periyotlarda uygulanmış ve kontrol grubu et örneklerinin oksidasyon belirteci olarak kabul edilen TBA sayısının saklama süresi boyunca başlangıç gününe göre arttığı görülmektedir (Şekil 4.11).

Buna göre TBA değerinde, 0. güne göre karşılaştırma yapıldığında en az artış 12 saatlik periyotlar şeklinde uygulanan işlemde gözlenirken en fazla artış kontrol örneğinde gözlenmiştir. Ancak 12 saatlik periyotlu uygulamada TBA değerlerindeki dalgalanmanın fazla olması nedeniyle optimum uygulamanın TBA değeri açısından 24 saat olarak alınması uygun görülmüştür.

Depolama süresince TBA sayısı artışı uygulanan ozon konsantrasyonuyla orantılı olarak değişmiştir. TBA sayısı 2. günden itibaren işlemler arası farklılaşmaya başlamış ve en az olduğu değer 12 saatlik periyotlar ile uygulanan işlem olmuştur. Her bir işlem sonucunda depolama süresince TBA sayısının başlangıç durumuna göre arttığı; fakat bazı günler arasında TBA sayısında azalma olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedeni oksidasyon işlemi sonucunda oluşan aldehit ve keton

grubunun üçüncül bileşiklere dönüşüyor olması olabilir. Ozon gazı yüksek oksitleme kapasitesine sahiptir. Örneklerde yapılan analizler sonucunda TBA sayısının yükselmesi ozon gazının et örneklerinde bulunan yağ ile etkileşimi sonucunda artmış olabilmektedir.



Şekil 4.11 : Bonfilede depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun TBA sayısına etkisi.

*1.Periyot: Kontrol; 2.Periyot: 12 saat; 3.Periyot: 24 saat; 4.Periyot: 3-24 saat

Çizelge 4.11 : Farklı sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine ait TBA sayısı Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

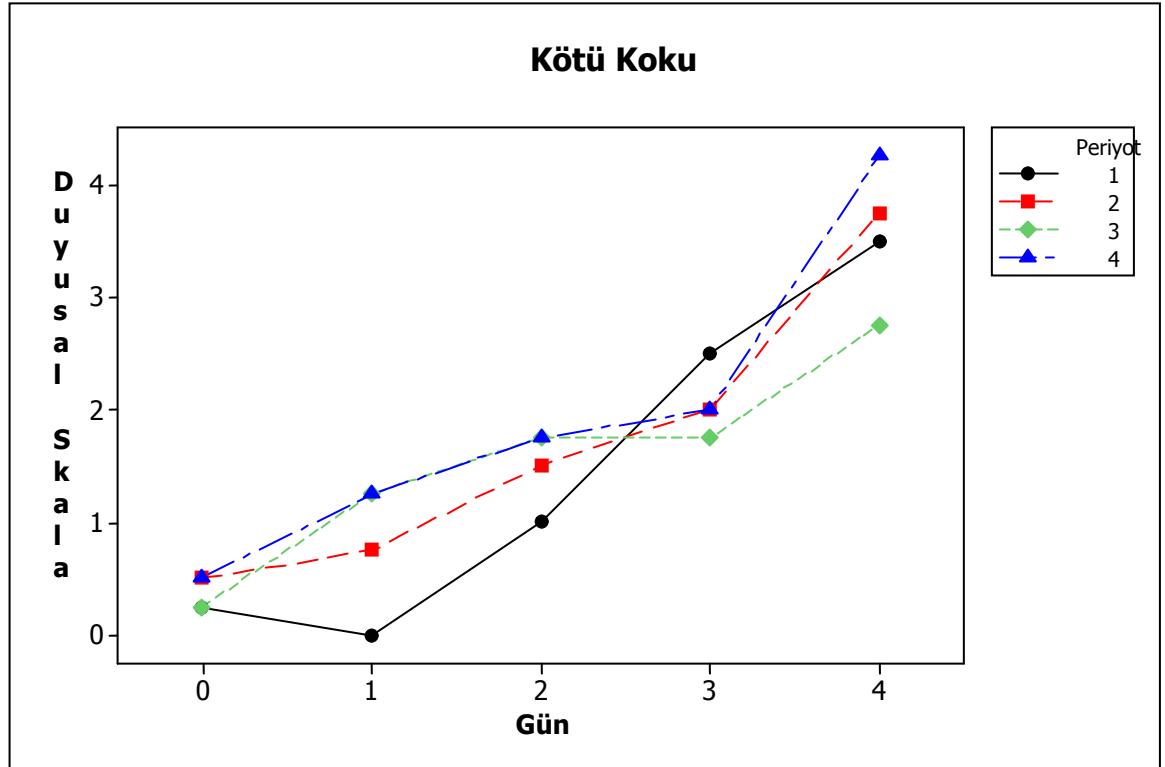
Depolama Süresi(gün)	TBA Sayısı (mg MDA/kg)			
	Kontrol	12 saat	24 saat	3-24 saat
0	0,4±0,01 _C ^d	0,4±0,00 _C ^d	0,5±0,01 _B ^d	0,7±0,01 _A ^c
1	0,7±0,01 _C ^c	1,3±0,01 _A ^b	0,5±0,01 _D ^d	0,7±0,01 _B ^c
2	0,6±0,02 _B ^c	0,6±0,01 _C ^c	1,0±0,01 _A ^b	0,6±0,01 _B ^d
3	0,9±0,01 _C ^b	1,8±0,01 _A ^a	0,7±0,02 _D ^c	1,3±0,01 _B ^a
4	1,0±0,05 _B ^a	0,6±0,01 _C ^c	1,2±0,01 _A ^a	1,0±0,01 _B

Aynı sütunda (a-e) küçük harflerle işaretlenen günler arasındaki fark önemlidir (p< 0.05).

Aynı satırda (A-D) büyük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki farklar önemlidir (p< 0.05).

4.2.5 Kötü koku oluşumunun değerlendirilmesi

Duyusal analizlerde panelistlere, farklı periyotlarda ozon gazı uygulanmış ardından depolanmış bonfile örneklerinde koku karakteri olarak ‘ taze et kokusu, okside koku, asidik koku, çürük koku algısı 0-5 (mevcut değil-çok kuvvetli) skalası ile sorulmuştur. Panelistler taze et kokusu ve kötü kokuyu algılayabilmiş ancak spesifik olan kokuları ayırmada güçlük çekmişlerdir. Bu nedenle kötü koku sonuçları değerlendirmeye alınmıştır.



Şekil 4.12 : Bonfilede depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun kötü koku oluşumu üzerine etkisi.

*1.Periyot: Kontrol; 2.Periyot: 12 saat; 3.Periyot: 24 saat; 4.Periyot: 3-24 saat

Her bir işlem sonucunda edinilen gözlemlere göre örneklerin duysal kabul edilebilirliği hem gün bazında hem de periyodik uygulamanın sıklığına bağlı olarak zamanla azalmaktadır. 4 günlük sonuçlar değerlendirildiğinde, 24 saatlik periyot uygulamasında kötü koku oluşumunun diğer uygulamalara ve kontrole göre daha az olduğu gözlenmektedir. Bonfile numunelerinin toplam canlı bakteri sayısı Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği'nde taze et için 6,7 log limit değeri ile birlikte irdelendiğinde, incelenen bonfile örneklerinin 2. günden sonra mikrobiyolojik açıdan tüketilebilirliği mümkün gözükmemektedir. Bu durumda

duyusal olarak kötü koku açısından bütün et numunelerinin tüketilebilir durumda olduğu Şekil 4.12’ den de görülmektedir.

Çizelge 4.12 : Farklı sürelerde ozon gazı uygulanan bonfile örneklerine ait kötü koku sonuçlarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama Süresi(gün)	Kötü Koku			
	Kontrol	12 saat	24 saat	3-24 saat
0	0,3±0,05 _A ^{bc}	0,5±0,58 _A ^b	0,3±0,50 _A ^b	0,5±0,58 _A ^b
1	0,0±0,00 _A ^c	0,8±0,96 _A ^b	1,3±1,50 _A ^{ab}	1,3±1,50 _A ^b
2	1,0±1,16 _A ^{bc}	1,5±1,29 _A ^b	1,8±1,50 _A ^{ab}	1,8±0,71 _A ^{ab}
3	2,5±1,29 _A ^{ab}	2,0±1,41 _A ^{ab}	1,8±0,96 _A ^{ab}	2,0±1,83 _A ^{ab}
4	3,5±1,00 _{AB} ^a	3,8±0,50 _{AB} ^a	2,8±0,50 _B ^a	4,3±0,50 _A ^a

Aynı sütunda (a-e) küçük harflerle işaretlenen günler arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$).

Aynı satırda (A-D) büyük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki farklar önemlidir ($p < 0.05$).

Bonfile örnekleri 3. günden itibaren limit değeri olarak kabul edilen 2 değerini almışlardır. Çizelge 4.12’de görüldüğü gibi kontrol grubunda kötü koku oluşumu diğer gruplara göre daha fazla olmuştur. 24 saatlik periyot ile ozon gazı uygulanmış örnekler 3. günün sonunda kötü koku açısından diğer numunelere göre daha iyi olarak değerlendirilmiştir.

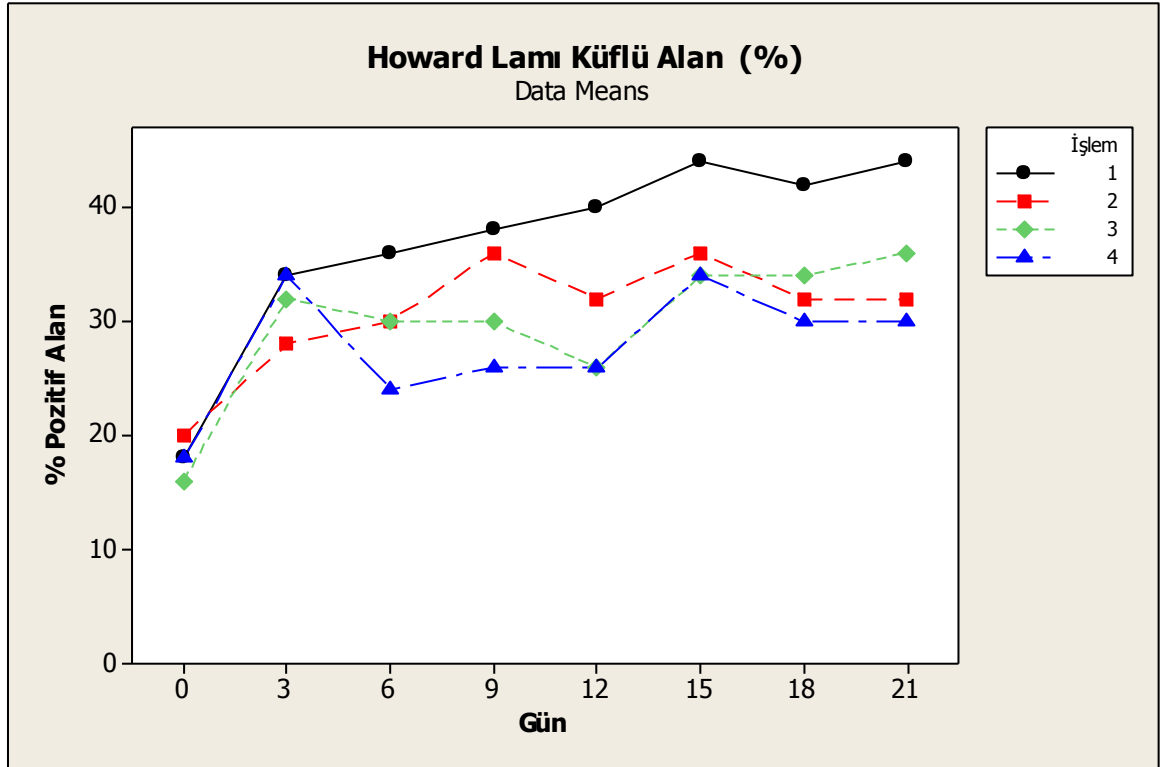
4.3 Salçada Başlangıç Ozon Gazı Konsantrasyonunun(c_0) Belirlenmesi

Ozon gazı için belirtilen güvenlik değerleri ve literatürdeki çalışma sonuçları ile öncül çalışma sonuçları göz önünde bulundurularak, salça örneklerine 0,5 ppm 10 dakika; 2,5 ppm 10 dakika ve 5 ppm 10 dakika şeklinde ozon gazı uygulaması yapılmıştır.

4.3.1 Mikrobiyolojik analiz sonuçları

Domates salçası numunelerinde mikrobiyolojik analiz kapsamında Howard küf sayımı yapılmıştır. Bu yöntem salçada bulunan küf misellerinin sayımına dayalı bir yöntem olup, mikroskop yardımıyla belirlenen pozitif alanlar “küflü alan (%)” olarak ifade edilir. Türk Gıda Kodeksi Salça ve Püre Tebliği’ne göre domates salçasında ‘Howard Küf sayımında pozitif alan sayısı 60’ı geçemez’ şeklinde belirtilmiştir. Örneklerdeki mikrobiyolojik analizler 21 günlük depolama süreci boyunca sürdürülmüştür.

Ozon gazının domates salçasındaki küf gelişimi üzerindeki etkisi Şekil 4.13’de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, ozon gazı konsantrasyonu arttıkça örneklerde daha düşük pozitif alan değerlerine ulaşılmıştır. 0. gün uygulamasında salça örneklerinin küflü alan miktarlarının aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p<0,05$). Ancak tüm uygulamalar göz önünde bulundurulduğunda, 21. gündeki küflü alan sayılarının 0. gündeki küflü alan sayılarından istatistiksel olarak farklı olduğu görülmektedir. Sonuçlar irdelendiğinde, ozon gazı uygulanmış salça örneklerinin küflü alan sayılarının kontrol grubu örneklerinden düşük olduğu görülmektedir. 5 ppm 10 dakika ozon gazı uygulanmış salça örneklerindeki pozitif alan sayısının diğer uygulamalara ve kontrol grubuna göre daha az olduğu görülmektedir. Ozon gazı uygulamasının küf misellerinde azalmaya neden olduğu ve oluşumunu yavaşlatma yönünde bir etkisinin olduğu söylenebilir.



Şekil 4.13 : Salçada depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonu değişiminin Howard küflü alan sayısı üzerine etkisi.

*1.İşlem:Kontrol ; 2.İşlem: 0,5ppm, 10 dk.; 3.İşlem: 2,5ppm, 10 dk.; 4.İşlem: 5ppm 10 dk.

Elde edilen sonuçlara, depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonun mikroorganizma sayısına etkisini incelemek amacıyla tek yönlü varyans analizi

(ANOVA) uygulanmıştır. Çizelge 4.13’de görüldüğü gibi işlemler ve günler arası değerler için Tukey testi uygulanmıştır.

Küflü alan yüzdeleri sırasıyla kontrol; 0,5 ppm; 2,5 ppm; 5 ppm numunelerinde başlangıçta %18, %20, %16, %18 olarak hesaplanmış, depolama süresi sonucunda ise bu yüzdeler %44, %32, %36, %30 olmuştur. Küflü alan yüzdesinde depolama süresi sonunda en fazla artış kontrol numunesinde (%26) olurken, en az artış ise 0,5 ppm ve 5 ppm (% 12) uygulamalarında olmuştur.

Çizelge 4.13 : Farklı konsantrasyonlarda ozon gazı uygulanan salça örneklerine ait Howard küflü alan ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama süresi (gün)	Howard Lamı Küflü Alan (%)			
	Kontrol	0,5 ppm 10 dk.	2,5 ppm 10 dk.	5 ppm 10 dk.
0	18±2,8 _A ^b	20±0,0 _A ^b	16±0,0 _A ^b	18±2,8 _A ^b
3	34±2,8 _A ^a	28±0,0 _A ^{ab}	32±5,7 _A ^{ab}	34±2,8 _A ^a
6	36±0,0 _A ^a	30±2,8 _{AB} ^a	30±2,8 _{AB} ^{ab}	24±0,0 _B ^{ab}
9	38±2,8 _A ^a	36±0,0 _A ^a	30±2,8 _{AB} ^{ab}	26±2,8 _B ^{ab}
12	40±5,7 _A ^a	32±0,0 _A ^a	26±2,8 _A ^{ab}	26±2,8 _A ^{ab}
15	44±0,0 _A ^a	36±5,7 _A ^a	34±2,8 _A ^a	34±2,8 _A ^a
18	42±2,8 _A ^a	32±0,0 _A ^a	34±8,5 _A ^a	30±2,8 _A ^a
21	44±0,00 _A ^a	32±0,00 _{BC} ^a	36±0,00 _B ^a	30±2,83 _C ^a

Aynı sütunda (a-e) küçük harflerle işaretlenen günler arasındaki fark önemlidir (p< 0.05).

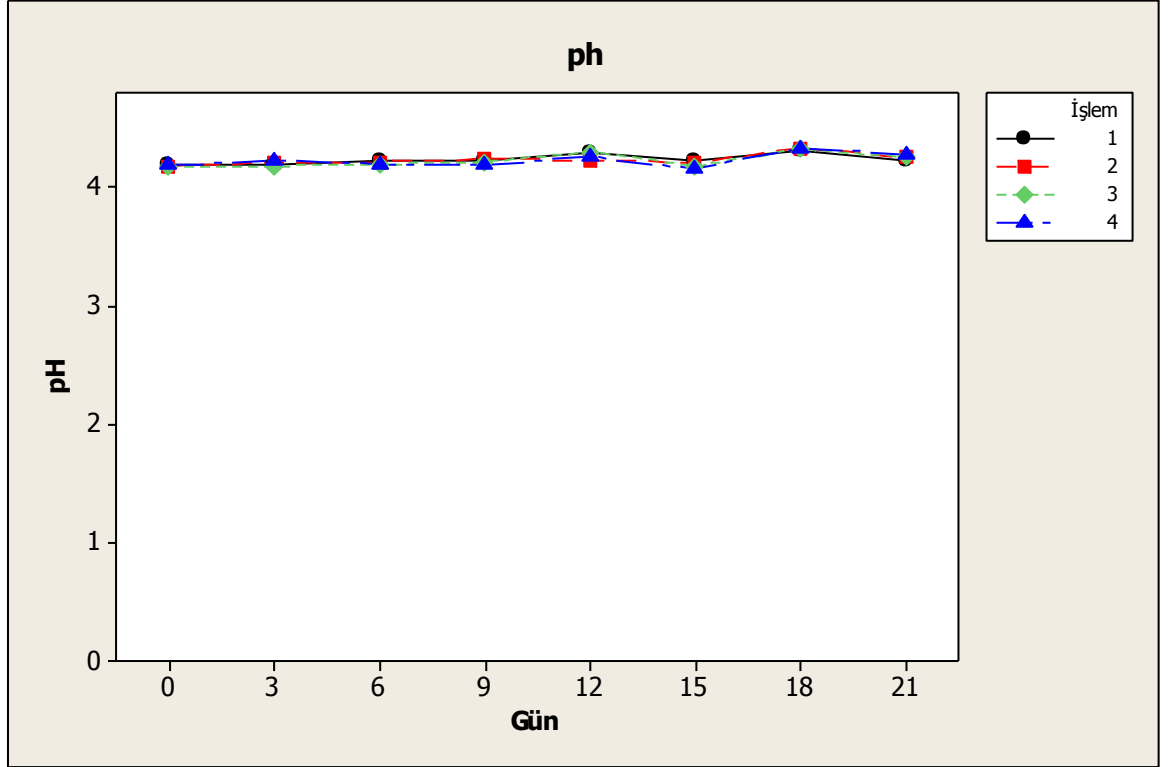
Aynı satırda (A-D) büyük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki farklar önemlidir (p< 0.05).

Literatür araştırması sonucunda ozon uygulaması sonucunda howard küf sayımı yapılmış herhangi bir çalışma bulunamamıştır. Ekinci ve arkadaşları tarafından 2014 yılında salça örnekleri üzerinde yapılan bir çalışmada farklı sıcaklık (4, 20, 28 ve 37°C) ve ambalaj materyalinin mikrobiyolojik gelişmeye olan etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada 4°C’de depolanan ambalajı açılmamış domates salçalarının başlangıçtaki küflü alan sayısı %32 olarak bulunmuş depolama süresi (10 ay) boyunca küflü alan sayısı %31-32 arasında değişmiştir.

4.3.2 pH analizi sonuçları

Domates salçası örneklerinde farklı konsantrasyonlardaki ozon gazının pH üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde 21 gün süreyle depolanan örneklerde, ozon

konsantrasyonu ve uygulama süresi arttıkça pH değerinde bir değişimin olmadığı gözlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Salça ve Püre Tebliği'ne göre domates salçası için pH değeri 3,9-4,6 olarak belirtilmiştir. Elde edilen veriler bu aralıkta olup, salça numunelerinde gün bazında ve işlem bazında istatistiksel açıdan önemli bir fark yoktur (Şekil 4.14).



Şekil 4.14 : Salçada depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonu değişiminin pH üzerine etkisi.

*1.İşlem:Kontrol ; 2.İşlem: 0,5ppm, 10 dk.; 3.İşlem: 2,5ppm, 10 dk.; 4.İşlem: 5ppm 10 dk.

Elde edilen sonuçlara, depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonun pH değeri üzerine etkisini incelemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Çizelge 4.14'den görüldüğü gibi işlemler ve günler arası değerler için Tukey testi uygulanmıştır.

Salça örneklerinde pH önemli kalite parametreleri arasında yer almaktadır. Salçada pH 4,4 değerinin üzerinde olduğunda mezofilik mikroorganizmaların gelişimini destekleyecek bir ortam oluşturduğu belirtilmektedir (Anthon ve ark., 2011). Aynı zamanda pH değeri ısıtma işlemi içinde belirleyici olmaktadır. Dolum sonrası pH değerinin optimum aralıkta olması ısıtma işlem koşullarını da etkilemektedir. pH değerinin optimum aralıkta olması sonucunda daha kısa ısıtma işlem uygulaması

mümkün olmakta ve sonucundatüketici açısından duyuşal olarak daha fazla beğeni gören ürün üretilebilmektedir. Ancak ısııl işlem süresinin uzun olması salçada esmerleşme reaksiyonuna neden olarak, istenmeyen renk oluşumuda gözlenebilmektedir (Apuhan, 2012). Bu yönden pH değeri ilk aşamada salça için önemli bir kalite kriteridir.

Çizelge 4.14 : Farklı konsantrasyonlarda ozon gazı uygulanan salça örneklerine ait pH ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama süresi (gün)	pH değeri			
	Kontrol	0,5 ppm 10 dk.	2,5 ppm 10 dk.	5 ppm 10 dk.
0	4,2±0,01 _A ^c	4,2±0,01 _A ^c	4,2± 0,00 _A ^d	4,2±0,01 _A ^{cd}
3	4,2±0,01 _A ^c	4,2±0,02 _A ^{bc}	4,2±0,03 _A ^d	4,2±0,01 _A ^{bcd}
6	4,2±0,01 _A ^{bc}	4,2±0,01 _A ^{bc}	4,2±0,01 _A ^{cd}	4,2±0,01 _A ^{cd}
9	4,2±0,01 _A ^{bc}	4,2±0,01 _A ^{bc}	4,2±0,00 _A ^{cd}	4,2±0,01 _A ^{cd}
12	4,3±0,01 _A ^{ab}	4,2±0,01 _A ^{bc}	4,3±0,03 _A ^{ab}	4,3±0,01 _A ^{abc}
15	4,2±0,04 _A ^{bc}	4,2±0,03 _A ^{bc}	4,2±0,01 _A ^d	4,2±0,00 _A ^d
18	4,3±0,04 _A ^a	4,3±0,03 _A ^a	4,3±0,00 _A ^a	4,3±0,04 _A ^a
21	4,2±0,00 _A ^{bc}	4,3±0,00 _A ^b	4,3±0,02 _A ^{bc}	4,3±0,03 _A ^{ab}

Aynı sütunda (a-e) küçük harflerle işaretlenen günler arasındaki fark önemlidir (p< 0.05).

Aynı satırda (A-D) büyük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki farklar önemlidir (p< 0.05).

Jumah ve ark. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada pH değeriinin evaporasyon işlem koşullarına ve salça kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada yüksek pH değeriine (5,2) sahip domates salçası örneklerinde evaporasyon işleminin daha uzun sürdüğü gözlemlenmiştir. pH, salça üretiminde suyun uzaklaştırılması aşamasında da oldukça önemli bir parametredir. Domatesin normal pH değeri ortalama 3,6'dır. pH arttıkça su uzaklaştırma yüzdesi de artmaktadır. Örneğin; pH 2,2 de su %30 oranında uzaklaşırken pH 5,2'de %65 oranında uzaklaşmaktadır.

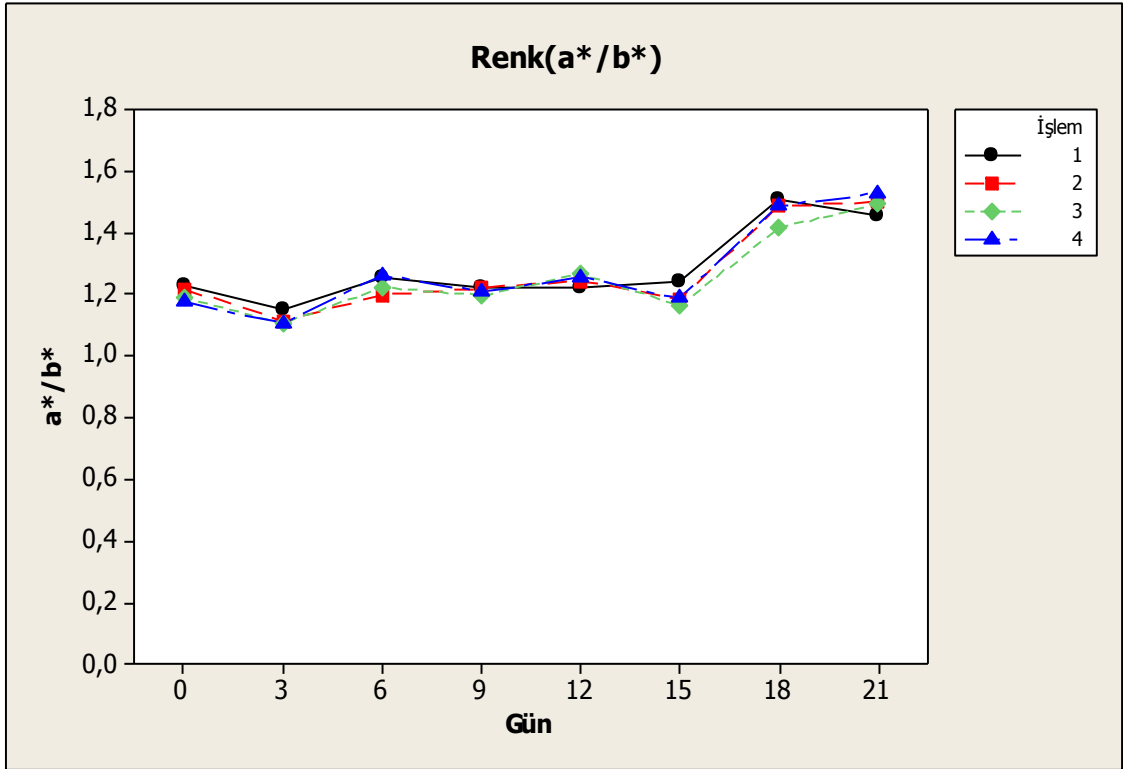
4.3.3 Renk analizi sonuçları

Ozon uygulanmış ve uygulanmamış salça örneklerinin kırmızılık belirteci olarak kabul edilen a*/b* değeriinin depolama süresi boyunca başlangıç gününe göre değişimi Şekil 4.22'de görülmektedir.

Elde edilen sonuçlara, depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonun renk üzerine etkisini incelemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır.

Çizelgede görüldüğü gibi işlemler ve günler arası değerler için Tukey testi uygulanmıştır.

Salça depolama süresince olgunlaşmaya bağlı olarak artması beklenmektedir. Fakat salça da önemli alan kırmızılık ve sarılık belirtecinin oranıdır. Çalışmamızda bu oran depolama süresi boyunca artma eğiliminde olmuştur, fakat işlemler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Depolama süreci sonunda % değişim kontrolde %16; 0,5 ppm uygulamasında %19; 2,5 ppm uygulamasında %20 ve 5 ppm uygulamasında %22 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.15 : Salçada depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonu değişiminin renk üzerine etkisi.

*1.İşlem:Kontrol ; 2.İşlem: 0,5ppm, 10 dk.; 3.İşlem: 2,5ppm, 10 dk.; 4.İşlem: 5ppm 10 dk.

Salça kalite parametreleri arasında renk tüketici kabul edilebilirliği ve gıda güvenliği açısından ilk sırayı yer almaktadır. Salçada en önemli parametre kırmızılık belirteci olan a^* değeridir. Salça örneklerindeki renk değişimi değerlendirilirken a^*/b^* oranı kullanılmaktadır. Bu değer depolama sırasında olgunlaşmaya bağlı olarak artması beklenmektedir. Çalışmamızda da gün bazında bu değer arttığı görülmektedir.

Depolama sırasındaki renk değişimi 15. günden itibaren artmaya başlamış ve kontrol başlangıç değerine en yakın değer olarak kalan değer 2,5 ppm 10 dakika ozon uygulaması işlemi olmuştur.

Çizelge 4.15 : Farklı konsantrasyonlarda ozon gazı uygulanan salça örneklerine ait renk değeri ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama Süresi (gün)	Renk (a*/b*) Değeri			
	Kontrol	0,5 ppm 10 dk.	2,5 ppm 10 dk.	5 ppm 10 dk.
0	1,2±0,01 _A ^{bc}	1,2±0,00 _{AB} ^b	1,2± 0,00 _{AB} ^{bc}	1,2±0,01 _B ^d
3	1,6±0,01 _A ^c	1,1±0,04 _A ^c	1,1±0,02 _A ^c	1,1±0,01 _A ^e
6	1,3±0,01 _A ^b	1,2±0,01 _A ^b	1,2±0,01 _A ^{bc}	1,3±0,01 _A ^c
9	1,2±0,01 _A ^{bc}	1,2±0,01 _A ^b	1,2±0,00 _A ^{bc}	1,2±0,01 _A ^c
12	1,2±0,03 _A ^{bc}	1,2±0,01 _A ^b	1,3±0,00 _A ^b	1,2±0,01 _A ^c
15	1,2±0,01 _A ^b	1,2±0,01 _A ^{bc}	1,2±0,03 _A ^{bc}	1,2±0,01 _A ^d
18	1,5±0,01 _A ^a	1,5±0,01 _A ^a	1,4±0,03 _{AB} ^a	1,5±0,00 _B ^b
21	1,5±0,02 _A ^a	1,5±0,02 _A ^a	1,5±0,07 _A ^a	1,5±0,01 _A ^a

Aynı sütunda (a-e) küçük harflerle işaretlenen günler arasındaki fark önemlidir (p< 0.05).

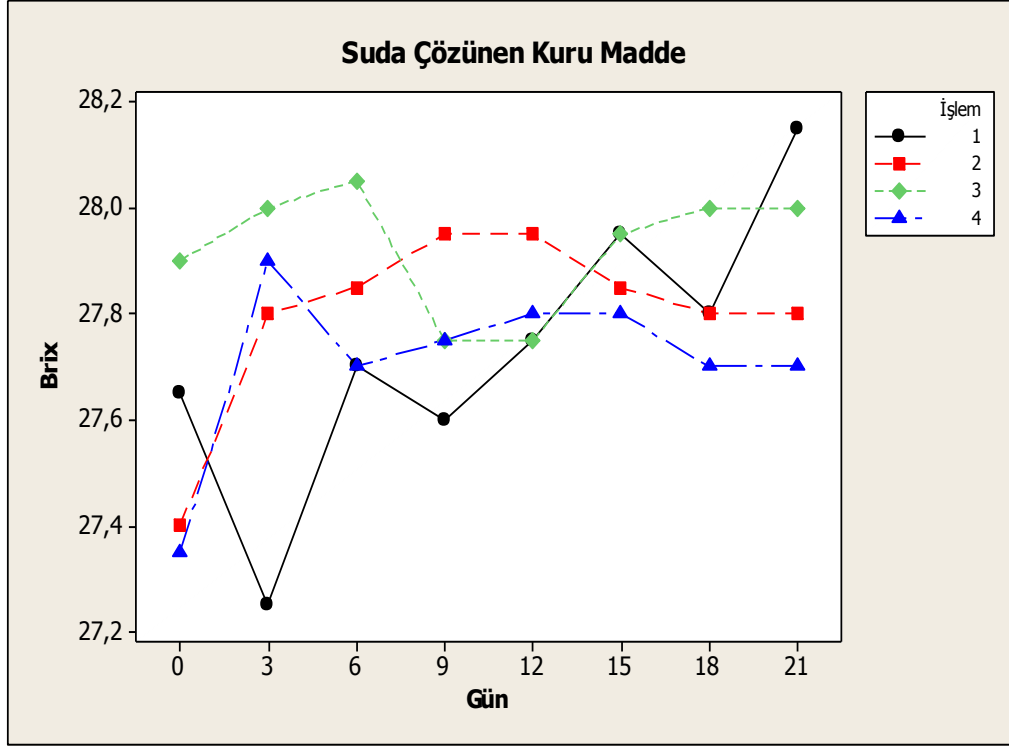
Aynı satırda (A-D) büyük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki farklar önemlidir (p< 0.05).

4.3.4 Toplam kuru madde analizi sonuçları

Toplam kuru madde (Briks) değeri, domatesin katı madde miktarını gösteren değer olup, tüketici açısından salçanın yaklaşık kaç kg domates kullanılarak yapıldığının ifadesidir. Domates salçasının briksi genellikle 28-30 °B olarak değişmektedir. Briksin düşük olması salçanın kıvamının daha az olduğunun dolayısı ile daha az domates kullanıldığının göstergesidir.

Türk Gıda Kodeksi Salça ve Püre Tebliği'ne göre domates salçası için Briks değeri double konsantre salçalarda en az 28 Brix° olmalıdır.

Elde edilen sonuçlara, depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonun suda çözünen kuru madde üzerindeki etkisini incelemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Çizelgede görüldüğü gibi işlemler ve günler arası değerler için Tukey testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde gün bazında ve işlem bazında önemli bir farkın olmadığı görülmektedir. Ozon gazı uygulaması ardından depolanan salça örneklerinde depolama süresi sonunda toplam kuru madde miktarında yüzde değişim %1-2 arasında olmuştur.



Şekil 4.16 : Salça numunelerinde toplam kuru madde değişimi.

*1.İşlem: Kontrol ; 2.İşlem: 0,5ppm, 10 dk.; 3.İşlem: 2,5ppm, 10 dk.; 4.İşlem: 5ppm 10 dk.

Çizelge 4.16 : Farklı konsantrasyonlarda ozon gazı uygulanan salça örneklerine ait toplam kuru madde değerinin Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama Süresi(gün)	Brix° Değeri			
	Kontrol	0,5 ppm 10 dk.	2,5 ppm 10 dk.	5 ppm 10 dk.
0	27,7±0,21 _A ^a	27,4±0,014 _A ^a	27,9± 0,28 _A ^a	27,4±0,07 _A ^a
3	27,3±0,21 _B ^a	27,8±0,14 _{AB} ^a	28,0±0,14 _A ^a	27,9±0,14 _{AB} ^a
6	27,7±0,30 _A ^a	27,9±0,07 _A ^a	28,1±0,07 _A ^a	27,7±0,14 _A ^a
9	27,6±0,28 _A ^a	28,0±0,07 _A ^a	27,8±0,35 _A ^a	27,8±0,21 _A ^a
12	27,8±0,50 _A ^a	28±0,07 _A ^a	27,8±0,35 _A ^a	27,8±0,28 _A ^a
15	28,0±0,21 _A ^a	27,9±0,21 _A ^a	28,0±0,07 _A ^a	27,8±0,28 _A ^a
18	27,8±0,42 _A ^a	27,8±0,28 _A ^a	28,0±0,14 _A ^a	27,7±0,42 _A ^a
21	28,2±0,07 _A ^a	27,8±0,28 _A ^a	28,0±0,14 _A ^a	27,7±0,42 _A ^a

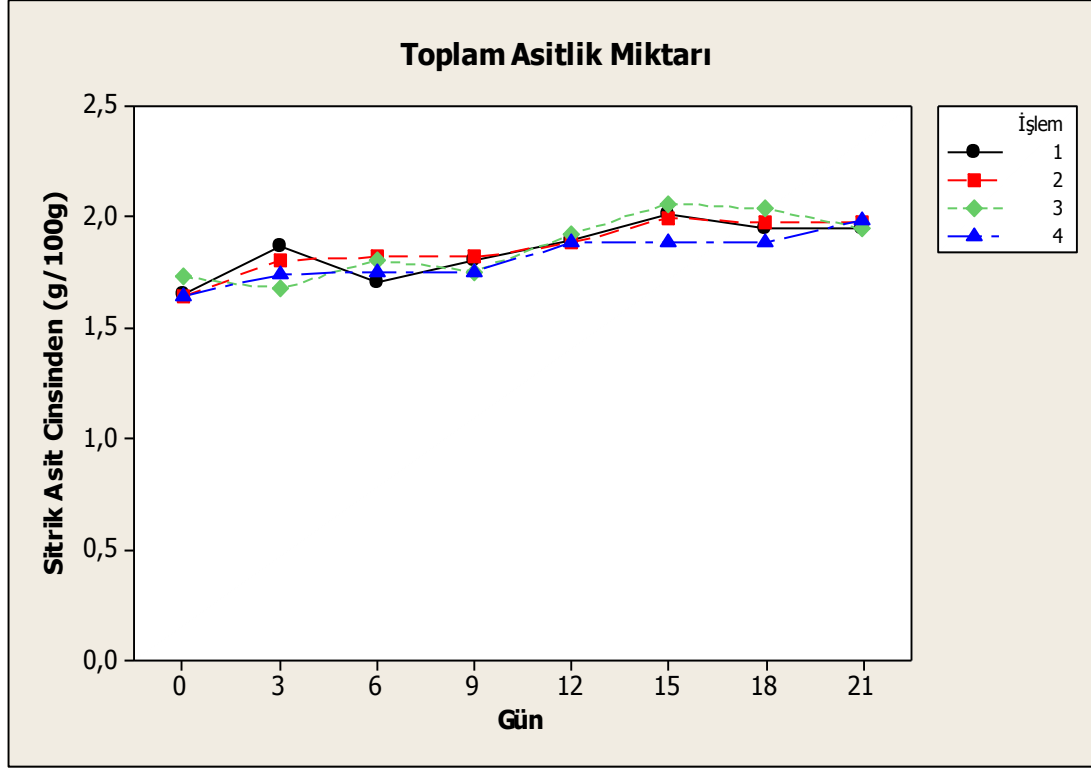
Aynı sütunda (a-e) küçük harflerle işaretlenen günler arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$).

Aynı satırda (A-D) büyük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki farklar önemlidir ($p < 0.05$).

4.3.5 Toplam asitlik analizi sonuçları

Türk Gıda Kodeksi Salça ve Püre Tebliği'ne göre domates salçası için toplam asitlik miktarı; sitrik asit cinsinden, “toplam kuru maddede kütlece % 10'dan (m/m) fazla

olamaz” şeklinde belirtilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, değişik konsantrasyonlarda ozon gazı uygulanan salça örneklerinde toplam asitlik miktarındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.



Şekil 4.17 : Salça numunelerinde toplam asitlik miktarı değişimi.

*1.İşlem:Kontrol ; 2.İşlem: 0,5ppm, 10 dk.; 3.İşlem: 2,5ppm, 10 dk.; 4.İşlem: 5ppm 10 dk.

Elde edilen sonuçlara, depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonun toplam asitlik üzerindeki etkisini incelemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Çizelgede görüldüğü gibi işlemler ve günler arası değerler için Tukey testi uygulanmıştır.

Ozon gazı uygulanmış ardından soğukta depolanmış salça numunelerinde toplam asitlik değerindeki değişimin işlem bazında önemli olmadığı bulunmuştur. Depolama süresi sonucunda tüm salça örneklerinde toplam asitlik değeri aynı yada aradaki fark çok az olmuştur. Ozon gazı uygulaması sonucunda salçada toplam asitlik değeri bakımından bir farklılık oluşmamıştır. Elde edilen farklar istatistiksel olarak anlamlı değildir. Ozon uygulaması sonucunda salça örneğinde toplam asitlik değeri etkilenmemiştir.

Çizelge 4.17 : Farklı konsantrasyonlarda ozon gazı uygulanan salça örneklerine ait toplam asitlik değerinin Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama Süresi (gün)	Toplam Asitlik Değeri (Sitrik Asit Cinsinden)			
	Kontrol	0,5 ppm 10 dk.	2,5 ppm 10 dk.	5 ppm 10 dk.
0	1,7±0,02 _A ^c	1,6±0,04 _A ^b	1,7±0,09 _A ^{cd}	1,6±0,04 _A ^d
3	1,9±0,04 _A ^{abc}	1,8±0,02 _{AB} ^{ab}	1,7±0,05 _B ^d	1,7±0,04 _{AB} ^c
6	1,7±0,05 _A ^{bc}	1,8±0,04 _A ^{ab}	1,8±0,02 _A ^{bcd}	1,8±0,02 _A ^c
9	1,8±0,02 _A ^{abc}	1,8±0,04 _A ^{ab}	1,8±0,02 _A ^{abcd}	1,8±0,02 _A ^c
12	1,9±0,04 _A ^{ab}	1,9±0,05 _A ^a	1,9±0,04 _A ^{abc}	1,9±0,02 _A ^b
15	2,0±0,02 _A ^a	2,0±0,04 _A ^a	2,1±0,02 _A ^a	1,9±0,02 _B ^b
18	2,0±0,11 _A ^a	2,0±0,07 _A ^a	2,1±0,05 _A ^a	1,9±0,02 _A ^b
21	2,0±0,11 _A ^a	2,0±0,07 _A ^a	2,0±0,07 _A ^{ab}	2,0±0,02 _A ^a

Aynı sütunda (a-e) küçük harflerle işaretlenen günler arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$).

Aynı satırda (A-D) büyük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki farklar önemlidir ($p < 0.05$).

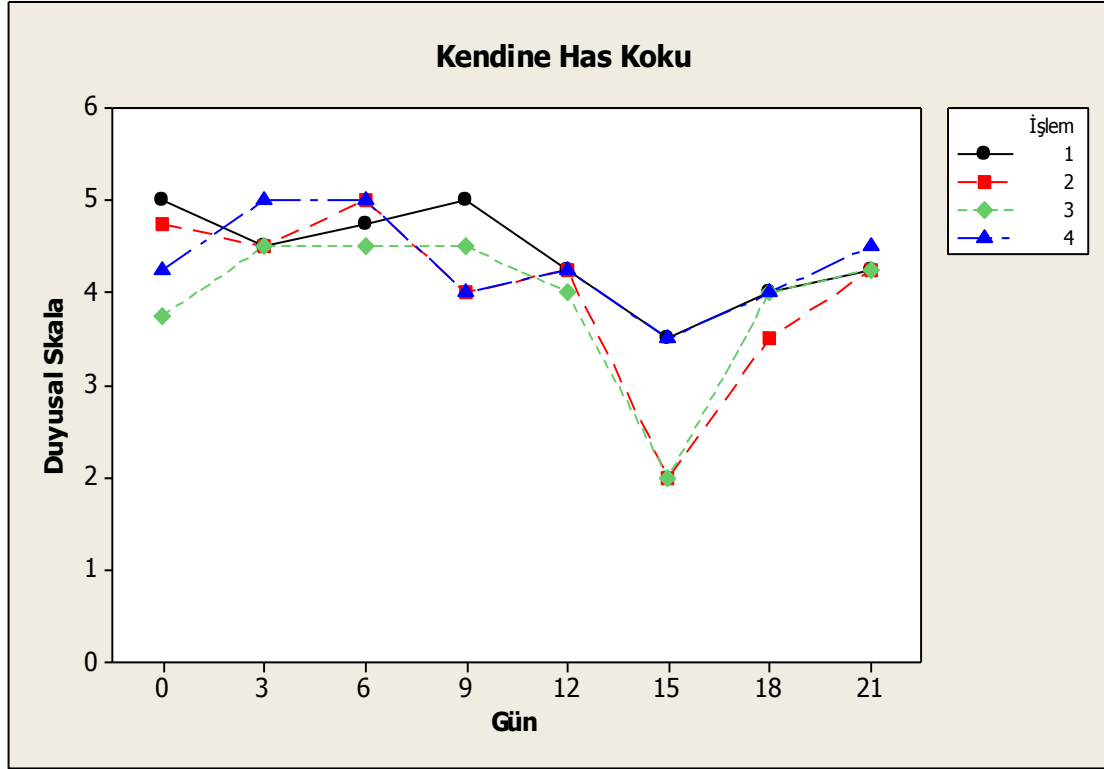
Salçaya işlenecek domateslerin asitliğinin olabildiğince yüksek olması istenir. Salçada titrasyon asitliği sonucunda elde ettiğimiz değerler tebliğde verilen değerlere uygunluk göstermektedir. Çizelge 4.17’de görüldüğü gibi işlemler ve günler arasında önemli bir fark gözlenmemiştir.

4.3.6 Duyusal analiz sonuçlarının değerlendirilmesi

Duyusal analizlerde panelistlerden, farklı konsantrasyonlarda ozon gazı uygulanmış ve ardından 4°C’de depolanmış salça örneklerinde görünüş, koku, renk ve kıvam ile ilgili değerlendirme yapılması istenmiştir. İncelenen bu kriterler arasında panelistler görünüş, renk, kıvam arasında herhangi bir fark gözlemlemiştir, ancak koku değişimini (taze salça kokusundaki değişimi) algılayabilmişlerdir. Bu nedenle kendine has koku değerlendirmesi incelemeye alınmış olup, ‘kendine has koku’ 0-5 (mevcut değil-çok kuvvetli) skalası ile dört farklı paneliste sorulmuştur. Panelistlerden ozon gazı uygulanmış ve kontrol grubu salça numunelerindeki bazı kalite kriterlerini değerlendirip puan vermeleri beklenmiştir. Şekil 4.25’de depolama süresi ve ozon gazı konsantrasyonunun kendine has koku üzerindeki etkisi verilmiştir.

10 dakika süre ile 0,5 ppm; 2,5 ppm; 5 ppm ozon gazı uygulanmış salça örnekleri ile kontrol grubuna ait salça örneklerinin duyusal değerlendirmesi sonucunda, ozon gazı

konsantrasyonu ve depolama süresi artışından etkilenmediği gözlenmiştir. Kontrol grubu ve farklı konsantrasyonlarda ozon gazı uygulanmış salça örneklerinin 0. Gün analiz sonuçları incelendiğinde, kontrol örneklerinin kendine has koku değerlendirmesinde en yüksek değeri aldığı görülmektedir. Ancak depolama süresi sonunda 5 ppm 10 dakika ozon gazı uygulaması yapılmış salça örneklerinin beğeni puanı diğer örneklerden yüksek olup, aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır.



Şekil 4.18 : Salça numunelerinde kendine has koku değişimi.

*1.İşlem:Kontrol ; 2.İşlem: 0,5ppm, 10 dk.; 3.İşlem: 2,5ppm, 10 dk.; 4.İşlem: 5ppm 10 dk.

Her bir işlem sonucunda edinilen gözlemlere göre örneklerin duysal kabul edilebilirliği hem gün bazında hem de konsantrasyonun miktarına bağlı olarak zamanla değişimin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı gözlenmiştir. Duyusal analiz sonuçları irdelendiğinde, salça örneklerinin duysal kabul edilebilirliğinin küflü alan sayısı ile orantılı olmadığı, salça örneklerinin kendine has kokularını uzun süre korudukları yapılan duysal analizlerle gözlemlenmiştir. Depolama süresi boyunca ozon gazı uygulanmış ve kontrol grubu salça örneklerinde gözle görünür mikrobiyolojik gelişime rastlanmamıştır.

Çizelge 4.18 : Farklı konsantrasyonlarda ozon gazı uygulanan salça örneklerine ait kendine has koku değerlendirmesi ortalamalarının Tukey testi karşılaştırma sonuçları.

Depolama Süresi (gün)	Kendine Has Koku			
	Kontrol	0,5 ppm 10 dk.	2,5 ppm 10 dk.	5 ppm 10 dk.
0	5,0±0,00 _A ^a	4,8±0,50 _{AB} ^a	3,8±0,96 _{AB} ^{ab}	4,3±0,50 _B ^{ab}
3	4,5±1,00 _A ^a	4,5±1,00 _A ^a	4,5±0,58 _A ^a	5,0±0,00 _A ^a
6	4,8±0,50 _A ^a	5,0±0,00 _A ^a	4,5±0,58 _A ^a	5,0±0,00 _A ^a
9	5,0±0,00 _A ^a	4,0±0,00 _B ^a	4,5±0,58 _{AB} ^a	4,0±0,00 _B ^b
12	4,3±0,50 _A ^a	4,3±0,50 _A ^a	4,0±0,00 _A ^{ab}	4,3±0,50 _A ^{ab}
15	3,5±0,71 _A ^a	2,0±0,00 _A ^b	2,0±0,00 _A ^b	3,5±0,71 _A ^b
18	4,0±0,00 _A ^a	3,5±0,71 _A ^{ab}	4,0±0,00 _A ^{ab}	4,0±0,00 _A ^{ab}
21	4,3±0,96 _A ^a	4,3±0,96 _A ^a	4,2±0,96 _A ^a	4,5±0,58 _A ^{ab}

Aynı sütunda (a-e) küçük harflerle işaretlenen günler arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$).

Aynı satırda (A-D) büyük harflerle işaretlenen işlemler arasındaki farklar önemlidir ($p < 0.05$).

Fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal analiz sonuçları irdelendiğinde, çalışılan en yüksek (5 ppm-10 dakika) ozon gazı konsantrasyonu ile domates salçası örneklerinde pH, küflü alan sayısı, kendine has koku değerlendirmesinde daha iyi sonuçlara ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle salça numuneleri için başlangıç ozon gazı konsantrasyonu (c_0) değerinin 5 ppm olarak belirlenmesi uygun görülmüştür.

Yüksek konsantrasyonda ozon uygulaması salça örneklerinde herhangi bir istenmeyen değişime neden olmamıştır. Depolama süresi sonunda üründe herhangi bir gözle görülebilir küf oluşumu gözlenmemiştir. Soğukta saklama bölmesinin steril olması, çok fazla gıda materyalinin birarada bulunmaması ve çok dolu olmaması küflenmeyi geciktirmiş olabileceği düşünülmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada farklı doz ozon konsantrasyonlarının soğukta saklama sırasında bonfile ve domates salçası kalitesi üzerindeki etkileri ortaya konulmuştur.

Bu amaçla ilk basamakta bonfile numunelerine ozon gazı uygulanmış ve başlangıç ozon gazı konsantrasyonun saptanması için analizler yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda bonfile örneklerine, 1 ppm 10 dakika; 1 ppm 30 dakika; 1 ppm 60 dakika; 1,8 ppm 10 dakika; 1,8 ppm 30 dakika uygulamaları ile kontrol kontrol grubuna ait bonfile örneklerinin sırası ile 5,9; 6,3; 6,7; 7,1; 7,1; 5,4 log kob/g olan başlangıç toplam canlı sayısı, saklama sonunda 7,8; 7,9; 8; 8,3; 8,4; 7,9 log kob/g olarak elde edilmiştir. Buna göre toplam canlı sayısında en az artış (2,4 log) 1 ppm 10 dakika şeklinde uygulanan işlemde gözlenirken, en fazla artış (3 log) 1,8 ppm 30 dakika şeklinde uygulanan işlemde gözlenmiştir. Laktik asit bakteri sayısında ise, farklı konsantrasyon ve sürelerde ozon gazının 1 ppm 30 dakika olan uygulamada 2. günde kontrole göre 0,6 log azalmıştır. Diğer uygulamalar saklama süresi sonunda kontrol numunesi ile aynı ya da daha fazla toplam canlı sayısına sahiptir.

Bonfile örneklerinde farklı konsantrasyon ve süredeki ozon gazının pH üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde 4 gün süreyle depolanan örneklerde, ozon konsantrasyonu ve uygulama süresi arttıkça daha yüksek pH değerine ulaşılmıştır. 1 ppm 10 dakika; 1ppm 30 dakika; 1 ppm 60 dakika; 1,8 ppm 10 dakika; 1,8 ppm 30 dakika uygulamaları ile kontrol grubuna ait bonfile örneklerinin sırası ile 5,3; 5,3; 5,3; 5,2; 5,2; 5,3 olan başlangıç pH değeri saklama sonunda 5,6; 5,6; 5,7; 5,7; 5,7; 5,3 olarak elde edilmiştir. Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde, pH değerlerindeki değişiminin tek kaynağının ozon gazı uygulaması olmayacağı, mikrobiyolojik faaliyetlerden dolayı da pH değerinin etkileneceği göz ardı edilmemelidir.

Ozon uygulanmış ve herhangi bir işlem görmemiş kontrol grubu et örneklerinin kırmızılık belirteci olarak kabul edilen a*değerinin depolama süresi boyunca başlangıç gününe göre azaldığı görülmektedir. 1 ppm 10 dakika; 1ppm 30 dakika; 1 ppm 60 dakika; 1,8 ppm 10 dakika; 1,8 ppm 30 dakika uygulamaları ile kontrol kontrol grubuna ait bonfile örneklerinin sırası ile 16,8; 18,5; 14,3; 18,6; 18,1; 16,8

olan başlangıç a* değerleri, saklama sonunda 11,8; 13,8; 11,1; 8,9; 8,8; 9,5 olarak elde edilmiştir. Buna göre a* değerinde en az azalma (%26) 1 ppm 30 dakika şeklinde uygulanan işlemde gözlenirken en fazla azalma (%53) 1,8 ppm 30 dakika şeklinde uygulanan işlemde gözlenmiştir.

Ozon gazı uygulanmış ve herhangi bir işlem görmemiş kontrol grubu et örneklerinin oksidasyon belirteci olarak kabul edilen TBA sayısının saklama süresi boyunca başlangıç gününe göre arttığı görülmektedir. 1 ppm 10 dakika; 1ppm 30 dakika; 1 ppm 60 dakika; 1,8 ppm 10 dakika; 1,8 ppm 30 dakika uygulamaları ile kontrol grubuna ait bonfile örneklerinin sırası ile 0,9; 0,5; 1,2; 0,9; 1,2; 1,5 olan başlangıç TBA değerleri, saklama sonunda 2,7; 4,1; 3,0; 5,2; 4,4; 2,5 olarak elde edilmiştir. Buna göre TBA değerinde en az artış (%39) kontrol numunesinde gözlenirken en fazla artış (%87) 1 ppm 30 dakika ozon gazı uygulanmış numunelerde gözlenmiştir.

1 ppm 10 dakika; 1 ppm 30 dakika; 1 ppm 60 dakika; 1,8 ppm 10 dakika; 1,8 ppm 30 dakika uygulamaları ile kontrol grubuna ait bonfile örneklerinin duyuşal değerlendirmesi sonucunda, konsantrasyon ve sürenin artması ile birlikte üründe istenilmeyen duyuşal özelliklerin gelişmesinde etkili olmuştur. Yapılan duyuşal analizler sonucunda 3. günün sonunda 1,8 ppm 10-30 dakika uygulamaları panelistlerden skalada limit değer olarak kabul edilen 2 değerini almış, duyuşal açıdan kabul edilmeyen özelliklere sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Periyodik uygulama sonuçlarında ise, bonfile örneklerinin başlangıç yükünün yüksek olması toplam canlı sayısının miktarının 1. gün sonunda izin verilen maksimum seviyeye gelmesine neden olmuştur. Değerlendirme yapılırken bu iki günlük süre ele alınmıştır. Tüm parametreler göz önünde bulundurulduğunda 24 saatlik periyot diğer uygulamalara göre daha iyi sonuçlar vermiştir. 1. günün sonunda toplam canlı sayısı kontrolde 6,46 log olurken, 12 saat periyot ile ozon gazı uygulamasında 6,61 log, 24 saat saat periyot ile ozon gazı uygulamasında 6,51 log ve 3-24 saat periyot ile ozon gazı uygulaması sonucu 7,09 log olmuştur. Buna göre toplam canlı sayısında en az artış kontrolde gözlenirken en fazla artış 3-24 saat şeklinde uygulanan işlemde gözlenmiştir. Bonfile örnekleri 4. günün sonunda laktik asit bakteri sayısı bakımından en uygun değer 12 saat periyodik olarak ozon gazı uygulaması sonucu elde edilmiştir. Depolama sonucunda kontrole göre 1,12 log daha az gelişme olmuştur.

Depolama süresince TBA sayısı artışı uygulanan ozon konsantrasyonu ile orantılı olarak değişmiştir. TBA sayısı 2.günden itibaren işlemler arası farklılaşmaya başlamış ve en az olduğu değer 12 saatlik periyotlar ile uygulanan işlem olmuştur. Her bir işlem sonucunda depolama süresince TBA sayısının başlangıç durumuna göre arttığı; fakat bazı günler arasında TBA sayısında azalma olduğu gözlemlenmiştir.

Duyusal değerlendirmeler sonucunda, kontrol grubunda kötü koku oluşumu diğer gruplara göre daha fazla olmuştur. 24 saatlik periyot ile ozon gazı uygulanmış örnekler 3. günün sonunda kötü koku açısından diğer numunelere göre daha iyi olarak değerlendirilmiştir.

Salça örneklerinin analiz sonuçları irdelendiğinde ise küflü alan yüzdeleri sırasıyla kontrol; 0,5 ppm; 2,5 ppm; 5 ppm numunelerinde başlangıçta %18, %20, %16, %18 olarak hesaplanmış, depolama süresi sonucunda ise bu yüzdelere %44, %32, %36, %30 olmuştur. Küflü alan yüzdesinde depolama süresi sonunda en fazla artış kontrol numunesinde (%26) olurken, en az artış ise 0,5 ppm ve 5 ppm (%12) uygulamalarında olmuştur.

Türk Gıda Kodeksi Salça ve Püre Tebliği'ne göre domates salçası için pH değeri 3,9-4,6 olarak belirtilmiştir. Elde edilen veriler bu aralıkta olup, salça numunelerinde gün bazında ve işlem bazında istatistiksel açıdan önemli bir fark yoktur.

Salçada a/b oranının depolama süresince olgunlaşmaya bağlı olarak artması beklenmektedir. Çalışmamızda bu oran depolama süresi boyunca artma eğiliminde olmuş ancak işlemler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Depolama süreci sonunda a/b oranındaki yüzdesel değişim (%) kontrolde %16; 0,5 ppm uygulamasında %19; 2,5 ppm uygulamasında %20 ve 5 ppm uygulamasında %22 olarak bulunmuştur.

Ozon gazı uygulamasının ardından depolanan salça örneklerinde depolama süresi sonunda toplam kuru madde miktarındaki değişim %1-2 arasında olmuş olup, istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Depolama süresi sonucunda tüm salça örneklerinin toplam asitlik değerleri aynı kalmış veya çok düşük düzeyde değişmiştir.

10 dakika süre ile 0,5 ppm; 2,5 ppm; 5 ppm ozon gazı uygulanmış salça örnekleri ile kontrol grubuna ait salça örneklerinde yapılan duyusal değerlendirme kontrol grubu

ve farklı konsantrasyonlarda ozon gazı uygulanmış salça örneklerinin 0. gün analiz sonuçları incelendiğinde, kontrol örneklerinin kendine has koku değerlendirmesinde en yüksek puanı, 5 ppm 10 dakika ozon gazı uygulaması yapılmış salça örneklerinin aldığı görülmüştür. Fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizi sonuçları irdelendiğinde, çalışılan en yüksek (5 ppm-10 dakika) ozon gazı konsantrasyonu ile domates salçası örneklerinde pH, küflü alan sayısı, kendine has koku değerlendirmesinde kontrol grubu ve diğer uygulamalara göre daha iyi sonuçlara ulaşılmıştır. Tüm bulgular değerlendirildiğinde, salça numuneleri için uygulanabilecek ozon gazı konsantrasyonu (C_0) ve süresi 5 ppm, 10 dakika olarak tavsiye edilmektedir.

İleriki çalışmalarda daha yüksek kapasiteli ozon gazı jeneratörleri ile farklı süreler ile farklı ozon gazı konsantrasyonları çalışmaları yapılması ve ozon gazının çeşitli gıdalar üzerindeki etkilerinin incelenmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Aguayo, E., Escalona, V. H. ve Art'es, F.** (2006). Effect of cyclic exposure to ozone gas on physicochemical, sensorial and microbial quality of whole and sliced tomatoes. *Postharvest Biology and Technology* **39**, pp.169–177.
- Ak, N. O., Cliver, D. O. ve Kaspar, C. W.** (1994). Cutting Boards of plastic and Wood Contamination Experimentally with Bacteria. *J. Food Prot.* **57** (1) 16-22.
- Al-Haddad, K. S. H., Al-Qassemi, R. A. S. ve Robinson, R. K.** (2005). The use of gaseous ozone and gas packaging to control populations of *Salmonella infantis* and *Pseudomonas aeruginosa* on the skin of chicken portions. *Food Control* **16**, pp. 405–410.
- Alli, I.** (2003). Overview of food quality and food safety, Food Quality Assurance: Principles and Practices, CRC press.
- Anthon, G. E., Lestrage, M. ve Barrett, D. M.** (2011). Changes in pH, acids, sugars and other quality parameters during extended vine holding of ripe processing tomatoes. *J Sci Food Agric* .
- Apuhan, E.** (2012). Domates Salçasının Farklı Sıcaklıklarda Depolanması Sırasında Enzimatik Olmayan Esmerleşme Kinetiğinin Belirlenmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Calkins, C. R. ve Hodgen, J. M.** (2007). A fresh look at meat flavor. *Meat Science*, **77**, 63–80.
- Cardenas, F. C., Andrés, S., Giannuzzi, L. ve Zaritzky, N.** (2011). Antimicrobial action and effects on beef quality attributes of a gaseous ozone treatment at refrigeration temperatures. *Food Control* **22**, pp. 1442-1447.
- Castillo, A., J. S. Dickson, R. P. Clayton, L. M. Lucia ve Acuff, G. R.** (1998). Chemical Dehairing of Bovine Skin to Reduce Pathogenic Bacteria and Bacteria of Fecal Origin. *J. Food Prot.*, **61**, 623-625.
- Clavero, M. R. S., Beuchat, L. R. ve Doyle, M. P.** (1998). Thermal Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 Isolated from Ground Beef and Bovine Feces, and Suitability of Media for Enumeration. *J. Food Prot.* **61**(3), 285-289. CRC Press.
- Çapanoğlu, E.** (2008). Changes in Antioxidant Profiles, Metabolites and Enzymes During Development of Tomato Fruit and Tomato Paste Processing. İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Çatal, H., İbanoğlu, Ş.** (2010). “Gıdaların Ozonlanması” Gıda Teknolojileri Elektroni Dergisi, **5**(3) 47-55.
- Dehkordi, B. M. ve Zokaie, N.** (2010). Extension of Fish Shelf Life by Ozone Treatment. *World Academy of Science, Engineering and Technology* Vol:**4**.

- Doulgeraki, A. I., Ercollini, D., Villani, F. ve Nychas, G. J. E.** (2012). Spoilage Microbiota associated to the storage of raw meat in different conditions, *International Journal of Food Microbiology*, **157**, 130-141.
- Ekici, L., Sağdıç, O. ve Kesmen, Z.** (2006). Gıda Endüstrisinde Alternatif Bir Dezenfektan: Ozon. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, **1**: 47-57.
- Ekinci, R., Kadakal, Ç. ve Otag, M.** (2014). Effects of Temperature and Packaging Types on Ergosterol and Howard Mold Count Values of Tomato Paste during Storage. *Journal of Food Protection*, Vol. **77**, No. 3, 2014, Pages 499-503.
- Erkmen, O.** (2010). Gıda Mikrobiyolojisi: Yeni Yöntemlerle Gıdaların Korunması. Elif Yayınevi, Ankara.
- Fernandez, J., Pe´rez-Alerez, J. A. ve Fernandez-Lopez, J. A.** (1997). Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat, *Food Chemistry*, **59**, 345-353.
- Gargin, S.** (2006). Isparta Koşullarında Üç Farklı Lokasyonda Üstün verim ve Teknolojik Özelliklere Sahip Domates Çeşitlerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Goose, P. G ve Binsted, R.** (1969). Tomato Paste. Food Trade Pres Ltd. London 102 s.
- Gragg, S. E. ve Brashears, M. M.** (2014). Microbiological safety of meat. Hurdle Technology. Texas Tech University, Lubbock, USA Elsevier Ltd.
- Greig, J. D. ve Ravel, A.** (2009). Analysis of foodborne outbreak data reported internationally for source attribution. *Int J Food Microbiology*, **130**, 77-87.
- Hierro, E., Hoz, L. ve Ordonez, J. A.** (2004). Headspace volatile Compounds from salted and occasionally smoked dried meats (cecinas) as affected by animal species, *Food Chemistry*, **85**, 649-657.
- James, S. J. ve James, C.** (2010). Advances in the cold chain to improve food safety, food quality and the food supply chain, Delivering Performance in Food Supply Chains, Food Refrigeration and Process Engineering Research Centre (FRPERC), pp 366-386. Edited by C. Mena and G. Stevens , UK, Woodhead Publishing Limited.
- Jay, J. M.** (1996). Modern Food Microbiology. 5th Edition. Published by Van Nostrand Reinhold, New York.
- Jumah, R., Al-Asheh, S., Banat, F. ve Al-Zoubi, K.** (2007). Influence of Salt, Starch and pH on the Electroosmosis Dewatering of Tomato Paste Suspension. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol.5 (1), pp. 34-38.
- Jumah, R., Al-Asheh, S., Banat, F. ve Al-Zoubi, K.** (2007). Influence of Salt, Starch and pH on the Electroosmosis Dewatering of Tomato Paste Suspension. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol.5 (1) : 34-38.
- Kadakal, Ç., Artık, N. ve Nas, S.** (2001). Domates Doku Ve Küf Karakteristikleri, Domates Ürünlerinde Küf Sayımı Ve Küfü Azaltma Olanakları. *Journal of Engineering Sciences*, **2**, 251-260.
- Kauffman, R.** (2012). Meat Composition, Handbook of Meat and Meat Processing, Second Edition, pp 45–62. Edited by Y . H . Hui, CRC Press.

- Kim, J.G. ve ark.** (2003). Ozone and its current future application in food industry. In *Advances In Food and Nutrition*, pp 167-217. Elsevier Science.
- Kuşçu, A. ve Pazır, F.** (2004) Gıda Endüstrisinde Ozon Uygulamaları. *Gıda* 29: 123-129.
- Kuşçu, A. ve Pazır, F.** (2004). Gıda Endüstrisinde Ozon Uygulamaları. *Gıda* 29 (2): 123-129.
- Langlais, B., Reckhow, D. A. ve Brink, D. A.** (1991). Practical Application of Ozone. Principle and Case Study in 'Ozone in Water Treatment' Lewis Publishers.Chelsea.
- Limbo, S., Torri, L., Sinelli, N., Franzetti, L. ve Casiraghi, E.** (2010). Evaluation and predictive modeling of shelf life of minced beef stored in high-oxygen modified atmosphere packaging at different temperatures. *Meat Science* **84**: 129–136.
- Linares, M. B., Berruga, M. I. Bornez, R. ve Vergara, H.** (2007). Lipid oxidation in lamp meat: Effect of the weight, handling, previous slaughter and modified atmosphere, *Meat Science*, 76, 715-720.
- Manousaridis, G., Nerantzaki, A., Paleologos, E. K., Tsiotsias, A., Savvaidis, I. N. ve Kontominas, M. G.** (2005). Effect of ozone on microbial, chemical and sensory attributes of shucked mussels. *Food Microbiol.*, **22**, pp. 1-9.
- McMeekin, T. A. ve Ross, T.** (1996). Shelf Life Prediction: Status and Future Possibilities. *Int. J. Food Microbial.*, **33**,65-83.
- Mead, P. S., Slutsker, L., Dietz, V., McCaig, L. F., Bresee, J. S., Shapiro, C., Griffin, P. M., ve Tauxe, R. V.** (2005). Emerging Infectious Diseases, 11, 607.
- Min, B. ve Ahn, D. U.** (2005). Mechanism of Lipid Peroxidation in meat and meat products: A Review. *Food Science and Biotechnology*, **14**, 152-163.
- Morcuende, D., Cava, R. ve Este'vez, M.** (2003). Oxidative and colour changes in meat from three lines of free-range reared Iberian pigs slaughtered at 90 kg live weight and from industrial pig during refrigerated storage. *Meat Science*, **65**, 1139–1146
- Muthukumar, A. ve Muthukumar, M.** (2013). Optimization of ozone in gaseous phase to inactivate *Listeria monocytogenes* on raw chicken samples. *Food Research International* **54**, pp.1128–1130.
- Muthukumarappan, K. Halaweish, F. ve Naidu, A. S.** (2000). Natural Food Anti-microbial Systems, CRC Press, Boca Raton, FL, 783.
- Muthukumarappan, K. ve ark.** (2005). Application of ozone, bacteriocins and irradiation in food processing: A review. *Critical Reviews In Food Science and Nutrition*, **45** (6): 447-461.
- Muthukumarappan, K. ve ark.,** (2010). Ozone and CO2 Processing: Rheological and Functional Properties of Food .In *Novel Food Processing Effects on Rheological and Functional Properties*, Edited by J. Ahmed , H.S. Ramaswamy, S. Kasapis , and J. I. Boye, pp 127-146. CRC Press.
- Muthukumarappan, K. ve Tiwari, B. K.** (2012). Ozone in Fruit and Vegetable Processing. In *Ozone in Food Processing*, pp50-55. Blackwell Publishing.

- Muthukumarappan, K., O'Donnell, C. ve Cullen, P.** (2010):Ozone Processing, Mathematical Modeling of Food Processing Edited by Mohammed M . Farid
- Nychas, G. J. E. ve Skandamis, P.** (2005). Fresh meat spoilage and modified atmosphere packaging (MAP). In *Improving the Safety of Fresh Meat*. pp 461-502. Edited by J. N. Sofos, Cambridge, UK: CRC/ Woodhead Publishing Limited.
- Nychas, G. J.E., Skandamis, P. N., Tassou, C. C. ve Koutsoumanis K. P.** (2008). Meat spoilage during distribution, *Meat Science*, **78**, 33-46.
- Özdoğan, F.** (2006). Domates Reçel Ürünlerinin Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Pikul, J., Dennis, E., Leszczynski, E. D. ve Kummerow, F. A.** (1989). Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **37**, 1309-1313.
- Potts, S. I., Siaughter, D. C. Ve Thompson, I. F.** (2002). Measuring mold infestation in raw tomato juice. *Journal of Food Science* **67**: 321-325.
- Pravettoni, V., Primavesi, L., Farioli, L., Brenna, O. V., Pompei, C., Conti, A., Scibilia, J., Piantanida, M., Mascheri, A. ve Pastorello, E. A.** (2009). Tomato Allergy:Detection of IgE-Binding Lipid Transfer Proteins in Tomato Derivatives and in Fresh Tomato Peel, Pulp, and Seeds. *J. Agric. Food Chem.*, **57**, 10749– 10754.
- Safdar, M. N., Mumtaz, A., Amjad, M., Siddiqui, N. ve Hameed, T.** (2010). Development and Quality Characteristics Studies of Tomato Paste Stored at Different Temperatures. *Pakistan Journal Of Nutrition*, **9** (3): 265-268.
- Sanchez-Moreno, C., Plaza, L., Ancos, B. ve Cano, M. P.** (2006). Nutritional characterisation of commercial traditional pasteurised tomato juices: carotenoids, vitamin C and radical- scavenging capacity. *Food Chemistry* **98**: 749–756.
- Suslow, T.V.** (2001). Ozone Aplications for Postharvest Disinfections of Edible Horticulture Crops. Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, California.
- Tapp, C. ve Rice, R.** (2012). Generation and Control of Ozone. In *Ozone in Food Processing*, pp35-40. Blackwell Publishing.
- Trinetta, V., Vaidya, N., Linton, R. ve Morgan, M.** (2011). A comparative study on the effectiveness of chlorine dioxide gas, ozone gas and e-beam irradiation treatments for inactivation of pathogens inoculated onto tomato, cantaloupe and lettuce seeds. *International Journal of Food Microbiology* **146**, pp. 203–206.
- Troy, V. S.** (1952). Mold. Counting of Tomato Products Continental Can Comp. Inc. Newyork.
- TSE 1466**, Domates Salçası ve Püresi Standardı.

- Tuffi, R., Lovino, R., Canese, S., Cafiero, L. M. ve Vitali, F.** (2012). Effects of Exposure to Gaseous Ozone and Negative Air Ions on Control Of Epiphytic Flora and the Development of *Botrytis Cinerea* and *Penicillium Expansum* During Cold Storage of Strawberries and Tomatoes. *Ital. J. Food Sci.*, vol. 24.
- Venkitanarayanan, K., Kollanoor-Johny, A. ve Doyle, M. P.** (2013). Microbiological Safety of Foods, Handbook of Nutrition and Food, Third Edition. Edited by Carolyn D. Berdanier, Johanna T. Dwyer, David Hebe, CRC press.
- Vurma, M.** (2009). Development of Ozone-Based Processes For Decontaminatin of Fresh Produce to Enhance Safety and Extend Shelflife. PhD Thesis, The Ohito State Universty.
- Whitfield, F. B.** (2003). Taints and off-flavours in Food, Woodhead Publishing, Series in Food Science, Technology and Nutrition, pp. 112-117.
- Wilkerson, E. D., Anthon, G. E., Barrett, D. M., Sayajon, G. G., Santos, A. M. ve Rodriguez-Saona, L. E.** (2013). Rapid Assessment of Quality Parameters in Processing Tomatoes Using Hand-Held and Benchtop Infrared Spectrometers and Multivariate Analysis, *J. Agric. Food Chem.*, **61**, 2088–2095.
- Zambre, S. S., Venkatesh, K. V. ve Shah, N. G.** (2010). Tomato redness for assessing ozone treatment to extend the shelf life. *Journal of Food Engineering* **96**, pp. 463–468.

EKLER

Ek. A1: Bonfile duyusal analizde kullanılan örnek form

İ.T.Ü Gıda Mühendisliği Bölümü

Deney: Buzdolabı Koşullarında Depolanan Bonfile Örneklerinde Duyusal Özelliklerin Tespiti

Panelist:

Tarih:

0 1 2 3 4 5

mevcut değil ancak tarif edilebilir zayıf orta kuvvetli çok kuvvetli

Verilen örnekleri (0-5 skalasında değerlendiriniz.)

0: Mevcut Değil; 5: Çok Kuvvetli şeklinde değerlendirme yapılacaktır.

ÖZELLİK	Örnek Kodu:	Örnek Kodu:	Örnek Kodu:	Örnek Kodu:	Örnek Kodu:
Koku Özellikleri					
Taze et kokusu					
Keskin koku					
Okside Koku					
Ekşi koku					
Kötü koku					
Görünüş Özellikleri					
Yüzeydeki renk					
İç renk					
Parlaklık					
Yüzeyde normal dışı görünüm					
Yapışkanlık					
Tüm izlenim					

Ek. A2: Salça duyuşal analizinde kullanılan örnek form

İ.T.Ü Gıda Mühendisliğı Bölümü

Deney: Buzdolabı Koşullarında Depolanan Salça Örneklerinde Duyuşal Özelliklerin Tespiti

Panelist:

Tarih:

0 1 2 3 4 5

mevcut değil ancak tatlı edilebilir zayıf orta kuvvetli çok kuvvetli

Verilen örnekleri (0-5 skalasında değerlendiriniz.)

0: Mevcut Değil; 5: Çok Kuvvetli şeklinde değerlendirme yapılacaktır.

+

ÖZELLİK	Örnek Kodu:	Örnek Kodu:	Örnek Kodu:	Örnek Kodu:	Örnek Kodu:
Koku Özellikleri					
Kötü Koku					
Kendine Has Koku					
Tat Özellikleri					
Yabancı Tat					
Yanık Tat					
Görünüş Özellikleri					
Renk					
Yüzeyde Normal Dışı Görünüm					
Yüzeyde Küflenme					
Siyah Leke					
Tekstür Özellikleri					
Kıvam (Kaşıkla)					
Tüm izlenim					



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Ad-Soyad: Hülya YARAR
Doğum Yeri ve Tarihi: Sivas (Türkiye) / 10.02.1987
E-posta: hulya.yarar@gmail.com
Lisans : İstanbul Teknik Üniversitesi
Gıda Mühendisliği (2006-2011)
Lise: Sivas Selçuk Anadolu Lisesi (2001-2005)

İş Tecrübesi

2012- 2014 Çevre Gıda Laboratuvarı
Enstrümental Analiz Lab.
Gıda Mühendisi