



**FARKLI KLORÜR TUZLARININ LAKERDANIN
FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

Abdulrahman Ali Nagi MASHRAH

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE**

2019

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI KLORÜR TUZLARININ LAKERDANIN
FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ**

Abdulrahman Ali Nagi MASHRAH

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**ERZURUM
2019**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**FARKLI Klorür Tuzlarının Lakerdanın Fizikokimyasal
Özelliklerine Etkileri**

Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE danışmanlığında, Abdulrahman Ali Nagi MASHRAH tarafından hazırlanan bu çalışma 20/12/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu** (.../...) ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Mükerrerem KAYA

İmza:

Üye: Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE

İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Aybike KAMILOĞLU

İmza:

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulunun 26 / 12 / 2019 tarih ve 50 / 39
nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI KLORÜR TUZLARININ LAKERDANIN FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Abdulrahman Ali Nagi MASHRAH

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE

Araştırmada, farklı klorür tuzlarının lakerdanın fizikokimyasal özellikler üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla iki farklı sıcaklıkta (4°C ve 20°C) farklı klorür tuzları (%100 NaCl-kontrol, %50 NaCl + %50 KCl ve %50 NaCl + %30 KCl + %20 CaCl₂) kullanılarak üretilen lakerdalardan olgunlaştırma süresi boyunca alınan örneklerin pH, nem, a_w, tuz, TBARS ile renk (L*, a*, b*) değerleri belirlenmiş ve tekstür profil analizi yapılmıştır. Farklı klorür tuzları kullanımı, pH, nem, a_w, tuz, L* ve b* değerleri üzerinde çok önemli seviyede (P<0,01) etkili olmuştur. Üretim sıcaklığı faktörü, nem, a_w, tuz, L* ve b* değerlerini çok önemli seviyede (P<0,01) etkilemişken, olgunlaştırma süresi faktörü pH değerini önemli seviyede (P<0,05), nem, a_w, tuz, TBARS, L*, a* ve b* değerlerini ise çok önemli seviyede (P<0,01) etkilemiştir. Enstrümantal olarak belirlenen sertlik, yapışkanlık, kohesivlik ve sakızimsılık değerlerinin farklı klorür tuzları kullanımından çok önemli seviyede (P<0,01) etkilendiği belirlenmiştir. Diğer yandan üretim sıcaklığı faktörü sertlik ve kohesivlik değerlerini önemli seviyede (P<0,05), elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerini ise çok önemli seviyede (P<0,01) etkilemiştir. Olgunlaştırma süresi ise sertlik, kohesivlik, elastikiyet, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri üzerinde çok önemli seviyede (P<0,01) etkili olmuştur. Araştırma sonunda, lakerda üretiminde NaCl yerine %50 oranında KCl kullanımının mümkün olduğu kanaatine varılmıştır.

2019, 60 sayfa

Anahtar Kelimeler: lakerda, NaCl, KCl, CaCl₂, TPA, sertlik

ABSTRACT

MS Thesis

EFFECTS OF DIFFERENT CHLORIDE SALTS ON THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF LAKERDA

Abdulrahman Ali Nagi MASHRAH

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

Supervisor: Assoc. Prof. Ahmet AKKÖSE

In this study, the effects of different chloride salts on the physicochemical properties of lakerda was investigated. For this purpose, pH, moisture, a_w , salt, TBARS and color (L^* , a^* , b^*) values of lakerda produced with different chloride salts (%100 NaCl-control, %50 NaCl + %50 KCl ve %50 NaCl + %30 KCl + %20 $CaCl_2$) at two different temperatures (4°C ve 20°C) were determined using samples taken during the ripening period and texture profile analysis was performed. The use of different chloride salts had a very significant effect ($P<0.01$) on pH, moisture, a_w , salt, L^* and b^* values. While production temperature factor affected moisture, a_w , salt, L^* and b^* values very significantly ($P<0.01$), production time factor had a significant effect ($P<0.05$) on pH and a very significant effect ($P<0.01$) on moisture, a_w , salt, TBARS, L^* , a^* and b^* values. Instrumentally determined hardness, adhesiveness, cohesiveness and gumminess values were affected very significantly ($P<0.01$) by the use of different chloride salts. On the other hand, the production temperature factor had a significant effect ($P<0.05$) on hardness and cohesiveness and a very significant effect ($P<0.01$) on springiness and chewiness. The ripening time had a very significant effect ($P<0.01$) on hardness, cohesiveness, springiness, gumminess and chewiness values. At the end of the research, it was concluded that the use of %50 KCl instead of NaCl is possible in the production of lakerda

2019, 60 pages

Anahtar Kelimeler: lakerda, NaCl, KCl, $CaCl_2$, TPA, hardness

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın bütün aşamalarında, benden bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen, değerli düşünceleri ile bana katkıda bulunan, desteğini hep hissettiğim tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE'ye teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarım sırasında yanımda olan ve yardımlarını benden esirgemeyen başta Sinem SARAÇ, Eyad AOUDEH, Ali Murat KESEMEN ve Melek KAYA olmak üzere tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasında yanımda olan ve benden desteklerini esirgemeyen başta annem babam ve abim Hisham olmak üzere tüm aileme teşekkür ediyorum.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana burs sağlayan Yurtdışı Türkler ve Akraba Toplulukları Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Ayrıca araştırmalarımız boyunca laboratuvarını kullanmamıza olanak sağlayan Doğu Anadolu İleri Teknoloji ve Araştırma Merkezine (DAYTAM) teşekkür ederim.

Abdulrahman Ali Nagi MASHRAH

Aralık, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	9
3.1. Materyal.....	9
3.2. Yöntem	9
3.2.1. Lakerda üretimi	9
3.2.2. pH tayini	10
3.2.3. Su aktivitesi (a_w) tayini.....	10
3.2.4. Nem tayini	10
3.2.5. Tuz tayini.....	10
3.2.6. TBARS tayini	11
3.2.7. Renk tayini	11
3.2.8. Tekstür profil analizi (TPA).....	11
3.2.9. İstatistiki analiz.....	12
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	13
4.1. pH	13
4.2. Nem İçeriği.....	17
4.3. Su Aktivitesi (a_w).....	21
4.4. Tuz İçeriği	25
4.5. TBARS	29
4.6. Renk.....	33
4.7. TPA Sonuçları	43
5. SONUÇ	54

KAYNAKLAR	57
ÖZGEÇMİŞ	61



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C	Santigrat derece
a*	Kırmızı/yeşil renk değeri
b*	Sarı/mavi renk değeri
cm	Santimetre
g	Gram
kg	Kilogram
L*	Siyah/beyaz renk değeri
M	Molarite
mg	Miligram
mj	Milijoule
ml	Mililitre
mm	Milimetre
N	Newton
nm	Nanometre
S	Saniye
μmol	Mikromol

Kısaltmalar

A _w	Su aktivitesi
EDTA	Etilen diamin tetra asetik asit
TBARS	Tiyobarbütirik asit reaktif maddeler
TCA	Trikloroasetik asit
WHO	World Health Organization

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların pH değeri üzerine tuz × zaman interaksyonunun etkisi	16
Şekil 4.2. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların nem içerikleri üzerine tuz × zaman interaksyonunun etkisi	20
Şekil 4.3. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların nem içerikleri üzerine sıcaklık × zaman interaksyonunun etkisi ..	21
Şekil 4.4. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların a_w değeri üzerine sıcaklık × tuz × zaman interaksyonunun etkisi.....	25
Şekil 4.5. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların % tuz içeriği üzerine sıcaklık × tuz × zaman interaksyonunun etkisi.....	29
Şekil 4.6. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların TBARS değeri üzerine sıcaklık × tuz × zaman interaksyonunun etkisi.....	33
Şekil 4.7. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların L^* değeri üzerine sıcaklık × tuz × zaman interaksyonunun etkisi	40
Şekil 4.8. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların a^* değeri üzerine sıcaklık × tuz × zaman interaksyonunun etkisi .	41
Şekil 4.9. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların b^* değeri üzerine sıcaklık × zaman interaksyonunun etkisi.....	42
Şekil 4.10. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların b^* değeri üzerine sıcaklık × tuz interaksyonunun etkisi	42
Şekil 4.11. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların b^* değeri üzerine tuz × zaman interaksyonunun etkisi	43
Şekil 4.12. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların sertlik değeri üzerine sıcaklık × tuz × zaman interaksyonunun etkisi.....	51

Şekil 4.13. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların yapışkanlık değeri üzerine tuz $\times$ zaman interaksyonunun etkisi.....	51
Şekil 4.14. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların kohesivlik değeri üzerine sıcaklık $\times$ tuz $\times$ zaman interaksyonunun etkisi.....	52
Şekil 4.15. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların sakızımsılık değeri üzerine sıcaklık $\times$ tuz $\times$ zaman interaksyonunun etkisi.....	53

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Tuzlama işleminde kullanılan farklı klorür tuzlarının oranları.....	9
Çizelge 4.1. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen pH değerleri	13
Çizelge 4.2. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları	14
Çizelge 4.3. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	15
Çizelge 4.4. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen % nem içerikleri....	17
Çizelge 4.5. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen % nem içeriklerine ait varyans analizi sonuçları	18
Çizelge 4.6. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen % nem içeriklerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	19
Çizelge 4.7. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen a_w değerleri	21
Çizelge 4.8. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları	22
Çizelge 4.9. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	24
Çizelge 4.10. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen % tuz içerikleri.....	26

Çizelge 4.11. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen % tuz içeriklerine ait varyans analiz sonuçları	26
Çizelge 4.12. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen % tuz içeriklerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	28
Çizelge 4.13. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen TBARS değerleri (mgMDA/kg).....	30
Çizelge 4.14. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analizi sonuçları	30
Çizelge 4.15. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	32
Çizelge 4.16. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri.....	34
Çizelge 4.17. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen L^* , a^* ve b^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları	36
Çizelge 4.18. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen L^* değerlerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	38
Çizelge 4.19. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen TPA değerleri	44
Çizelge 4.20. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen TPA değerlerine ait varyans analizi sonuçları	47
Çizelge 4.21. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen TPA değerlerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	50

1. GİRİŞ

Su ürünleri, önemli bir protein kaynağı olmalarının yanı sıra esansiyel çoklu doymamış yağ asitlerini yüksek oranda içeren önemli bir gıda grubudur. Ayrıca su ürünleri mineral ve vitamin kaynağı olarak da kabul edilmektedir. Bununla birlikte bu ürünler yüksek su içerikleri ve pH değerlerinden dolayı hızlı bir şekilde bozulabilmektedir. Bundan dolayı su ürünleri kurutma, dumanlama ve tuzlama gibi farklı yöntemler kullanarak dayanıklı hale getirmektedir (Pedro and Nunes 2007).

Gıda teknolojisinde kullanılan en eski muhafaza yöntemlerinden biri tuzlama işlemidir (Thorarinsdottir *et al.* 2004; Anonymous 2008). Tuzlama işlemi ile bir yandan gıdaların muhafazası sağlanırken, diğer yandan gıdalara istenilen tat, tekstür ve aroma kazandırılarak çeşitli son ürünlerin elde edilmesi mümkün olmaktadır. Tuzlama işlemi et teknolojisinde de önemli bir yere sahip olup ve çeşitli et ürünlerinin elde edilmesinde bir ön işlem veya bir temel işlem olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Barat *et al.* 2006; Corral *et al.* 2013; Shao *et al.* 2016).

Tuzlama işlemi, geleneksel olarak kuru ve yaş tuzlama şeklinde yapılmaktadır (Lindkvist *et al.* 2008). Kuru tuzlama yönteminde, etin yüzeyine homojen dağılacak şekilde tuz uygulanmakta ve tüm et yüzeyi tamamen tuza maruz bırakılarak bir süre bekletilmektedir. Bu yöntemde su ilavesi olmadığından, tuz dokunun yapısında bulunan suda çözünmektedir. Yaş tuzlamada ise, etin tuz çözeltisi (salamura) içerisinde belli bir süre bekletilmesiyle, tuzun ete nüfuz etmesi sağlanmaktadır (Feiner 2006; Schmidt *et al.* 2008; De Prados *et al.* 2016; Wang *et al.* 2016). Bununla birlikte tuzlama işlemi, genellikle kurutma, dumanlama ve fermantasyon gibi diğer geleneksel yöntemlerle birleştirilerek gerçekleştirilmektedir (Anonymous 2008; Lindkvist *et al.* 2008).

Tuzlama işlemi esnasında, et içerisine doğru tuz difüzyonu meydana gelirken, etten dışarı doğru ise su çıkışı olmaktadır. Tuz ve suyun difüzyon hızı, esasen et yüzeyi ile merkezi arasındaki konsantrasyon farkına bağlı olarak gerçekleşmektedir. Difüzyon hızı, tuzlama

işleminin başlangıcında, yani henüz etin merkezinde tuz bulunmadığı anda en yüksek düzeydedir. Zamanla etin dış katmanlarındaki su uzaklaşmakta ve bu katmanlardaki tuz konsantrasyonu yükselmektedir. Bu durumun devamında etin merkezindeki su, yüzeye doğru hareket etmekte ve aynı zamanda tuz ise etin merkezine doğru nüfuz etmektedir. Böylece etin yüzeyindeki ve merkezindeki tuz konsantrasyonu dengeye ulaştıkça tuz geçişi yavaşlamaktadır (Feiner 2006; Tribuzi *et al.* 2014; Dimakopoulou-Papazoglou and Katsanidis 2016).

Tuzlama işlemi, düşük maliyeti ve elde edilen son ürüne kazandırdığı tat, lezzet, aroma ve tekstür gibi özellikleri nedeniyle balık etinin muhafazası ve işlenmesinde de oldukça yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisidir (Martínez-Alvarez and Gómez-Guillén 2013; Hao *et al.* 2016) . Tuzlanmış balık ürünleri, taze veya donmuş balığın ya da balık parçalarının tuzlama işlemiyle tamamen ya da kısmen dayanıklı hale getirilmesi ile hazırlanan ürünler olarak tanımlanmaktadır. Tuzlanmış balık ürünleri, neredeyse tüm balıklardan yapılabilmekte ve dünya genelinde işlenmiş su ürünlerinin yaklaşık %10'unu oluşturmaktadır (Ormancı 2013).

Tuzlama işlemi balık etinin su aktivitesini düşürmekte, böylece mikrobiyal ve enzimatik faaliyetlerin azalmasına ve ürünün daha uzun süre muhafaza edilmesine olanak sağlamaktadır (Mujaffar and Sankat 2005; Liu *et al.* 2013; Caballero *et al.* 2016). Tuzlanmış ürünlerin raf ömrü; genellikle bir yıldan daha fazla sürmekle birlikte işlem koşulları, depolama şartları, tuz, yağ ve nem miktarı gibi faktörlere bağlı olarak bu süre değişebilmektedir (Ormancı 2013). Diğer yandan tuzlama işlemi balık eti proteinlerini de etkileyebilmektedir. Düşük tuz konsantrasyonları elektrostatik etkileşimleri veya proteinlerdeki hidrofilik bölgeler arasındaki bağlanmayı azaltarak protein çözünürlüğünü düşürürken, yüksek tuz konsantrasyonları artan yüzey gerilimi ile protein çözünürlüğünü artırarak tekstürel özelliklere katkıda bulunmaktadır (Curtis and Lue 2006; Machado *et al.* 2007). Bunun yanı sıra tuzlanmış balıkların olgunlaştırılması esnasında meydana gelen protein denatürasyonu ve fosfolipitlerin oksidasyonu gibi olaylar renk özelliklerinin gelişimine de katkıda bulunmaktadır (Lauritzsen *et al.* 2004; Stien *et al.* 2005).

Yüksek tuz (NaCl) konsantrasyonunun ürün için sağladığı daha iyi muhafaza ve teknolojik özelliklere rağmen, insan sağlığı açısından getirdiği bazı olumsuz etkileri de söz konusudur. Özellikle aşırı sodyum alımının hipertansiyona neden olduğu ve hipertansiyonun ise kardiyovasküler hastalık oluşumunda önemli bir risk faktörü olduğu bildirilmektedir. Bu kapsamda çeşitli tuzlanmış et ürünlerinin üretiminde kullanılan NaCl miktarını azaltmaya veya farklı tuzlar kullanılarak ikame edilmesine yönelik çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır (Trowell 1980; Fernández-Ginés *et al.* 2005; Dickinson and Havas 2007; Weiss *et al.* 2010; Horita *et al.* 2011).

Potasyum klorür (KCl), NaCl kullanımına ikame olarak en çok araştırılan klorür tuzudur. Bununla birlikte tek başına kullanımının acı, buruk ve metalik bir tada neden olduğu da ifade edilmektedir (Geleijnse *et al.* 2003). Diğer yandan, et ürünlerindeki sodyum içeriğini azaltmak amacıyla kalsiyum klorür (CaCl_2) ve magnezyum klorür (MgCl_2) gibi diğer bazı klorür tuzlarının da NaCl için ikame olarak kullanılabileceği bildirilmektedir (Aliño *et al.* 2010; Pojedinec *et al.* 2011).

Palamut (Sarda sarda), Scombridae familyasına ait, sıcak ve ılıman denizlerin hem açık hem de kıyı bölgelerinde yaşayan, ekonomik değere sahip bir balık türüdür. Tüketimi taze, dondurulmuş veya tuzlanmış olarak yapılan bu balığın, tuzlanmış şekli “lakerda” olarak adlandırılmaktadır (Ormancı 2013; Sarropoulou *et al.* 2014). Palamutun avlanma süresi sınırlıdır ve avlanan palamutların çoğu taze veya dondurulmuş olarak pazarlanmaktadır. Diğer yandan, avlama mevsiminde yakalanan palamutların bir kısmı ise genellikle sahil bölgelerinde geleneksel tuzlama yöntemleriyle tuzlanarak muhafaza edilmekte ve yaygın olarak tüketilmektedir (Turan *et al.* 2006).

Lakerda, esasen Scombridae familyasına ait balıklardan tuzlama işlemi uygulanarak üretilen geleneksel bir üründür (Ormancı and Colakoglu 2015). İlk olarak İspanyol balıkçılar tarafından üretilmiş ve İspanyolcada istenen anlamına gelen “la kerrida” olarak isimlendirilmiştir (Erkan *et al.* 2009). Bu ürün Türkiye’de çoğunlukla evsel olarak üretilmekte ve salamura veya ayçiçeği yağı içerisinde muhafaza edilmektedir (Varlık *et al.* 2004). Ticari üretimde, dilimlenmiş balıklar kuru veya yaş tuzlama yöntemi

kullanılarak ve genellikle oda sıcaklığında (15-20°C) olgunlaştırılmaktadır (Ormancı and Colakoglu 2015). Palamut etinin geleneksel yöntemle tuzlanmasında genellikle kuru tuzlama yöntemi kullanılmakta, bununla birlikte elde edilen ürün depolama boyunca üretim esnasında oluşan salamura içinde tutulmaktadır (Turan *et al.* 2006).

Genel itibarıyla, et ürünleri yüksek tuz içermekte ve Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) (2003) göre, işlenmiş tüm gıdalar arasında et ürünleri, önerilen sodyum alımının yaklaşık %16–25'ini karşılamaktadır. İşlenmiş balık ürünlerinin ise tuz içeriği oldukça değişmektedir. Bazı ürünlerinde %1, diğer ürünlerde ise %30'a kadar çıkabilmektedir. Yüksek oranda tuz içeren lakerda insanlar tarafından sevilerek tüketilen bir üründür. Dolayısıyla halk için önemli bir sodyum kaynağı olduğu düşünülebilir. Diğer yandan, son zamanda tüketicilerin sağlıklı diyetin önemine daha çok odaklandıkları ve özellikle sodyum alımıyla ilgili düşük miktarda tuz (NaCl) içeren ürünlere yöneldikleri görülmektedir. Böylece, mevcut bu araştırmada sodyum miktarının azaltılmasına yönelik olarak NaCl yerine değişik oranlarda farklı klorür tuzlarının (KCl ve CaCl₂) kullanımıyla farklı sıcaklıklarda (4°C ve 20°C) lakerda üretimi gerçekleştirilmiş ve üretim süresi boyunca ürünün bazı fizikokimyasal özelliklerinde meydana gelen değişimler belirlenmeye çalışılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Erkan *et al.* (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, salamurada, sıvı yağda veya vakum ambalajlanarak 4°C’de depolanan lakerda örneklerinin bazı duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenerek raf ömrü belirlenmeye çalışılmıştır. Belirlenen özellikler açısından salamurada depolanan örnekler için bozulmanın 9. haftada başladığı, sıvı yağda veya vakum ambalajlanarak depolananlar için ise bu sürenin 2-3 hafta daha uzadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte raf ömrü için en iyi sonuçların vakum ambalajlanmış örneklerde elde edildiği bildirilmiştir.

Farklı ambalajlama yöntemleri kullanılarak soğukta depolanan lakerda örneklerinin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal kalite özelliklerinde meydana gelen değişimlerin araştırıldığı bir çalışmada, vakum veya modifiye atmosferde ambalajlanmış örnekler için daha uzun bir raf ömrü belirlenmiştir. Araştırmada, vakum ve modifiye atmosfer ile paketlenmiş lakerdanın toplam canlı bakteri sayısı, toplam uçucu bazik azot (TVB-N) ve trimetilamin-azot (TMA-N) değerlerinin, 31 güne kadar referans değerlerden daha düşük olduğu bildirilmiştir (Çağlak *et al.* 2012).

Koral *et al.* (2013) tarafından Türkiye ve Avrupa piyasasında satışa sunulan çeşitli tuzlanmış balık ürünlerinin biyogen amin içeriklerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, örneklerin a_w değeri, tuz miktarı ve nem içeriği de belirlenmiştir. Lakerda örneklerinin %15’inde FDA ve EU tarafından belirlenen histamin sınır değerlerinin üzerinde sonuçlar bulunmuştur. Bununla birlikte lakerda örneklerinin birçoğunda düşük tuz içeriği ve yüksek su aktivitesi belirlenmiş, bu nedenle lakerdanın soğukta muhafaza edilmesi gerektiğini önerilmiştir.

Farklı klorür tuzları (NaCl, KCl, MgCl₂ ve CaCl₂) kullanılarak tuzlanan morina balığının bazı fizikokimyasal özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada, üründeki K⁺ katyonu miktarı arttıkça, su kaybının, tuz kazanımının ve son ürün sertliğinin de arttığı tespit edilmiştir.

Diğer yandan Ca^{+2} ve Mg^{+2} katyonlarının ise su tutma kapasitesi üzerinde olumsuz etkileri olduğu bildirilmiştir (Martínez-Alvarez and Gómez-Guillén 2013).

Kocatepe *et al.* (2014) 4°C’de depolanan streç film veya vakum ambalajlanmış lakerda örneklerinin raf ömrünü araştırmışlardır. Çalışmada, depolama süresi boyunca vakum ambalajlanmış lakerda örneklerinin TBARS değeri ile toplam mezofilik ve toplam psikrotrofik bakteri sayılarının kabul edilebilirlik limitlerini aşmadığı belirlenmiş, böylece vakum ambalajlamanın lakerdanın raf ömrünü artırdığı bildirilmiştir.

Palamut balığından üretilen lakerdanın besin değeri ve duyuşal özelliklerinin incelendiği bir araştırmada, örneklerde nem içeriği %52,22, protein %14,64, yağ %17,39, kül ise %15,14 olarak belirlenmiştir. Lakerdanın yüksek oranda glutamik asit + glutamin (4,75g/100g), aspartik asit + asparagin (2,39g/100 g), lösin (1,51g/100 g) ve valin (1,36g/100g) içerdiği tespit edilmiştir. Ayrıca lakerda örneklerinde yüksek oranda oleik asit, dokosaheksaenoik asit ve palmitik asit bulunduğu belirlenmiştir. Araştırma sonunda, lakerdanın iyi bir protein ve lipit kaynağı olduğu rapor edilmiştir (Ormancı and Çolakoğlu 2015).

Turan *et al.* (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı yöntemler kullanılarak üretilen lakerdaların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri incelenmiştir. Lakerda örneklerinin tuz içeriklerinin %11,96 ile %14,59 arasında değiştiği ve tuz içeriği ile su aktivitesi arasında güçlü bir korelasyon olduğu saptanmıştır. TVB-N ve TBARS değerleri sırasıyla, 20,01-34,14mg/100g ve 6,84-19,54mg MDA/kg arasında bulunmuştur. Ev tipi yapılan lakerdaların daha düşük TBARS ve TVB-N değerleri ile maksimum tuz miktarı ve minimum a_w değerlerine sahip olduğunu belirlenmiştir. Mikrobiyolojik özellikleri bakımında incelenen tüm örneklerin referans limitler içinde olduğu, bununla birlikte en düşük toplam mezofilik bakteri sayısının ev tipi olanlarda belirlendiği bildirilmiştir. Çalışma sonunda, incelenen tüm kriterler bakımından geleneksel yöntemle üretilen lakerdaların daha iyi bir kaliteye sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Jittrepotch *et al.* (2015) sazan balığından üretilen Plaa-som adlı tuzlanmış balık ürününde NaCl yerine farklı oranlarda KCl veya CaCl_2 kullanımının bazı fizikokimyasal ve duyuşal özellikler üzerine etkilerini araştırmışlardır. Fermantasyon esnasında, tüm örneklerde pH ve a_w değerlerinin azaldığı, bununla birlikte, CaCl_2 kullanılan örneklerde KCl kullanılanlara göre daha düşük pH değerlerinin belirlendiğı bildirilmiştir. Diğer yandan TBARS değerinin fermantasyon sırasında tüm örnekler için artış gösterdiği, fakat %100 NaCl kullanılan örneklerde daha yüksek TBARS değerlerinin belirlendiğı rapor edilmiştir. Üretiminde CaCl_2 kullanılan örneklerin, diğerlerine göre daha yüksek sertlik, yapışkanlık ve elastikiyet değerlerine sahip olduğı tespit edilmiştir. Duyusal açıdan ise %25 veya %50 KCl kullanılarak üretilen örneklerin, CaCl_2 kullanılanlara göre daha yüksek genel kabul edilebilirlik puanlarına sahip olduğı %100 NaCl ile üretilmiş olanlarla ise benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Faralizadeh *et al.* (2016) tütşülenmiş kilka balığı üretiminde NaCl yerine KCl kullanımının depolama sırasında kalite özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada, %75 NaCl + %25 KCl kullanılan örneklerin duyuşal özellikler açısından kontrole yakın değerler sağladığı ve 4°C’de depolama süresince yağ, nem ve kül içerikleri ile TBARS değerleri bakımından kontrole benzer sonuçlar verdiğı belirlenmiştir. Bununla birlikte bu örneklerde daha yüksek protein ve tuz içeriğı ile daha düşük TVB-N ve peroksit değerleri belirlendiğı de rapor edilmiştir. Araştırma sonunda, tütşülenmiş kilka balığı üretiminde kullanılan NaCl’nin %25 oranında KCl ile ikamesinin mümkün olduğı sonucuna varılmıştır.

Hao *et al.* (2016) geleneksel bir balık ürünü olan Yiluxian üretiminde farklı tuz konsantrasyonları kullanımının bazı fizikokimyasal özelliklerdeki değışimlere etkisini araştırmışlardır. Salamura tuzlama esnasında üründeki tuz içeriğinin %3,82’ye yükseldiğı, Yiluxian için belirlenen renk özelliklerinin üretim esnasında önemli seviyede değışmediğı, ancak bununla birlikte sertlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.

Farklı sıcaklıklarda (4 °C, 15 °C ve 20°C) olgunlaştırılan lakerdaların biyojen amin içeriğinin belirlendiği bir çalışmada, tyramin, spermin ve feniletilamin başlıca biyojen aminler olarak belirlenmiştir. Olgunlaştırma esnasında spermin hariç tüm biyojen aminlerin miktarının önemli seviyede azaldığı ve daha yüksek olgunlaştırma sıcaklığında daha düşük biyojen amin içeriğinin tespit edildiği bildirilmiştir. Ayrıca lakerda üretiminde kullanılan olgunlaşma süresinin ve sıcaklığının pH, tuz içeriği ve a_w değeri üzerinde etkili olduğu gözlenmiştir. Araştırmada, pH ve a_w değerleri ile biyojen aminler arasında pozitif bir korelasyon görüldüğü de rapor edilmiştir (Ormancı and Colakoglu 2017).

Koral and Köse (2018) yaptıkları bir çalışmada, lakerda üretiminde taze veya dondurulmuş palamut balığı kullanımı ile üretimde kullanılan farklı sıcaklıkların ve tuz oranlarının ürün kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, en düşük tuz miktarına sahip örneklerin daha düşük duyusal puanlar aldığı, diğer yandan yüksek tuz oranının daha yüksek oksidasyona neden olduğu belirlenmiştir. Dondurulmuş palamut ile yapılan lakerdanın, taze palamut kullanılarak üretilenlerden daha yüksek tuz içerdiği, bununla birlikte daha düşük biyojen amin içeriğine sahip olduğu rapor edilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Trabzon'dan taze olarak satın alınan palamut (*sarda sarda*) balıkları aynı gün içerisinde soğuk şartlar altında laboratuvara getirilmiş ve lakerda üretiminde kullanılmıştır. Tuzlama işleminde kullanılan NaCl, KCl, ve CaCl₂ ise kimyasal madde satan ticari bir firmadan temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Lakerda üretimi

Laboratuvara getirilen palamut balıklarının öncelikle kafası kesilerek iç organları çıkarılmış, ardından balıklar soğuk su ile ön yıkama işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra balıklardan çıkarılan filetolar soğuk su ile ikinci bir yıkama işlemine tabi tutularak kan pıhtılarından tamamen arındırılmıştır. Son olarak kağıt havlu ile yüzeyindeki fazla su giderilen filetolar iki farklı sıcaklıkta (4°C ve 20°C) üç farklı tuz karışımı kullanılarak 20 gün süreyle %15 oranında kuru tuzlama yöntemi ile tuzlanmıştır. Tuzlama işleminde kullanılan farklı klorür tuzlarının oranları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Tuzlama işleminde kullanılan farklı klorür tuzlarının oranları

Grup	Tuz
A (Kontrol)	%100 NaCl
B	%50 NaCl + %50 KCl
C	%50 NaCl + %30 KCl + %20 CaCl ₂

3.2.2. pH tayini

Örneklerin pH değeri, ölçüm öncesinde tampon çözeltilerle (pH 4 ve 7 tampon) kalibre edilmiş olan bir pH-metre (Crison Instruments, S.A.) cihazı kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.3. Su aktivitesi (a_w) tayini

a_w değerinin belirlenmesinde su aktivitesi ölçüm cihazı (Novasina, TH-500 a_w Sprint, İsviçre) kullanılmıştır. Cihaz, kullanmadan önce 25°C'de kalibre edilmiştir. Örnekler cihazın ölçüm kabinine yerleştirilmiş ve a_w değerleri 25°C'de belirlenmiştir.

3.2.4. Nem tayini

Yaklaşık 10g örnek, kurutulmuş ve darası alınmış kurutma kaplarına yerleştirilmiş ve sabit ağırlığa gelinceye kadar 102°C'de kurutulmuştur. Kurutma sonucu meydana gelen ağırlık kaybından yola çıkılarak örneklerdeki nem içeriği % olarak hesaplanmıştır.

3.2.5. Tuz tayini

Tuz içeriği iyon seçici elektrot (Crison Code: 9652, CILS. Electrode) kullanılarak pH/iyon ölçer cihazda (Crison GLP 22, pH&Ion Meter, Crison Instruments, S.A., Spain) belirlenmiştir. Bu amaçla cam kavanozlar içerisine 10g örnek tartılmış ve üzerine 90-95°C'deki sıcak saf su ilave edildikten sonra Ultra-Turrax (IKA T 25, Germany) ile 1-2 dakika homojenize edilmiştir. Bu şekilde elde edilen homojenizat adi filtre kağıdından süzülerek oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve elde edilen bu süzüntüde ölçüm yapılmıştır. Sonuçlar g NaCl/100g örnek olarak verilmiştir.

3.2.6. TBARS tayini

TBARS tayini Lemon (1975) tarafından verilen yöntem esas alınarak yapılmıştır. Analiz için 2 g örnek tartılmış, üzerine 12 ml TCA çözeltisi (%7,5 TCA, %0,1 EDTA ve %0,1 propil gallat) eklenerek Ultra-Turrax (IKA T 25, Almanya) ile 15-20s homojenizasyon yapılmıştır. Elde edilen homojenizat, Whatman 1 filtre kağıdından süzölmüş ve süzöntüden test tüplerine 3 ml alınarak üzerine 3 ml 0,02 M TBA çözeltisi ilave edilmiştir. Deney tüpleri önce 40 dakika kaynar su banyosuna yerleştirilmiş, ardından çıkarılıp soğuk su banyosunda oda sıcaklığına soğutulmuştur. Bu işlemde sonra elde edilen renkli karışımın spektrofotometrede (Thermo Electron Corporation, Aquamate, England) 532nm dalga boyunda köre karşı absorbens değeri okunmuştur. Elde edilen absorbens değeri ve TEP (1,1,3,3, tetraetoksipropan) standardı için belirlenen standart eğri kullanılarak, TBARS değerleri mg MDA/kg örnek olarak tespit edilmiştir.

3.2.7. Renk tayini

Örneklerin renk yoğunlukları, üç boyutlu renk ölçümünü esas alan Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commision Internationale de l'e Clairage) tarafından verilen kriterlere göre belirlenmiştir. Üretim aşamaları boyunca alınan örneklerde Minolta (CR-200, Minolta Co, Osaka, Japan) kolorimetre cihazı kullanılarak renk değerleri (L^* , a^* , b^*) tespit edilmiştir. Buna göre; L^* : $L^*=0$, siyah, $L^*=100$, beyaz; a^* : $+a^*$ =kırmızı, $-a^*$ =yeşil ve b^* : $+b^*$ =sarı, $-b^*$ =mavi renk yoğunluklarını göstermektedir.

3.2.8. Tekstür profil analizi (TPA)

TPA, tekstür analiz cihazı (CT3, Brookfield Engineering Laboratories, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Olgunlaştırma süresi boyunca alınan örnekler 50mm'lik silindirik prob kullanılarak iki sıkıştırma çevrimi ile oda sıcaklığında analiz edilmiştir. İşlem esnasında ön test hızı 1 mm/s, test hızı ve test sonrası hızı 2 mm/s, birinci ve ikinci sıkıştırma arası 3s ve sıkıştırma oranı %50 olacak şekilde ayarlanmıştır. Analiz sonucu

elde edilen kuvvet-zaman eğrilerinden sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik ve sakızımsılık değerleri hesaplanmıştır (Bourne 1978).

3.2.9. İstatistiki analiz

Araştırma tam şansa bağlı deneme planına göre iki tekerrürlü olarak kurulmuş ve yürütülmüştür. Elde edilen verilere IBM SPSS Statistics 20 paket program kullanılarak varyans analizi yapılmıştır. İstatistiki açıdan önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. pH

Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen pH değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Taze palamut etinde 5,96-5,97 olarak belirlenen pH değerinin, olgunlaştırmanın 5. gününde 4,80-5,95 arasında, 10. gününde 4,79-5,91 arasında, 15. gününde 5,11-6,36 arasında ve 20. gününde ise 5,15-6,37 arasında değiştiği gözlenmiştir. Taze balık eti için pH değerinin 6,0-6,5 arasında olduğu bildirilmiştir (Varlık vd 1993). Bununla birlikte balık etine uygulanan işlemlere veya depolama süresine bağlı olarak pH değeri değişkenlik göstermektedir. Koral *et al.* (2013) farklı bölgelerde satışa sunulan palamut lakerdalarda pH değerinin 4,81-6,46 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.1. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen pH değerleri

Sıcaklık	Tuz	Zaman (Gün)				
		0	5	10	15	20
4°C	A	5,96	5,81	5,66	6,19	6,17
		5,97	5,82	5,68	6,19	6,18
	B	5,96	5,87	5,91	6,23	6,21
		5,97	5,88	5,87	6,24	6,22
	C	5,96	4,90	4,96	5,29	5,31
		5,97	5,01	4,96	5,30	5,33
20°C	A	5,96	5,70	5,66	6,17	6,18
		5,97	5,73	5,69	6,18	6,20
	B	5,96	5,95	5,82	6,35	6,34
		5,97	5,94	5,82	6,36	6,37
	C	5,96	4,84	4,79	5,12	5,16
		5,97	4,80	4,80	5,11	5,15

Çizelge 4.2’de farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından farklı klorür tuzları kullanımının pH değeri üzerinde $P<0,01$ düzeyinde, olgunlaştırma süresinin ise $P<0,05$ düzeyinde etkili olduğu gözlenmiştir. Ayrıca tuz $\times$ zaman interaksiyonunun da pH değeri üzerinde önemli seviyede ($P<0,05$) etkili olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Sıcaklık (S)	1	0,261	1,727
Tuz (T)	2	4,805	31,751**
Zaman (Z)	4	0,472	3,118*
S $\times$ T	2	0,172	1,137
S $\times$ Z	4	0,171	1,127
T $\times$ Z	8	0,438	2,896*
S $\times$ T $\times$ Z	8	0,178	1,174
Hata	30	0,151	-
Genel	60	-	-

** $P<0,01$, * $P<0,05$

Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.3’te verilmiştir. Üretimde kullanılan farklı sıcaklıklar için belirlenen ortalama pH değerleri arasında önemli bir farklılık olmadığı ($P>0,05$) görülmektedir. Diğer yandan üretimde kullanılan farklı klorür tuzları açısından %50 NaCl + %30 KCl + %20 CaCl₂ kullanan C grubu örneklerde, diğer gruplara göre (A ve B) önemli seviyede daha düşük bir ortalama pH değeri tespit edilmiştir ($P<0,05$). Böylece lakerda üretiminde NaCl yerine %50 oranında KCl kullanımının pH değeri üzerinde etkili olmadığını, bununla birlikte CaCl₂ kullanımının ise pH değerinde düşüşe sebebiyet verdiğini söyleyebilmek mümkündür. Bu durum lakerda üretiminde pH açısından NaCl yerine %50 oranında KCl kullanımının mümkün olduğunu göstermektedir. Konu ile ilgili

yapılan benzer bir diğer araştırmada Jittrepotch *et al.* (2015) farklı klorür tuzları kullanılarak sazan balığından üretilen Plaa-som adlı tuzlanmış balık ürünüde pH değerinin iyon konsantrasyonu ve tipine bağlı olarak değiştiğini ve CaCl_2 kullanımının NaCl veya KCl kullanımına göre daha düşük pH değerlerine sebep olduğunu rapor etmişlerdir. Olgunlaştırma süresi dikkate alındığında, üretimin 10. gününe kadar önemli seviyede azalan ortalama pH değerinin, 15. günde önemli seviyede arttığı ($P<0,05$), 20. günde ise değişmediği tespit edilmiştir ($P>0,05$). pH değerindeki artışın, olgunlaştırmanın sonuna doğru bazik karakterdeki maddelerin oluşumundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bununla birlikte olgunlaştırmanın 15. ve 20. günlerinde belirlenen ortalama pH değerlerinin istatistiki açıdan 0. gün değeriyle farklılık göstermediği de görülmektedir. Lakerda üzerine yapılan diğer bazı araştırmalarda da benzer pH değerleri elde edilmiştir. Nitekim Erkan *et al.* (2009) tarafından yapılan bir araştırmada taze palamut eti ve lakerda için pH değerleri sırasıyla 5,97 ve 5,92 olarak belirlenmiştir. Çağlak *et al.* (2012) palamut lakerda için pH değerini 5,83-5,95 arasında, Kocatepe *et al.* (2014) ise ortalama pH değerini $6,02\pm0,04$ olarak bulmuşlardır. Ormancı and Çolakoğlu (2017) tarafından yapılan bir araştırmada ise 4°C 'de gerçekleştirilen 22 günlük lakerda üretimi sonunda ortalama pH değeri $5,94\pm0,02$ olarak, 20°C 'de gerçekleştirilen 15 günlük üretim sonunda ise $5,82\pm0,00$ olarak tespit edilmiştir. Koral and Köse (2018) ise farklı oranlarda tuz kullanarak taze veya dondurulmuş palamut etinden farklı sıcaklıklarda lakerda üretimi gerçekleştirmişler ve üretimin 4. haftasında 5,78-6,06 arasında değişen pH değerleri bulmuşlardır.

Çizelge 4.3. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

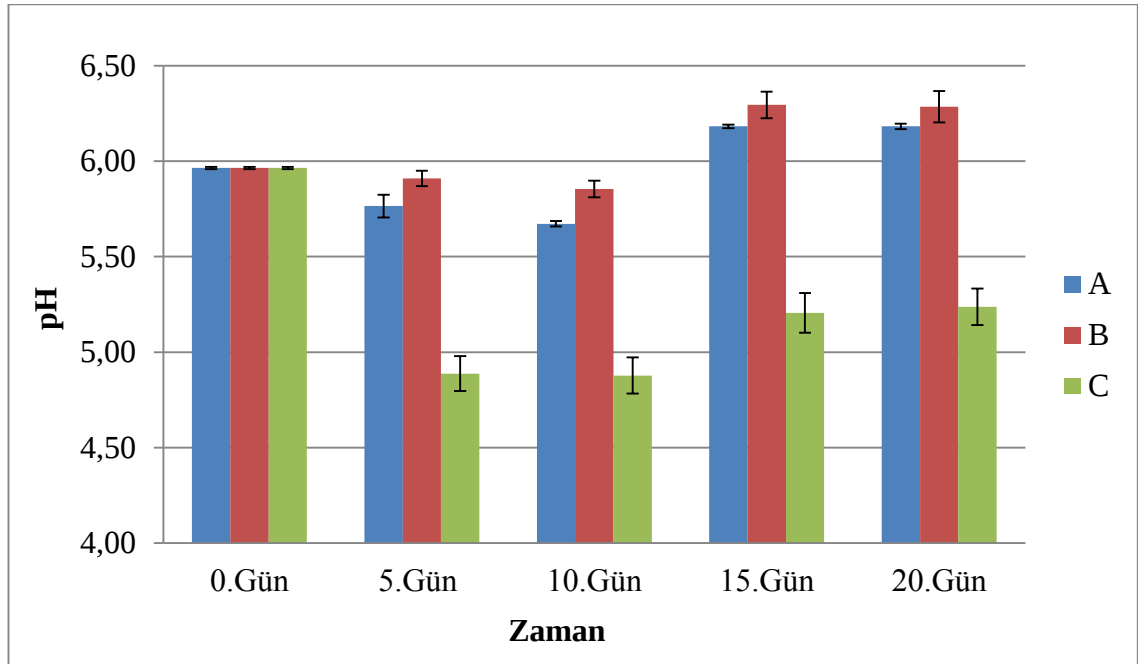
Sıcaklık	pH
4°C	$5,87\pm0,70^a$
20°C	$5,73\pm0,50^a$
Tuz	pH
A	$6,10\pm0,67^a$
B	$6,07\pm0,20^a$
C	$5,23\pm0,41^b$

Çizelge 4.3. (devam)

Zaman (Gün)	pH
0	5,97±0,01 ^a
5	5,77±1,07 ^{ab}
10	5,47±0,45 ^b
15	5,89±0,52 ^a
20	5,90±0,50 ^a

^{a-b}: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P < 0,05$)

Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların pH değeri üzerine tuz × zaman interaksiyonunun etkisi Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere olgunlaştırma süresi boyunca en düşük ortalama pH değerleri C grubu örneklerde belirlenmiştir. Bununla birlikte ilk 10 günlük olgunlaştırma süresince tüm gruplar için 0. güne göre daha düşük ortalama pH değerleri elde edilmesine rağmen, 15. ve 20. günlerde A ve B grubu için daha yüksek, C grubu için ise daha düşük ortalama değerler tespit edilmiştir.



Şekil 4.1. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların pH değeri üzerine tuz × zaman interaksiyonunun etkisi

4.2. Nem İçeriği

Nem içeriği, et ve et ürünlerinin fonksiyonel ve tekstürel özelliklerini etkileyen en önemli parametrelerden biridir. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen % nem içerikleri izelge 4.4'te verilmiştir. Taze palamut etinde %71,79-74,00 olarak belirlenen nem içeriğinin, lakerda için kullanılan farklı tuz ve sıcaklıklara bağlı olarak 20 günlük olgunlaştırma süresi sonunda %45,56-59,56 değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen % nem içerikleri

Sıcaklık	Tuz	Zaman				
		0	5	10	15	20
4°C	A	71,79	51,95	48,06	45,87	50,39
		74,00	54,54	50,00	51,54	51,70
	B	71,79	54,27	51,00	54,76	53,58
		74,00	56,19	48,42	54,45	48,41
	C	71,79	48,45	57,24	50,95	45,56
		74,00	48,46	55,99	47,91	46,70
20°C	A	71,79	48,65	48,86	55,46	54,43
		74,00	56,23	54,14	55,40	55,20
	B	71,79	51,74	57,48	58,00	59,56
		74,00	54,14	56,49	54,79	57,00
	C	71,79	48,10	53,29	52,88	50,59
		74,00	48,00	52,69	53,55	49,80

Çizelge 4.5'te verilen farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen % nem içeriklerine ait varyans analizi sonuçlarına göre, ana varyasyon kaynaklarından sıcaklık, tuz ve zaman % nem içeriği üzerinde $P < 0,01$ düzeyinde etkili olmuştur. Bununla birlikte sıcaklık $\times$ zaman ve tuz $\times$ zaman interaksiyonları da %nem içeriği üzerinde çok önemli seviyede etki göstermiştir ($P < 0,01$).

Çizelge 4.5. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen % nem içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Sıcaklık (S)	1	60,160	15,433**
Tuz (T)	2	46,194	11,850**
Zaman (Z)	4	1016,406	260,745**
S×T	2	5,934	1,522
S×Z	4	20,761	5,326**
T×Z	8	19,484	4,998**
S×T×Z	8	8,715	2,236
Hata	30	3,898	-
Genel	60	-	-

** P<0,01

Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen % nem içeriklerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6’da gösterilmiştir. 20°C’de gerçekleştirilen tuzlama işleminde 4°C’dekine göre daha yüksek bir ortalama nem içeriği tespit edilmiştir. Kullanılan farklı klorür tuzları açısından, en düşük ortalama nem içerikleri A ve C grubu örneklerde belirlenmişken, en yüksek ortalama değer %50 NaCl + %50 KCl kullanılan B grubu örneklerde belirlenmiştir. Bu durum lakerda üretiminde NaCl yerine %50 oranında KCl kullanımının daha yüksek bir ortalama nem içeriğine sebebiyet verdiğini, KCl’nin yanı sıra CaCl₂ kullanımının ise nem içeriğini düşürerek A grubundakine (%100 NaCl) benzer bir sonuç sağladığını göstermektedir. Diğer yandan olgunlaştırma işlemi esnasında ortalama nem içeriğinin 5. gün sonunda önemli seviyede azaldığı (P<0,05), daha sonra önemli seviyede değişmediği (P>0,05) ve son üründe ise ortalama %51,91±4,19 değerine ulaştığı görülmektedir. Böylece üretim esnasında palamut etinden meydana gelen nem kaybının esasen ilk 5 günlük olgunlaştırma süresinde gerçekleştiği söylenebilir.

Ormancı and Çolakoğlu (2015) lakerda için ortalama nem içeriğini mevcut bu araştırma sonuçlarına benzer şekilde %52,22±0,80 olarak tespit edilmiştir. Diğer yandan Çağlak (2009) tarafından yapılan bir araştırmada, lakerda için daha düşük bir ortalama nem

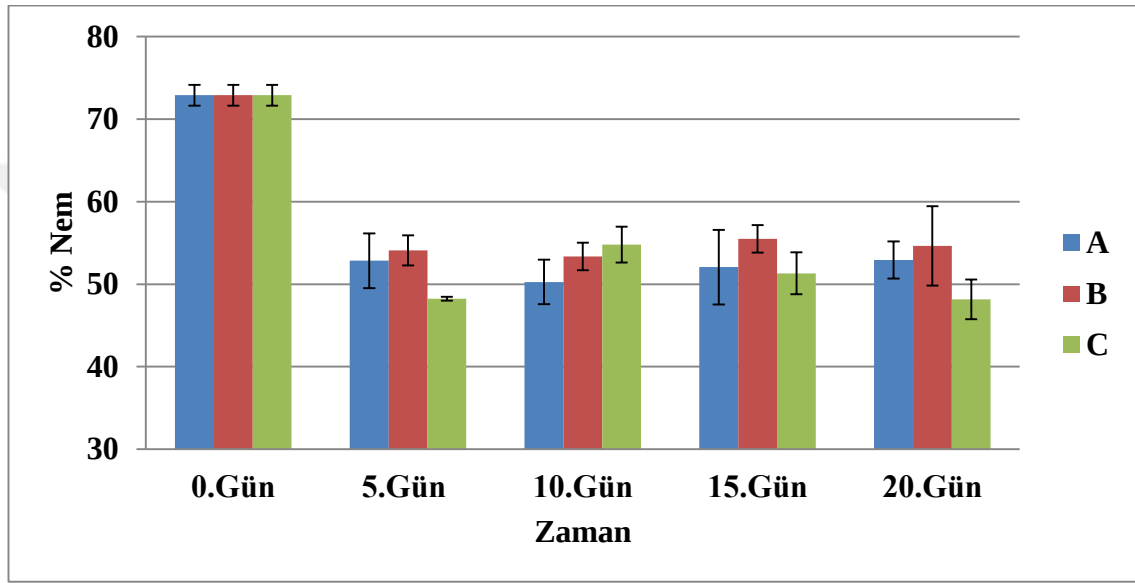
içeriği ($42,2 \pm 2,33$) belirlenmiştir. Farklı oranlarda tuz kullanılarak taze veya dondurulmuş palamut etinden farklı sıcaklıklarda lakerda üretimi gerçekleştirilen bir araştırmada ise üretimin 4. haftasında $42,91-53,51$ arasında değişen nem içerikleri tespit edilmiştir (Koral and Köse 2018). Benzer bir diğer çalışmada ise tuzlanmış deniz levreğinden üretilen Yiluxian adlı üründe nem içeriğinin tuzlama işleminin ilk üç gününde önemli seviyede azaldığı belirlenmiştir (Hao *et al.* 2016). Konu ile ilgili yapılan bir başka çalışmada Faralizadeh *et al.* (2016) tütsülenmiş kılka balığı üretiminde NaCl yerine %25 oranında KCl kullanımının nem içeriği üzerinde etkili olmadığını rapor etmişlerdir. Jittreptch *et al.* (2015) ise farklı klorür tuzları kullanılarak sazan balığından üretilen Plaa-som adlı tuzlanmış balık ürününde, üretim süresince nem içeriğinin azaldığını, bununla birlikte üretimde farklı klorür tuzları kullanımının nem içeriği üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.6. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen % nem içeriklerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Sıcaklık	% Nem
4°C	$55,46 \pm 9,39^b$
20°C	$57,46 \pm 8,39^a$
Tuz	% Nem
A	$56,20 \pm 9,03^b$
B	$58,09 \pm 8,13^a$
C	$55,09 \pm 9,62^b$
Zaman (Gün)	% Nem
0	$72,90 \pm 1,15^a$
5	$51,73 \pm 3,28^b$
10	$52,81 \pm 3,51^b$
15	$52,96 \pm 3,42^b$
20	$51,91 \pm 4,19^b$

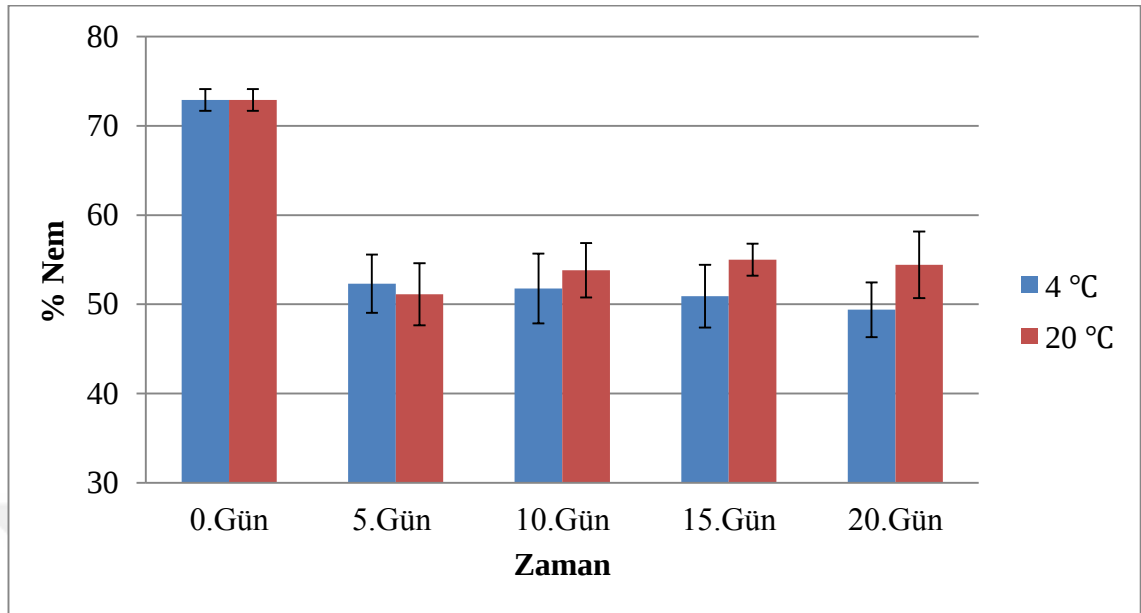
^{a-b}: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P < 0,05$)

Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların nem içerikleri üzerine tuz $\times$ zaman interaksiyonun etkisi Şekil 4.2’de verilmiştir. Olgunlaştırmanın 5. gününde tüm gruplar için % nem içeriklerinin azaldığı ve B grubu için en yüksek, C grubu için ise en düşük ortalama değerlerin elde edildiği görülmektedir. Benzer bir durum 20 günlük olgunlaştırma süresi sonunda da tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların nem içerikleri üzerine tuz $\times$ zaman interaksiyonun etkisi

Şekil 4.3’de farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların nem içerikleri üzerine sıcaklık $\times$ zaman interaksiyonun etkisi verilmiştir. Olgunlaştırmanın 5. gününde her iki sıcaklık için de 0. güne göre nem içeriklerinin azaldığı ve 4°C için daha yüksek bir ortalama değer elde edildiği görülmektedir. Bununla birlikte daha sonraki günlerde 20°C’ye göre 4°C’de daha yüksek ortalama değerler belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların nem içerikleri üzerine sıcaklık × zaman interaksiyonunun etkisi

4.3. Su Aktivitesi (a_w)

Gıdaların muhafazası açısından önemli parametrelerden biri de su aktivitesidir. Gıdalara uygulanan tuzlama işlemi a_w değerini düşürmekte ve böylece gıdaların bozulmasında önemli bir engel etken oluşturmaktadır (Sofos 1984). Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen a_w değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Taze palamut etinde 0,97-0,98 olarak belirlenen a_w değerinin, üretimde kullanılan farklı tuzlar ve sıcaklıklara bağlı olarak 20 günlük olgunlaştırma süresi sonunda 0,77-0,84 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen a_w değerleri

Sıcaklık	Tuz	Zaman (Gün)				
		0	5	10	15	20
4°C	A	0,98	0,93	0,85	0,78	0,77
		0,97	0,90	0,85	0,79	0,77

Çizelge 4.7. (devam)

4°C	B	0,98	0,87	0,86	0,84	0,83
		0,97	0,85	0,86	0,84	0,83
	C	0,98	0,91	0,86	0,83	0,83
		0,97	0,92	0,87	0,83	0,83
20°C	A	0,98	0,83	0,81	0,80	0,80
		0,97	0,83	0,80	0,8	0,80
	B	0,98	0,87	0,84	0,83	0,83
		0,97	0,86	0,84	0,83	0,83
	C	0,98	0,87	0,84	0,83	0,83
		0,97	0,87	0,83	0,83	0,84

Çizelge 4.8’de verilen farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre, ana varyasyon kaynaklarından sıcaklık, tuz ve zaman ile sıcaklık $\times$ zaman, tuz $\times$ zaman, sıcaklık $\times$ tuz $\times$ zaman interaksiyonları a_w değeri üzerinde $P<0,01$ düzeyinde etkili olmuştur.

Çizelge 4.8. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen a_w değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Sıcaklık (S)	1	0,002	49,846**
Tuz (T)	2	0,004	83,115**
Zaman (Z)	4	0,052	1193,500**
S $\times$ T	2	0,000	4,500
S $\times$ Z	4	0,002	37,346**
T $\times$ Z	8	0,001	17,442**
S $\times$ T $\times$ Z	8	0,001	13,923**
Hata	30	4,333E-005	-
Genel	60	-	-

** $P<0,01$

Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir. 20°C'de gerçekleştirilen tuzlama işleminde 4°C'dekine göre daha düşük bir ortalama a_w değeri belirlenmiştir. Bu durumun 20°C'deki örneklerin daha yüksek orandaki tuz kazanımından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim bu araştırmadaki tuz tayini sonuçlarına göre 20°C'de daha yüksek bir ortalama tuz miktarı belirlenmiştir. Farklı klorür tuzlarının kullanımı açısından ise en düşük ortalama a_w değeri %100 NaCl kullanan A grubu örneklerde belirlenmişken, en yüksek ortalama değer %50 NaCl + %30 KCl + %20 CaCl₂ kullanılan C grubu örneklerde tespit edilmiştir. Böylece lakerda üretiminde NaCl kullanımının diğer klorür tuzlarına göre su molekülleri ile daha fazla etkileşim kurarak su aktivitesini daha yüksek oranda düşürdüğünü söyleyebilmek mümkündür. Olgunlaştırma işlemi esnasında ise ortalama a_w değerlerinin 15. güne kadar istatistiki olarak önemli seviyede azaldığı ($P<0,05$), 20. gün sonunda ise değişmediği gözlenmiştir. Bu durumun olgunlaştırma süresi boyunca örneklerdeki tuz miktarının gittikçe artmasından ileri geldiği düşünülmektedir. Nitekim tuz tayini sonuçlarına göre olgunlaştırma süresi boyunca örneklerdeki tuz miktarı gittikçe artmıştır. Diğer yandan olgunlaştırma esnasında örneklerdeki nem kaybının da a_w değerindeki düşüşe katkı sağladığını söyleyebilmek mümkündür.

Koral and Köse (2018) taze palamut etinde a_w değerini 0,994 olarak belirlemişler ve farklı oranlarda tuz kullanılarak üretilen lakerdalarda daha yüksek tuz içeriğinin daha düşük a_w değerine neden olduğunu bildirmişleridir. Araştırmada lakerda üretiminin 4. haftasında kuru tuzlama için 0,753-0,843 arasında değişen a_w değerleri tespit edilmiştir. Kocatepe *et al.* (2014) tarafından yapılan bir araştırmada ise lakerda için a_w değeri 0,74 olarak saptanmış ve bu durumun tuzlama işlemi esnasındaki nem kaybı ile tuz kazanımından kaynaklandığı rapor edilmiştir. Benzer şekilde Turan *et al.* (2015) farklı yöntemler kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretiminde daha yüksek tuz içeriğinin daha düşük a_w değerlerine neden olduğunu bildirmişlerdir. Ormancı and Çolakoğlu (2017) taze palamut etinde 0,98 olarak belirlenen a_w değerinin lakerda üretiminin olgunlaştırma süresi boyunca düşerek 0,74-0,76 arasında değişen değerlere ulaştığını ve üretimde kullanılan farklı olgunlaştırma sıcaklıklarının a_w değerini önemli seviyede etkilediğini, Jittrepotch

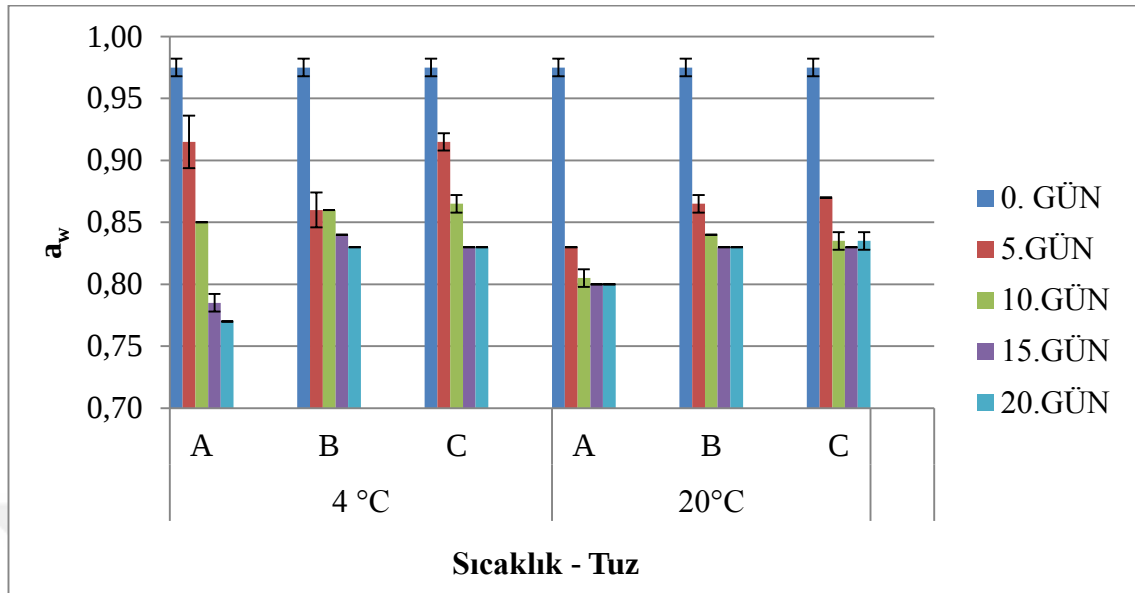
et al. (2015) ise farklı klorür tuzları kullanılarak sazan balığından üretilen Plaa-som adlı tuzlanmış balık ürününde a_w değerinin olgunlaştırma süresi boyunca azaldığını, fakat üretimde NaCl yerine farklı klorür tuzları kullanımının a_w değeri üzerinde etkili olmadığını tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.9. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen a_w değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Sıcaklık	a_w
4°C	0,87±0,06 ^a
20°C	0,86±0,06 ^b
Tuz	a_w
A	0,85±0,08 ^c
B	0,87±0,06 ^b
C	0,88±0,06 ^a
Zaman (Gün)	a_w
0	0,98±0,01 ^a
5	0,88±0,03 ^b
10	0,84±0,02 ^c
15	0,82±0,02 ^d
20	0,82±0,02 ^d

^{a-d}: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($P < 0,05$)

Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların a_w değeri üzerine sıcaklık $\times$ tuz $\times$ zaman interaksiyonunun etkisi Şekil 4.4’de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere olgunlaştırmanın 5. ve 10. günlerinde en düşük ortalama a_w değerleri 20°C’deki A grubunda, 15. ve 20. günlerinde ise 4°C’deki A grubunda tespit edilmiştir. Bununla birlikte 20°C’deki üretim için 15. ve 20. günlerin sonunda da en düşük ortalama a_w değerleri yine A grubunda belirlenmiştir. Bu durum her iki üretim sıcaklığında da %100 NaCl kullanımının son üründe daha düşük a_w değerlerine neden olduğunu göstermektedir. Diğer yandan B ve C grupları için hem 4°C hem de 20°C’de genel itibariyle daha yüksek a_w değerleri belirlenmiştir.



Şekil 4.4. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların a_w değeri üzerine sıcaklık $\times$ tuz $\times$ zaman interaksyonunun etkisi

4.4. Tuz İçeriği

Gıdaların muhafazası amacıyla kullanılan en eski yöntemlerden biri olan tuzlama, balık etinin çeşitli ürünlere işlenmesinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Tuzlama işlemi esnasında tuz doku içerisine nüfuz ederken, dokudan nem kaybı gerçekleşmekte, böylece üründe özellikle a_w değerinin düşmesine bağlı olarak bozulmanın önlenmesinin yanı sıra çeşitli son ürün özelliklerinin gelişimi de sağlanmaktadır. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen % tuz içerikleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Taze palamut etinde %1,43-1,50 olarak bulunan tuz içeriğinin, üretimde kullanılan farklı tuzlar ve sıcaklıklara bağlı olarak 20 günlük olgunlaştırma süresi sonunda %18,41-20,14 arasında değişen değerlere ulaştığı görülmektedir.

Çizelge 4.10. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen % tuz içerikleri

Sıcaklık	Tuz	Zaman				
		0	5	10	15	20
4°C	A	1,50	5,09	10,13	15,90	17,68
		1,43	5,51	10,70	16,63	18,08
	B	1,50	13,33	13,20	16,99	17,07
		1,43	13,26	12,51	16,57	16,85
	C	1,50	9,86	14,51	15,63	15,72
		1,43	10,00	15,05	16,53	16,72
20°C	A	1,50	13,36	14,41	16,69	17,05
		1,43	12,90	16,07	16,95	16,28
	B	1,50	13,98	17,38	16,49	17,45
		1,43	14,33	17,20	16,60	17,57
	C	1,50	13,80	18,26	16,49	18,41
		1,43	14,26	18,49	17,55	20,14

Çizelge 4.11’de farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen % tuz içeriklerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre ana varyasyon kaynaklarından sıcaklık, tuz ve zaman ile sıcaklık $\times$ zaman, tuz $\times$ zaman, sıcaklık $\times$ tuz $\times$ zaman interaksiyonları % tuz içeriği üzerinde $P < 0,01$ düzeyinde etkili olmuştur.

Çizelge 4.11. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen % tuz içeriklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Sıcaklık (S)	1	57,213	280,441**
Tuz (T)	2	12,766	62,573**
Zaman (Z)	4	506,201	2481,233**
S $\times$ T	2	2,594	12,716**
S $\times$ Z	4	13,708	67,192**

Çizelge 4.11. (devam)

T×Z	8	5,628	27,585**
S×T×Z	8	3,732	18,294**
Hata	30	0,204	-
Genel	60	-	-

** P<0,01

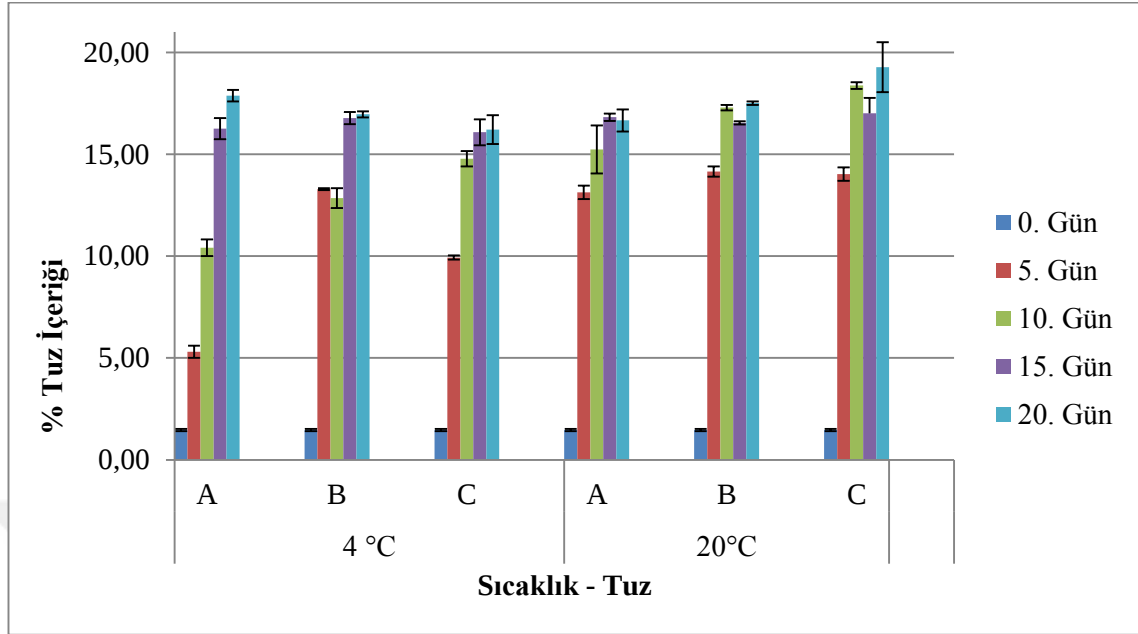
Çizelge 4.12’de verilen farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen % tuz içeriklerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre 20°C’de gerçekleştirilen tuzlama işleminde 4°C’dekine göre daha yüksek bir ortalama tuz içeriği belirlenmiştir. Bu durum üretimde kullanılan daha yüksek olgunlaştırma sıcaklığının daha yüksek tuz kazanımına yol açtığını göstermektedir. Farklı klorür tuzlarının kullanımı açısından en düşük ortalama tuz içeriği %100 NaCl kullanan A grubu örneklerde belirlenmişken, B ve C grubu örneklerde daha yüksek ortalama değerler tespit edilmiştir. Olgunlaştırma süresince örneklerde belirlenen ortalama tuz içeriğinin ise istatistiki açıdan önemli seviyede artış gösterdiği görülmektedir. Ormancı and Çolakoğlu (2017) tarafından yapılan bir araştırmada taze palamut etinde $2,34 \pm 0,12$ olarak belirlenen ortalama tuz içeriğinin, 4°C’deki 22 günlük lakerda üretimi sonunda ortalama $19,86 \pm 0,25$ değerine, 20°C’deki 15 günlük üretim sonunda ise ortalama $20,38 \pm 0,10$ değerine ulaştığı bildirilmiştir. Diğer yandan Kocatepe *et al.* (2014) taze palamut etinde $0,36 \pm 0,00$ olarak belirlenen ortalama tuz içeriğinin 20 günlük lakerda üretimi sonunda $15,94 \pm 0,20$ değerine ulaştığını tespit etmişlerdir. Farklı oranlarda tuz kullanılarak taze veya dondurulmuş palamut etinden farklı sıcaklıklarda lakerda üretimi gerçekleştirilen bir araştırmada ise üretimin 4. haftasında %11,32-16,50 arasında değişen tuz içerikleri tespit edilmiştir (Koral and Köse 2018). Konu ile ilgili yapılan bir başka çalışmada Faralizadeh *et al.* (2016) tütsülenmiş kilka balığı üretiminde NaCl yerine %25 oranında KCl kullanımının mevcut bu araştırmadakine benzer şekilde daha yüksek oranda tuz içeriğine neden olduğunu rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.12. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen % tuz içeriklerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Sıcaklık	% Tuz
4 °C	11,41±6,02 ^b
20 °C	13,36±6,27 ^a
Tuz	% Tuz
A	11,46±6,30 ^b
B	12,83±6,06 ^a
C	12,86±6,37 ^a
Zaman (Gün)	% Tuz
0	1,47±0,37 ^e
5	11,64±3,51 ^d
10	14,83±2,80 ^c
15	16,59±0,49 ^b
20	17,42±1,13 ^a

^{a-e}:Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların % tuz içeriği üzerine sıcaklık × tuz × zaman interaksyonunun etkisi Şekil 4.5’de gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi her iki olgunlaştırma sıcaklığında 5. ve 10. günler sonunda en düşük ortalama tuz içerikleri A grubu örneklerde belirlenmiştir. Diğer yandan 15. ve 20 günlerde tüm gruplar için yakın sonuçların elde edildiği görülmektedir. Bununla birlikte 20. gün sonunda 20°C’deki C grubu örnekler için daha yüksek bir ortalama tuz içeriği tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların % tuz içeriği üzerine sıcaklık × tuz × zaman interaksiyonunun etkisi

4.5. TBARS

Tuzlanmış balıklarda meydana gelen en önemli reaksiyonlardan biri olan lipid oksidasyonu ürünün tadını, kokusunu ve rengini etkileyebilmektedir (Kocatepe *et al.* 2014). Lipid oksidasyonunun ikincil reaksiyon ürünlerinin, özellikle aldehitlerin, konsantrasyonunu belirlemek amacıyla kullanılan TBARS değeri et ve ete ürünlerinde lipid oksidasyonunun önemli bir göstergesidir (Nawar 1996). Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen TBARS değerleri (mgMDA/kg) Çizelge 4.13’de verilmiştir. Taze palamut etinde 2,08-2,81 mgMDA/kg olarak belirlenen TBARS değerinin, üretimde kullanılan farklı tuzlar ve sıcaklıklara bağlı olarak 20 günlük olgunlaştırma süresi sonunda 8,23-16,32 mgMDA/kg arasında değişen değerlere ulaştığı görülmektedir.

Çizelge 4.13. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen (lakerda üretimi süresince belirlenen TBARS değerleri (mgMDA/kg

Sıcaklık	Tuz	Zaman				
		0	5	10	15	20
4°C	A	2,08	7,00	6,58	6,53	9,92
		2,81	6,70	6,68	6,63	8,49
	B	2,08	6,19	7,12	7,96	8,48
		2,81	8,00	7,18	8,65	10,36
	C	2,08	6,59	5,72	6,21	12,99
		2,81	3,18	8,38	5,85	16,32
20°C	A	2,08	7,07	6,06	5,96	11,04
		2,81	4,50	5,31	6,10	9,61
	B	2,08	7,69	6,83	5,88	10,4
		2,81	5,54	5,68	6,21	10,21
	C	2,08	4,33	8,87	8,87	10,24
		2,81	6,06	7,94	8,72	8,23

Çizelge 4.14’de verilen farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analizi sonuçlarına göre, ana varyasyon kaynaklarından zaman ile sıcaklık $\times$ tuz $\times$ zaman interaksyonu TBARS değeri üzerinde $p<0,01$ düzeyinde, tuz $\times$ zaman interaksyonu ise $p<0,05$ düzeyinde etki göstermiştir.

Çizelge 4.14. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen TBARS değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Sıcaklık (S)	1	1,813	1,650
Tuz (T)	2	2,608	2,374
Zaman (Z)	4	99,568	90,634**
S $\times$ T	2	0,165	0,150
S $\times$ Z	4	0,666	0,606
T $\times$ Z	8	2,709	2,466*

Çizelge 4.14. (devam)

S×T×Z	8	5,582	5,081**
Hata	30	1,099	-
Genel	60	-	-

** P<0,01, * P<0,05

Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir. TBARS değerinin olgunlaştırmanın 5. ve 20. günlerinde önemli seviyede arttığı (P<0,05), 10. ve 15. günlerinde ise önemli seviyede değişmediği tespit edilmiştir (P>0,05). Üretimin başlangıcında 2,44±0,39 mgMDA/kg olarak belirlenen ortalama TBARS değerinin 20 günlük olgunlaştırma süresi sonunda 10,52±2,23 mgMDA/kg değerine ulaştığı görülmektedir. Lakerda üzerine yapılan diğer bazı araştırmalarda kullanılan işlem şartlarına bağlı olarak daha düşük veya daha yüksek TBARS değerlerinin elde edildiği bildirilmiştir. Nitekim Turan *et al.* (2015) farklı yöntemler kullanılarak üretilen lakerda örneklerinde 6,84-19,54 mgMDA/kg arasında değişen değerler belirlemişlerdir. Erkan *et al.* (2009) taze palamut lakerda için 7,11-7,37 mgMDA/kg arasında, Koral and Köse (2018) ise farklı oranlarda tuz kullanarak taze veya dondurulmuş palamut etinden farklı sıcaklıklarda üretilen lakerdalar için 4,72-8,16 mgMDA/kg arasında değişen değerler tespit etmişlerdir.

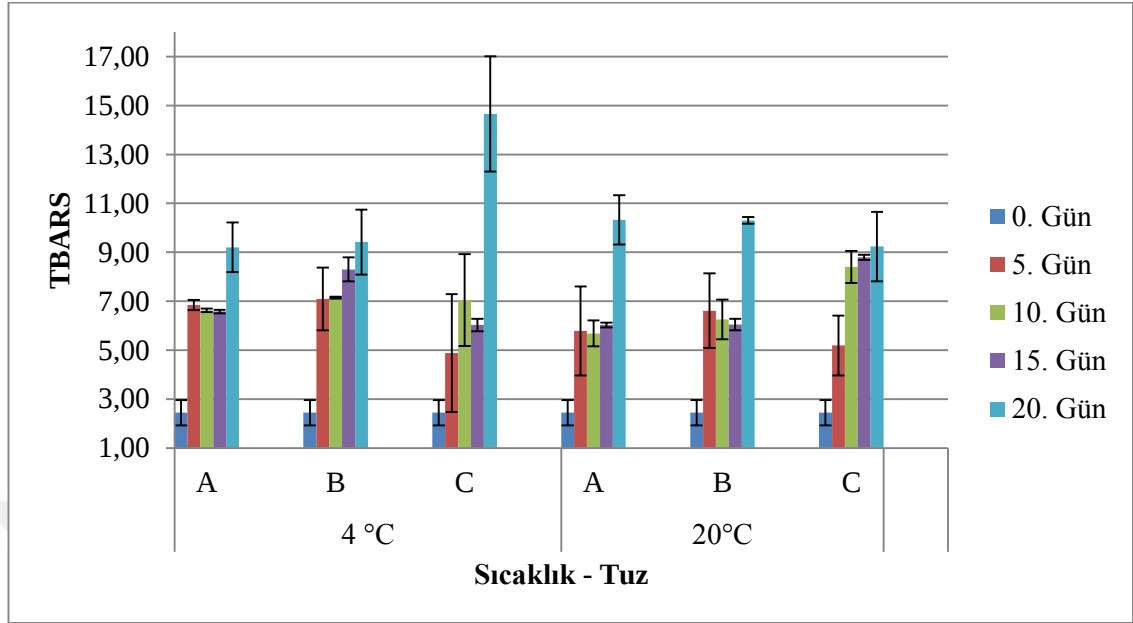
Mevcut bu araştırmada üretimde kullanılan farklı sıcaklıklar ve tuzlar için belirlenen ortalama TBARS değerleri arasında önemli bir farklılık olmadığı görülmektedir (P>0,05). Benzer şekilde Faralizadeh *et al.* (2016) tütsülenmiş kılka balığında NaCl yerine %25 oranında KCl kullanımının TBARS değeri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Diğer yandan Jittreptoch *et al.* (2015) farklı klorür tuzları kullanılarak sazan balığından üretilen Plaa-som adlı tuzlanmış balık ürününde olgunlaştırma süresi boyunca TBARS değerinin arttığını, bununla birlikte %100 NaCl kullanılan örneklerde KCl veya CaCl₂ kullanılan örneklerle göre daha yüksek TBARS değerlerinin belirlendiğini rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.15. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen TBARS değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Sıcaklık	TBARS (mgMDA/kg)
4°C	6,75 ± 3,20 ^a
20°C	6,40 ± 2,69 ^a
Tuz	TBARS (mgMDA/kg)
A	6,20±2,49 ^a
B	6,61±2,51 ^a
C	6,91±3,68 ^a
Zaman (Gün)	TBARS (mgMDA/kg)
0	2,44±0,39 ^c
5	6,07±1,45 ^b
10	6,86±1,11 ^b
15	6,96±1,21 ^b
20	10,52±2,23 ^a

^{a-c}: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların TBARS değeri üzerine sıcaklık × tuz × zaman interaksyonunun etkisi Şekil 4.6'da verilmiştir. Lakerda örneklerinde her iki sıcaklık değeri ve farklı tuzlar için en yüksek ortalama TBARS değerlerinin 20. gün sonunda elde edildiği görülmektedir. Böylece TBARS değeri açısından üretimin 15 gün ile sınırlandırılmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Diğer yandan 15 günlük olgunlaştırma sonunda 4°C'de en düşük ortalama değer C grubu örneklerde, 20°C'de ise A grubu örneklerde belirlenmiştir.



Şekil 4.6. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların TBARS değeri üzerine sıcaklık × tuz × zaman interaksiyonunun etkisi

4.6. Renk

Balık ve balık ürünlerinin tüketici tarafından kabul edilmesinde öne çıkan en önemli özelliklerden biri de renktir. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri Çizelge 4.16’da verilmiştir. Olgunlaştırma süresinin başlangıcında parlaklığın bir göstergesi olan L^* değeri 41,45-42,19, kırmızılığın bir göstergesi olan a^* değeri 4,55-4,78 ve sarılığın bir göstergesi olan b^* değeri ise 3,01 olarak belirlenmişken, üretimde kullanılan farklı sıcaklık ve tuzlara da bağlı olarak 20 günlük olgunlaştırma süresi sonunda bu parametreler için sırasıyla 34,64-55,80, -1,21-1,44 ve 5,54-15,46 arasında değişen değerler tespit edilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri

L* değerleri						
Sıcaklık	Tuz	Zaman				
		0	5	10	15	20
4°C	A	42,19	36,3	33,64	36,02	36,33
		41,45	35,22	36,97	34,55	34,57
	B	42,19	40,14	40,73	38,33	35,58
		41,45	40,15	38,25	37,56	34,64
	C	42,19	48,04	49,00	48,07	51,78
		41,45	50,01	50,23	51,34	50,94
20°C	A	42,19	39,50	37,76	43,26	44,09
		41,45	37,15	35,71	44,16	44,96
	B	42,19	38,12	37,16	42,00	43,63
		41,45	38,32	36,80	43,01	42,39
	C	42,19	54,06	54,26	56,33	54,77
		41,45	54,57	55,59	57,05	55,80
a* değerleri						
Sıcaklık	Tuz	Zaman				
		0	5	10	15	20
4°C	A	4,78	0,73	1,05	1,46	1,44
		4,55	1,31	0,77	0,67	0,66
	B	4,78	1,41	0,97	0,75	0,75
		4,55	0,64	0,73	0,65	0,99
	C	4,78	1,73	-0,63	0,49	1,07
		4,55	1,66	-1,42	1,38	1,16
20°C	A	4,78	1,46	0,91	1,56	-1,21
		4,55	0,74	1,29	0,61	-0,8
	B	4,78	1,23	0,69	1,16	1,12
		4,55	1,56	0,88	-0,74	1,2
	C	4,78	1,5	0,85	0,86	0,76
		4,55	1,99	0,91	1,14	1,09

Çizelge 4.16. (devam)

b* değerleri						
Sıcaklık	Tuz	Zaman				
		0	5	10	15	20
4°C	A	3,01	3,61	4,97	5,97	5,54
		3,01	3,66	5,25	4,41	5,55
	B	3,01	4,07	5,13	7,57	8,96
		3,01	4,09	5,39	5,48	8,72
	C	3,01	4,99	7,56	7,70	8,96
		3,01	4,94	7,93	9,15	9,53
20°C	A	3,01	4,05	7,89	8,81	9,79
		3,01	3,40	7,49	9,46	10,16
	B	3,01	6,68	8,40	10,69	11,72
		3,01	4,65	9,53	11,09	10,24
	C	3,01	9,44	12,22	14,12	15,46
		3,01	8,22	14,16	15,00	14,75

Çizelge 4.17’de farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen L*, a* ve b* değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Buna göre parlaklığın bir göstergesi olan L* değeri üzerinde ana varyasyon kaynaklarından sıcaklık, tuz ve zaman ile sıcaklık × tuz, sıcaklık × zaman, tuz × zaman ve sıcaklık × tuz × zaman interaksyonları çok önemli seviyede etki göstermiştir (p<0,01). Kırmızılığın bir göstergesi olan a* değeri ana varyasyon kaynaklarından zaman ile tuz × zaman interaksyonundan p<0,01 düzeyinde, sıcaklık × zaman ve sıcaklık × tuz × zaman interaksyonlarından p<0,05 düzeyinde etkilenmiştir. Renk özelliklerinden b* değeri ise sıcaklık, tuz ve zaman ile sıcaklık × tuz, sıcaklık × zaman ve tuz × zaman interaksyonlarından çok önemli seviyede (P<0,01) etkilenmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen L^* , a^* ve b^* değerlerine ait varyans analiz sonuçları

L^* değeri			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Sıcaklık (S)	1	173,604	165,742**
Tuz (T)	2	834,799	796,992**
Zaman (Z)	4	15,532	14,829**
S×T	2	12,110	11,561**
S×Z	4	30,655	29,266**
T×Z	8	54,473	52,006**
S×T×Z	8	6,888	6,576**
Hata	30	1,047	-
Genel	60	-	-
a^* değeri			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Sıcaklık (S)	1	0,002	,012
Tuz (T)	2	0,047	,282
Zaman (Z)	4	35,771	213,817**
S×T	2	0,647	3,865
S×Z	4	0,696	4,160*
T×Z	8	0,879	5,254**
S×T×Z	8	0,541	3,231*
Hata	30	0,167	-
Genel	60	-	-
b^* değeri			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Sıcaklık (S)	1	129,919	311,859**
Tuz (T)	2	52,947	127,096**
Zaman (Z)	4	100,530	241,314**
S×T	2	6,542	15,704**
S×Z	4	11,808	28,343**
T×Z	8	3,817	9,161**
S×T×Z	8	1,007	2,417
Hata	30	0,417	-
Genel	60	-	-

** P<0,01, * P<0,05

Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen L^* , a^* ve b^* değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre 20°C’de gerçekleştirilen tuzlama işleminde 4°C’dekine göre daha yüksek ortalama L^* ve b^* değerleri elde edilmiştir. Ayrıca, en yüksek ortalama L^* ve b^* değerleri C grubu örneklerde belirlenmişken, en düşük ortalama değerler A grubu örneklerde tespit edilmiştir. Diğer yandan farklı sıcaklıklarda veya farklı klorür tuzları için belirlenen ortalama a^* değerleri arasında istatistiki olarak bir farklılık bulunmadığı saptanmıştır ($P>0,05$). Böylece daha yüksek üretim sıcaklığının veya üretimde NaCl yerine KCl veya $CaCl_2$ kullanımının parlaklık ve sarılık değerlerini artırdığını, kırmızılık değerini ise değiştirmedğini söyleyebilmek mümkündür. Bununla birlikte üretimde $CaCl_2$ kullanımının parlaklık ve sarılık değerlerini daha yüksek oranda artırdığı görülmektedir. Olgunlaştırma süresi açısından L^* değerinin 15. gün sonunda önemli seviyede arttığı, a^* değerinin 5. ve 10. günler sonunda önemli seviyede azaldığı, b^* değerinin ise olgunlaştırma süresi boyunca önemli seviyede arttığı görülmektedir ($P<0,05$). Olgunlaştırma sonunda 0. güne göre daha yüksek ortalama L^* ve b^* değerleri elde edilmişken, daha düşük bir ortalama a^* değeri belirlenmiştir. Böylece lakerdada taze palamut etine göre daha az kırmızı fakat daha parlak ve sarı bir renk yoğunluğu elde edildiği söylenebilir.

Çağlak *et al.* (2012) palamut lakerda için L^* değerini 42,5-51,2 arasında, a^* değerini 3,3-6,1 arasında ve b^* değerini ise 16,3-18,1 arasında bulmuşlardır. Mevcut bu araştırmada son ürün için benzer bir ortalama L^* değeri elde edilmiş olmasına rağmen, daha düşük a^* ve b^* değerlerinin belirlendiği görülmektedir. Ormancı and Çolakoğlu (2015) taze palamut etine göre lakerda için daha düşük parlaklık (L^*) ve kırmızılık (a^*) değerleri belirlemişler ve bu durumun üretim esnasında kastan kanının uzaklaşmasından kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir. Aynı araştırmada, lakerda örneklerinde belirlenen daha yüksek sarılık (b^*) değerinin ise tuzlama esnasında meydana gelen oksidasyondan kaynaklandığı rapor edilmiştir. Diğer yandan Hao *et al.* (2016) tuzlanmış deniz levreğinden üretilen Yiluxian adlı üründe tuz konsantrasyonu arttıkça L^* ve a^* değerlerinin yükseldiğini bildirmişler ve üründe meydana gelen renk değişimlerinin

esasen nem kaybından kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir. Bras and Costa (2010) ise parlaklık (L^*) ve sarılık (b^*) değerlerinin nem içeriği ile ters orantılı olarak arttığını bildirmişlerdir. Nitekim yapılan diğer bazı araştırmalarda da su kaybının ışık saçılımını azaltarak parlaklığı (L^*) artırabileceği rapor edilmiştir (Lauritzsen et al. 2004; Stien et al. 2005; Bras and Costa 2010). Böylece mevcut bu araştırmada son ürün için belirlenen L^* a^* ve b^* değerlerinin, olgunlaştırma süresi boyunca tuz ve nem içeriği ile pH ve TBARS değerlerinde meydana gelen değişimlerden etkilendiği düşünülmektedir.

Konu ile ilgili yapılan bir diğer araştırmada Jittrepotch *et al.* (2015) farklı klorür tuzları kullanılarak üretilen Plaa-som adlı tuzlanmış balık ürününde olgunlaştırma süresi boyunca L^* , a^* ve b^* değerlerinin arttığını, ayrıca NaCl yerine $CaCl_2$ kullanılan örneklerde daha yüksek L^* değerlerinin belirlendiğini bildirmişlerdir. Benzer bir durum mevcut bu araştırmada gözlenmiş ve $CaCl_2$ kullanılan örneklerde daha yüksek bir ortalama L^* değeri tespit edilmiştir. Nitekim tuzda bulunan kalsiyum ve magnezyum iyonlarının kas yüzeyinin beyazlamasına katkıda bulunabileceğini bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Horner 1997; Lauritzsen *et al.* 2004; Martínez-Alvarez and Gómez-Guillén 2013).

Çizelge 4.18. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen L^* , a^* , ve b^* değerlerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

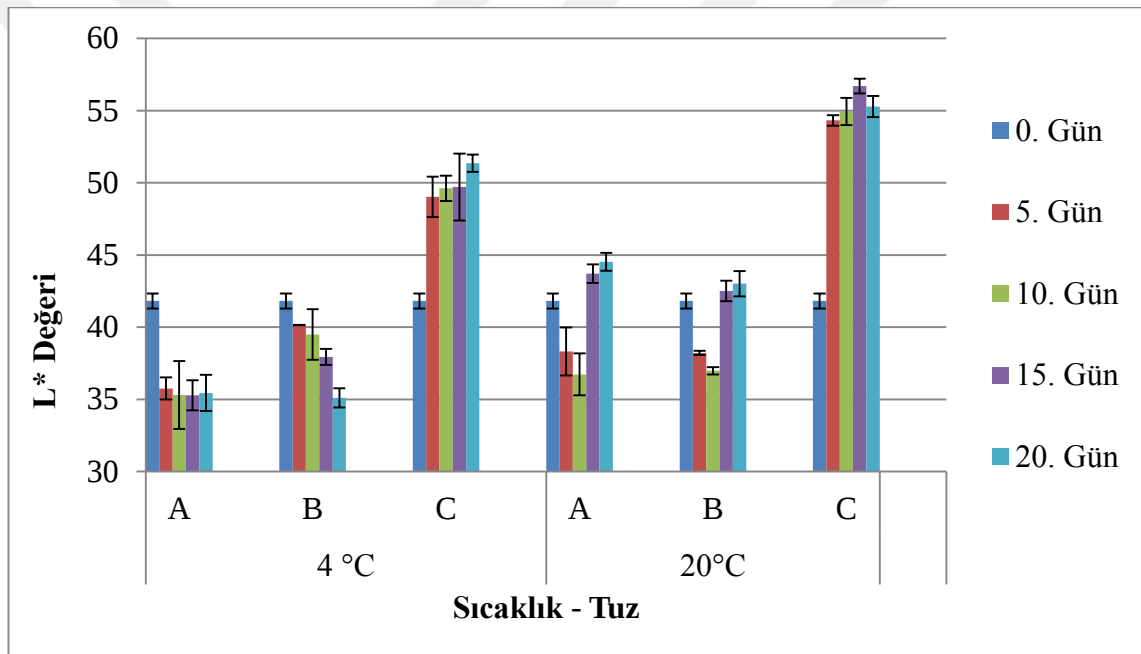
L^* değeri	
Sıcaklık	L^*
4°C	41,31 ± 5,89 ^b
20°C	44,71 ± 6,93 ^a
Tuz	L^*
A	38,87 ± 3,72 ^c
B	39,70 ± 2,61 ^b
C	50,46 ± 6,61 ^a

Çizelge 4.18. (devam)

Zaman (Gün)	L*
0	41,82 ± 0,39 ^b
5	42,63 ± 7,03 ^b
10	42,18 ± 7,81 ^b
15	44,31 ± 7,53 ^a
20	44,12 ± 7,83 ^a
a* değeri	
Sıcaklık	a*
4°C	1,61 ± 1,60 ^a
20°C	1,63 ± 1,60 ^a
Tuz	a*
A	1,57 ± 1,73 ^a
B	1,63 ± 1,62 ^a
C	1,66 ± 1,72 ^a
Zaman (Gün)	a*
0	4,66 ± 0,12 ^a
5	1,33 ± 0,43 ^b
10	0,58 ± 0,61 ^c
15	0,83 ± 0,61 ^c
20	0,69 ± 0,82 ^c
b* değeri	
Sıcaklık	b*
4°C	5,57 ± 2,15 ^b
20°C	8,52 ± 4,09 ^a
Tuz	b*
A	5,60 ± 2,47 ^c
B	6,72 ± 3,01 ^b
C	8,81 ± 4,32 ^a
Zaman (Gün)	b*
0	3,01 ± 0,001 ^e
5	5,15 ± 1,95 ^d
10	7,99 ± 2,87 ^c
15	9,12 ± 3,25 ^b
20	9,95 ± 3,00 ^a

^{a-e}: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

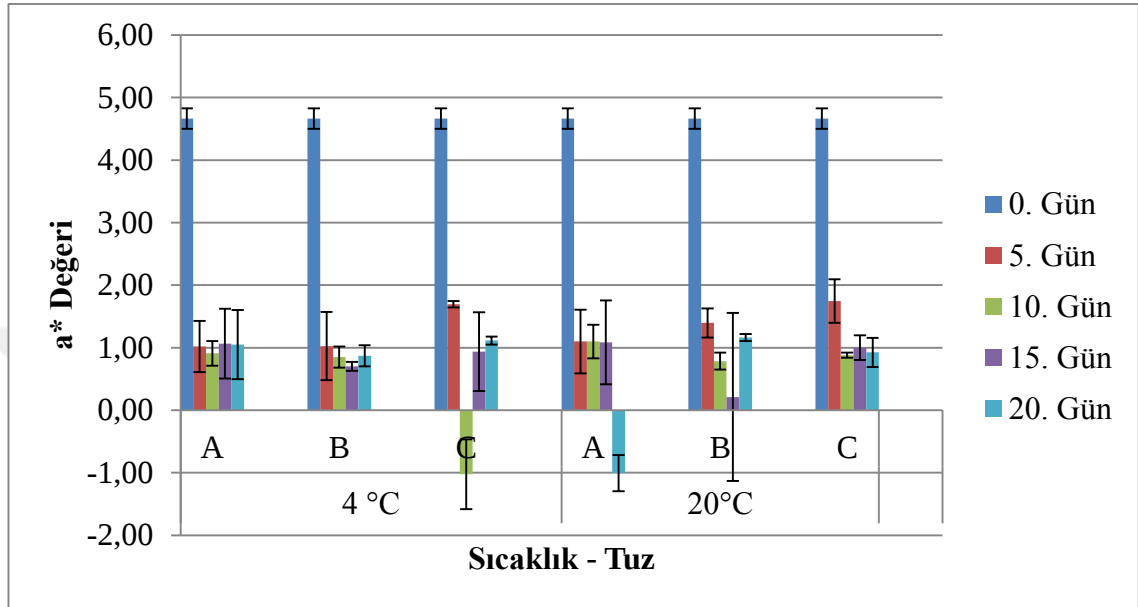
Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların L^* değeri üzerine sıcaklık $\times$ tuz $\times$ zaman interaksiyonunun etkisi Şekil 4.7’de verilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere üretimde kullanılan her iki sıcaklık değeri için olgunlaştırma süresi boyunca en yüksek ortalama L^* değerleri %50 NaCl + %30 KCl + %20 CaCl₂ kullanılan C grubu örneklerde tespit edilmiştir. Diğer yandan 4°C’de gerçekleştirilen üretimde A ve B grubu örneklerde 0. güne göre olgunlaştırmanın diğer günlerinde daha düşük ortalama L^* değerleri elde edilmişken, 20°C’de gerçekleştirilen üretimde 15. ve 20. günlerde daha yüksek ortalama değerler belirlenmiştir.



Şekil 4.7. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların L^* değeri üzerine sıcaklık $\times$ tuz $\times$ zaman interaksiyonunun etkisi

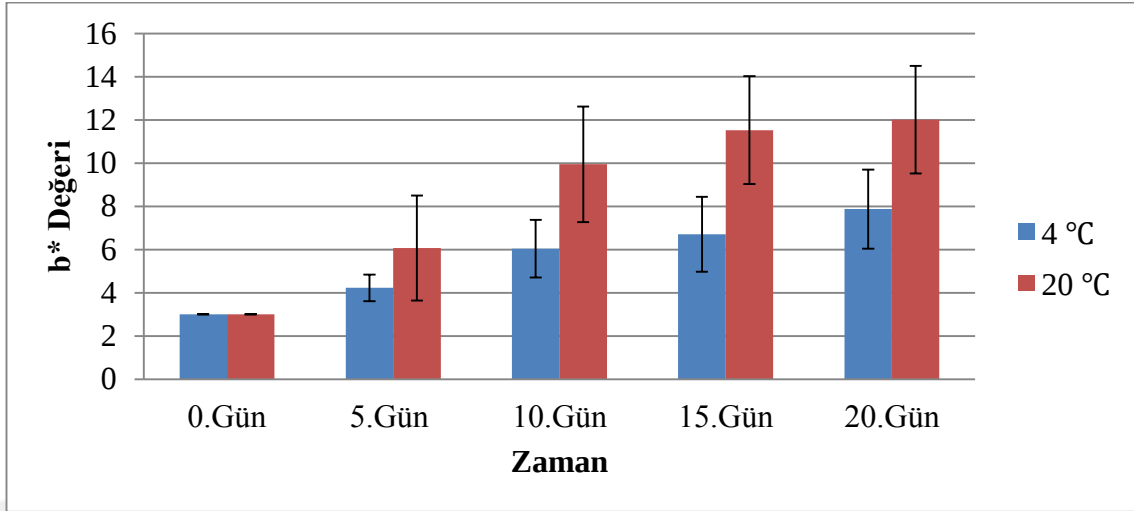
Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların a^* değeri üzerine sıcaklık $\times$ tuz $\times$ zaman interaksiyonunun etkisi Şekil 4.8’de gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi her iki sıcaklık değerinde 0. Güne göre olgunlaştırmanın diğer günlerinde daha düşük ortalama a^* değerleri belirlenmiştir. Bu durum lakerdanın taze palamut etine göre daha düşük bir kırmızılık değerine sahip olduğunu göstermektedir. Diğer yandan 4°C’de gerçekleştirilen üretimde son ürün için birbirine yakın ortalama a^*

değerleri belirlenmişken, 20°C’de %100 NaCl kullanılan A grubunda daha düşük bir ortalama a* değeri tespit edilmiştir.



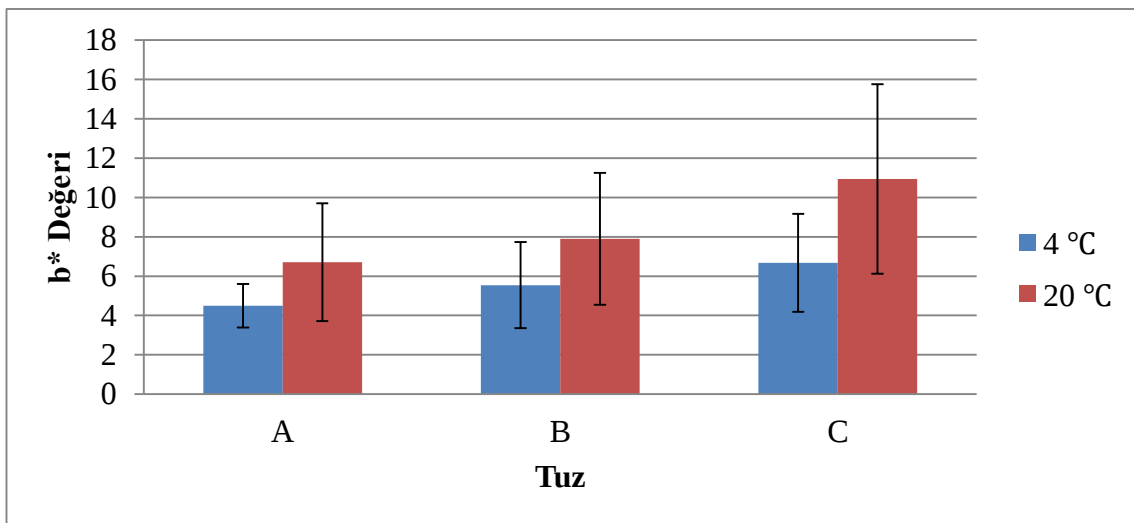
Şekil 4.8. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların a* değeri üzerine sıcaklık × tuz × zaman interaksyonunun etkisi

Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların b* değeri üzerine sıcaklık × zaman interaksyonunun etkisi Şekil 4.9’da gösterilmiştir. Her iki sıcaklık değerinde ortalama b* değerlerinin olgunlaştırma süresi boyunca arttığı, bununla birlikte 20°C’de 4°C’dekine göre daha yüksek ortalama b* değerlerinin elde edildiği görülmektedir.



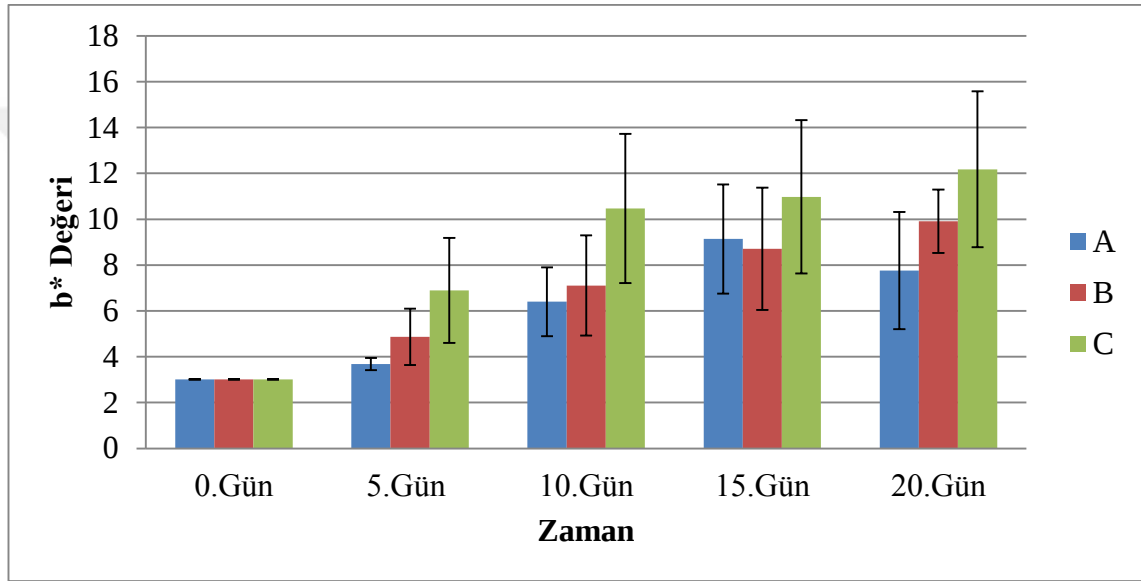
Şekil 4.9. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların b* değeri üzerine sıcaklık × zaman interaksyonunun etkisi

Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların b* değeri üzerinde önemli etkisi saptanan sıcaklık × tuz interaksyonuna ait grafik Şekil 4.10'da verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi en düşük ortalama b* değeri 4°C'deki A grubunda, en yüksek ortalama değer ise 20°C'deki C grubunda tespit edilmiştir. Diğer yandan tüm farklı tuz grupları için 20°C'de olgunlaştırılan örneklerde daha yüksek b* değerleri elde edildiği görülmektedir.



Şekil 4.10. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların b* değeri üzerine sıcaklık × tuz interaksyonunun etkisi

Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların b^* değeri üzerinde önemli etkisi saptanan tuz $\times$ zaman interaksyonuna ait grafik Şekil 4.11’de verilmiştir. Olgunlaştırma süresi boyunca en yüksek ortalama b^* değerlerinin %50 NaCl + %30 KCl + %20 CaCl₂ kullanılan C grubu örneklerde saptandığı görülmektedir. En düşük ortalama b^* değerleri ise 15. gün hariç A grubu örneklerde belirlenmiştir.



Şekil 4.11. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların b^* değeri üzerine tuz $\times$ zaman interaksyonunun etkisi

4.7. TPA Sonuçları

Et ürünlerinin kalitesinin belirlenmesinde ve tüketici tercihinde en önemli kalite kriterlerinden biri de tekstürdür. Enstrümental olarak tekstürel özelliklerin belirlenmesinde kullanılan TPA ile örneklerin sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, kohesivlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri tespit edilebilmektedir. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen TPA değerleri Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen TPA değerleri

Zaman (Gün)	Sertlik (N)						Yapışkanlık (mJ)					
	A		B		C		A		B		C	
	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C
0	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
	3,82	3,82	3,82	3,82	3,82	3,82	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
	3,87	3,87	3,87	3,87	3,87	3,87	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	6,96	6,96	6,96	6,96	6,96	6,96	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
5	14,66	13,44	17,95	11,23	24,32	24,47	0,40	0,80	1,90	1,00	0,20	0,20
	13,48	18,39	17,16	11,72	22,21	26,43	0,10	1,40	0,90	1,00	0,20	0,50
	14,02	14,17	18,93	11,67	11,87	24,66	0,70	1,30	1,40	2,00	0,50	0,01
	15,40	15,74	14,86	11,23	14,71	31,68	0,40	0,60	0,90	1,00	0,30	0,50
	15,64	16,92	18,83	10,59	15,05	32,90	0,50	1,40	0,60	0,40	0,10	0,01
	15,25	12,31	17,26	13,53	15,25	24,71	0,50	0,70	0,70	1,10	0,01	0,70
10	14,02	15,00	16,13	15,00	20,10	34,32	1,20	0,60	0,40	0,30	0,01	0,10
	13,83	14,66	16,28	15,10	18,44	37,56	0,90	1,90	1,30	1,20	0,90	0,01
	20,30	14,02	19,32	14,46	28,34	45,36	0,70	0,90	0,70	0,90	0,01	0,01
	13,78	21,53	20,99	17,75	26,67	26,82	0,50	1,50	0,70	0,80	0,30	0,60
	16,28	18,39	20,05	17,85	25,89	25,99	0,80	2,10	1,90	1,20	0,01	0,20
	17,60	19,66	17,55	14,56	40,89	27,56	1,00	0,50	0,40	0,50	0,20	0,01
15	19,76	19,96	19,07	16,92	37,66	47,04	1,30	0,50	0,70	1,60	0,10	0,40
	19,22	21,72	16,77	27,31	36,97	42,22	0,50	1,30	1,10	2,60	0,40	0,40
	20,15	16,48	21,23	12,11	35,75	40,21	1,10	0,80	1,40	0,70	0,40	0,01
	18,04	17,80	19,71	16,28	42,02	39,67	0,70	0,90	1,10	2,60	0,01	0,10
	32,31	24,86	18,73	18,68	36,87	46,29	1,50	1,00	1,00	2,00	0,10	0,50
	27,02	16,43	19,61	18,39	41,19	40,11	0,50	0,30	1,00	1,50	0,20	0,01
20	21,33	19,07	23,29	18,78	40,11	49,33	1,10	0,80	1,90	0,80	0,30	0,30
	22,65	25,60	17,41	17,60	40,21	57,96	0,60	0,70	0,90	1,40	0,30	0,20
	23,44	19,66	16,97	21,92	38,29	42,36	0,20	0,50	0,50	1,10	0,01	0,70
	26,87	23,93	27,90	21,23	38,34	61,68	0,60	0,50	0,01	1,00	0,10	0,10
	31,68	23,98	19,61	20,35	40,94	74,43	0,50	0,70	1,50	1,10	0,01	1,30
	25,64	21,67	17,11	20,35	46,78	71,54	1,30	0,90	1,10	1,00	0,20	0,20

Çizelge 4.19. (devam)

Zaman (Gün)	Kohesivlik						Elastikiyet (mm)					
	A		B		C		A		B		C	
	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C
0	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	4,23	4,23	4,23	4,23	4,23	4,23
	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08
	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79
	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74
	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07
5	0,27	0,23	0,23	0,13	0,24	0,27	4,17	2,28	2,61	1,98	2,69	2,52
	0,26	0,35	0,23	0,17	0,23	0,21	4,43	1,89	3,50	2,36	3,09	2,7
	0,25	0,19	0,25	0,16	0,22	0,24	4,00	2,31	3,22	2,16	2,77	2,51
	0,26	0,19	0,24	0,16	0,28	0,25	3,69	2,54	2,68	2,23	2,80	2,17
	0,25	0,26	0,26	0,19	0,19	0,25	4,12	2,1	2,70	3,95	2,66	2,42
	0,28	0,19	0,26	0,20	0,19	0,29	3,87	2,11	2,93	1,81	2,09	2,72
10	0,18	0,19	0,19	0,24	0,40	0,25	2,56	2,33	10,07	2,66	2,89	2,11
	0,19	0,15	0,18	0,18	0,27	0,25	2,37	2,44	3,02	1,88	2,39	2,33
	0,32	0,17	0,22	0,20	0,31	0,26	3,78	2,90	3,46	2,14	2,59	2,36
	0,22	0,26	0,20	0,21	0,36	0,25	3,84	2,16	3,14	1,74	2,14	2,11
	0,22	0,16	0,21	0,18	0,38	0,26	2,96	1,88	2,81	1,84	2,39	2,05
	0,21	0,24	0,19	0,26	0,31	0,23	2,78	2,15	3,29	2,27	2,45	2,13
15	0,20	0,24	0,21	0,25	0,30	0,23	3,42	3,13	2,11	2,15	2,64	2,24
	0,20	0,22	0,20	0,23	0,31	0,22	2,96	2,31	2,53	2,29	2,87	2,19
	0,19	0,25	0,21	0,21	0,31	0,24	2,58	2,15	2,13	2,66	2,78	2,11
	0,23	0,24	0,23	0,16	0,31	0,25	2,83	1,91	2,34	0,28	2,29	2,20
	0,21	0,23	0,25	0,14	0,28	0,21	2,21	1,57	2,69	1,63	2,33	2,10
	0,25	0,30	0,20	0,19	0,31	0,26	2,20	1,89	2,51	1,82	2,80	2,04
20	0,16	0,24	0,22	0,18	0,26	0,23	2,97	1,82	2,50	1,16	3,08	2,09
	0,20	0,23	0,24	0,23	0,24	0,26	2,75	1,86	2,12	2,27	1,98	2,04
	0,19	0,21	0,20	0,23	0,23	0,23	3,34	2,20	2,04	2,28	2,18	2,21
	0,20	0,25	0,28	0,19	0,25	0,25	3,30	1,86	2,95	1,89	2,34	1,70
	0,25	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	2,10	2,07	2,49	1,97	2,08	1,83
	0,25	0,21	0,21	0,16	0,25	0,24	2,12	1,88	2,56	1,67	1,72	1,84

Çizelge 4.19. (devam)

Zaman (Gün)	Sakızimsılık (N)						Çiğnenebilirlik (mJ)					
	A		B		C		A		B		C	
	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C
0	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
5	3,99	3,15	4,21	1,51	5,77	6,55	16,60	7,50	11,00	3,00	15,50	16,50
	3,46	6,47	3,92	1,97	5,02	5,6	15,30	12,20	13,70	4,60	15,50	16,10
	3,44	2,47	4,71	1,89	2,62	5,96	13,70	6,30	15,20	4,10	7,30	16,00
	4,07	2,98	3,56	1,77	4,12	8,04	15,00	7,60	9,50	4,00	11,50	17,40
	3,84	4,42	4,85	2,06	2,84	8,25	15,80	9,30	13,10	8,00	7,60	20,00
	4,31	2,28	4,46	2,64	2,95	7,18	16,70	4,80	13,10	4,80	6,20	19,50
10	2,57	2,84	3,06	3,56	7,96	8,54	6,60	6,60	30,80	9,50	23,00	18,00
	2,62	2,14	2,86	2,79	5,01	9,3	6,20	5,20	8,60	5,20	12,00	21,70
	6,52	2,36	4,18	2,85	8,90	11,67	24,70	6,80	14,50	6,10	23,10	27,50
	3,10	5,63	4,21	3,69	9,67	6,57	11,90	12,20	13,20	6,40	20,70	13,90
	3,64	2,88	4,29	3,14	9,97	6,79	10,80	5,40	12,10	5,80	23,80	13,90
	3,77	4,74	3,37	3,73	12,86	6,39	10,50	10,20	11,10	8,50	31,50	13,60
15	3,94	4,88	3,95	4,17	11,43	10,99	13,50	15,30	8,30	9,00	30,20	24,60
	3,82	4,81	3,41	6,31	11,37	9,34	11,30	11,10	8,60	14,40	32,60	20,50
	3,76	4,20	4,51	2,35	11,02	9,72	9,70	9,20	9,60	6,70	30,60	20,50
	4,16	4,22	4,54	2,57	12,84	9,74	11,80	8,10	10,60	4,70	29,40	21,40
	6,79	5,64	4,59	2,70	10,35	9,69	15,00	8,80	12,40	4,40	24,10	20,40
	6,80	4,88	3,91	3,45	12,96	10,49	15,00	9,20	9,800	6,30	36,30	21,40
20	3,32	4,55	5,22	3,14	10,62	11,46	9,90	8,30	13,10	5,50	32,70	24,00
	4,48	5,79	4,10	4,06	9,72	14,98	12,30	10,80	8,70	9,20	19,20	30,60
	4,42	4,14	3,41	4,97	8,65	9,82	14,80	9,10	7,00	11,30	18,90	21,70
	5,33	6,00	7,88	3,97	9,70	15,35	17,60	11,20	23,20	9,75	22,70	26,10
	8,05	5,13	4,16	4,39	9,01	16,77	16,90	10,60	10,40	8,70	18,70	30,70
	6,54	4,50	5,56	3,21	11,67	17,26	13,90	8,50	9,10	5,40	20,10	31,80

Çizelge 4.20’de farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen TPA değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarından sıcaklığın, sertlik ve kohesivlik üzerinde $P<0,05$ düzeyinde, elastikiyet ve çiğnenebilirlik üzerinde ise $P<0,01$ düzeyinde

etkili olduğu görülmektedir. Yine ana varyasyon kaynaklarından tuzun, sertlik, yapışkanlık, kohesivlik ve sakızimsılık üzerinde, zamanın ise sertlik, kohesivlik, elastikiyet, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik üzerinde çok önemli seviyede etkili olduğu belirlenmiştir. Diğer yandan sıcaklık $\times$ tuz interaksyonu sertlik ve sakızimsılık üzerinde, tuz $\times$ zaman interaksyonu sertlik, yapışkanlık, kohesivlik ve sakızimsılık üzerinde, sıcaklık $\times$ tuz $\times$ zaman interaksyonu ise sertlik, kohesivlik ve sakızimsılık üzerinde çok önemli seviyede etki göstermiştir ($P<0,01$).

Çizelge 4.20. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen TPA değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Sertlik			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Sıcaklık (S)	1	127,243	7,594*
Tuz (T)	2	3862,891	230,533**
Zaman (Z)	4	3901,550	232,840**
S $\times$ T	2	436,410	26,045**
S $\times$ Z	4	39,794	2,375
T $\times$ Z	8	490,745	29,287**
S $\times$ T $\times$ Z	8	71,016	4,238**
Hata	150	16,756	-
Genel	180	-	-
Yapışkanlık			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Sıcaklık (S)	1	0,800	5,662
Tuz (T)	2	7,351	52,027**
Zaman (Z)	4	0,163	1,157
S $\times$ T	2	0,041	0,288
S $\times$ Z	4	0,092	0,654
T $\times$ Z	8	0,778	5,509**
S $\times$ T $\times$ Z	8	0,326	2,304
Hata	150	0,141	-
Genel	180	-	-
Kohesivlik			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Sıcaklık (S)	1	0,012	8,738*
Tuz (T)	2	0,027	19,906**
Zaman (Z)	4	0,099	71,858**
S $\times$ T	2	0,003	1,985
S $\times$ Z	4	0,002	1,397
T $\times$ Z	8	0,006	4,237**

Çizelge 4.20. (devam)

S×T×Z	8	0,006	4,037**
Hata	150	0,001	-
Genel	180	-	-
Elastikiyet			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Sıcaklık (S)	1	16,344	26,831**
Tuz (T)	2	0,869	1,427
Zaman (Z)	4	3,107	5,100**
S×T	2	1,448	2,376
S×Z	4	1,483	2,435
T×Z	8	0,751	1,233
S×T×Z	8	1,028	1,687
Hata	150	0,609	-
Genel	180	-	-
Sakızımsılık			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Sıcaklık (S)	1	,028	0,019
Tuz (T)	2	349,538	233,427**
Zaman (Z)	4	248,913	166,228**
S×T	2	13,110	8,755**
S×Z	4	4,138	2,764
T×Z	8	38,345	25,608**
S×T×Z	8	9,344	6,240**
Hata	150	1,497	-
Genel	180	-	-
Çiğnenebilirlik			
Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Sıcaklık (S)	1	16,344	26,831**
Tuz (T)	2	0,869	1,427
Zaman (Z)	4	3,107	5,100**
S×T	2	1,448	2,376
S×Z	4	1,483	2,435
T×Z	8	0,751	1,233
S×T×Z	8	1,028	1,687
Hata	150	0,609	-
Genel	180	-	-

** P<0,01, * P<0,05

Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen TPA değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. 20°C’de gerçekleştirilen tuzlama işleminde 4°C’dekine göre daha yüksek bir ortalama sertlik değeri belirlenmişken, daha

düşük kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri tespit edilmiştir. Yapışkanlık ve sakızimsılık için farklı sıcaklıklarda belirlenen ortalama değerler arasında ise istatistiki olarak bir farklılık bulunmamıştır ($P>0,05$). En yüksek ortalama sertlik, kohesivlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri %50 NaCl + %30 KCl + %20 CaCl₂ kullanılan C grubunda belirlenmişken, en yüksek ortalama yapışkanlık değeri %50 NaCl + %50 KCl kullanılan B grubunda saptanmıştır. Diğer yandan en düşük ortalama sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin %100 NaCl kullanılan A grubunda tespit edildiği görülmektedir. Farklı klorür tuzları için belirlenen ortalama elastikiyet değerleri arasında ise istatistiki olarak bir farklılık bulunmamıştır ($P>0,05$). Kohesivlik değerinin 5. gün sonunda, çiğnenebilirlik değerinin 5, 10 ve 15. günler sonunda, sertlik ve sakızimsılık değerlerinin ise tüm olgunlaştırma süresi boyunca önemli seviyede artış gösterdiği belirlenmiştir. Elastikiyet değeri ise 5. gün sonunda artmış olmasına rağmen, 15. gün sonunda azalmıştır. Diğer yandan olgunlaştırma süresi boyunca belirlenen ortalama yapışkanlık değerleri arasında istatistiki olarak bir farklılık bulunmamıştır ($P>0,05$). Araştırma kapsamında belirlenen tekstürel parametrelerdeki değişimlerin, örneklerin nem ve tuz içerikleri ile pH ve a_w değerlerindeki değişimlerden etkilendiği düşünülmektedir.

Tuzlanmış balık ürünlerinde tekstürel özelliklerin belirlendiği çalışmaların sayısı oldukça azdır. Ormancı and Çolakoğlu (2015) tarafından yapılan bir araştırmada lakerda üretimi esnasında sertlik değerinin mevcut bu araştırmadakine benzer şekilde arttığı tespit edilmiş, bu durumun nem ve yağ içeriği ile proteinlerde meydana gelen değişimlerden kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Yapılan bir diğer çalışmada fermente bir balık ürünü olan Plaa-som üretiminde farklı klorür tuzları kullanımının etkileri incelenmiş ve CaCl₂ kullanılan örneklerde olgunlaştırma süresince diğerlerine göre daha yüksek sertlik, yapışkanlık ve elastikiyet değerlerinin belirlendiği rapor edilmiştir. Aynı araştırmada sertlik değerindeki artışın pH ve nem içeriğindeki düşüşle ilişkili olduğu ileri sürülmüştür (Jittrepotch *et al.* 2015). Hao *et al.* (2016) deniz levreğinden üretilen Yiluxian adlı üründe sertlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerinin tuzlama işlemi boyunca artış gösterdiğini ve bu parametrelerin nem ve tuz içeriğinden önemli seviyede etkilendiğini belirlemişlerdir. Araştırmada tekstürel değişimler ile tuz içeriği arasındaki ilişkinin,

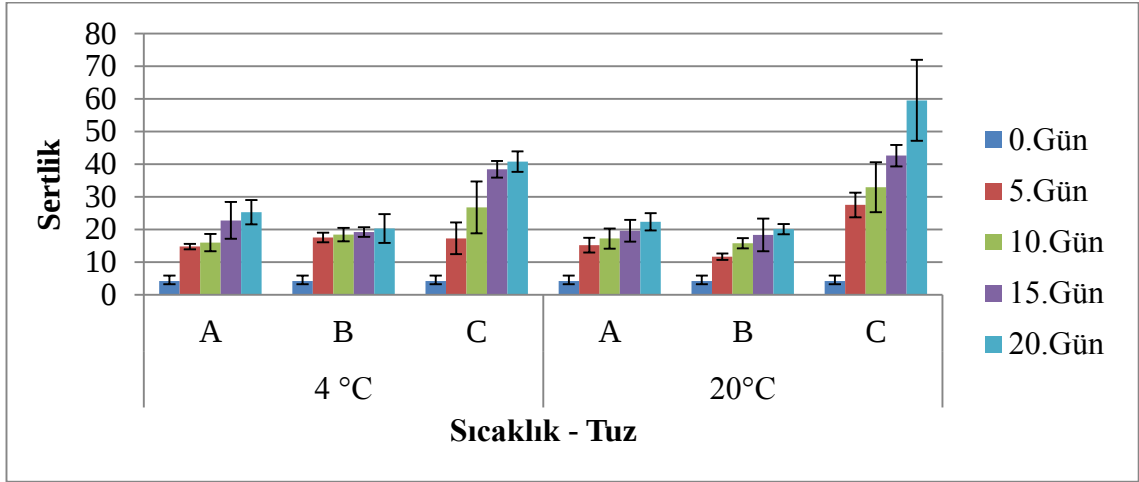
NaCl'nin protein dehidrasyonuna neden olarak protein çapraz bağlanmasını desteklemesiyle, proteinlerin çözünürlüğünü ve kısmi jel oluşumunu teşvik etmesiyle veya proteaz enzimlerini inhibe ederek işleme sırasında orijinal yapıyı korumasıyla açıklanabileceği bildirilmiştir.

Çizelge 4.21. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince belirlenen TPA değerlerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Sıcaklık	Sertlik	Yapışkanlık	Kohesivlik	Elastikiyet	Sakızimsılık	Çiğnenebilirlik
4°C	19,33±11,08 ^b	0,66±0,46 ^a	0,21±0,07 ^a	2,75±1,05 ^a	4,47±3,37 ^a	12,83±8,82 ^a
20°C	21,01±15,17 ^a	0,79±55 ^a	0,20±0,06 ^b	2,15±0,58 ^b	4,72±3,87 ^a	10,07±7,96 ^b
Tuz	Sertlik	Yapışkanlık	Kohesivlik	Elastikiyet	Sakızimsılık	Çiğnenebilirlik
A	16,14±7,42 ^b	0,81±40 ^b	0,20±0,06 ^b	2,56±0,81 ^a	3,57±1,95 ^b	9,71±0,31 ^b
B	14,97±6,36 ^c	1,02±0,53 ^a	0,19±0,05 ^c	2,47±1,22 ^a	3,11±1,67 ^c	7,91±5,58 ^c
C	29,41±17,53 ^a	0,34±0,32 ^c	0,23±0,07 ^a	2,32±0,53 ^a	7,50±4,61 ^a	17,23±10,32 ^a
Zaman	Sertlik	Yapışkanlık	Kohesivlik	Elastikiyet	Sakızimsılık	Çiğnenebilirlik
0.	4,21±1,50 ^e	0,70±0,23 ^a	0,12±0,05 ^b	2,21±0,95 ^b	0,55±0,23 ^e	1,07±0,31 ^d
5.	17,30±5,65 ^d	0,69±0,51 ^a	0,24±0,04 ^a	2,80±0,72 ^a	4,09±1,75 ^d	11,50±4,95 ^c
10.	21,19±7,96 ^c	0,70±0,59 ^a	0,24±0,06 ^a	2,73±1,36 ^a	5,23±2,88 ^c	13,66±7,64 ^b
15.	26,79±10,61 ^b	0,84±0,67 ^a	0,24±0,04 ^a	2,30±0,53 ^b	6,51±3,31 ^b	15,41±8,58 ^a
20.	31,39±15,62 ^a	0,68±0,48 ^a	0,24±0,03 ^a	2,20±0,48 ^b	7,26±4,02 ^a	15,62±7,79 ^a

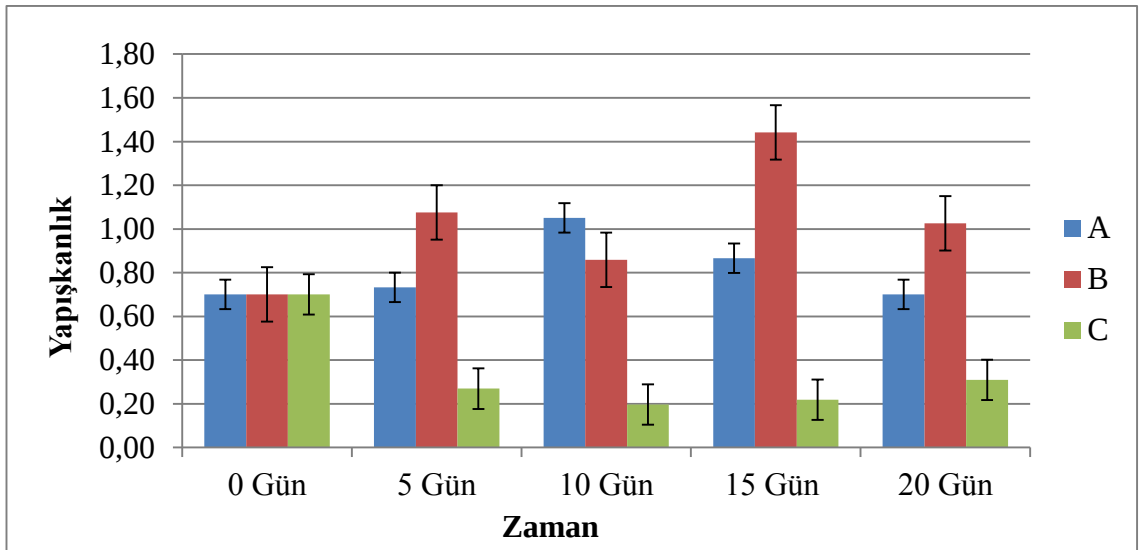
^{a-e}: Farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (P<0,05)

Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların sertlik değeri üzerine sıcaklık × tuz × zaman interaksiyonun etkisi Şekil 4.12'de verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi her iki sıcaklıkta da ortalama sertlik değerleri tüm gruplar için olgunlaştırma süresine bağlı olarak artış göstermiştir. En yüksek ortalama sertlik değerleri C grubu örneklerde belirlenmişken, B grubu örneklerde daha düşük ortalama değerlerin elde edildiği görülmektedir.



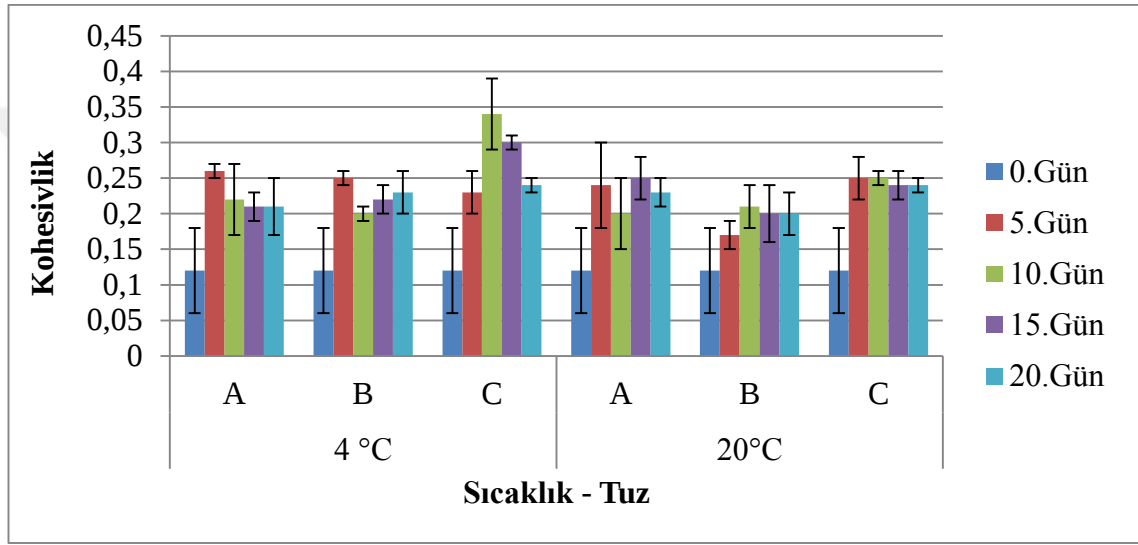
Şekil 4.12. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların sertlik değeri üzerine sıcaklık × tuz × zaman interaksiyonunun etkisi

Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların yapışkanlık değeri üzerine tuz × zaman interaksiyonunun etkisi Şekil 4.13’de gösterilmiştir. Olgunlaştırma süresi boyunca A ve B grupları için 0. güne göre daha yüksek ortalama yapışkanlık değerleri belirlenmişken, C grubu için daha düşük ortalama değerler tespit edilmiştir. En yüksek ortalama yapışkanlık değeri 15. gün sonunda B grubunda, en düşük ortalama değer ise 10. gün sonunda C grubunda saptanmıştır.



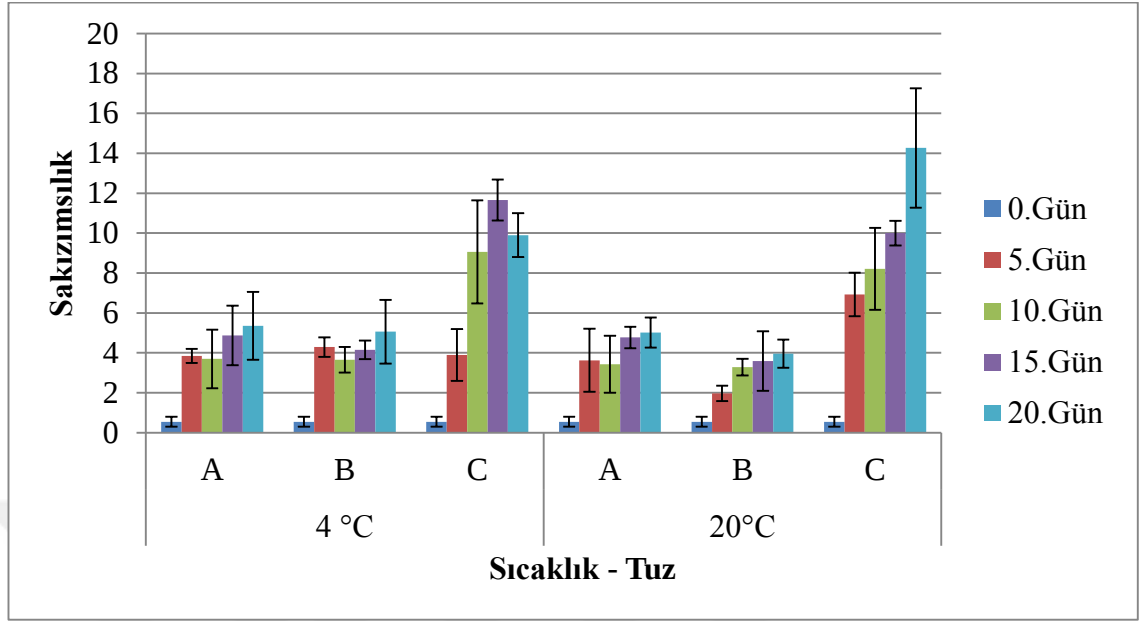
Şekil 4.13. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların yapışkanlık değeri üzerine tuz × zaman interaksiyonunun etkisi

Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların kohesivlik değeri üzerine sıcaklık $\times$ tuz $\times$ zaman interaksiyonunun etkisi Şekil 4.14’de verilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere en yüksek kohesivlik değerleri 4°C’de A ve B grupları için 5. gün sonunda, C grubu için 10. gün sonunda elde edilmiştir. Diğer yandan olgunlaştırma süresi boyunca 20°C’deki B grubu örneklerde daha düşük ortalama kohesivlik değerlerinin elde edildiği görülmektedir.



Şekil 4.14. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların kohesivlik değeri üzerine sıcaklık $\times$ tuz $\times$ zaman interaksiyonunun etkisi

Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların sakızimsılık değeri üzerine sıcaklık $\times$ tuz $\times$ zaman interaksiyonunun etkisi Şekil 4.15’de verilmiştir. Olgunlaştırma süresince her iki sıcaklıkta da en yüksek ortalama sakızimsılık değerlerinin C grubu örneklerde belirlendiği görülmektedir. Diğer yandan A ve B grupları için 4°C’de benzer sonuçlar elde edilmişken, 20°C’de B grubu için daha düşük ortalama değerler tespit edilmiştir.



Şekil 4.15. Farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak üretilen lakerdaların sakızimsılık değeri üzerine sıcaklık × tuz × zaman interaksiyonunun etkisi

5. SONUÇ

Araştırmada, farklı klorür tuzları (NaCl, KCl, CaCl₂) ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanılarak gerçekleştirilen lakerda üretimi süresince bazı fizikokimyasal özelliklerde meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Bu amaçla iki farklı sıcaklıkta (4°C ve 20°C) üç farklı grup (%100 NaCl-kontrol, %50 NaCl + %50 KCl ve %50 NaCl + %30 KCl + %20 CaCl₂) lakerda üretimi gerçekleştirilmiş ve olgunlaştırma süresi boyunca alınan örneklerde pH, nem içeriği, a_w , tuz içeriği, TBARS ve renk (L^* , a^* , b^*) belirlenmiş, TPA yapılmıştır. Yapılan analizler ve değerlendirmelerden aşağıda belirtilen genel sonuç ve öneriler çıkarılmıştır.

1. Lakerda üretiminde NaCl yerine %50 oranında KCl kullanımının pH değeri üzerinde etkili olmadığı, bununla birlikte üretimde CaCl₂ kullanımının pH değerini düşürdüğü gözlenmiştir. Böylece pH değeri açısından lakerda üretiminde NaCl yerine %50 oranında KCl kullanımının mümkün olduğu sonucuna varılmıştır. Son üründe ortalama pH değeri $5,90 \pm 0,50$ olarak tespit edilmiştir.

2. Lakerda üretiminde NaCl yerine %50 oranında KCl kullanımının daha yüksek nem içeriğine sebebiyet verdiği, KCl'nin yanı sıra CaCl₂ kullanımının ise nem içeriğini düşürerek kontrole (%100 NaCl) benzer bir sonuç sağladığı gözlenmiştir. Diğer yandan 20°C'de gerçekleştirilen tuzlama işleminde 4°C'dekine göre daha yüksek bir ortalama nem içeriği tespit edilmiştir. Olgunlaştırma işlemi esnasında ortalama nem içeriğinin 5. gün sonunda önemli seviyede azaldığı, daha sonra önemli seviyede değişmediği ve son üründe ortalama $51,91 \pm 4,19$ değerine ulaştığı saptanmıştır.

3. En düşük ortalama a_w değeri %100 NaCl kullanan A grubu örneklerde belirlenmişken, en yüksek ortalama değer %50 NaCl + %30 KCl + %20 CaCl₂ kullanılan C grubu örneklerde tespit edilmiştir. Ayrıca 20°C'de gerçekleştirilen tuzlama işleminde 4°C'dekine göre daha düşük bir ortalama a_w değeri belirlenmiştir. Bu durumun 20°C'deki örneklerin daha yüksek orandaki tuz kazanımından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Olgunlaştırma işlemi esnasında ise ortalama a_w değerlerinin 15. güne kadar önemli seviyede azaldığı gözlenmiş ve son üründe ortalama a_w değeri $0,82 \pm 0,02$ olarak belirlenmiştir.

4. En düşük ortalama tuz içeriği %100 NaCl kullanan A grubu örneklerde belirlenmişken, B ve C grubu örneklerde daha yüksek ortalama değerler tespit edilmiştir. Olgunlaştırma süresince örneklerde belirlenen ortalama tuz içeriğinin gittikçe arttığı ve son üründe $17,42 \pm 1,13$ değerine ulaştığı gözlenmiştir. Diğer yandan 20°C 'de gerçekleştirilen tuzlama işleminde 4°C 'dekine göre daha yüksek bir ortalama tuz içeriği belirlenmiştir.

5. TBARS değerinin olgunlaştırmanın 5. ve 20. günlerinde önemli seviyede arttığı, 10. ve 15. günlerinde ise önemli seviyede değişmediği tespit edilmiştir. Üretimin başlangıcında $2,44 \pm 0,39 \text{mgMDA/kg}$ olarak belirlenen ortalama TBARS değeri, 20 günlük olgunlaştırma süresi sonunda $10,52 \pm 2,23 \text{mgMDA/kg}$ değerine ulaşmıştır. Diğer yandan üretimde kullanılan farklı sıcaklıklar ve tuzlar için ortalama TBARS değerleri arasında önemli bir farklılık olmadığı saptanmıştır.

6. En yüksek ortalama L^* ve b^* değerleri C grubu örneklerde belirlenmişken, en düşük ortalama değerler A grubu örneklerde tespit edilmiştir. Diğer yandan farklı sıcaklıklarda veya farklı klorür tuzları için belirlenen ortalama a^* değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmadığı saptanmıştır. Böylece daha yüksek üretim sıcaklığının veya üretimde NaCl yerine KCl veya CaCl_2 kullanımının parlaklık ve sarılık değerlerini artırdığını, kırmızılık değerini ise değiştirmediğini söyleyebilmek mümkündür. 20°C 'de gerçekleştirilen tuzlama işleminde 4°C 'dekine göre daha yüksek ortalama L^* ve b^* değerleri elde edilmiştir. Diğer yandan L^* değerinin 15. gün sonunda önemli seviyede arttığı, a^* değerinin 5. ve 10. günler sonunda önemli seviyede azaldığı, b^* değerinin ise olgunlaştırma süresi boyunca önemli seviyede arttığı gözlenmiştir.

7. En yüksek ortalama sertlik, kohesivlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri %50 NaCl + %30 KCl + %20 CaCl_2 kullanılan örneklerde belirlenmişken, en yüksek ortalama yapışkanlık değeri %50 NaCl + %50 KCl kullanılan örneklerde saptanmıştır. Diğer

yandan en düşük ortalama sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri ise %100 NaCl kullanılan örneklerde tespit edilmiştir. Farklı klorür tuzları için belirlenen ortalama elastikiyet değerleri arasında ise önemli bir farklılık bulunmamıştır.

8. Üretim sıcaklığı açısından 20°C’de gerçekleştirilen tuzlama işleminde 4°C’dekine göre daha yüksek bir ortalama sertlik değeri belirlenmişken, daha düşük kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri tespit edilmiştir. Yapışkanlık ve sakızimsılık için farklı sıcaklıklarda belirlenen ortalama değerler arasında ise önemli bir farklılık bulunmamıştır.

9. Olgunlaştırma esnasında lakerda örneklerine ait kohesivlik değerinin 5. gün sonunda, çiğnenebilirlik değerinin 5, 10 ve 15. günler sonunda, sertlik ve sakızimsılık değerlerinin ise tüm olgunlaştırma süresi boyunca önemli seviyede artış gösterdiği belirlenmiştir. Elastikiyet değeri ise 5. gün sonunda artmış olmasına rağmen, 15. gün sonunda azalmıştır. Diğer yandan olgunlaştırma süresi boyunca belirlenen ortalama yapışkanlık değerleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır.

Sonuç olarak; lakerda üretiminde farklı klorür tuzları ve olgunlaştırma sıcaklıkları kullanımının üretim süresi boyunca fizikokimyasal özellikler üzerinde önemli değişimlere neden olduğu, bu değişimlerin sodyum oranı azaltılmış balık ürünlerinin üretiminde dikkate alınması gereken önemli bulgular içerdiği ve NaCl’nin %50 oranında KCl ile ikamesinin belirlenen özellikler açısından uygun sonuçlar verdiği kanaatine varılmıştır. Diğer yandan belirli depolama koşulları altında bu tip ürünlerde meydana gelebilecek fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerdeki değişimlerin incelendiği çalışmalara da ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aliño, M., Grau, R., Fuentes, A., & Barat, J. M. 2010. Influence of low-sodium mixtures of salts on the post-salting stage of dry-cured ham process. *Journal of Food Engineering*, 99(2), 198-205.
- Anonymous, 2008. Multilingual Dictionary of Fish and Fish Products. The online library of the Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD)
- Barat, J. M., Grau, R., Fito, P., & Chiralt, A. 2006. 14 Vacuum Salting Treatment for the Accelerated Processing of Dry-Cured Ham. *Advanced Technologies for Meat Processing*, 353..
- Bourne, M.C., 1978. Texture Profile Analysis. *Food Technology*, 32:62-72p.
- Brás, A., & Costa, R. 2010. Influence of brine salting prior to pickle salting in the manufacturing of various salted-dried fish species. *Journal of Food Engineering*, 100(3), 490-495.
- Caballero, D., Caro, A., Rodríguez, P. G., Durán, M. L., del Mar Ávila, M., Palacios, R., ... & Pérez-Palacios, T. 2016. Modeling salt diffusion in Iberian ham by applying MRI and data mining. *Journal of food engineering*, 189, 115-122.
- Çağlak, E. 2009. Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulanan Sübye, Kara Midye ve Lakerdanın Buzdolabı Şartlarında Bazı Kalite Kriterlerinin İncelenmesi (Doctoral dissertation, Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye).
- Çağlak, E., Cakli, S., & Kilinc, B. 2012. Effect of modified atmosphere packaging on quality and shelf life of salted bonito (*Sarda sarda*). *Journal of aquatic food product technology*, 21(3), 206-221.
- Corral, S., Salvador, A., & Flores, M. 2013. Salt reduction in slow fermented sausages affects the generation of aroma active compounds. *Meat science*, 93(3), 776-785.
- Curtis, R. A., & Lue, L. 2006. A molecular approach to bioseparations: protein–protein and protein–salt interactions. *Chemical Engineering Science*, 61(3), 907-923.
- De Prados, M., Garcia-Perez, J. V., & Benedito, J. 2016. Ultrasonic characterization and online monitoring of pork meat dry salting process. *Food control*, 60, 646-655.
- Dickinson, B.D. and Havas, S., 2007. Reducing the population burden of cardiovascular disease by reducing sodium intake: a report of the Council on Science and Public Health. *Archives of internal medicine*, 167(14), 1460-1468.
- Dimakopoulou-Papazoglou, D., & Katsanidis, E. 2016. Mass transfer kinetics during osmotic processing of beef meat using ternary solutions. *Food and bioproducts processing*, 100, 560-569.
- Erkan, N., TOSUN, Ş. Y., Alakavuk, D. U., & ULUSOY, Ş. 2009. Keeping quality of different packaged salted atlantic bonito “lakerda”. *Journal of Food Biochemistry*, 33(5), 728-744.
- Faralizadeh, S., Zakipour Rahimabadi, E., & Khanipour, A. A. 2016. The influence of sodium chloride replacement with potassium chloride on quality changes of hot smoked Kilka (*Clupeonella cultriventris caspia*) during storage at ± 4 C. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 15(2), 662-676.

- Feiner, G. 2006. Additives: Phosphates, salts (sodium chloride and potassium chloride, citrate, lactate) and hydrocolloids. *Meat products handbook: Practical science and technology*, 72-88.
- Fernández-Ginés, J. M., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., & Pérez-Alvarez, J. A. 2005. Meat products as functional foods: A review. *Journal of food science*, 70(2), R37-R43.
- Geleijnse, J. M., Kok, F. J., & Grobbee, D. E. 2003. Blood pressure response to changes in sodium and potassium intake: a metaregression analysis of randomised trials. *Journal of human hypertension*, 17(7), 471.
- Hao, Z., Dong, H., Li, Z., & Lin, H. 2016. Analysis of physicochemical properties during the processing of Yiluxian, a traditional chinese low-salt fish product. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(10), 2185-2192.
- Horita, C. N., Morgano, M. A., Celeghini, R. M. S., & Pollonio, M. A. R. 2011. Physico-chemical and sensory properties of reduced-fat mortadella prepared with blends of calcium, magnesium and potassium chloride as partial substitutes for sodium chloride. *Meat science*, 89(4), 426-433.
- Horner, W. F. A. 1997. Preservation of fish by curing (drying, salting and smoking). In *Fish processing technology* (pp. 32-73). Springer, Boston, MA.
- Jittrepotch, N., Rojsuntornkitti, K., & Kongbangkerd, T. 2015. Physico-chemical and sensory properties of Plaa-som, a Thai fermented fish product prepared by using low sodium chloride substitutes. *International Food Research Journal*, 22(2).
- Kocatepe, D., Turan, H., Altan, C. O., & Gökner, G. 2014. Effect of the Vacuum Packaging on the Shelf Life of Lakerda. *International Journal of Food Science Nutrition and Dietetics*, 3(9), 157-159.
- Koral, S., & Köse, S. 2018. The effect of using frozen raw material and different salt ratios on the quality changes of dry salted atlantic bonito (lakerda) at two storage conditions. *Food and health*, 4(4), 213-230.
- Koral, S., Tufan, B., Ščavničar, A., Kočar, D., Pompe, M., & Köse, S. 2013. Investigation of the contents of biogenic amines and some food safety parameters of various commercially salted fish products. *Food Control*, 32(2), 597-606.
- Lauritzen, K., Akse, L., Gundersen, B., & Olsen, R. L. 2004. Effects of calcium, magnesium and pH during salt curing of cod (*Gadus morhua* L). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(7), 683-692.
- Lemon, D.W., 1975. An Improved TBA Test for Rancidity New Series Circular. No:51. Halifax-Laboratory, Halifax, Nova Scotia.
- Lindkvist, K. B., GALLART-JORNET, L. O. R. E. N. A., & Stabell, M. C. 2008. The restructuring of the Spanish salted fish market. *The Canadian Geographer/Le Géographe Canadien*, 52(1), 105-120.
- Liu, D., Qu, J., Sun, D. W., Pu, H., & Zeng, X. A. 2013. Non-destructive prediction of salt contents and water activity of porcine meat slices by hyperspectral imaging in a salting process. *Innovative food science & emerging technologies*, 20, 316-323.
- Machado, F. F., Coimbra, J. S., Rojas, E. E. G., Minim, L. A., Oliveira, F. C., & Rita de Cássia, S. S. 2007. Solubility and density of egg white proteins: Effect of pH and saline concentration. *LWT-food Science and Technology*, 40(7), 1304-1307.

- Martínez-Alvarez, O., & Gómez-Guillén, C. 2013. Influence of mono-and divalent salts on water loss and properties of dry salted cod fillets. *LWT-Food Science and Technology*, 53(2), 387-394.
- Mujaffar, S., & Sankat, C. K. 2005. The air drying behaviour of shark fillets. *Canadian Biosystems Engineering*, 47(3), 11-21.
- Nawar, W. W. (1969). Thermal degradation of lipids. *Journal of agricultural and food chemistry*, 17(1), 18-21.
- Ormanci, H. B., & Arik Colakoglu, F. 2017. Changes in biogenic amines levels of lakerda (salted Atlantic bonito) during ripening at different temperatures. *Journal of food processing and preservation*, 41(1), e12736.
- Ormanci, H. B., & Colakoglu, F. A. 2015. Nutritional and sensory properties of salted fish product, lakerda. *Cogent Food & Agriculture*, 1(1), 1008348.
- Ormancı, H.B., 2013. Palamut (Sarda sarda) lakerdasının olgunlaşması süresince serbest amino asit ve biyojen amin oluşumunun ürün kalitesine etkileri. Doktora, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı,
- Pedro, S. and Nunes, M.L., 2007. 13 - Reducing salt in seafood products, in: Kilcast, D. and Angus, F. (Eds.), *Reducing Salt in Foods*. Woodhead Publishing, pp. 256-282.
- Pojedinec, S. L., Slider, S. D., Kenney, P. B., Head, M. K., Jittinandana, S., & Henning, W. R. 2011. Carcass maturity and dicationic salts affect preblended, low-fat, low-sodium restructured beef. *Meat science*, 88(1), 122-127.
- Sarropoulou, E., Moghadam, H. K., Papandroulakis, N., De la Gandara, F., Garcia, A. O., & Makridis, P. 2014. The Atlantic Bonito (Sarda sarda, Bloch 1793) transcriptome and detection of differential expression during larvae development. *PLoS One*, 9(2), e87744.
- Schmidt, F. C., Carciofi, B. A. M., & Laurindo, J. B.(2008. Salting operational diagrams for chicken breast cuts: hydration–dehydration. *Journal of Food Engineering*, 88(1), 36-44.
- Shao, J. H., Deng, Y. M., Jia, N., Li, R. R., Cao, J. X., Liu, D. Y., & Li, J. R. 2016. Low-field NMR determination of water distribution in meat batters with NaCl and polyphosphate addition. *Food chemistry*, 200, 308-314.
- Sofos, J. N. (1984). Antimicrobial effects of sodium and other ions in foods: A review 1. *Journal of Food Safety*, 6(1), 45-78.
- Stien, L. H., Hirmas, E., Bjørnevik, M., Karlsen, Ø., Nortvedt, R., Rørå, A. M. B., ... & Kiessling, A. 2005. The effects of stress and storage temperature on the colour and texture of pre-rigor filleted farmed cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture research*, 36(12), 1197-1206.
- Thorarinsdottir, K. A., Arason, S., Bogason, S. G., & Kristbergsson, K. 2004. The effects of various salt concentrations during brine curing of cod (*Gadus morhua*). *International journal of food science & technology*, 39(1), 79-89.
- Tribuzi, G., Schmidt, F.C. and Laurindo, J.B., 2014. Operational diagrams for salting-marination processes and quality of cooked mussels. *LWT - Food Science and Technology*, 59(2, Part 1), 746-753.
- Trowell, H.C., 1980. Salt and hypertension. *Lancet* (London, England), 2(8185), 88.

- Turan, H., Altan, C. O., Kocatepe, D., & Ceylan, A. 2015. Quality of lakerda (dry salted bonito) made with different technics in Sinop region. *Ukrainian Journal of Food Science*, 6.
- Turan, H., Kaya, Y., Erkoyuncu, I., & Sönmez, G. 2006. Chemical And Microbiological Qualities Of Dry-Salted (Lakerda) Bonito (Sarda Sarda, Bloch 1793). *Journal of food quality*, 29(5), 470-478.
- Varlik, c., 1993. Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri. *Gıda teknolojisi derneği*, 17, 16-17.
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S. and Baygar, T., 2004. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul
- Wang, Z., Xu, W., Kang, N., Shen, Q., & Zhang, D. 2016. Microstructural, protein denaturation and water holding properties of lamb under pulse vacuum brining. *Meat science*, 113, 132-138.
- Weiss, J., Gibis, M., Schuh, V. and Salminen, H., 2010. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Sci*, 86(1), 196-213.
- Who, J., & Consultation, F. E. 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. *World Health Organ Tech Rep Ser*, 916(i-viii).

ÖZGEÇMİŞ

01.01.1989 Yemen'in İbb şehrinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Al-wahda okulunda tamamladı. 2011 yılında İbb Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü'nü kazandı ve 2014 yılında mezun oldu. 2016 yılında Türkiye Cumhuriyeti'nin düzenlediği burs programına (YTB) başvurarak Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gıda Mühendisliği alanında Yüksek Lisans yapmaya hak kazandı.

